www.mecatronicafacil.com.br

Ano 6 - nº33 - Março-Abril/2007 - Europa: € 4,30 - Brasil: R$ 12,90

MECATRÔNICA FÁCIL

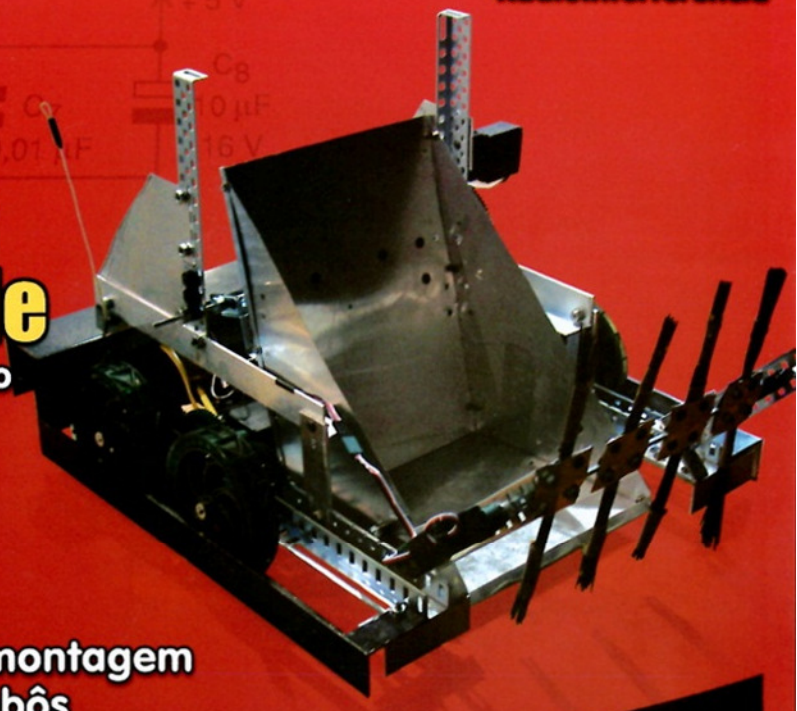


Carregador para baterias 12V Gel

Dê maior autonomia aos seus projetos

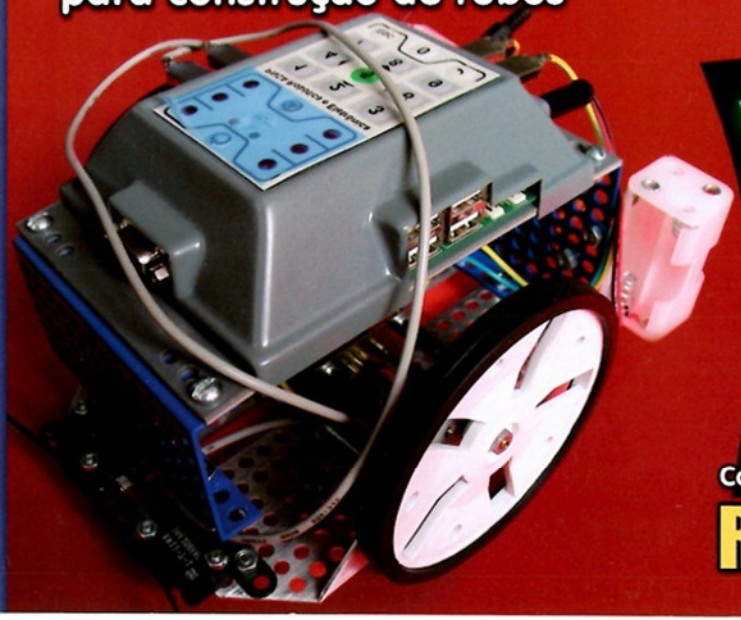
Robótica na Universidade

Conheça uma nova opção de competição



Kit PNCA

Aprenda técnicas de montagem para construção de robôs





Conheça os componentes de um sistema de

Realidade virtual

E mais:

Controle de motor DC pelo PWM do PIC

Sistema de dados para rádios automotivos

Uso de relés em robótica e mecatrônica

Experimentos com pequenos motores

Projetos mecatrônicos no MultiSim

Veículo para plano inclinado

Seqüencial mecatrônica

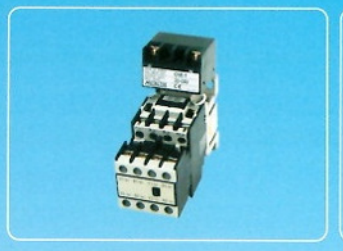
Radiointerferência

ISSN 1676-0980

METALTEX

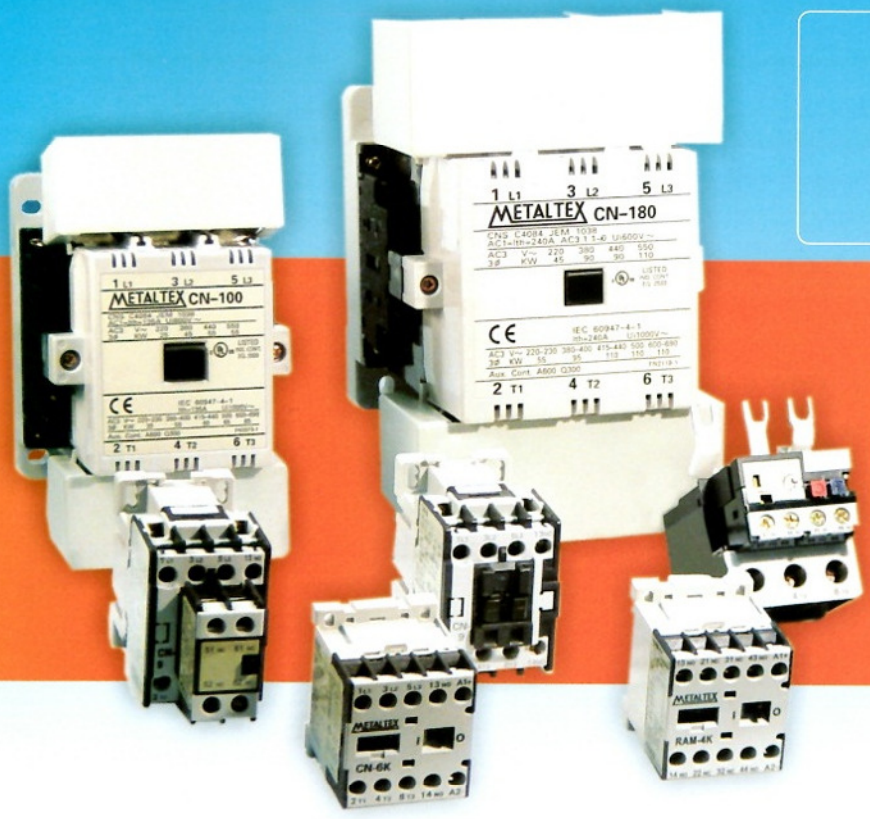
CONTATORES

ACESSÓRIOS



DPA-2040L





A linha de contatores Metaltex apresenta excelente desempenho e tecnologia que garantem segurança e confiabilidade no acionamento das mais diversas cargas.
Composta pelos contatores bipolares DPA-2040L, tripolares da linha CN e os auxiliares RAM, abrange as mais diversas aplicações para cargas de até 300A (220V-AC3). Além disso, dispõe de uma completa linha de acessórios onde se destacam os relés térmicos, blocos de intertravamento mecânico, supressores de transientes, blocos de contatos auxiliares e os drives de bobina, que permitem o acionamento do contator com tensões CC/CA.
Todos estão de acordo com as normas IEC60947-4-1 e IEC60947-5-1.

ESTAMOS SELECIONANDO DISTRIBUIDORES!



TEMPERATURA



SINALIZAÇÃO



PROTEÇÃO E SEGURANÇA



SENSORES



COMANDO E ACIONAMENTO



FONTES CHAVEADAS



CONTAGEM E TEMPORIZAÇÃO



CLPs e IHMs

São Paulo (Matriz)
Tel.: (11)5683-5706
www.metaltex.com.br

BAHIA
Tel.: (71) 3356-1287
CAMPINAS
Tel.: (19) 3227-9814

GOIÁS
Tel.: (62) 3091-5712
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

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Editor Assistente
Paulo Gomes dos Santos

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

Redação
Sérgio Vieira,
Viviane Bulbow

Auxiliar de Redação
Claudia Tozetto
Fabieli de Paula

Produção
Yassari Gonçalo

Design Gráfico
Diego M. Gomes,
Luis Fernando Almeida,
Fábio H. Almeida,
Tiago P. de Lira

Fotografia
Bruno Terena

Gerente de Negócios da Mídia
Paulo S. Galante

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

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

Colaboradores
Alexandre Guimarães, Daniel Q. Márquez, Egidio Trambaiolli Neto, Isaac Newton Lima da Silva, Jeff Eckert, João Carlos Pinheiro Beck, Lucas R. Trambaiolli, 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.

O computador levando a tecnologia para as escolas



Durante o fechamento desta edição, chegou ao nosso conhecimento que o presidente Lula recebeu, para experimentação, o primeiro Classmate PC, da Intel. Trata-se do pontapé inicial do projeto UCA (Um Computador por Aluno), com o qual o Governo Federal pretende melhorar o processo de aprendizagem nas escolas através da tecnologia. No mês de abril serão doados 800 notebooks educacionais que serão experimentados em escolas no Piraí (RJ) e Palmas (TO).

Iniciativas como esta ressaltam a importância da utilização da tecnologia na formação dos futuros cidadãos, uma vez que ela está cada vez mais presente em nossas vidas.

E o computador é uma ferramenta valiosa não só para o ensino de Informática, mas também para o de Mecatrônica, pois como já foi comentado diversas vezes em nossas páginas, esta trata, de maneira simplificada, não apenas da Mecânica e da Eletrônica, mas também de como estas coisas são controladas, o que salvo raras exceções, necessita do computador. Desta forma, a presença dele nos laboratórios das escolas permitirá a realização de inúmeros projetos mecatrônicos, dependendo, é claro, das habilidades do corpo docente e da vontade do corpo diretivo das instituições escolares.

Diversas escolas já perceberam esta importância e estão modificando seus currículos. Algumas estão indo além e utilizando o ensino de tecnologia como diferencial entre seus concorrentes, e com bastante sucesso.

E, antenados a esta revolução que se acentua a cada dia, continuamos em nossa missão de favorecer a popularização da Mecatrônica entre todos. Ao preparar os artigos desta revista, pensamos não apenas nos hobistas e estudantes preocupados em melhorar sua formação, mas também nos professores interessados em fazer parte desta revolução, mas que necessitam de dicas e idéias, para colaborar com a implementação do ensino tecnológico na instituição em que trabalha. Dessa forma esperamos estar contribuindo para a melhoria do ensino em todo o país.

Aproveito o espaço aqui para dar a dica de dois eventos que acontecerão em São Paulo no mês de abril. O primeiro é a "Robótica 2007", entre os dias 11 e 13, que buscará reunir todos os profissionais da área para discutirem e conhecerem as novidades do setor. O segundo, entre os dias 23 e 27, é a "Fiee" (Feira Internacional da Indústria Elétrica, Energia e Automação), que na sua 24ª edição contará com expositores das mais diversas áreas tecnológicas, entre elas a Mecatrônica. Portanto, aqueles que tiverem oportunidade não deixem de conferir o que há de mais moderno no mundo da tecnologia.

Paulo Gomes dos Santos

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

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

índice

Seção do leitor 4

Robonews 6

Robonews - USA 8

ISEF 2006 10

Robótica na Universidade 12

Radiointerferência 15

Componentes de um sistema de realidade virtual 18

Projetos mecatrônicos no Multisim 26

Kit PNCA - Técnicas de montagem 28

Uso de relés em robótica e mecatrônica 32

Veículo do plano inclinado 35

Carregador para baterias 12V Gel 38

Extensômetros de resistência elétrica Parte 3 45

Seqüêncial Mecatrônica 48

Controle do motor DC pelo PWM do PIC 52

Experimentos com pequenos motores 56

Sistema de dados para rádios 60

Níveis de dificuldade

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

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

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

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

FEIRA DE JOVENS CIENTISTAS!

Mais de 200 projetos estarão expostos na FEBRACE 2007. Venha nos visitar!



criatividade e inovação

FEBRACE 5

feira brasileira de ciências e engenharia

13 a 15 de março de 2007
14h às 19h

Tenda de Eventos
Campus da Universidade de São Paulo
Estacionamento da Escola Politécnica
Av. Prof. Luciano Gualberto, trav. 3

Durante a mostra são expostos trabalhos desenvolvidos pelos alunos em diversas categorias estabelecidas a partir das Ciências (Exatas e da Terra, Biológicas, da Saúde, Agrárias, Sociais e Humanas) e Engenharia e suas aplicações.

Centenas de estudantes mostrarão que com criatividade se vai longe!

Veja a programação completa no site www.lsi.usp.br/febrace

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



ORGANIZAÇÃO/REALIZAÇÃO

PATROCÍNIO

Seção do Leitor



Placa Logo Control - MF 27

"Preciso uma placa com 16 saídas e 16 entradas. Ela deve ter os relés incorporados (igual ao deste artigo) para as saídas e com outros para as entradas, conexão direta na placa-mãe (desde o interior do gabinete do PC) e pelo menos dois de seus relés com três contatos reversíveis, do tipo Metaltex. Eu já fiz uma pequena placa que funciona bem, mas quando ligo o micro parece que fica "lixo" nela e os relés ficam todos em NC até o programa instalar-se, movimentando todos os dispositivos eletromecânicos simultaneamente. O que posso fazer?"

Carlos Bolzoni
Engenheiro Civil – Autônomo
Porto Alegre / RS

A expansão da placa Super Logo é possível. Em uma pequena série dos artigos publicados pelo autor Márcio José Soares nas edições nº 105, 106 e 107 da revista Eletrônica Total (também da Editora Saber) o autor demonstrou como expandir o número de entradas e saídas de uma porta paralela. Os artigos trazem além da teoria envolvida, projetos para uso imediato. Acreditamos que poderão ajudá-lo a sanar todas as suas dúvidas e obter o sucesso desejado. Para adquirir estas edições acesse **www.sabermarketing.com.br**.

Voltímetro PIC - MF20

"Gostaria de saber como posso implementar uma segunda entrada analógica (A/D) do PIC16F876 para fazer duas medições concomitantes (**real-time**) de tensão para que eu possa apresentar cada resultado em uma linha de um display 2x16 ou 2x20."

Jerry Cristian Gandin
Farmacêutico / UFPR
Curitiba / PR

Na edição nº 25 da revista Mecatrônica Fácil, foi publicado o artigo "Medidas Analógicas II - Como utilizar corretamente o canal ADC do microcontrolador PIC" do autor Márcio José Soares. Nesse artigo são passadas informações sobre a configuração e uso do canal ADC do PIC. A leitura do mesmo permitirá realizar as alterações desejadas. Para adquirir essa edição acesse **www.sabermarketing.com.br.**

Mecatrônica Fácil 32



Extensômetros

"Este pequeno componente é de grande importância na área de ensaios. Tive a oportunidade de trabalhar nessa área, porém não com essa ferramenta. Gostaria de saber onde posso comprar esses componentes *strain gauge* e qual seu valor médio no mercado?"

Sérgio Oliveira
Técnico eletrônico – Comando-geral de Tecnologia Aeroespacial
São José dos Campos / SP

*Realmente, o strain gauge é uma excelente ferramenta na área de ensaios. São baratos e, por isso, muito utilizados na indústria. Existem extensômetros de vários tipos e preços. Os mais simples na ordem de R$ 10. É possível encontrá-los em casas especializadas em componentes eletrônicos como a Tecnolog (***www.tecnolog.ind.br***), Iope (***www.iope.com.br***) e Panambra (***www.panambra.com.br***).*

Lego NXT

"Quais são os fornecedores do Lego Mindstorms NXT mencionados no artigo Lego NXT?"

Eduardo Sardeiro
Físico
Guarulhos / SP

*Na linha educativa o representante oficial da Lego Education é a Edacom (***www.edacom.com.br***). O kit educativo tem uma composição de peças um pouco diferente do kit apresentado no artigo, embora os principais elementos sejam os mesmos. Convém consultar se eles trabalham com o kit do NXT.*

Quanto ao kit normal (brinquedo), acredito que ainda não tenha chegado ao mercado lojista. No caso do autor do artigo, ele adquiriu o artigo via Mercado Livre, onde existem alguns vendedores. Tenha em mente que este tipo de compra tem um certo risco, logo recomendamos checar se o vendedor tem um histórico confiável e usar o Mercado Pago como segurança, pois permite um tipo de "pagamento em juízo", onde você libera o pagamento após o recebimento. Dê preferências a fornecedores cujo produto já se encontra no Brasil, para evitar problemas de atraso.

Agora é fácil comprar CIs Freescale em pequenas quantidades

www.cifacil.com.br



Produto: freescale semiconductor

Logística: INFORMAT technology

Divulgação: SABER Editora Saber

Robonews

Projeto pedagógico estimula Criatividade



Tiranossauro feito com LEGO

A Escola de Educação Infantil e Fundamental Bosque, localizada na cidade São Paulo promoveu a 13ª edição da Feira de Ciências, que tem o objetivo de mostrar a criatividade e raciocínio lógico dos alunos. Durante o último mês de outubro, a instituição abriu as portas para que a comunidade prestigiasse os projetos feitos durante o ano. A Educação Tecnológica e a Robótica Pedagógica fazem parte da grade curricular da escola, e assim os professores podem ensinar conhecimentos da área, de forma lúdica e interdisciplinar.

Segundo o professor de Robótica, Fabiano Miranda "Alguns projetos pareciam sair de um filme de ficção científica. A Eletricidade, Nanotecnologia, Einstein e a Teoria da Relatividade, entre outros, cada qual demonstrando as potencialidades dos nossos alunos, que têm se aprimorado a cada ano". Além da Feira de Ciências, que é anual, a cada bimestre acontece uma exposição na própria reunião de pais e mestres, onde eles podem presenciar a criatividade de seus filhos.

FAENG realiza a 4ª Semana das Engenharias



Robôs premiados no Sumô de 2006

Com o intuito de promover o trabalho em equipe e gerar conhecimento, a Faculdade de Engenharia "Eng. Celso Daniel" (FAENG) realiza a 4ª Semana das Engenharias. Este ano a Semana conta com a participação de palestrantes na área de Tecnologia e também com a segunda edição da Competição de Robôs.

Os palestrantes são de várias empresas e atuam em segmentos de produção, computação, eletrônica, ambiental, materiais e mecatrônica. Já a Competição de Robôs se divide em duas modalidades. A primeira é o Sumô de Robôs, que terá uma arena com largura de 2 metros. O robô deverá ser radiocontrolado. A segunda modalidade é fazer com que o robô percorra um labirinto de forma autônoma, no menor tempo possível. O labirinto foi formado em uma arena de 3 m x 3 m, e já está a disposição dos alunos para possíveis ajustes. Todos os robôs terão de ser construídos com as dimensões e potências pré-estabelecidas no regulamento.

Segundo o professor da comissão organizadora, Francisco Yastami Nakamoto, "na primeira edição a competição de robôs teve a participação de 12 equipes e reuniu mais de 400 pessoas entre alunos, familiares e visitantes. De fato, superou nossas expectativas iniciais". O evento acontecerá de 16 a 20 de abril, na própria FAENG e a entrada é franca.

FEIMAFE 2007

11ª Feira Internacional de Máquinas-Ferramenta e Sistemas Integrados de Manufatura

QUALIDADE 9ª Feira Internacional do Controle da Qualidade

21 - 26 maio

ANHEMBI

SÃO PAULO - SP





Horário: segunda a sexta das 10h às 19h
sábado das 9h às 17h

Público: Industriais, comerciantes, compradores, profissionais do setor e estudantes

Entrada: Convite ou mediante a comprovação de vínculo com o setor.
Proibida a entrada para menores de 16 anos, mesmo que acompanhados.

Credenciamento on-line: Evite filas na entrada da feira, faça seu credenciamento antecipado pelo site.



Ônibus circular no Metrô Tietê

www.feimafe.com.br **www.feiradaqualidade.com.br**

Organização e Promoção:

ALCANTARA MACHADO

Tel.: (11) 3291-9111
Fax: (11) 3291-9110
www.alcantara.com.br

Apoio Institucional:

ABIMAQ
Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos

CSMF - Câmara Setorial de Máquinas-Ferramenta e Sistemas Integrados de Manufatura
CSHPA - Câmara Setorial de Equipamentos Hidráulicos, Pneumáticos e de Automação Industrial
CSQI - Câmara Setorial de Máquinas, Equipamentos e Instrumentos para Controle de Qualidade, Ensaio e Medição

Colaboração:

abende
Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção

SINAFER
Sindicato da Indústria de Artefatos de Ferro, Metais e Ferramentas em Geral no Estado de São Paulo

Afiliada à:

UBRAFE

Apoio:

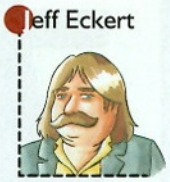
anhembi

BEM-VINDO WELCOME BIENVENIDO
SÃO PAULO - BRASIL

VIAGEM E HOSPEDAGEM COM ECONOMIA E SEGURANÇA
PROGRAMA BEM-VINDO

Reservas On-line:
www.programabemvindo.com.br
almax@almax.com.br
Tel.: (11) 3035-1000

Robonews USA



ROV explora solo da Antártica



UK Deep Submergence ROV Facility / Divulgação

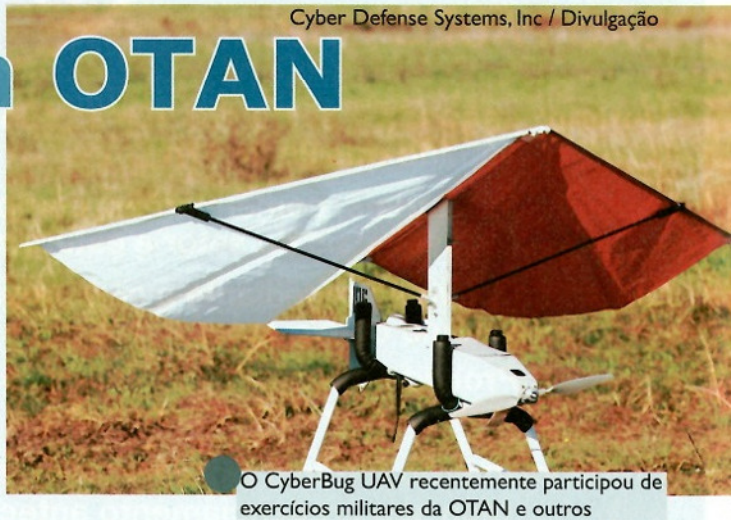
O ROV Isis, pendurado no seu sistema de lançamento e recuperação

No momento em que o leitor estiver lendo esta notícia, o explorador Isis, operado pela agência inglesa Deep Submergence ROV Facility, estará completando um de seus quatro mergulhos agendados no mar Antártico, num esforço para coletar informações sobre os efeitos das geleiras no solo do oceano e verificar que tipos de animais vivem lá. Apesar de não existir nada de revolucionário em ROVs, esta é a primeira vez que um deles estará operando nesse ambiente, a além disso ele carrega uma grande quantidade de luzes, câmeras, sonares e braços robóticos para coletar amostras e implantar instrumentos.

Baseado no Jason ROV, projetado para a Woods Hole Oceanographic Institution (**www.whoi.edu**), ele mergulha a partir da nave-mãe ligado a 10 km de cabos, assim os cientistas podem controlar e se comunicar com o veículo em tempo real. Ele pode se movimentar com sua própria energia, sendo equipado com seis propulsores de 3,7 kW, mas sua velocidade de apenas 1 nó não é das maiores. Por outro lado, qualquer movimento tem resposta rápida (apesar de seu peso de 3250 kg) e suas qualidades aerodinâmicas são boas.

Bug equipa a OTAN

Cyber Defense Systems, Inc / Divulgação



O CyberBug UAV recentemente participou de exercícios militares da OTAN e outros

Mesmo que não pareça, o CyberBug™ da Cyber Defense Systems (**www.cduav.com**) é um robô de grande utilidade, uma vez que ele é usado para atividades militares, de policiamento e também comerciais (deve ser divertido ter um para prazeres pessoais como "surrupiar" o churrasco de fundo de quintal dos vizinhos, mas seu preço de US$ 10 000 torna isso impraticável). De acordo com a empresa, os passáros podem ser montados em poucos minutos e lançados rapidamente para vigilância aérea. Eles podem voar por até uma hora enviando vídeo e outros dados para uma estação terrestre, e tarefas comuns incluem o monitoramento de acidentes, patrulha de fronteira, etc.

No ano passado, três deles foram empregados para ajudar na navegação, nas manobras conjuntas da OTAN envolvendo 12 nações e denominadas "Spartan Hammer". Uma grande variedade de sensores foi usada para coletar as informações utilizadas pelo serviço de inteligência e atividades militares. Com um total de 22 saídas, 100% de taxa de sucesso foi alcançado nas missões. Três tamanhos estão disponíveis: o micro (2,5 libras), médio (8,5 libras) e grande (14,5 libras). Uma versão de 42 libras está em desenvolvimento, devendo carregar uma carga de 12 libras com autonomia para até 2 horas, ou até 8 horas sem carga.

Uma verdadeira máquina de guerra

Você não deve ter percebido, mas as leis de Asimov (da Robótica) estão um tanto quanto antiquadas, e muito mais no caso do robô TALON® da Foster-Miller (**www.foster-miller.com**). Essa empresa construiu plataformas móveis para aplicações militares tipos HAZMAT e SWAT, e esse modelo pode ser configurado para ter diferentes tamanhos e funções, incluindo reconhecimento, ataque a intrusos, vigilância submarina e sensoriamento/monitoramento remoto. A unidade básica é compatível com uma grande gama de hardware, armas e sistemas sensores.

Mais de 80 tipos diferentes de cargas foram desenvolvidas ou adaptadas para ele, incluindo módulos lançadores de fumaça e granadas, um lançador de granadas de 40 mm e uma metralhadora calibre 12. Pode-se ainda montar armas controladas remotamente como do tipo M240 e M249, o rifle M16 e o M82A1 de calibre .50 anti-tanque.

Uma versão menor é disponível para operações de reconhecimento e existe um modelo para operação submarina. No momento, essa é a única plataforma móvel certificada pelo Departamento de Defesa para armas controladas remotamente.

Foster-Miller, Inc / Divulgação



O robô TALON está disponíveis em várias versões letais

Hansen Medical / Divulgação



O robô manipulador Sensei Robotic Catheter

Esse vai tocar o seu coração

Possivelmente mais perturbador do que contemplar o TALON, por diversas razões, é o Robô Sensei™ - um sistema robótico de catéter da Hansen Medical (**www.hansenmedical.com**). A empresa completou testes recentemente em 20 pacientes, como parte de um trabalho de avaliação da US Food & Drug Administration. O teste consiste de um estudo observacional que é usado pelo sistema Sensei para guiar catéteres dentro do coração, isso para mapear sua anatomia. Ele foi criado para proporcionar um controle preciso e estável do movimento do catéter em 3D durante procedimentos de eletrofisiologia cardíaca.

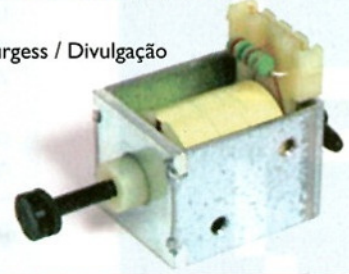
Atualmente, esses procedimentos são realizados empregando uma técnica manual que exige dos médicos a realização de manipulações complexas de um lado do catéter, com certa imprecisão para que a ponta inserida do catéter responda da maneira apropriada.

O sistema Sensei é composto por três componentes: a estação de trabalho do médico, o "controlador instintivo de movimento" e o manipulador robótico do catéter (veja **foto**). Ele pode parecer feio, mas Hansen diz que isso permite um uso fácil e estabilidade dos procedimentos baseados no catéter, oferecendo aos médicos melhor controle, assim como diminuindo o tempo e a exposição à radiação.

Solenóide de operação silenciosa

Retornando agora a um item em que os leitores encontram uso prático, a Saia Burgess Inc (**www.saia-burbess.com**) lançou a linha MagShift® de solenóides que possuem uma grande variedade de aplicações. Eles são projetados para eliminar o impacto entre partes móveis, o que resulta em ruídos que chegam aos 40 dBa, incluindo a parada final. Não existe força de impacto na posição de fim de curso, assim vibração e ruído são minimizados. Como resultado da eliminação de componentes externos, o projeto MagShift elimina o magnetismo residual e pode ser configurado tanto para a operação empurrando quanto puxando.

Saia-Burgess / Divulgação



Os solenóides da MagShift fornecem potência elevada sem ruído, com níveis <40 dBA

ISEF

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

Egidio Trambaiolli Neto
Lucas Remoaldo Trambaiolli

Nova geração de perna mecânica



Um projeto que se destacou na Intel ISEF 2006 por seu caráter social foi o do chinês Yin Fan Denis Huen. Seu projeto, um modelo de perna mecânica, ganhou o terceiro lugar do prêmio Intel na categoria Engenharia e uma bolsa de estudos da Wright State University.

Yin estudou o funcionamento de toda a estrutura muscular da perna, para posteriormente desenvolver um sistema pneumático para realizar a ação dos músculos durante o processo de caminhar e subir escadas. Utilizando-se de princípios físicos e relações entre a força aplicada e o ângulo da perna com o terreno, Yin criou um método, também pneumático, capaz de manter o equilíbrio do usuário, evitando quedas naturais.

Seu protótipo final, montado com material plástico, foi testado. A partir dos resultados, alguns defeitos foram superados, e como resultado o protótipo encontra-se disponível para uso prático.

Nanotecnologia pode solucionar problemas na produção de água

A jovem norte-americana Brittni Briann Romero, autora deste projeto, constatou que no Novo México (EUA), são produzidos mais de 100 milhões de barris de água contaminada por ano. Esta água é oriunda de poços de óleo e gás, e não pode ser utilizada para irrigação por estar contaminada com sais e hidrocarbonetos.

Numa época em que a escassez de água preocupa não só aos ambientalistas, mas também faz parte da responsabilidade social empresarial, essa aluna procurou aliar a nanotecnologia à busca de meios de reaproveitamento da água que outrora era desprezada.

O projeto propõe aplicar uma membrana nanotecnológica na superfície da água, para que após o processo de osmose reversa – técnica na qual a água passa por uma membrana semipermeável de maneira forçada para que seja separada de impurezas – os cristais imperfeitos de sais que flutuam na água, sejam capturados, possibilitando posteriormente a utilização desta água, agora limpa, em processos de irrigação.

Loja Virtual

www.sabermarketing.com.br



Multímetro Digital Modelo: ET-2082B

Instrumento digital portátil, com fusível de auto restauração, medida de indutância, holster protetor, LCD de 3 ½ dígitos com iluminação de fundo, de acordo com a categoria II de segurança, congelamento de pico, desligamento automático e mudança de faixa manual.



R$ 179,00

Capacímetro Modelo: MC-I52

Instrumento digital portátil, com holster, LCD de 3 1/2 dígitos, precisão básica de 0.5%, entrada protegida por fusível, que realiza medida de capacitância de 0.1pF a 20000uF.



R$ 119,90

SUEKIT - KP-I

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 - CKI0

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

Modulos 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

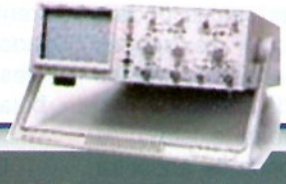
Transmissor - R$ 21,50
Receptor - R$ 15,50



Osciloscópio Analógico Modelo: MO-I225

Instrumento analógico de bancada, com resposta em freqüência de 20MHz, dois canais, duplo traço, CRT de 6 polegadas e alta tensão de aceleração de 2kV, sensibilidade de 1mV/DIV a 10V/DIV, varredura de 20ns/DIV a 0.2s/DIV, circuito separador de sincronismo de TV e máxima tensão de entrada de 400V (DC + Pico AC).

R$ 1.600,60



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.

ROBÓTICA NA UNIVERSIDADE



A PUC-RJ promoveu em dezembro de 2006 uma competição colaborativa de robôs telecontrolados. Este tipo de competição tem como objetivo mostrar na prática aos alunos o resultado dos seus trabalhos, esforços e decisões de projeto.

Mauro Vianna

A cadeira eletiva "Introdução à Engenharia" é ministrada pelo professor Marco Antônio Meggiolaro, já mencionado nesta Revista como líder da equipe Riobotz de robôs de combate. A competição é, na verdade, o trabalho final desta cadeira, onde os alunos são divididos em equipes, informados das regras e recebem a missão de construir um robô móvel capaz de marcar o máximo de pontos possível.

Material

Os robôs foram construídos com o *kit* VEX, porém os alunos tiveram a liberdade de usar materiais adicionais para complementar o kit básico. O kit da VEX é composto de motores com caixa de redução, engrenagens, microcontrolador para acionamento de motores, leitura de sensores e controle remoto que permite o controle direto dos motores/servos.

As peças do kit são perfis metálicos com furos com espaçamento padronizado para serem aparafusados.

Entre os materiais adicionais foram usadas chapas metálicas, que tiveram que ser cortadas e moldadas para dar a forma aos dispositivos projetados pelos alunos. Foram utilizados também roldanas, fios de piaçava e outros.

As regras

A competição é baseada nas regras propostas pela VEX para competições acadêmicas. Ela acontece numa arena quadrada dividida em 2 campos: azul e vermelho. Nesta arena são posicionados 4 robôs, divididos em 2 times. Estes times devem recolher o maior número possível de bolas, que estão espalhadas na arena, e colocá-las dentro dos gols do seu lado do campo, dentro de um limite de tempo. As bolas empregadas são semelhantes às usadas para exercício manual de fisioterapia ou estresse.

Cada campo tem 3 gols: 1 rasteiro na altura do chão valendo um ponto; uma cesta baixa (altura de 1 viga) valendo 2 pontos; e uma cesta alta (altura de 2 vigas) valendo 3 pontos. As cestas necessitam que os robôs elevem as bolas para marcarem pontos. Os gols e as cestas podem ser identificados como as seções triangulares posicionadas nas arestas e centros dos lados da arena.

No centro da arena existe uma plataforma elevada onde se encontra uma bola grande (bola de futebol). A equipe que conseguir trazer esta bola para o seu campo ao final do tempo da partida terá os seus pontos dobrados.

Além disso, cada equipe recebe 3 bolas a serem posicionadas em qualquer lugar que desejarem, inclusive dentro dos robôs.

Ao final da rodada, robôs que se encontram sobre a plataforma central ganham pontos adicionais.

Os competidores se revezam nos times e a pontuação de cada partida é acumulada individualmente para definir o campeão.

Por ser a primeira competição deste tipo na PUC-RJ, algumas especificações das regras e configurações originais da arena foram simplificadas para efeito de aprendizado.

Os competidores

Todos os robôs utilizam uma plataforma básica movida por 4 rodas acionadas por motores no modo diferencial, ou seja, cada motor (ou par de motores) aciona as rodas de um lado do robô, permitindo movimento para frente, para trás e giro para ambos os lados. As principais diferenças entre eles estão na forma de captura das bolas e de marcar os gols.

Os quatro competidores foram:

1) **Mineiro Perdido (figura 1)**
O Mineiro Perdido utiliza uma pá rotativa para empurrar as bolas para dentro de uma caçamba rasteira. Quando cheio, ele manobra



de ré para uma cesta e ergue a caçamba, despejando as bolas numa rampa na parte superior que direciona as bolas para a cesta.

2) **McGiver (figura 2)**
O McGiver faz jus ao personagem do seriado. De todos, ele é o mais complexo. Na frente, ele tem uma caçamba rasteira que acumula bolas à medida que anda. Uma vez cheio, ele fecha uma porta lateral, ergue a caçamba através de um fio enrolado em um carretel motorizado, despejando as bolas numa segunda caçamba elevada e inclinada, fechada por uma segunda porta motorizada.
Quando cheio, O McGiver manobra de ré para uma cesta e abre a porta traseira na caçamba superior, liberando as bolas para o gol, de forma semelhante a um caminhão basculante.

3) Rasterix **(figura 3)**
O Rasterix foi o único robô especializado em fazer gols somente no gol rasteiro e incapaz de fazer gols nas cestas. Ele é basicamente uma gaiola com uma porta que se abre para cima através do acionamento de um motor. Seu funcionamento é simples: corre pela arena enchendo a gaiola e uma vez cheio, fecha a porta, volta para o gol rasteiro, abre a porta e empurra as bolas para o gol.
Embora incapaz de marcar gols de 2 e 3 pontos, ele é o mais rápido e sua gaiola é a única capaz de capturar a bola de vôlei ao final da rodada.

4) Gari **(figura 4)**
Como o próprio nome sugere, o Gari usa uma vassoura para pegar as bolas. Na frente ele contém um eixo horizontal acionado por um motor com diversos fios de piaçava amarrados para varrer as bolas para dentro de uma grande caçamba. Uma vez cheio, ele manobra de ré para um gol e vira a caçamba soltando as mesmas para dentro da cesta.

Considerações sobre o projeto dos robôs

Os competidores tiveram que levar em consideração vários aspectos nos seus projetos, que envolvem decisões de projeto e da estratégia de pilotagem. Alguns deles são:

1) **Gols**: O alvo deve ser um gol específico, ou deve-se tentar todos? Todos os gols têm capacidade limitada de armazenamento de bolas.

2) **Velocidade**: Ser rápido é bom, mas normalmente vem acompanhado da redução de controle. Se for muito rápido, existe o risco de bater nas bolas e não capturá-las, a menos que tenha um bom mecanismo de captura.

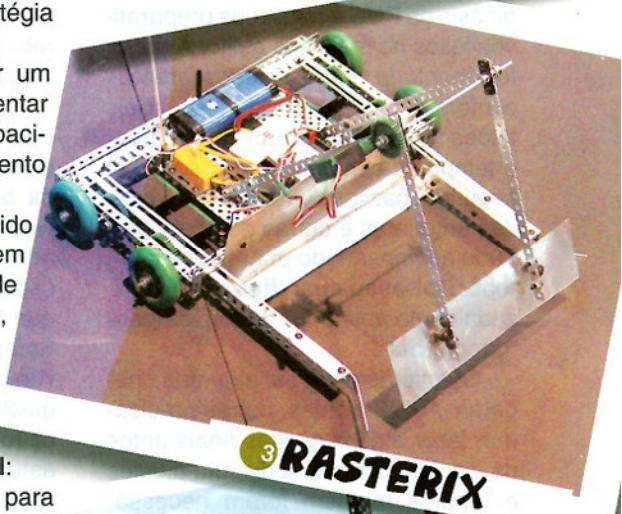
3) **Plataforma central**: Subir na plataforma central para pegar a bola grande é difícil para robôs rasteiros. Por outro lado, robôs precisam ser rasteiros para capturar as bolas. Uma opção é tentar subir de ré.

4) **Força**: O tamanho das rodas e a relação de engrenagens trocam força por velocidade. Força pode ser útil em caso de disputas por recursos escassos (poucas bolas ou a bola grande).

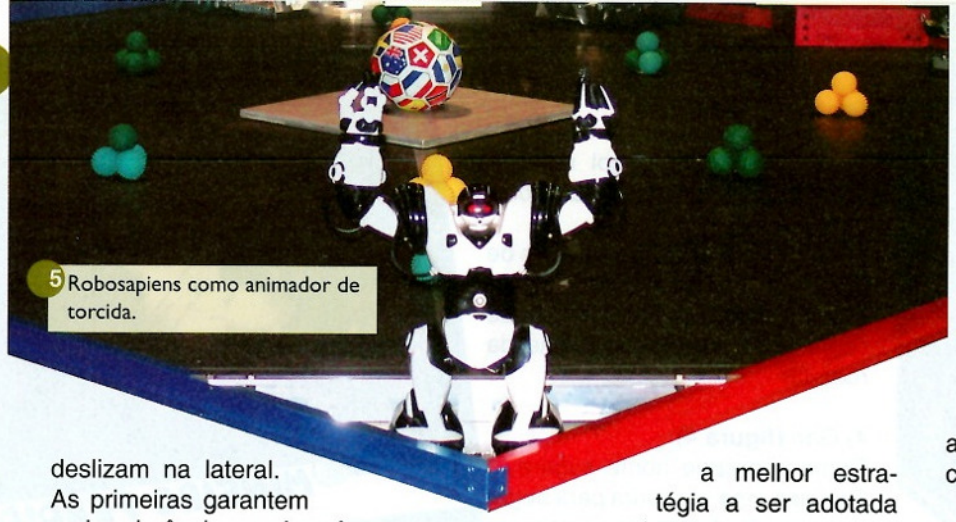
5) **Tipo de roda**: Existem rodas de borracha e rodas plásticas que











5 Robosapiens como animador de torcida.

deslizam na lateral. As primeiras garantem mais aderência ao piso. As últimas facilitam as manobras de giros.

6) **Tipo de plataforma**: 4 rodas, uso de rodas bobas, tração em 1, 2 ou 4 rodas são algumas das opções.

7) **Telecontrole**: Os robôs são telecontrolados, logo eles devem ser fáceis de controlar por humanos através dos controles remotos. Controles complexos podem custar um tempo precioso.

Preparativos da competição

A competição foi realizada no ginásio da PUC e teve seus preparativos feitos no mais alto estilo. A arena foi montada com vigas metálicas conforme as especificações. Dois telões foram usados, um para marcar o tempo da competição e o *score*. O segundo passava vídeos das rodadas anteriores e outras competições. Tudo acompanhado por música e um robô **Robosapiens (figura 5)**, utilizado como animador de torcida para "dar o clima".

Quanto às equipes, algumas chegaram 100% prontas, outras precisaram fazer alguns ajustes finais antes da disputa. Durante a disputa ajustes e reparos também foram necessários.

A competição

A competição em si foi composta por 12 rodadas, de forma que todos os competidores foram parceiros duas vezes. O sucesso das disputas dependia de vários fatores: projeto do robô, estratégia adotada e experiência. No início tudo era novidade, porém após uma ou duas rodadas os competidores começaram a entender a melhor estratégia a ser adotada com base nas suas capacidades (robô, velocidade, mobilidade), assim como nas de seus parceiros e adversários. Explorar melhor as regras também foi importante, em especial a da bola grande, que dobrava os seus pontos ou, em casos extremos de "lavada", evitava que o adversário dobrasse os seus, disparando na frente.

Com o tempo algumas características dos robôs foram ficando bem marcantes.

O Gari, que foi o campeão, era o mais eficiente na captura de bolas, e sua simplicidade e velocidade de acionamento da caçamba lhe permitia marcar cestas de 3 pontos e retomar rapidamente à captura de bolas.

O Rasterix era o mais rápido, mas incapaz de marcar gols de mais de 2 pontos e de subir na plataforma da bola de vôlei. Porém, sua velocidade permitia roubar a bola dos outros e sua gaiola era perfeita para capturar a bola de vôlei, uma vez que ela fosse retirada da plataforma. Esta última estratégia permitiu que o Rasterix saísse da "lanterna" e conquistasse o segundo lugar como parceiro do Gari na última rodada. Com astúcia, ele capturou a bola grande derrubada pelo adversário na sua gaiola, trouxe para o seu campo e não largou mais.

O McGiver era o mais preciso na hora de acertar as bolas nas cestas, mas o tamanho reduzido da caçamba inferior reduzia a sua velocidade de captura. Mas com certeza era o mais divertido de se ver funcionando, devido à quantidade de peças móveis.

O Mineiro Perdido, embora fosse um projeto bem parecido com o Gari, apresentou alguns problemas na captura de bolas. Alguns ajustes foram feitos durante a competição, mas custaram alguns pontos nas rodadas iniciais.

Independente do placar final, todas as equipes estiveram de parabéns, pois todas apresentaram robôs totalmente funcionais e capazes de executar as funções para as quais foram projetados.

A última rodada foi especial, onde a plataforma central foi elevada, dificultando o acesso à bola grande.

Próximos passos para a competição

Para os próximos cursos, outras características poderão ser adicionadas. Entre elas, algumas sugestões das regras originais são:

1) Elevação da altura das cestas;
2) Elevação da plataforma central;
3) Adição de um poleiro na plataforma central, com pontuação adicional para o robô que finalize pendurado no mesmo;
4) Início da rodada em modo microcontrolado (autônomo) por alguns segundos, incentivando o uso de programação;
5) Pontos diferenciados com base na cor das bolas.

Conclusão

Este tipo de competição incentiva a criatividade dos alunos e proporciona um excelente retorno da experiência dos projetos apresentados. Mesmo as falhas e erros, sejam seus ou dos seus adversários, são excelentes fontes de aprendizado.

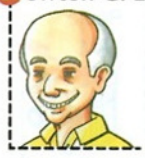
Este é um exemplo de uso do conceito de "Edutainement" (Educação com diversão) onde os alunos aprendem colocando a "mão na massa". Esta tem sido a linha seguida pelos professores de Engenharia Mecânica e Automação da PUC-RJ, Marco Antônio Meggiolaro, Mauro Esperanza e Mauro Schwanke.

Mais informações

Regras da competição VEX:
http://www.usfirst.org/community/fvc/content.aspx?id=962.

Radio-Interferência

Newton C. Braga



Um dos maiores problemas para quem monta robôs e outros veículos com controle remoto via rádio é a interferência. A radio interferência ou RFI, se usarmos a abreviação do termo inglês, afeta comunicações de curta e longa distância impedindo que controles remotos, mesmo os mais sofisticados, funcionem satisfatoriamente em certos ambientes. Veja neste artigo o que é a RFI e como evitá-la.

Um dos problemas dos circuitos que recebem ondas de rádio, ou seja, que operam com rádiofreqüências, é que eles não sabem distinguir entre dois sinais de mesma freqüência, um que seja o verdadeiro e outro que chegue até ele de forma indevida.

Além disso, no mundo que nos cerca existe uma infinidade de equipamentos de uso comum e mesmo fenômenos naturais que produzem ondas de rádio de forma indevida (ou mesmo usada para outras finalidades que não sejam comunicações) e que podem interferir nos receptores.

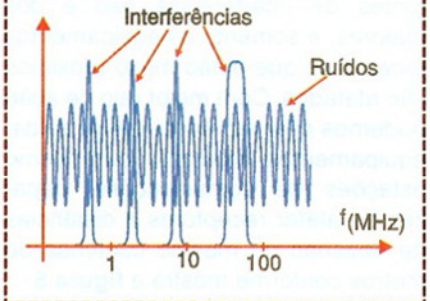
Na **figura 1** mostramos algumas fontes de sinais que podem interferir nos circuitos de receptores usados em controles remotos.

Nesse ponto devemos fazer uma distinção entre o que se denomina interferência e ruído, que também afeta os receptores.

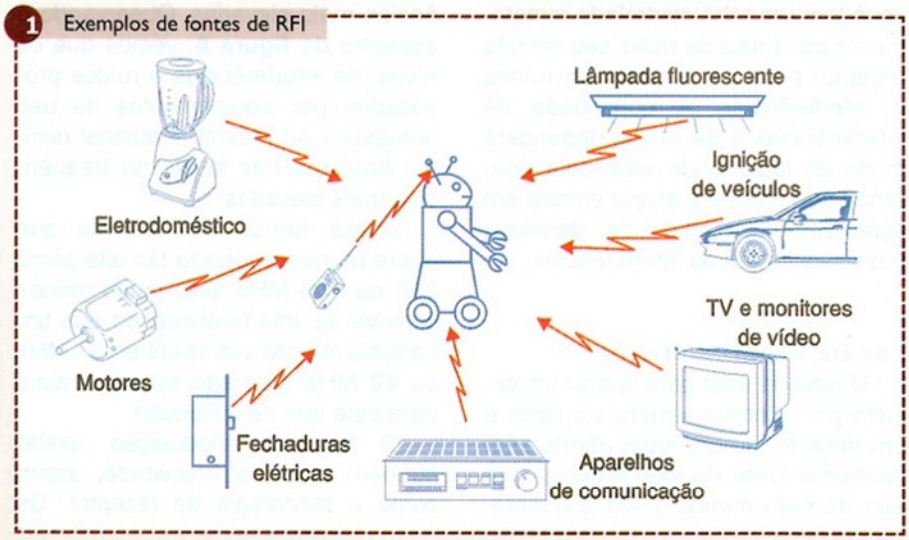
As interferências vêm de circuitos sintonizados ou que geram sinais de uma freqüência única, normalmente circuitos que utilizam esses sinais de forma controlada. Os ruídos, por outro lado, são produzidos de forma aleatória, se espalhando por um amplo espectro de freqüência. Normalmente são produzidos por equipamentos, ou de forma natural que não têm por finalidade gerar sinais radioelétricos. Os sinais são produzidos como conseqüência de sua operação. A **figura 2** ilustra essa diferença.

É claro que ambos afetam o funcionamento de qualquer circuito

2 Ruídos e interferências



1 Exemplos de fontes de RFI



igualmente. Quando sua intensidade supera a do sinal que deve ser recebido na mesma freqüência, temos o bloqueio e o dispositivo não funciona apropriadamente, de acordo com a **figura 3**.

Fontes comuns de ruídos em nossa casa são os equipamentos elétricos que usam motores, interruptores e chaves ao serem ligados ou desligados, etc. Fontes de interferências são as lâmpadas fluorescentes, lâmpadas eletrônicas, monitores de vídeo e televisores, etc.

O leitor pode ter uma idéia de como os monitores de vídeo geram sinais capazes de interferir nas radiocomunicações fazendo uma experiência muito simples. Aproxime de um televisor ligado ou do monitor de vídeo um rádio AM sintonizado entre estações (numa freqüência livre). Observe o ruído que é reproduzido no alto-falante. A **figura 4** nos dá uma idéia do que ocorre.

As linhas que aparecem numa imagem de televisor de VHF comum quando alguém liga um barbeador ou liquidificador mostra o efeito do ruído produzido pelo motor nesse equipamento.

É claro que o raio de ação dessas fontes de interferência não é dos maiores, e somente os equipamentos receptores que estão muito próximos são afetados. Com maior raio de ação podemos citar as máquinas de solda, equipamentos médicos, ou mesmo estações de comunicações, capazes de afetar receptores a distâncias de dezenas ou mesmo centenas de metros conforme mostra a **figura 5**.

Longe ou perto, entretanto, se você tem um robô controlado remotamente por sinais de rádio, seu circuito receptor pode ser afetado por ruídos e interferências. A quantidade de interferências e de ruídos dependerá muito do lugar onde você está operando seu robô, e é aí que entrará em ação sua capacidade de identificar possíveis fontes de interferências.

Locais Problemáticos

O melhor lugar para operar um circuito por controle remoto via rádio é um deserto, ou um lugar aberto sem nenhuma fonte de interferência num raio de pelo menos 1 km. Evidentemente, não é isso o que acontece na prática.

Nos ambientes fechados, nas grandes cidades, em pavilhões de exposições e outros lugares semelhantes não podemos dizer que o ambiente seja ideal para se operar um circuito radiocontrolado.

A maioria dos sistemas empregados em controles remotos comuns faz uso de modulação em amplitude em faixa relativamente ampla, que é bastante sensível a sinais externos.

Basta que o ruído ou interferência tenha uma amplitude maior do que a do sinal que chega ao modelo para que ele "tampe" o sinal de comando, ou ainda seja interpretado de forma indevida pelos circuitos, conforme mostra a **figura 6**.

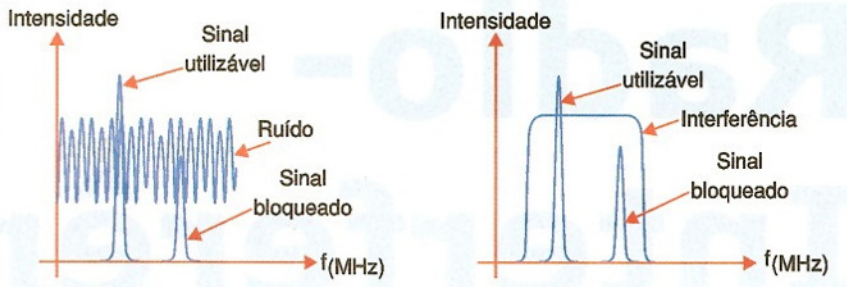
Uma forma de evitar esse problema consiste em se operar com uma potência maior, aumentando assim a imunidade do receptor, veja a **figura 7**.

Outra forma de se contornar o problema seria dar preferência a freqüências mais elevadas. Observando o espectro da **figura 8**, vemos que os níveis de interferências e ruídos provocados por equipamentos de uso doméstico ou mesmo industrial diminui bastante nas faixas de freqüências mais elevadas.

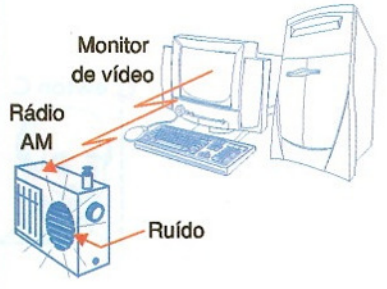
Dessa forma, um sistema que opere numa freqüência tão alta como 315 ou 435 MHz será muito menos sensível às interferências do que um controle remoto que opere em 27 MHz ou 42 MHz, que são faixas comuns para este tipo de aplicação.

O tipo de modulação usado também influi na imunidade, assim como a tecnologia do receptor. Os

3 Bloqueio de Sinal



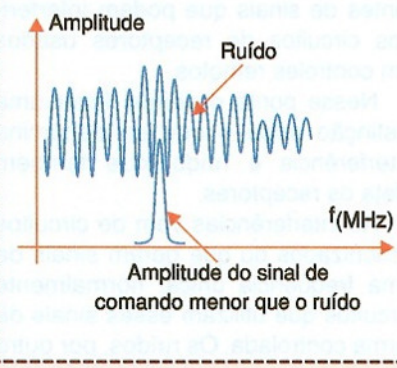
4 Ruído produzido pelo monitor



5 Interferência de estações



6 "Tampando" o sinal de comando



receptores super-regenerativos, por terem pequena seletividade são mais sensíveis às interferências e ruídos. Os super-heteródinos são menos sensíveis.

Modelos com controle remoto via rádio, operando na faixa mais baixa de VHF ou mesmo ondas curtas, podem ter problemas de operação se forem utilizados em lugares fechados com muitas lâmpadas fluorescentes. Essas lâmpadas são uma fonte poderosa de ruídos e interferências capazes de inviabilizar uma operação segura do modelo.

Caso seu modelo se destine a este tipo de operação, prefira sempre as freqüências mais elevadas (acima de 100 MHz). O receptor deve ser preferivelmente do tipo super-heteródino. Sistemas digitais operam melhor.

Empregue um transmissor com uma boa potência para que o sinal possa superar em intensidade os sinais interferentes, mesmo quando o modelo esteja mais longe. Um transmissor que alcance 100 metros em condições normais, será usado eficientemente num modelo nessas condições a uma distância até uns 20 metros.

Se você residir em local em que existam muitas estações de comunicações e TV (TV, rádio FM, etc) tome cuidado para que seu sistema esteja sintonizado realmente em uma freqüência livre. Sistemas que operam na faixa de 100 MHz a 400 MHz e não sejam muito seletivos podem facilmente receber interferências das harmônicas das estações de rádio FM e TV locais, conforme ilustra a **figura 9**.

O que ocorre é que uma estação de TV, como o canal 2, que opera em 54 MHz, terá harmônicas em 108, 162, 216 MHz, etc. Essas harmônicas são mais fracas que o sinal principal, mas ainda assim fortes o suficiente para causar problemas em modelos radiocontrolados.

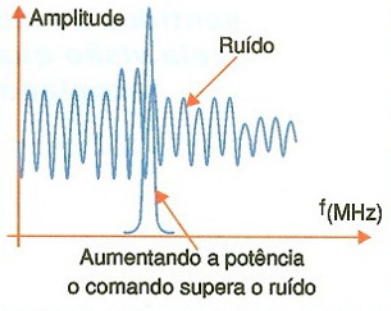
O preenchimento do espectro de rádio com harmônicas e radiações espúrias de serviços comuns será tanto maior quanto mais estações existirem na sua localidade. Em grandes centros como São Paulo, por exemplo, temos bastante dificuldade em operar modelos radiocontrolados simples, dado o congestionamento das faixas de freqüências.

Conclusão

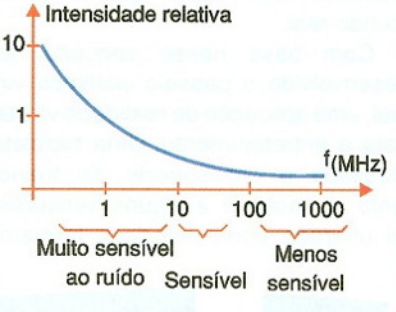
Encontrar freqüências livres, escolher a faixa de freqüências apropriada, usar potência suficiente no transmissor para superar interferências e ruídos, utilizar o sistemas apropriado de acordo com o ambiente são algumas das medidas que o leitor pode adotar para ter um sistema radiocontrolado que funcione bem.

Se ainda assim encontrar dificuldades, a solução poderá estar na adoção de outras tecnologias que são imunes aos ruídos, mas que também têm suas limitações (como o infravermelho). f

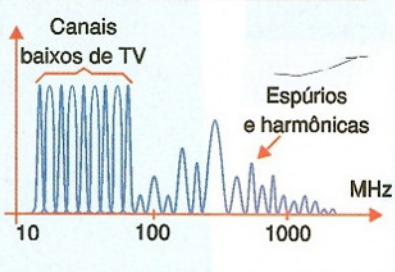
7 Aumentando a imunidade do receptor



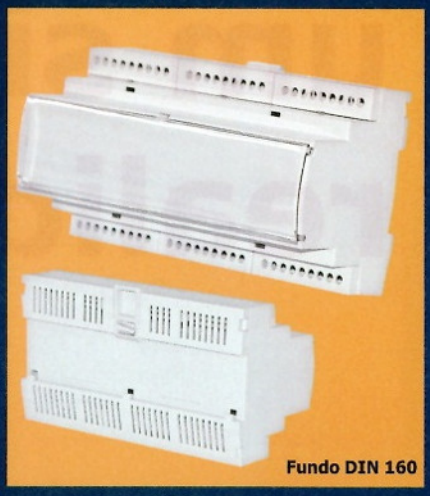
8 Intensidade x frenquência



9 Espúrios e harmônicas



Coloque seus Projetos em CAIXAS e GABINETES de Qualidade









* FOTOS SEM ESCALA

LANÇAMENTOS

Solução rápida e eficaz na escolha do gabinete ideal

Procure nas melhores lojas

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

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

PATOLA
Tudo em caixa com qualidade e precisão

Componentes de um sistema de realidade virtual

Neste artigo apresenta-se a idéia de um projeto que permite a simulação de um passeio ciclístico utilizando a realidade virtual. Os sentidos do ciclista serão estimulados tanto pela visão quanto pela reação de um motor acoplado na roda traseira da bicicleta.

Roberto Scalco, Fabrício Martins Pedroso, Jorge Tressino Rua, Ricardo Del Roio, Wellington Francisco

O projeto do dispositivo

de interação em realidade virtual, ou seja, do dispositivo que interliga o mundo virtual com o usuário, gerando e fazendo a aquisição de seus estímulos, utiliza uma bicicleta como meio de navegação no mundo virtual, como pode ser observado na **figura 1**.

Introdução à realidade virtual

A realidade virtual visa integrar componentes que simulem estímulos diretamente ligados aos sentidos de visão, audição e tato. No projeto, a visão é estimulada pela representação gráfica do mundo virtual em óculos 3D (ou num monitor de vídeo) e o tato permite ao usuário perceber sensações de resistência à força, movimento e peso, para tornar essa realidade tão natural quanto a do mundo real.

Com base nesse conceito, foi desenvolvido o passeio ciclístico virtual, uma aplicação de realidade virtual para o entretenimento. Uma bicicleta acoplada a um suporte de treino, junto ao motor e a alguns sensores, foi utilizada como interface homem-máquina (IHM), permitindo a navegação num ambiente virtual exibido por um dispositivo *Head Mounted Display* (HMD). Conforme a pessoa interage com mundo, o motor é acionado para aplicar mais ou menos força no pedal, simulando subidas e descidas, enquanto o HMD exibe duas imagens, levemente diferentes para cada olho, permitindo melhor percepção de profundidade. Esse dispositivo torna o custo do projeto muito alto; por isso pode ser substituído por um monitor convencional, apenas para exibir uma imagem do mundo virtual (**figura 2**).

1 Motor acoplado ao suporte de treino



2 Ponto de vista do usuário



Elementos do projeto

O elemento central do projeto consiste de um PIC 16F877A que atua como ponte entre o *engine* físico e os elementos sensores e atuadores (**figura 3**). Dos elementos ligados diretamente à bicicleta, temos um potenciômetro para medir o ângulo do guidão, um sensor foto-sensível associado a um *encoder* para medir a velocidade da roda traseira e um motor, acionado a favor ou contra o movimento da roda, fazendo-a girar livremente numa descida ou obrigando o usuário a aplicar mais força durante uma subida.

Tanto as informações lidas dos sensores como as enviadas ao motor são processadas pelo computador, ou seja, deve ser estabelecida uma comunicação serial, utilizando-se o padrão RS-232, entre o PIC e o computador.

Computação gráfica

A modelagem do ambiente virtual tridimensional foi desenvolvida com base no aplicativo Autodesk 3DS Max 8. Desse modelo são extraídos seus vértices e faces, permitindo que sejam desenhados na tela pelo sistema de realidade virtual desenvolvido, empregando-se para tanto a biblioteca gráfica OpenGL.

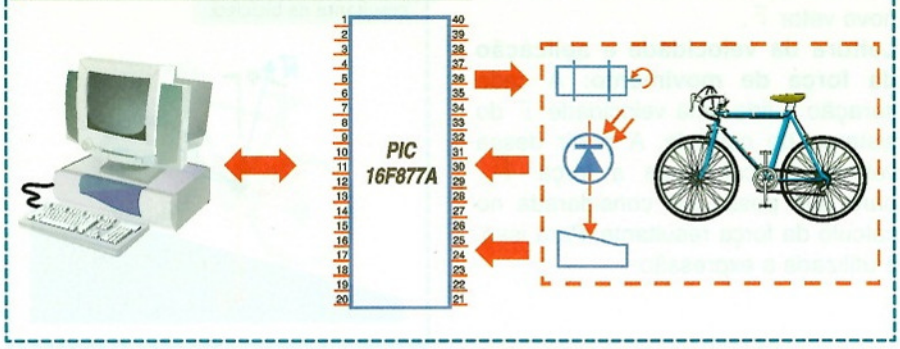
Outra informação fundamental extraída do modelo são os vetores normais à pista. Eles são responsáveis por informar ao *engine* físico (encarregado pelos cálculos de posição, velocidade e aceleração da bicicleta) se a pessoa se encontra em um plano horizontal ou inclinado. São sempre unitários $(|\vec{n}| = 1)$ e perpendiculares ao plano analisado (**figura 4**).

Depois de encaminhado o vetor normal atual para o *engine* físico, o sistema de realidade virtual recebe a posição futura da bicicleta, recalculando toda a cena para aquele próximo ponto de vista, gerando a sensação de movimentação no ambiente virtual.

Engine físico

O *engine* físico é o sistema responsável por processar as informações obtidas pela interação do usuário, adicionando-lhe os fenômenos físicos do mundo real. As entradas desse sistema são:

3 Diagrama de fluxo de dados do projeto



- A velocidade imposta pelo ciclista ou pelo motor ao simular uma descida;
- O ângulo do guidão.

O *engine* físico envia dados para o sistema de controle (PIC) e para o sistema gráfico, fazendo com que o usuário possa perceber:

- A resposta dada pelo motor que acelera ou freia a roda traseira;
- A representação da bicicleta no sistema gráfico;
- O ângulo do guidão no sistema gráfico;
- A velocidade da bicicleta ao se observarem as rodas ou a paisagem.

Representação matemática da bicicleta

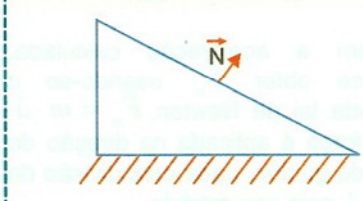
Para traduzir os fenômenos físicos para o sistema de simulação é necessário representar a bicicleta vetorialmente. A **figura 5** mostra que a bicicleta é representada por dois vetores: o corpo da bicicleta $\vec{b}$ e, coplanar a ele, a direção do guidão $\vec{c}$.

Modelo físico

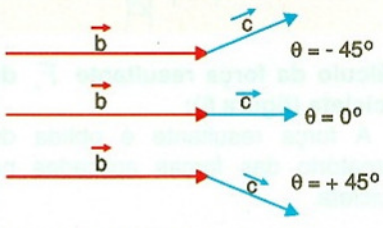
A finalidade principal desse modelo é a de calcular a posição da bicicleta a cada iteração do processamento. O modelo entende que:

- A bicicleta é um corpo de massa m e com velocidade inicial nula $(\vec{v}_0 = \vec{0})$. Sua posição X é representada pelo o centro do guidão;
- A força do movimento $\vec{F}_m$ é a soma da força aplicada pelo ciclista com a aplicada pelo motor;
- A força normal ao plano $\vec{N}$, em qualquer ponto da pista, é sempre considerada suficiente para anular a componente da força peso $\vec{P}$ em sua direção.

4 Representação do vetor normal de um plano



5 Representação vetorial da bicicleta (vista superior)



A movimentação da bicicleta é determinada, a cada iteração, executando os seguintes passos:

Cálculo do intervalo de tempo entre as iterações (Δt): A cada iteração é calculado o intervalo de tempo desde a última iteração válida. Esse valor é obtido pela diferença entre dois instantes de tempo do relógio do computador. Para que não ocorram erros relacionados à divisão por zero, apenas são utilizadas as iterações com $\Delta t \geq 0{,}01ms$.

Mudança do vetor do guidão ($\vec{c}$): Para modificar o vetor do guidão, seria necessário calcular a diferença entre o ângulo atual θ do guidão e o ângulo lido anteriormente. Isto causaria um acúmulo de erros devido ao cálculo da diferença. Para evitar esse erro, o vetor $\vec{c}$ não é modificado pela diferença, mas é recalculado com base em $\vec{b}$. A cada iteração, o vetor $\vec{b}$ é girado de um ângulo θ, em relação ao vetor normal $\vec{n}$ da posição X,

e o resultado é armazenado como o novo vetor $\vec{c}$.

Leitura da velocidade e aplicação da força de movimento: A cada iteração é lida uma velocidade $\vec{v}$ do sistema de controle. A partir dessa velocidade calcula-se a força $\vec{F}_m$ para que possa ser considerada no cálculo da força resultante. Para isso, é utilizada a expressão:

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{atual} - \vec{v}_{anterior}}{\Delta t}$$

Com a aceleração calculada, pode-se obter $\vec{F}_m$ usando-se a segunda lei de Newton, $\vec{F}_m = m \cdot \vec{a}$ Essa força é aplicada na direção do vetor do guidão, dada pela divisão do vetor $\vec{c}$ pelo seu módulo.

$$\vec{F}_m = \left|\vec{F}_m\right| \cdot \frac{\vec{c}}{\left|\vec{c}\right|}$$

Cálculo da força resultante $\vec{F}_r$ da bicicleta (figura 6):

A força resultante é obtida do somatório das forças aplicadas na bicicleta.

$$\vec{F}_r = \vec{F}_m + \vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_a$$

Sendo:

$\vec{P} = (m_b + m_c) \cdot \vec{g}$, que considera a massa da bicicleta e do ciclista;

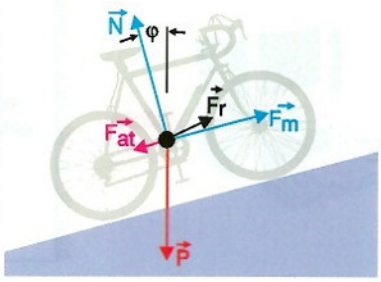
$\vec{N} = \left|\vec{P}\right| \cdot \cos(\varphi) \cdot \vec{n}$, força aplicada na direção normal ao plano no ponto analisado;

φ o ângulo entre as direções de $\vec{P}$ e $\vec{N}$;

$\left|\vec{F}_a\right| = \mu \cdot \left|\vec{N}\right|$ é o módulo da força de atrito em relação ao solo, aplicada no plano das forças atuantes e de sentido contrário a do movimento. Foi adotado $\mu = 0{,}01$.

Como restrição, se o ângulo formado entre a força resultante e o vetor do guidão for superior a 90° é atribuído o valor zero à força resultante. Dessa maneira, em vez de a bicicleta se mover para trás, permanecerá parada. Essa simplificação foi necessária para se evitarem problemas com o motor.

6 Determinação da força resultante da bicicleta



Cálculo da aceleração da bicicleta:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_r}{m}$$

Apenas é considerada a aceleração no plano vertical que contém a direção a bicicleta b.

Cálculo da velocidade da bicicleta:

$$\vec{v}_{atual} = \vec{v}_{anterior} + \vec{a} \cdot \Delta t$$

Cálculo da posição da bicicleta no plano de movimento: Para determinar a próxima posição da bicicleta no ambiente virtual, utiliza-se a expressão:

$$X_{novo} = X_{atual} + \vec{v}_{atual} \cdot \Delta t + \frac{\vec{a} \cdot \Delta t^2}{2}$$

As posições X_{atual} e X_{novo} são pontos no espaço tridimensional, possuindo as três coordenadas da bicicleta.

Embora a aceleração não seja constante durante todo o movimento, essa expressão pode ser utilizada, pois os dois instantes de tempo em que as grandezas foram analisadas e calculadas são muito próximos. Dessa forma, a aproximação apresenta bons resultados. Os efeitos da aceleração centrípeta são simplificados pela rotação do vetor definido pelos pontos X_{atual} e X_{novo} em relação ao vetor normal $\vec{n}$ do plano. O ângulo dessa rotação é o ângulo do guidão θ.

Com a nova posição calculada deve-se calcular o ângulo α entre o vetor da direção da bicicleta $\vec{b}$ e a direção do eixo z. Esse ângulo permite classificar a região da pista onde a bicicleta está:

- Em uma subida, se $\alpha \leq 89{,}75°$;
- Em uma descida, se $\alpha \geq 90{,}25°$;
- Em um plano horizontal, caso contrário.

Se α revelar que a bicicleta está numa subida, o *feedback* de subida é acionado e o sistema de controle liga o motor para que esse imprima um torque contra o usuário. Se α revelar que se trata de uma descida, o *feedback* de descida é acionado e o sistema de controle acelera o motor para que o usuário tenha a sensação de descida.

Para o cálculo das grandezas físicas, os vetores foram representados com uma seta sobre o nome da variável, por exemplo $\vec{F}_r$. Matematicamente, esses vetores possuem três componentes, cada um associado a uma direção: X, Y e Z.

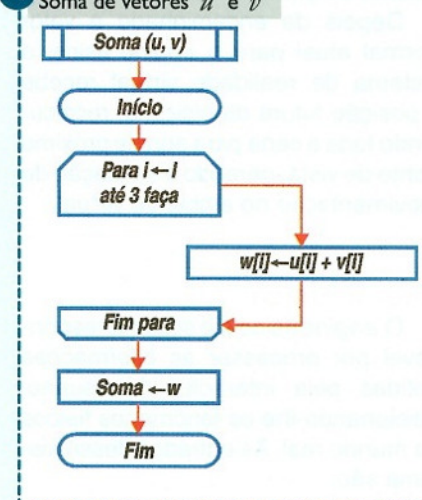
Do ponto de vista computacional, usamos variáveis indexadas unidimensionais para representar essas listas de valores.

Para o cálculo da nova posição da bicicleta, foi necessário utilizar algumas operações do cálculo vetorial: a soma de dois vetores (ou a soma de um ponto e um vetor), a multiplicação de um vetor por um número real e a determinação do módulo do vetor. Os fluxogramas das funções, representados nas **figuras 7 a 9**, mostram como realizar esses cálculos.

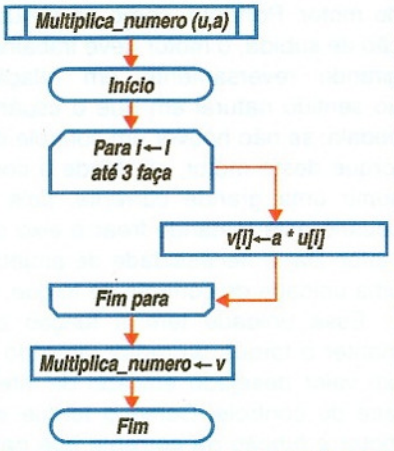
Dispositivo de interação homem-máquina

O projeto do dispositivo de interação homem-máquina para realidade

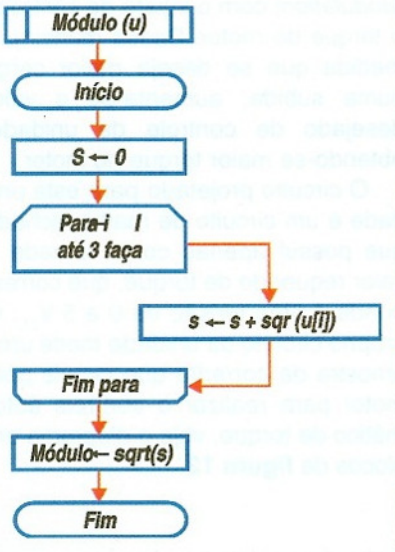
7 Soma de vetores $\vec{u}$ e $\vec{v}$



8 Multiplicação de um número real a pelo vetor $\vec{u}$



9 Cálculo do módulo do vetor $\vec{u}$



virtual, ou seja, do dispositivo que interliga o mundo virtual com o usuário, gerando e fazendo a aquisição de seus estímulos, utiliza uma bicicleta como meio de navegação no mundo virtual, conforme pode ser observado na **figura 10**.

Esse dispositivo de interação em realidade virtual trabalha realizando aquisição da direção do guidão da bicicleta, da velocidade da roda traseira da bicicleta e da corrente de consumo do motor provenientes de sensores instalados na bicicleta. Para simular situações de descida e subida, o dispositivo controla um motor de corrente contínua acoplado a um suporte de treino (da J.D. Corporation modelo JD-113 da linha TranzX), como apresentado nessa figura.

Foi empregando um microcontrolador (PIC 16F877A) como elemento centralizador das principais funções do dispositivo de interação em realidade virtual do projeto, e seu código-fonte pode ser obtido no *site* da revista. O microcontrolador é interligado ao PC por meio da interface de comunicação (RS-232 realizado pelo CI MAX232N). O diagrama em blocos da **figura 11** ilustra a estrutura do dispositivo de interação em realidade virtual e suas interligações.



10 Bicicleta do projeto com suporte de treino acoplado ao motor

As informações capturadas pelos sensores são enviadas ao *engine* físico, implementado no sistema de simulação. Após a realização de todos os cálculos do *engine* físico, este envia comandos de controle do motor ao microcontrolador, como resposta ao esforço de subida ou descida.

A seguir serão explicadas as etapas de controle do motor (simulação de descidas e subidas), sensoriamento e controle digital.

Controle do motor

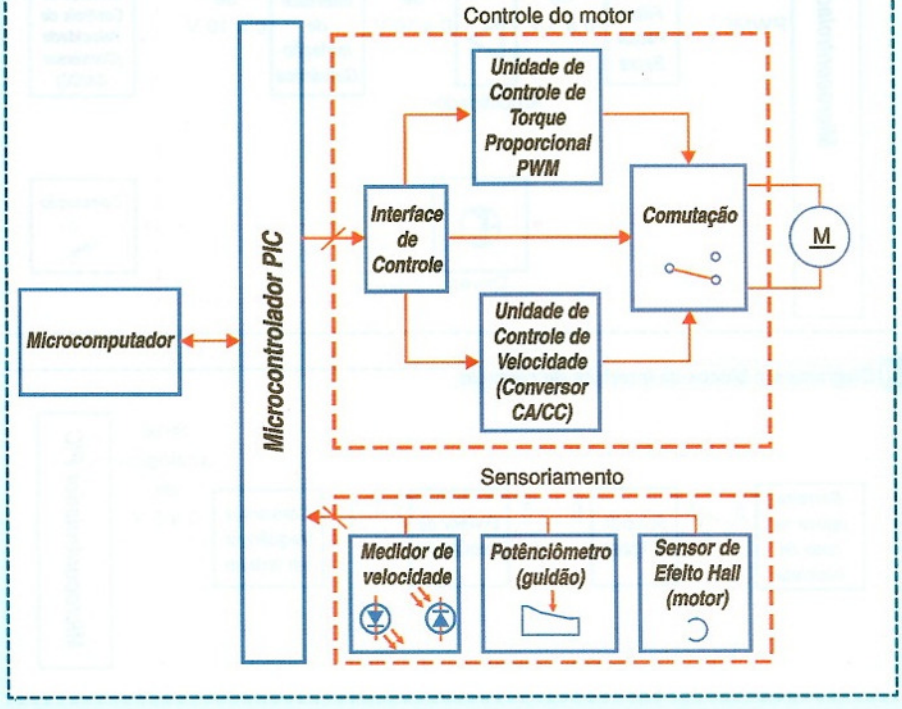
Foi utilizado um motor acoplado a um suporte de treino para que se possa realizar o *feedback* de força em realidade virtual, ou seja, para que o usuário possa sentir maior imersão no mundo virtual no qual ele navega, com as sensações de esforço em subidas e facilidade nas descidas.

Para que fosse possível essa simulação, foi necessário o uso de duas unidades de controle independentes: uma para subida e outra para descida. Na simulação de descida o motor gira no sentido de avanço da bicicleta e na simulação de subida ele gira ao contrário, porém com total controle de torque que reflete maior (ou menor) carga a ser vencida pelo usuário que está pedalando.

Unidade de controle de velocidade

Com o objetivo de evitar maior complexidade de projeto foi utilizada uma unidade de controle de velocidade para a simulação de descidas. A unidade escolhida foi um conversor estático CA/CC para controle de motores de corrente contínua, fabricado pela Motron, modelo CVE 2001, recomendado pelo fabricante para trabalhar com o motor 110 V_{cc} utilizado no projeto.

11 Diagrama em blocos do dispositivo de interação



Unidade de controle de torque

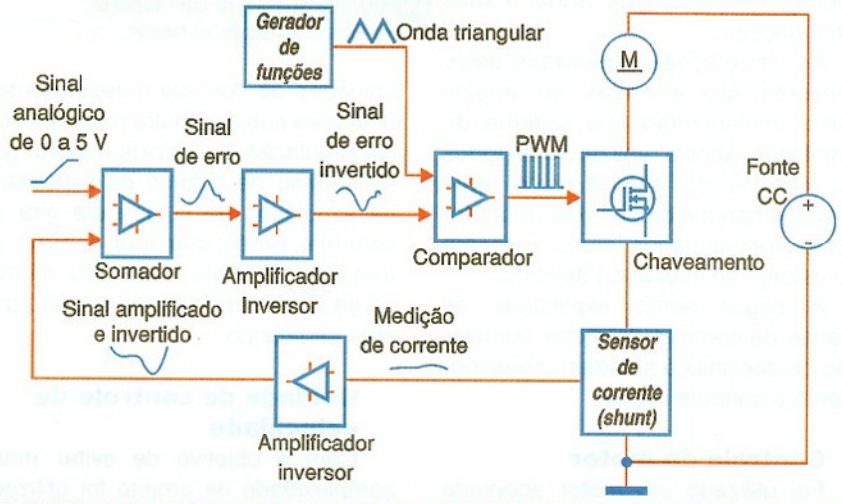
A unidade de controle de torque foi uma parte fundamental desenvolvida no projeto do dispositivo de interação, totalmente projetada para a realização das simulações de subidas.

Quando se trabalha com motores de corrente contínua com escovas, como o utilizado neste projeto, qualquer travamento mecânico do eixo do motor provoca grande aumento da corrente de armadura, podendo causar sua destruição. Além disso, o enorme aumento da corrente de armadura acarreta grande aumento de torque do motor. Portanto, como na simulação de subida, o motor deve trabalhar girando reversamente em relação ao sentido natural em que o usuário pedala; se não houver um controle de torque deste motor, ele tende a consumir uma grande corrente, pois o usuário está tentando frear o eixo do motor. Daí a necessidade de projetar uma unidade de controle de torque.

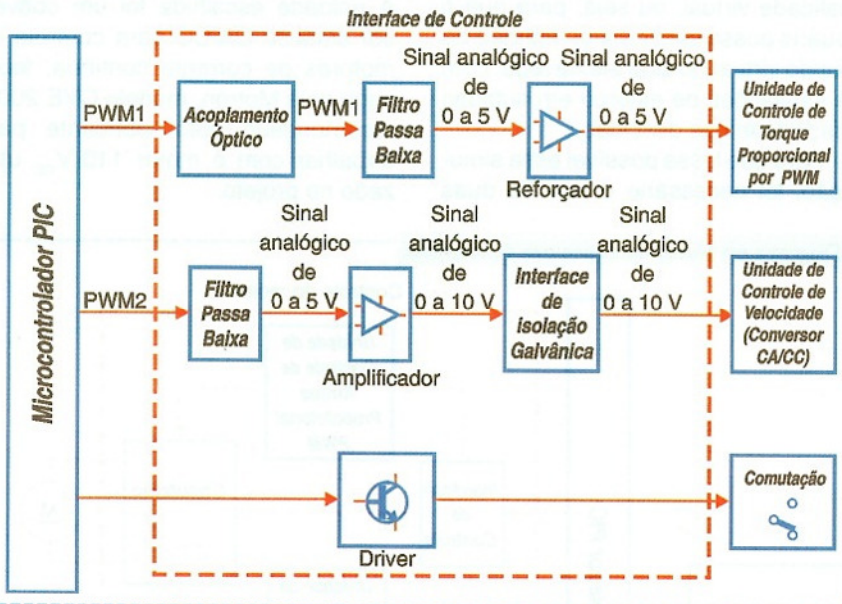
Essa unidade tem a função de manter o torque do motor, limitado a um valor desejado enviado da interface de controle. Como o torque do motor é função da corrente que nele circula, projetou-se, então, um regulador de corrente por PWM (*Pulse Width Modulation*) com o intuito de controlar o torque do motor. Dessa maneira, à medida que se deseja maior carga numa subida, aumenta-se o valor desejado de controle da unidade, obtendo-se maior torque no motor.

O circuito projetado para esta unidade é um circuito de malha fechada que possui apenas como entrada o valor requerido de torque, que corresponde a uma tensão de 0 a 5 V_{CC}. O próprio circuito da unidade mede uma amostra da corrente que circula pelo motor para realizar o controle automático de torque, veja o diagrama em blocos da **figura 12**.

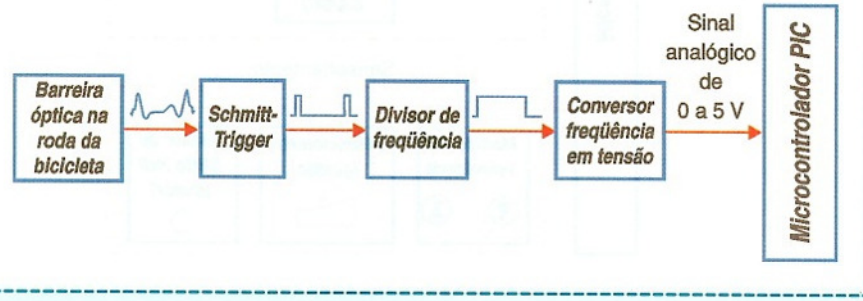
12 Diagrama em blocos do controle de torque proporcional por PWM



13 Diagrama em blocos da interface de controle



14 Diagrama em blocos da interface de controle



Interface de controle

A interface de controle (**figura 13**) interliga as saídas do microcontrolador aos periféricos de controle para se adequar o sinal de controle e prover segurança ao próprio microcontrolador. No projeto são utilizadas as duas saídas de PWM do microcontrolador PIC 16F877A. Ambas as unidades de controle do motor são comandadas pelo PIC sem haver interligação elétrica entre elas, por segurança, provendo imunidade a ruídos, pois há apenas acoplamento óptico (CNY75A) entre os circuitos de potência e de controle digital.

Para a conversão dos sinais PWM em sinais analógicos são usados filtros passa-baixas conforme recomendações de projeto da Microchip. Na etapa de comutação, o relé (fabricado pela Finder) é acionado por um simples driver com transistor.



15 Potenciômetro instalado na bicicleta

Sensoriamento

Medição de velocidade da bicicleta

A necessidade de medir a velocidade da roda traseira da bicicleta exigiu a elaboração de um circuito capaz de realizar essa medida de forma rápida e sensível a pequenos movimentos do pedal. Dessa maneira, a forma mais adequada de atingir esse objetivo foi a utilização de uma barreira óptica para medir a freqüência com a qual passam os raios da roda pela barreira. O diagrama em blocos do sistema de medição de velocidade é exibido na **figura 14**.

O conversor dos valores da freqüência medida em níveis de tensão que empregamos foi o LM2917N, fabricado pela National.

Direção do guidão

Para obter a direção do guidão da bicicleta utiliza-se um potenciômetro linear com haste (**figura 15**). Sua base é presa ao quadro da bicicleta e em sua haste é fixada outra base cilíndrica de alumínio recartilhada com diâmetro igual ao do eixo do guidão, para obter a relação equivalente à da movimentação do guidão. Em vez da base de alumínio, pode ser usado um disco de borracha.

A variação da resistência do potenciômetro implica na variação da tensão de até 5 V aplicada aos seus terminais. O sinal do cursor do potenciômetro é ligado diretamente à entrada analógica do microprocessador.

Monitoração da corrente do motor

A monitoração de corrente do motor tem duas funções; uma delas é o bloqueio das unidades de controle, caso haja sobrecarga de corrente. A outra função distingue a aceleração do motor da aceleração realizada pelo usuário. Quando em regime normal de trabalho, o motor opera sem carga e sua corrente nominal corresponde àquela necessária para vencer a inércia do rotor do motor. Porém, a partir do momento em que o usuário começa a pedalar, o motor passa a desempenhar o papel de gerador, fornecendo corrente ao circuito ao qual está conectado. A corrente que circula pelo motor muda de sentido e magnitude em relação à esperada em regime normal de trabalho.

A realização dessa monitoração de corrente é feita com o uso de um componente eletrônico, o sensor de corrente por Efeito Hall, fabricado pela Allegro MicroSystems, da família ACS75x que pode operar com correntes de -50 a 50 A, variando sua saída respectivamente de 0 a 5 V_{CC}. Portanto, quando a corrente que circula pelos seus terminais de entrada e saída de corrente é nula, a tensão na sua saída analógica corresponde a exatamente 2,5 V.

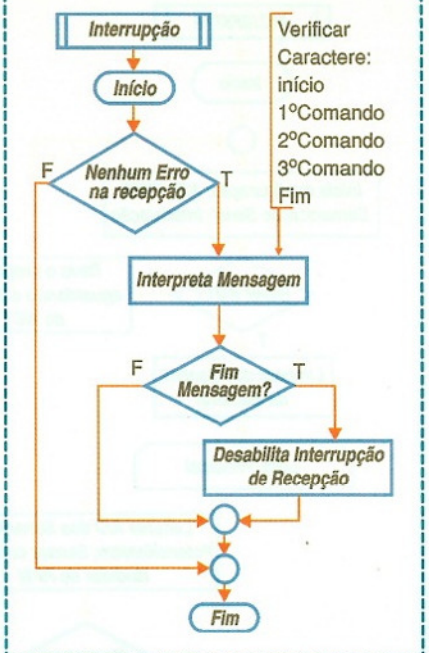
Controle digital

O microcontrolador PIC16F877A é de essencial utilidade, pois é capaz de captar e controlar os dados dos sensores e do motor, de forma simples, uma vez que possui várias funcionalidades embutidas no próprio dispositivo, por exemplo o conversor A/D, o sistema de PWM e o sistema de comunicação. O programa para o microcontrolador foi desenvolvido em assembly. As **figuras 16 e 17** ilustram os fluxogramas do programa.

Sistema A/D

A conversão Analógica/Digital (A/D) no PIC possui uma resolução de 10 bits para o A/D, que pode ser utilizada na sua totalidade ou não. No projeto foi emprgada a resolução total devido ao fato de o sensor de corrente possuir uma faixa pequena de variação.

16 Interrupção



A configuração do número de canais de conversão foi de três portas analógicas, usadas, respectivamente, para a leitura do sensor de corrente do motor, sensor de velocidade da roda e potenciômetro do guidão.

Para que o sistema de conversão funcione corretamente, um *clock* deve ser aplicado a ele. Cada período desse *clock* será chamado de T_{AD}, equivalente ao tempo de conversão de 1 bit.

O período T_{AD} é definido pela freqüência configurada nos bits ADCS1 e ADCS0 no registrador ADCON0. Foi utilizada a configuração 10_b (F_{osc}/32), devido à limitação quando se usa um cristal de 20 MHz.

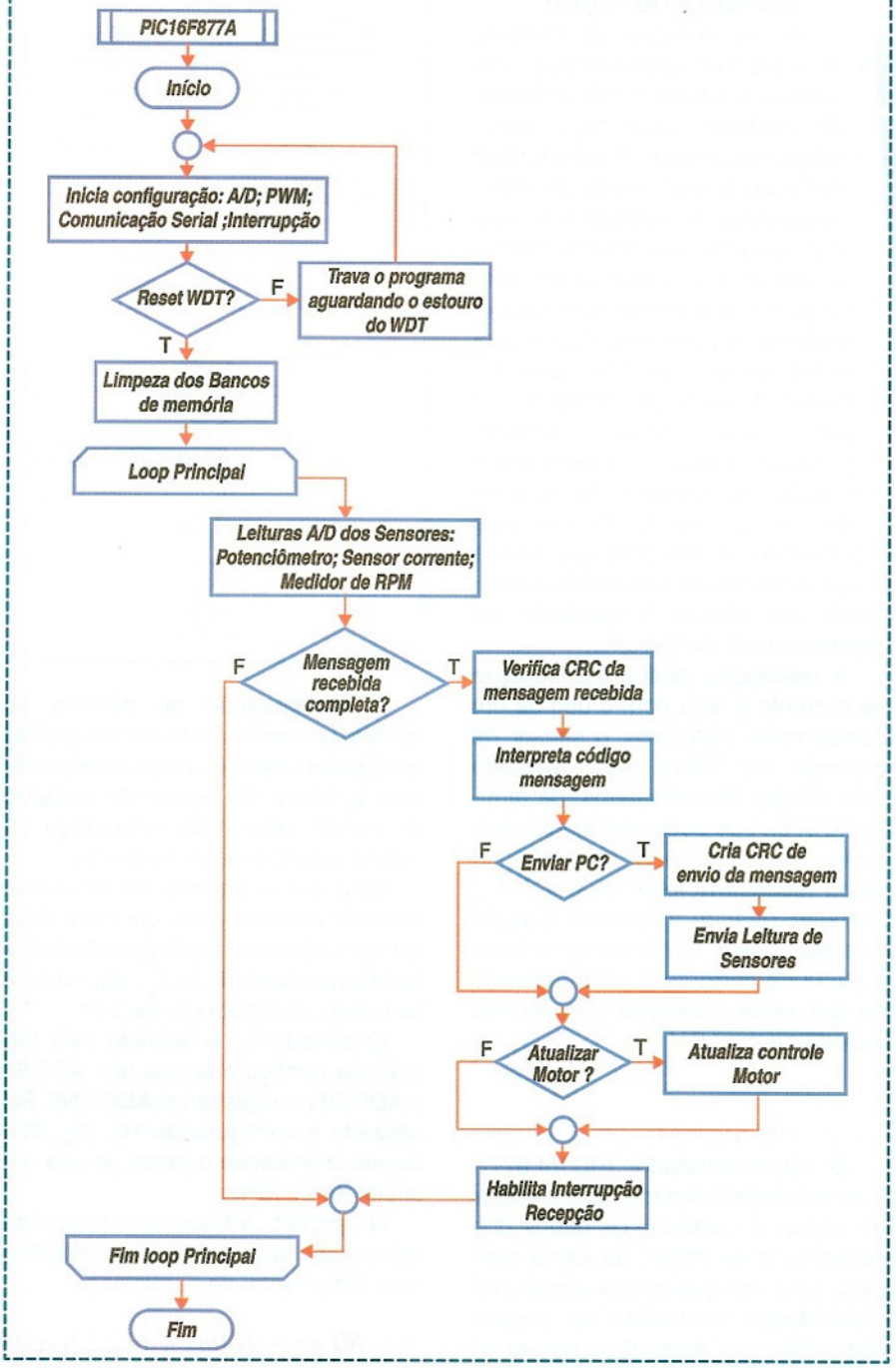
No projeto, adotou-se o tempo de adequação igual a 80 µs, que resultou num tempo total de conversão:

$$T = 80\ \mu s + 100ns + (12 \cdot 1{,}6\ \mu s) + (2 \cdot 1{,}6\ \mu s) = 102{,}5\ \mu s$$

Dessa maneira, a máxima freqüência de amostragem do sistema é de $f = 9{,}75\ kHz$.

A última configuração é a forma como o resultado será armazenado em 10 bits nos registradores de saída, ADRESL e ADRESH, respectivamente a parte baixa e a parte alta do resultado. O resultado pode ser configurado pelo flag ADFM do registrador ADCON1 utilizando-se a configuração justificada pela direita.

17 Programa principal



Sistema PWM

O módulo de PWM está contido num recurso do PIC. A base de tempo do PWM é o *Timer 2* do PIC. O registrador CCPRxL armazena os 8 bits mais significativos e o CCPxCON, os dois bits menos significativos. Os terminais CCPx devem ser configurados como saída utilizando-se o registrador TRISC.

A configuração final do PWM para o projeto é *prescaler* = 1, PR2 = 0xFFh e resolução máxima de 10 bits, para um cristal de 20 MHz que resulta numa freqüência de PWM de 19,53 kHz.

Sistema Comunicação

O tipo de comunicação escolhido para o projeto foi o USART (*Universal Syncronous and Asyncronous Receiver Transmitter*). O *Baud Rate* escolhido foi o de 19200 bps, para tentar diminuir problemas de tempo de resposta para o microcomputador. A mensagem de envio ou recepção usada no projeto apresenta um total de 10 bits: **start bit + dado** (8 bits) + **stop bit**.

Sistema de simulação

A simulação gráfica é responsável pela apresentação do ambiente virtual ao usuário. Para isso, ela utiliza os dados advindos do sistema de controle que expressam a interação do usuário com o sistema. Como entradas do sistema são empregadas três variáveis, vindas do sistema de controle: o ângulo do guidão, a velocidade da roda e a corrente do motor acoplada à roda. Este sistema é composto de quatro elementos principais: comunicação, conversão, simulação física e sistema gráfico que, juntos, resultam no ambiente apresentado ao usuário.

Comunicação

A comunicação é o elemento responsável pela troca de mensagens com o sistema de controle. Essa troca é feita por meio da porta serial e da comunicação RS-232. Para que a comunicação seja eficiente e segura, estabeleceu-se um padrão para as mensagens e criou-se um mecanismo assíncrono de envio e recepção delas.

Mensagens

As mensagens recebidas e enviadas são formadas de nove e cinco bytes conforme as **figuras 18 e 19**, respectivamente. As mensagens recebidas do sistema de controle constam de seis partes:

a) O caractere de interrogação "?" para marcar o início da mensagem;
b) Dois bytes que representam o valor do sensor de velocidade, número com intervalo de 0 a 1023;
c) Dois bytes com o valor do sensor do guidão;
d) Dois bytes com o valor da corrente do motor;
e) Um byte com o CRC;
f) O caractere cerquilha "#" para marcar o término da mensagem.

As mensagens enviadas para o sistema de controle contêm cinco blocos:

a) O caractere de interrogação "?"

para marcar o início da mensagem;
b) Um byte com um caractere que representa um comando a ser executado pelo sistema de controle;
c) Um byte com o dado que será utilizado pelo sistema de controle para a execução do comando;
d) Um byte com o CRC;
e) O caractere cerquilha "#" para marcar o término da mensagem.

Troca de mensagens

Um mecanismo usado é o algoritmo do CRC nas mensagens; do inglês, *Cycle Redundancy Check*. A verificação de redundância cíclica é nada mais que um código detector de erros.

Para ser enviada uma mensagem, ela é criada e transmitida por meio da comunicação serial. Se o receptor da mensagem for o sistema de controle, ele espera receber cinco bytes, mas se o receptor for o sistema de simulação, ele espera os nove bytes. Ao receber o último byte, o receptor executa os seguintes passos:

a) Verificação do primeiro byte lido;
b) Verificação do último byte lido;
c) Recálculo do CRC e verificação do calculado contra o recebido na mensagem.

Se alguma das verificações executadas pelo receptor resultar em insucesso, a mensagem será desconsiderada.

Conversão

O bloco de conversão é responsável por transformar os valores das unidades do sistema de controle, oriundas dos conversores A/D para as grandezas reais. Todos os valores lidos estão no intervalo de 0 a 1023 e precisam ser traduzidos:

a) A velocidade é traduzida para metros por segundo;
b) O ângulo do guidão é traduzido para graus;
c) A corrente do motor é traduzida para ampères.

Outra função do bloco de conversão é a de transformar o valor que o sistema de simulação deseja impor como resposta ao usuário. Esse valor é utilizado pelo sistema de controle em seus conversores D/A. Os valores recebidos pelo sistema de controle estão no intervalo de 0 a 255 e são traduzidos de acordo com:

a) A o valor desejado da velocidade do motor para ajudar o usuário numa descida;
b) O torque que o motor deve impor ao usuário numa subida.

18 Composição da mensagem de recepção

?	Sensor de Velocidade	Sensor de Guidão	Corrente do Motor	CRC	#
Caractere de início 1 byte	2 bytes	2 bytes	2 bytes	1 bytes	Caractere de Término 1 byte

19 Composição da mensagem de envio

	1 byte			
?	Comando	Dado	CRC	#
Caractere de Início 1 byte		1 byte		Caractere de Término 1 byte

Considerações finais

Neste artigo foi apresentado o desenvolvimento de um dispositivo essencial para fornecer ao usuário uma imersão mais profunda no passeio virtual.

Pudemos perceber que um componente fundamental para a construção e funcionamento do dispositivo de interação é o microcontrolador PIC 16F877A, que atua como uma interface entre o microcomputador e os periféricos. Com o seu uso, obtivemos o desempenho esperado em termos de resposta em tempo real.

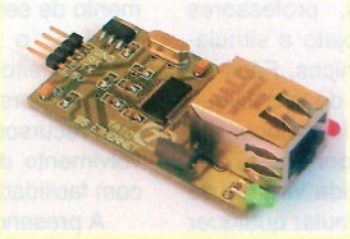
À medida que se busca maior imersão do usuário no sistema, torna-se mais complexo o desenvolvimento da interface entre o usuário e o dispositivo de navegação no ambiente virtual, aumentando o custo da construção deste sistema. Assim, seria necessário utilizar outro microcontrolador, ou até mesmo um CLP, entre outros componentes.

Mais informações:

Curso de OpenGL:
http://geocities.yahoo.com.br/oswirad

*Roberto Scalco é professor do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia e Fabrício Martins Pedroso, Jorge Tressino Rua, Ricardo Del Roio e Wellington Francisco são alunos (formandos) do 6º ano de Engenharia Elétrica com ênfase em Computação

Novidades!!!



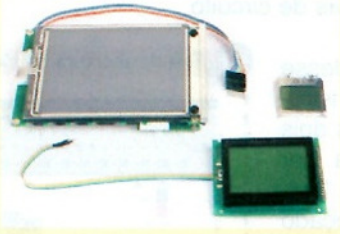
BASIC Ethernet - adaptador serial para ethernet, permite qualquer microcontrolador acessar a Internet, enviar e-mails, etc



Adaptador USB2



Adaptador de vídeo serial



Completa linha de displays seriais de baixo custo, de texto, gráficos e com touch-screen



Processadores com grande capacidade

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

Projetos mecatrônicos no MultiSim

Importante:

A revista Eletronica Total publicou uma série sobre o MultiSim entre as edições 113 e 119. Estas podem ser adquiridas no site: **www.sabermarketing.com.br**

Todos os que têm um certo conhecimento de eletrônica, já usaram ou ouviram falar do programa simulador e de desenvolvimento de circuitos eletrônicos Electronics Workbench ou EWB. Esse programa que evoluiu muito, agora um produto da National Instruments, possui recursos avançados que permitem inclusive o desenvolvimento e simulação de projetos de mecatrônica. Como isso é possível é o que veremos neste artigo.

Newton C. Braga

O EWB ou *Electronics Workbench* foi por muito tempo o programa preferido por estudantes, professores e amadores para o projeto e simulação de circuitos eletrônicos. Fácil de usar com uma interface do tipo "clique e arraste", ele permitia colocar na área de trabalho componentes, fios e instrumentos de medida virtuais de modo a se projetar e simular qualquer tipo de circuito.

O Electronics Wortkbench contava com dois programas, o MultiSim para projeto e simulação e o Ultiboard para elaboração de placas de circuito impresso.

Com a aquisição desse produto pela National Instruments (**www.ni.com**) os dois programas passaram a ser produtos separados e o MultiSim, inicialmente lançado pela National na versão 9, já se encontra na versão 10.

Na **figura 1** mostramos a tela de abertura do MultiSim, com um circuito desenvolvido e simulado, contando com diversos instrumentos de avaliação.

Nessa figura temos um circuito de exemplo para simulação de funcionamento de sensores Hall.

Mas, o mais importante para nossos leitores, é que o MultiSim, tanto na versão 9 quanto na 10, conta com recursos que permitem o desenvolvimento de projetos mecatrônicos com facilidade.

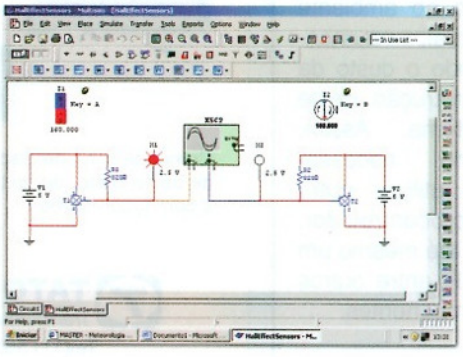
A presença de sensores, motores, solenóides, lâmpadas, LEDs e outros componentes típicos dos projetos mecatrônicos permite o seu desenvolvimento e simulação com extrema facilidade.

Para os professores e estudantes o atrativo maior é a presença de componentes 3D como motores, chaves, etc, conforme ilustra a **figura 2**.

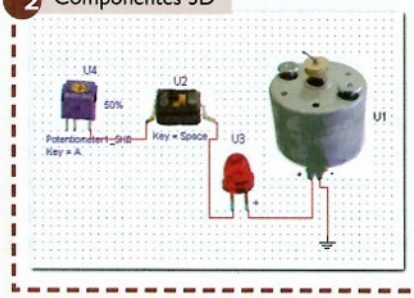
Componentes virtuais como potenciômetro, chave, LED e motor podem ser colocados na área de trabalho e o circuito simulado. Veja que a chave de espaço (*space*) aciona o interruptor (*key*) nesse circuito.

É claro que circuitos mais complexos envolvendo um banco muito grande de componentes podem ser desenvolvidos. Para os circuitos integrados digitais, por exemplo, o MultiSim conta com milhares de tipos que podem ser colocados na área de tra-

1 Tela de abertura do MultiSim



2 Componentes 3D



balho, a partir de sua seleção numa janela como a vista na **figura 3**.

Evidentemente, nesse caso o leitor trabalhará com seus símbolos, mas no banco de instrumentos podemos encontrar recursos virtuais semelhantes aos que teríamos em uma bancada de trabalho normal.

Nessa figura mostramos como exemplo, a lista de componentes CMOS que podem ser usados no desenvolvimento e simulação de um projeto.

Mas, para dar ao leitor uma idéia melhor de como projetos de mecatrônica podem ser desenvolvidos no MultiSim, vamos tomar um exemplo prático (**figura 4**).

Trata-se de um astável numa configuração muito conhecida com o circuito integrado 555, em que podemos tanto visualizar a forma de onda no osciloscópio virtual quanto fazer o acionamento de um *buzzer* ou de um indicador luminoso, acionando a chave que liga o circuito.

Clicando no osciloscópio e atuando sobre a chave O/I de simulação, vemos as formas de onda desse circuito, conforme exibe a **figura 5.**

Uma característica do MultiSim é sua simulação dinâmica com diversos dispositivos que realmente "funcionam". Assim sendo, os LEDs nos esquemas desenvolvidos bem como as lâmpadas acendem e os *displays* de 7 segmentos (alfanuméricos e de outros tipos disponíveis) apresentam os valores gerados nos circuitos quando a simulação é ativada.

Ligando um sensor virtual a uma lâmpada indicadora, ao ativar o sensor através de uma tecla, a lâmpada acenderá ou apagará conforme o tipo de circuito desenvolvido.

Um vasto banco de sensores de diversos tipos permite o desenvolvimento e simulação de praticamente qualquer tipo de projeto mecatrônico. Sensores mecânicos, de pressão, de fluidos, etc podem ser usados na simulação.

Até mesmo uma esteira de uso industrial é disponível na forma virtual para um projeto, veja a **figura 6**.

Conforme mostra a **figura 7**, as caixas de controle permitem aplicar sinais para movimentar a esteira, parar, inverter o movimento, alterar a velocidade e deixar cair objetos, de acordo a necessidade de cada projeto.

Pode-se simular todo o funcionamento dessa esteira controlando-se as diversas funções por tecla, ou ainda utilizando-se automatismos gerados no próprio programa.

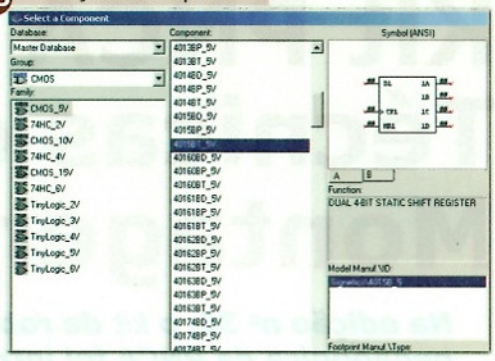
CONCLUSÃO

Os exemplos dados com circuitos muito simples não mostram todo o potencial do MultiSim que contém um vasto banco de componentes avançados como microcontroladores, microprocessadores e DSPs.

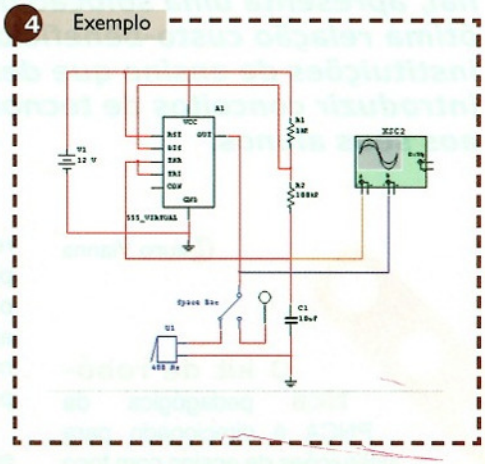
Com esses componentes disponíveis é possível desenvolver na forma virtual um projeto, com a realização de todos os testes antes dele ser montado.

Instrumentos avançados como analisador de espectro, analisador e conversor lógicos, vários osciloscópios, freqüencímetro e instrumentos de painel (wattímetro, voltímetros, amperímetros e outros) fazem parte da enorme gama de recursos desse programa. Para mais detalhes entre no *site* **www.ni.com/multisim**.

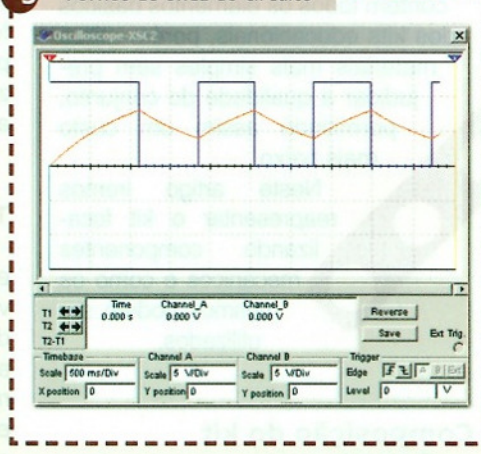
3 Seleção de componente



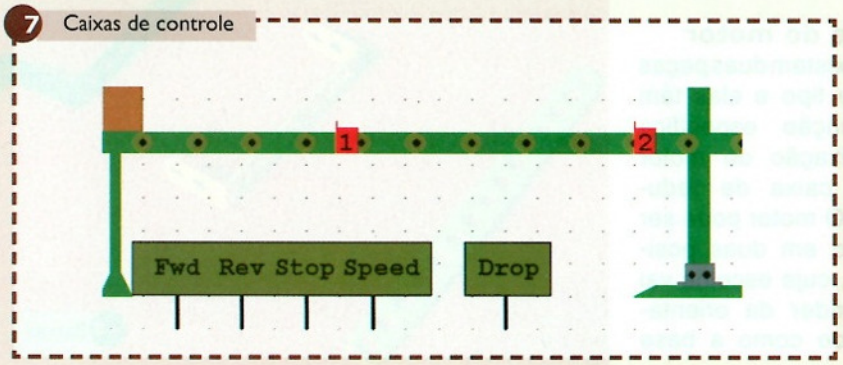
4 Exemplo



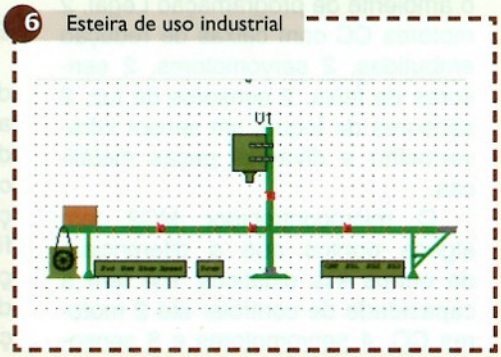
5 Fornos de onda do circuito



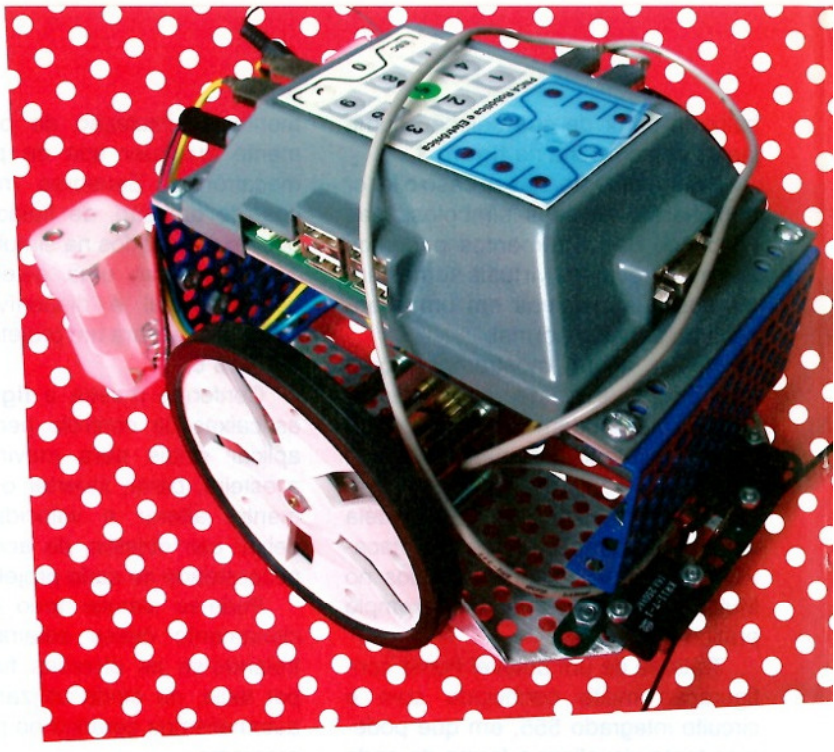
7 Caixas de controle



6 Esteira de uso industrial



Kit PNCA - Técnicas de Montagem



Na edição nº 30, o kit de robótica pedagógica da PNCA foi introduzido. Este kit, de fabricação nacional, apresenta uma solução de ótima relação custo-benefício para instituições de ensino que desejem introduzir conceitos de tecnologia aos seus alunos.

Mauro Vianna

O kit de robótica pedagógica da PNCA é direcionado para instituições de ensino com foco maior no ensino fundamental. Ele contém todos os elementos básicos dos kits educacionais, porém utiliza materiais mais simples sem prejudicar a qualidade do conjunto, permitindo assim um custo mais baixo.

Neste artigo iremos reapresentar o kit focalizando componentes mecânicos e como os mesmos podem ser utilizados.

Composição do kit

O kit Alfa é composto pelo microcontrolador MC2, um CD-ROM com o ambiente de programação Legal, 2 motores CC com caixas de redução embutidas, 2 servomotores, 2 sensores de faixa, 2 sensores de luz, 2 sensores de toque, um sensor infravermelho e diversas peças metálicas.

O microcontrolador MC2 tem alguns pontos que o diferenciam de outros kits didáticos. Ele tem a capacidade de controlar até 2 motores CC, 4 servomotores e 8 sensores simultaneamente. Além disso, possui alimentação diferenciada para o microcontrolador em si e para o acionamento dos motores. A programação é feita em uma linguagem própria, denominada Legal.

As peças metálicas são de diversos tipos. Todas têm furos com espaçamento padrão e podem ser conectadas com parafusos e porcas fornecidos com o kit. Os tipos de peças e como elas podem ser utilizadas são os temas principais deste artigo e serão apresentados a seguir.

Tipos de peças

As peças podem ser classificadas em determinados tipos, com algumas variações. Apresentaremos os tipos de peças a seguir e mostraremos alguns exemplos de utilização das mesmas em um robô-exemplo e em montagens avulsas.

Base do motor

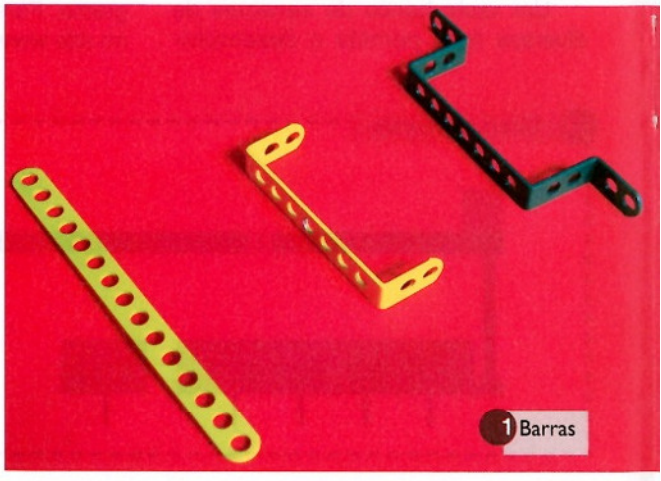
Existem duas peças deste tipo e elas têm a função específica de fixação do motor com caixa de redução. O motor pode ser fixado em duas posições, cuja escolha vai depender da orientação de como a base será usada e do tamanho das rodas a serem usadas, no caso de robôs móveis.

Base U

As bases U são basicamente grandes placas. Seu principal uso é como parte principal do corpo do robô.

Barras I, U e L

As barras (**figura 1**) são os principais elementos estruturais de montagem. As letras nada mais são que uma notação do formato da barra. As barras I atuam como vigas. As barras U e L são úteis como conectores para construirmos estruturas maiores com as barras em I. Com elas é possível construir quadros com vigas, tanto na horizontal como na vertical, conforme desejado.



1 Barras

As barras em U com abas são úteis para estender outras estruturas para posicionamento de elementos estruturais adicionais, sensores ou até para ajudar a organizar os fios.

Conectores e cantoneiras

Existem vários tipos de conectores e cantoneiras **(figura 2)**. De certa forma, todos eles têm como objetivo conectar 2 barras em um ângulo de 90 graus, porém cada um deles pode ser mais adequado em uma determinada situação, dependendo da posição das vigas. Por exemplo, uma cantoneira L permite ligar extremos de barras I. Já uma cantoneira T permite conectar uma viga no meio de outra.

Conexão dos componentes

A conexão dos componentes mecânicos é feita através de parafusos e porcas. Como todo kit educacional, a flexibilidade de experimentação e reaproveitamento de material é importante. Junto com o kit são fornecidos um alicate e uma chave de parafuso, porém alguns parafusos especiais (como aqueles para fixação dos motores, por exemplo) podem precisar de chaves de tamanhos diferentes. Uma chave de porca pequena também pode ser mais prática do que o alicate, em algumas situações.

Existem parafusos de comprimentos diferentes.

Durante a montagem, algumas recomendações podem facilitar o trabalho:

1) Ao montar posicione os parafusos e as porcas, mas não aparafuse com pressão total, para facilitar possíveis mudanças. Ao final da montagem, os parafusos devem ser apertados com força.

2) Ao colocar os parafusos e porcas, dê preferência ao posicionamento da cabeça do parafuso para a parte externa do robô, para facilitar o acesso da chave de fenda. As porcas podem ser acessadas facilmente com o alicate.

3) No caso de não ser possível que todos os parafusos tenham suas cabeças posicionadas para fora do modelo, tente montar de forma modular, de maneira que os parafusos internos possam ser apertados com força antes do término do modelo.

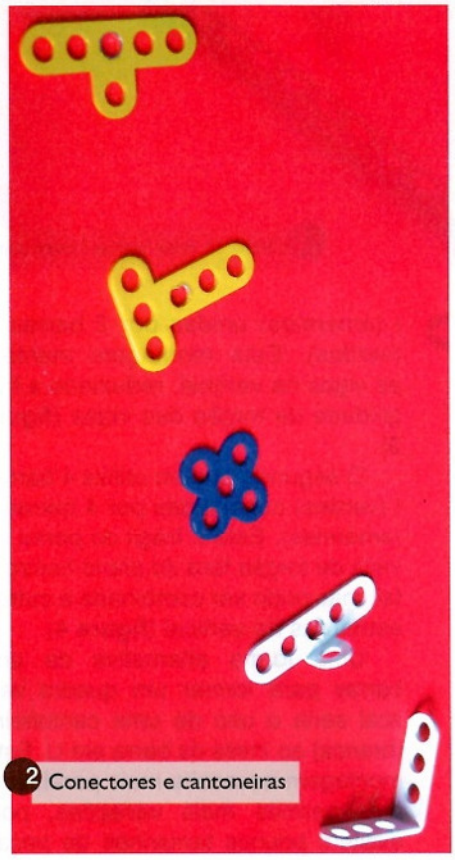
4) Lembre de posicionar os fios de forma que não esbarrem nas rodas ou outras peças móveis. Se for o caso, adicione outras peças para prendê-los. Se necessário, o uso de presilhas também é uma opção. Isso evita o mau funcionamento e até um estrago nos fios, que constituem a parte mais frágil do kit.

5) Lembre de distribuir o peso, em especial em robôs móveis. Como a base dos motores CC posiciona as rodas no centro, em geral é preciso concentrar o peso na frente (ou atrás) para equilibrar em um terceiro ponto de apoio. O posicionamento dos suportes de pilhas são ideais para isso.

6) A estabilidade da montagem não deve depender apenas da pressão dos parafusos e porcas. A tensão estrutural derivada dos movimentos dos robôs tende a fazer os parafusos deslizarem nos furos, eventualmente deformando as estruturas e afrouxando as porcas.

7) As barras têm forte resistência de torção ao longo do plano das quais fazem parte, porém apresentam baixa resistência ao longo do plano perpendicular. Ou seja, dependendo das forças envolvidas, as barras podem dobrar-se. As estruturas devem ser montadas de forma a evitar esta situação.

8) Ao conectar o MC2 ou mais de duas peças metálicas, use os parafusos mais compridos.



2 Conectores e cantoneiras



3 Quadro com barras na vertical

Exemplos

Para fortalecer os conceitos descritos acima, vamos analisar alguns tipos de montagens. Uma estrutura útil é o quadro, que é basicamente um retângulo.

O primeiro quadro é formado por duas barras



4 Quadro com barras na horizontal



5 União de duas barras I com cantoneira L

I (amarelas) unidas por 2 barras U (verdes). Esta montagem mantém as vigas na vertical, reduzindo a fragilidade da torção das vigas (**figura 3**).

O segundo quadro utiliza 4 barras I (verdes) conectadas por 4 barras L (amarelas). Esta é frágil do ponto de vista de torção fora do plano horizontal, mas pode ser combinada a outras estruturas na vertical (**figura 4**).

Uma forma alternativa de unir barras para formar um quadro vertical seria o uso de uma cantoneira (branca) ao invés da barra em U. Esta montagem necessita mais parafusos, mas permite mais variações, pois existem poucos tamanhos de peças em U (**figura 5**).

Em alguns casos podemos precisar unir 2 barras I em ângulo reto, mas de forma que uma delas esteja conectada ao meio da outra. Aqui podemos usar uma cantoneira T (branca) para esta conexão (**figura 6**).



6 União de duas barras I com cantoneira T

De forma análoga, se desejarmos conectar as 2 barras em ângulo reto no mesmo plano, porém com o extremo de uma ao meio da outra, podemos utilizar um conector T (amarelo), conforme mostra a **figura 7**.



7 União de duas barras I no mesmo plano com conector T

Um ponto importante em todas as conexões entre barras, conectores e cantoneiras é que precisamos de pelo menos 2 parafusos para conectar cada par de componentes. Sempre que possível, estes parafusos devem estar o mais longe possíveis um do outro. Isso aumenta a estabilidade pois sempre existe uma folga entre os parafusos e os furos, que tende a ceder com estresse.

Em alguns casos, podemos precisar reforçar nossas montagens. Nessa hora, podemos emprestar o conhecimento do teorema de Pitágoras que diz que em triângulos retângulos a soma do quadrado dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa. Um exemplo é o triângulo de lados 3, 4 e 5. Porém, existem outras combinações de números inteiros.

De posse desta informação, podemos adicionar uma viga na diagonal (hipotenusa) de forma que os furos dos parafusos irão encaixar, desde que respeitemos as diferenças de 3 e 4 furos nas barras e de 5 na diagonal. O resultado é um aumento de estabilidade e uma redução significativa de estresse nos parafusos do conector, pois suportamos o mesmo torque com um raio maior, logo com uma força menor (Torque = Força x Raio) **(figura 8)**.

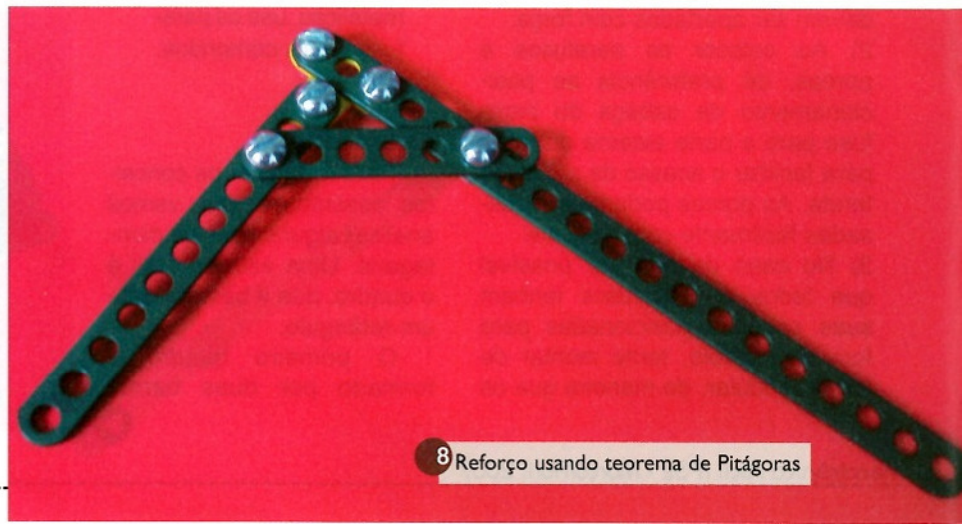
Nosso Robô

O nosso robô de exemplo, o PNCA-1, é bem simples. Embora seja parecido com o robô Zero do artigo anterior, ele tem um formato mais "quadrado", como uma caixa (**figura 9**).

Seu corpo principal é formado por duas bases de motor (prateadas) na parte inferior, unidas por duas bases em U (azuis) na parte posterior e anterior (**figura 10**). Como uma das bases é mais estreita, ela foi estendida com o auxílio de uma barra em U (verde) com abas. Para fechar a caixa, o próprio MC2 foi usado como componente mecânico.

Na parte traseira (**figura 11**), foi usada uma barra em U (amarela) com abas e dois conectores (brancos) para formar uma "roda boba" como terceiro ponto de apoio. O posicionamento dos suportes de pilhas na parte traseira ajuda a distribuir o peso para esta roda e manter a estabilidade.

Um detalhe da montagem da roda boba é o uso de uma porca de pressão. Esta é uma porca especial, com parte da rosca sendo de plástico e diâmetro mais estreito, o que permite fixar o parafuso e o giro livre



8 Reforço usando teorema de Pitágoras

do mesmo. Este tipo de parafuso é útil para a montagem de estruturas móveis, como braços robóticos. Embora este seja o único parafuso deste tipo no kit, eles podem ser adquiridos em lojas do ramo.

Na frente foram adicionados 2 sensores de toque que podem servir como antenas para detecção de obstáculos.

Conclusão

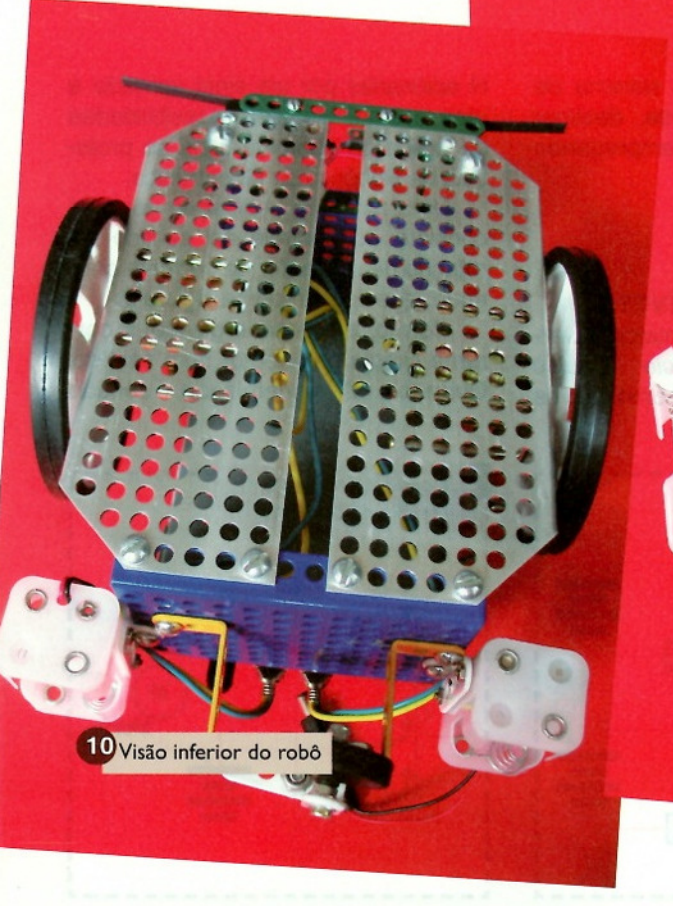
Vimos neste artigo o exemplo simples de um robô montado com o kit PNCA, utilizando uma pequena quantidade de peças, mas com uma estrutura robusta. Conhecemos também algumas peças do kit e diversos exemplos de como estas podem ser conectadas para construir as estruturas desejadas.

Mais informações

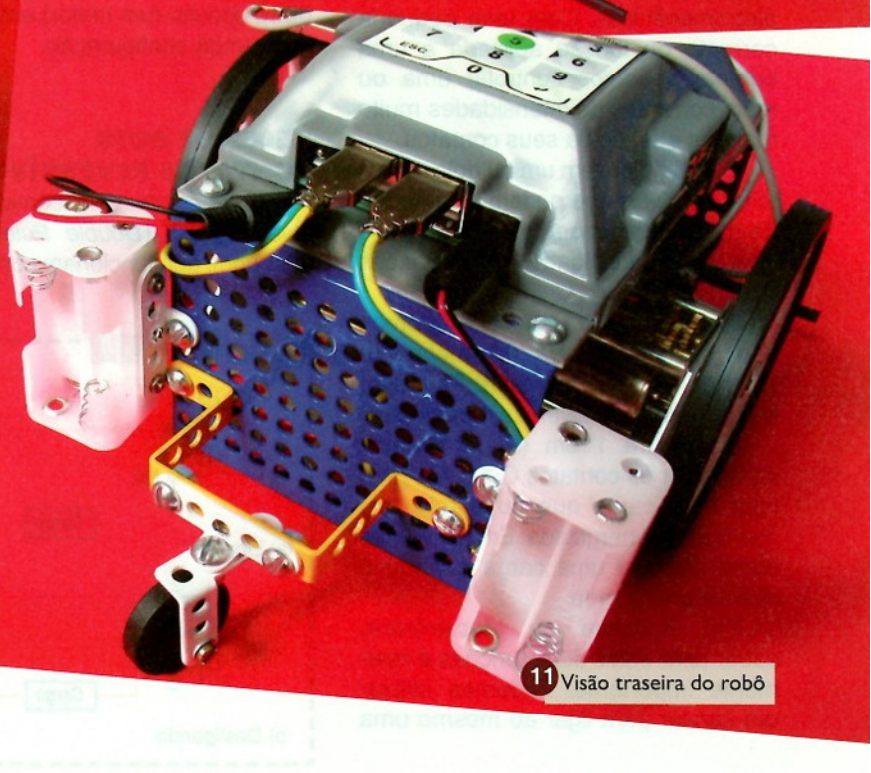
www.pnca.com.br



9 Visão frontal do robô

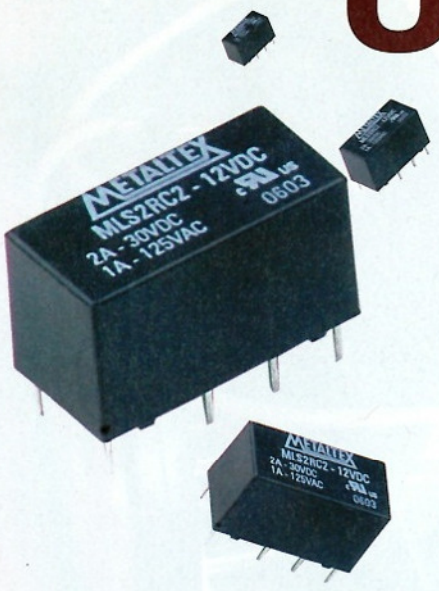


10 Visão inferior do robô



11 Visão traseira do robô

Uso de relés em robótica e mecatrônica



Newton C. Braga



Embora sejam componentes lentos e em alguns casos menos confiáveis que os dispositivos semicondutores de comutação, os relés eletromecânicos oferecem uma infinidade de recursos para aplicações em projetos de Robótica e Mecatrônica. Na verdade, existem situações em que o uso do relé pode ser até mais simples do que um circuito eletrônico que utilize um componente de estado sólido, o que nos leva a abordar algumas aplicações interessantes neste artigo.

Para os leitores que ensinam, estudam ou fazem projetos de Robótica e Mecatrônica, as sugestões de aplicações que apresentamos aqui não devem ser desprezadas.

Os relés comuns são interruptores ou chaves comutadoras eletromecânicas. Com uma pequena corrente ou tensão aplicada a uma bobina, podemos controlar uma ou mais correntes de intensidades muito maiores através de seus contatos.

O relé típico tem um ou dois contatos reversíveis que podem ser usados de modo independente, fator que nos leva a uma infinidade de aplicações interessantes.

Na aplicação básica podemos usar os contatos NA (Normalmente Aberto), NF (Normalmente Fechado) e C (comum) de diversas maneiras.

Na **figura 1** em (**a**) mostramos como usar os contatos C e o NA para ligar uma carga quando o relé tem sua bobina energizada. Em (**b**) vemos como desligar uma carga quando o relé for energizado.

Em Robótica ou Mecatrônica, saber usar estas duas funções é realmente importante. Podemos utilizar um sensor para ligar ao mesmo uma certa carga externa (um sistema de aviso) e, simultaneamente, desligar outro circuito (um motor) empregando a segunda configuração.

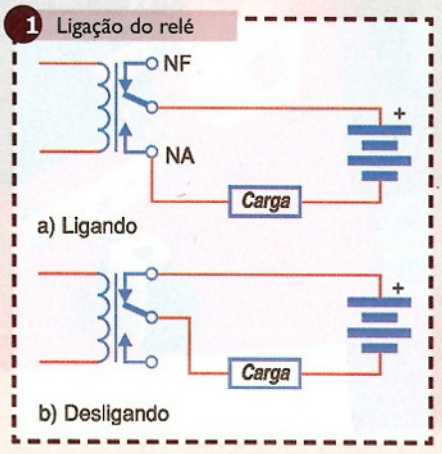
RELÉS DE DOIS CONTATOS REVERSÍVEIS

Os relés de dois contatos reversíveis DPDT (*Double Pole Double Through*), que funcionam como chaves H acionadas por um sinal aplicado a uma bobina, oferecem possibilidades de aplicação bastante úteis ao projetista de Robótica ou Mecatrônica.

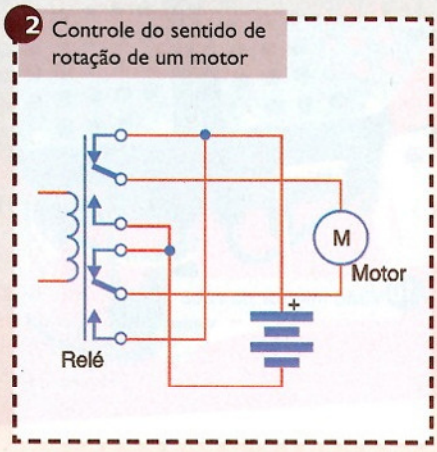
Uma primeira aplicação simples consiste no controle do sentido de rotação de um motor de corrente contínua, que é ilustrado na **figura 2**.

Com o relé desenergizado, a corrente circula pelo motor num sentido. Quando o relé é energizado, o sentido

1 Ligação do relé



2 Controle do sentido de rotação de um motor



de circulação da corrente pelo motor é invertido e ele passa a girar em sentido contrário.

Um nível lógico no relé pode determinar, portanto, o sentido de rotação do motor, o que leva este circuito a substituir uma ponte H que, normalmente, precisa de pelo menos 4 transistores para cumprir a mesma finalidade.

Uma segunda aplicação interessante para um relé de duplo contato reversível é mostrada na **figura 3.**

Com o relé desenergizado a carga é alimentada pelas duas baterias em série, ou seja, com a tensão de B_1 mais a de B_2.

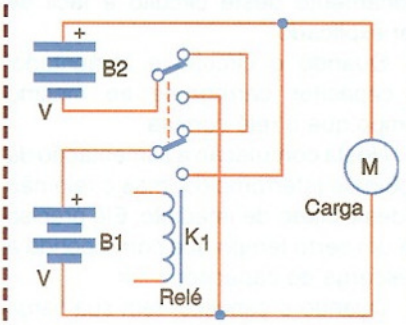
Quando aplicamos uma tensão à bobina do relé e ele troca as posições dos contatos, as baterias são conectadas à carga em paralelo.

Este tipo de circuito pode ser útil quando desejamos alimentar uma carga com duas tensões a partir de um controle externo.

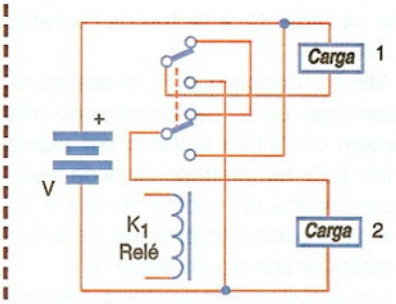
Outra aplicação derivada desta é exibida na **figura 4**.

Neste circuito, quando o relé está desenergizado as duas cargas são ligadas em série e alimentadas pela bateria, recebendo cada uma metade da tensão (se forem iguais). No entanto, no momento em que o relé é energizado, as cargas passam a ser conectadas em paralelo com a bateria.

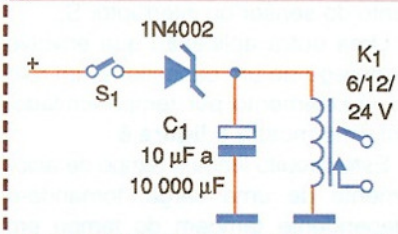
3 Alimentando uma carga com duas tensões



4 Alimentando duas cargas



5 Prolongando o tempo de acionamento

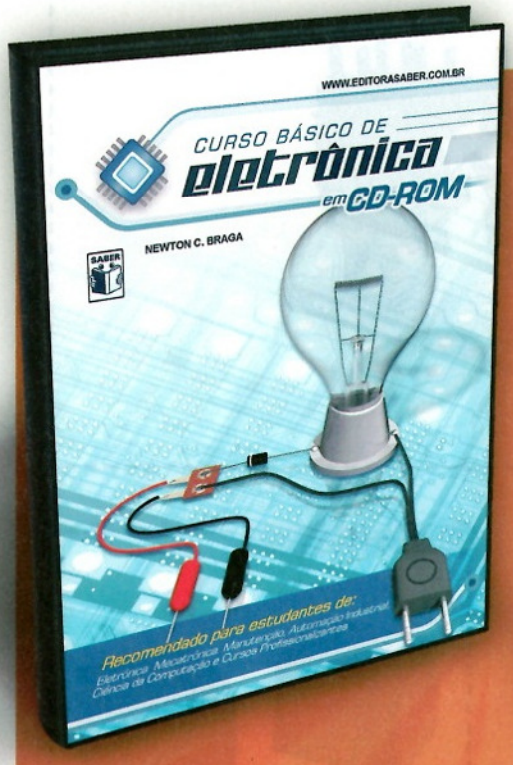


CIRCUITOS DE TEMPO

Os relés podem ser usados também no acionamento temporizado de cargas, desde que os intervalos desejados sejam bem pequenos.

Isso pode ser necessário, por exemplo, quando um sensor deva ativar um relé, mas sendo acionado por um intervalo de tempo tão curto que não seja suficiente para mover um motor.

Podemos prolongar o tempo de acionamento de um relé que controla um motor, por exemplo, utilizando o circuito apresentado na **figura 5**.



Curso Básico
de Eletrônica em CD-ROM
material totalmente atualizado com mais de 1000 imagens, entre desenhos técnicos, representações de componentes e animações tridimensionais.

Compre agora pelo site:
www.sabermarketing.com.br



Saber Marketing
(11) 6195-5330
Para maiores informações, favor acessar o site : www.editorasaber.com.br/cursobasico

SABER
CRICKET DESIGN
SM SABER MARKETING

Um leve pressionar da chave S_1 (que pode ser um sensor) é suficiente para carregar C_1 e fechar os contatos do relé.

Mesmo depois que S_1 foi desligada, a descarga de C_1 pela bobina do relé mantém o contato fechado por algum tempo. Este tempo dependerá da resistência ôhmica da bobina do relé e do valor do capacitor empregado, podendo se estender por alguns segundos.

Um circuito deste tipo torna o tempo de acionamento de uma carga quase independente do tempo de acionamento do sensor ou interruptor S_1.

Uma outra aplicação que envolve o emprego de um capacitor e um relé é o acionamento por tempo limitado, conforme mostra a **figura 6**.

Este circuito limita o tempo de acionamento de uma carga, tornando-o independente também do tempo em que o interruptor ou sensor fica fechado. O relé fecha seus contatos apenas pelo tempo de carga do capacitor.

Este tempo é dado pela resistência ôhmica do enrolamento do relé e pelo valor do capacitor, podendo chegar a alguns segundos com os valores maiores.

OUTROS CIRCUITOS

Na **figura 7** temos uma outra configuração para um relé, que é um pouco diferente do normal.

Trata-se de um pisca-pisca ou intermitente, cuja constante de tempo é dada pela resistência ôhmica do relé e pelo valor do capacitor. O funcionamento deste circuito é fácil de ser explicado.

Quando o circuito é alimentado, o capacitor carrega-se ao mesmo tempo que o relé comuta.

Nesta comutação a alimentação da bobina é interrompida, mas o relé não é desarmado de imediato. Ele precisa de um certo tempo que corresponde à descarga do capacitor.

Quando o capacitor tem sua carga reduzida a ponto de não conseguir mais manter o relé energizado, ele desliga e, novamente, o relé é armado e o capacitor carregado pelos contatos NF.

Temos então a repetição do ciclo. O relé fica abrindo e fechando numa freqüência que dependerá do capacitor e da bobina do relé.

Na **figura 8** ilustramos um exemplar de um relé com trava.

Basta um breve toque no interruptor, que também pode ser um sensor, para que o relé feche seus contatos e assim permaneça até que a alimentação seja desligada.

Se o relé tiver contato duplo, o segundo poderá ser usado para controlar uma carga externa.

OS RELÉS USADOS

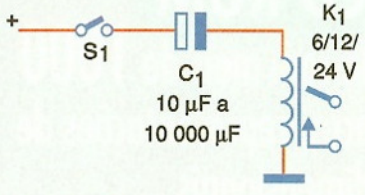
Em todos os projetos podem ser empregados relés comuns de uso geral, de 6 a 48 volts, com correntes de bobinas de até 1000 mA.

Estes relés, pela baixa corrente de acionamento, representam elementos ideais para pequenos projetos de Robótica e Mecatrônica.

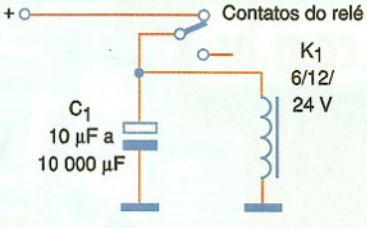
Os relés da série A ou ML, da Metaltex, são tipos recomendados para os circuitos mostrados neste artigo e podem controlar correntes de até alguns ampéres. Nas **figuras 9 e 10** alguns exemplos destes relés.

Veja que os tipos com bases DIL (*Dual in Line*) são ideais para montagem em soquetes ou mesmo em matriz de contatos, caso em que projetos experimentais podem ser elaborados com facilidade. Da mesma forma podem ser usados *reed-relés* e outros tipos equivalentes. f

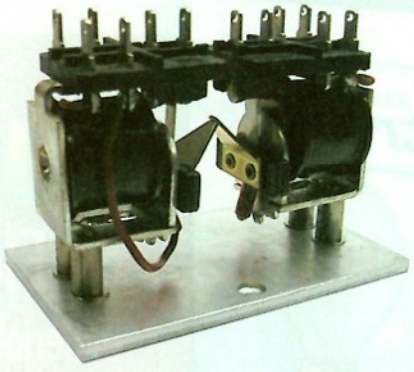
6 Acionamento por tempo limitado



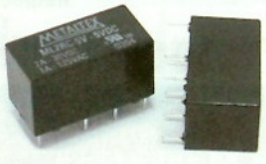
7 Pisca-pisca



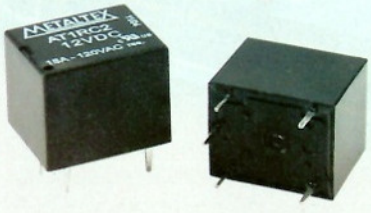
8 Relé com trava



9 Relés da série A



10 Relés da série ML



Primeiros Passos

Veículo do plano inclinado



Newton C. Braga



Níveis de Dificuldade (ver página 2)

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

Montagens que envolvam tecnologias como a mecânica, elétrica e eletrônica, e obviamente a mecatrônica, são extremamente atraentes e necessárias aos cursos Fundamental e Médio como atividades paralelas (temas transversais). Já descrevemos nesta revista diversos projetos desse tipo que foram implantados com sucessos em muitas escolas como o Aerobarco, VM-1 (Veículo Mecatrônico), Robô de Competição, e muitos outros. Voltamos agora com um projeto muito simples, mas que faz enorme sucesso entre os alunos dos cursos elementares que é o Veículo do Plano Inclinado.

Monte seu veículo otimizando-o para que ele corra o máximo possível, sem problemas de atrito e resistência do ar. Solte-o num plano inclinado e veja se ele pode ir mais longe que os dos outros competidores, conforme mostra a **figura 1**.

1 Idéia do projeto



Essa é a finalidade de nosso projeto, testado com sucesso no Colégio Mater Amabilis, de Guarulhos-SP, onde os alunos montaram seus veículos e participaram de uma emocionante competição na quadra da escola (**figura 2**).

Mas, não se trata de uma simples brincadeira. O aspecto lúdico é apenas um ponto a ser considerado no projeto do Carrinho do Plano Inclinado, pois temas da Física podem ser abordados de uma forma conceitual de acordo com o nível dos participantes.

Ao levar os alunos à montagem do projeto, os professores vão introduzir conceitos básicos de temas da Física como:

Plano inclinado;
Atrito;
Quantidade de movimento;
Resistência do ar;
Peso e massa;
Energia potencial, cinética e conservação da energia.

2 Estudante do Colégio Mater Amabilis durante a competição



Evidentemente tudo isso deve ser feito no nível apropriado, lembrando que o projeto foi adotado nas terceiras e quartas séries do ensino fundamental.

Além da facilidade da montagem, que usa somente materiais de fácil obtenção, temos a considerar a utilização da coordenação motora fina, que infelizmente nossos estudantes estão perdendo por falta de uso, além da criatividade que pode ser atestada pelas fotos que disponibilizamos na internet.

O Projeto e a competição

O projeto consiste na montagem de um pequeno veículo padronizado (as medidas serão dadas no decorrer do artigo), aproveitando rodinhas de um veículo de brinquedo.

O participante deve otimizar seu veículo de modo que ele apresente o mínimo de atrito e resistência ao ar, além de seguir em linha reta quando for solto na competição.

Cada participante solta seu veículo no topo de um plano inclinado (sem dar impulsos) verificando-se a distância que ele percorre antes de parar. Ganha a competição o que for mais longe.

Para um número elevado de competidores podem ser feitas diversas baterias, classificando-se os primeiros e depois havendo uma bateria final.

O local escolhido deve ser plano com piso liso. No nosso caso, utilizamos a quadra da escola.

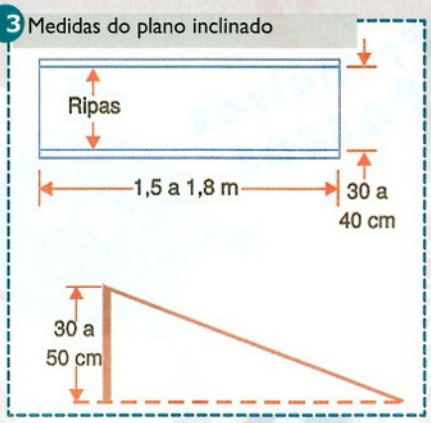
Montagem do plano inclinado

O plano inclinado é feito com uma tábua de 1,5 m a 1,8 m inclinada da forma mostrada na **figura 3**.

Duas ripas são pregadas nas laterais para evitar que, ao soltar o veículo, ele saia fora da pista.

A inclinação ideal pode ser obtida experimentalmente, aumentando-se ou diminuindo-se conforme os organizadores da competição verifiquem que os veículos vão muito longe ou muito perto. A inclinação sugerida é

3 Medidas do plano inclinado



ideal para que os veículos percorram até uns 15 metros quando soltos.

É importante verificar se o local em que vai ser feita a competição não apresenta algum tipo de inclinação que faça com que os veículos tenham para um único lado da pista.

O que ensinar?

Diversas são as possibilidade de se atrelar a montagem do veículo à temas da Física. Se o professor quiser, por exemplo, pode mostrar que com duas pistas que tenham a mesma altura inicial, veja a **figura 4**, a distância alcançada por um mesmo

Montagem do Veículo

Lista de materiais

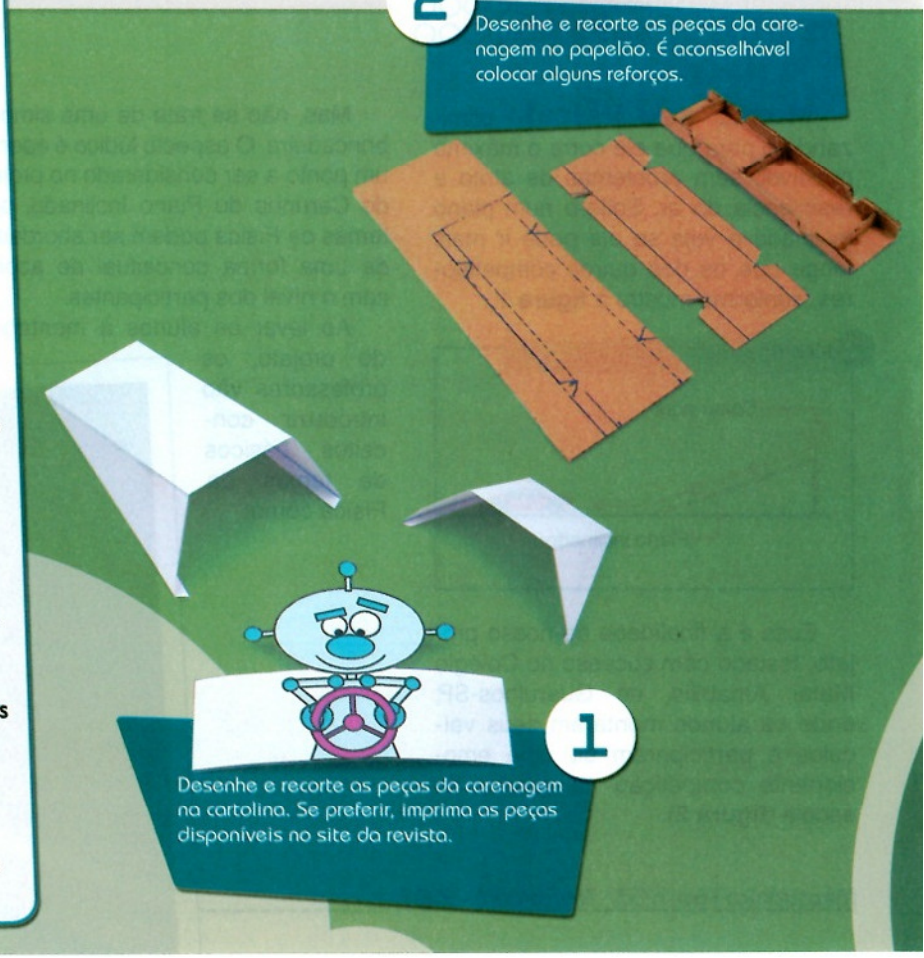
1 pedaço de 5 cm x 15 cm de papelão grosso, pasta ondulada, plástico rígido, ou madeira para o chassi
1 tubo de caneta esferográfica (sem a carga)
1 pilha média (gasta)
1 pedaço de cartolina
4 rodinhas em dois eixos de metal de carrinho de brinquedo
1 tubo de cola
Adesivos e enfeites à vontade

Ferramentas

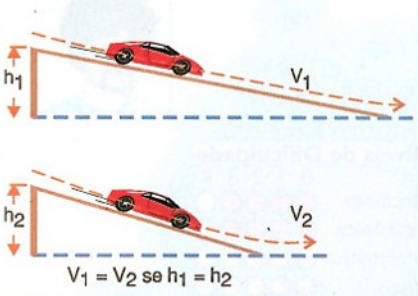
1 tesoura
1 serrinha para cortar o tubo (normalmente manuseada pelo professor)

Observações importantes

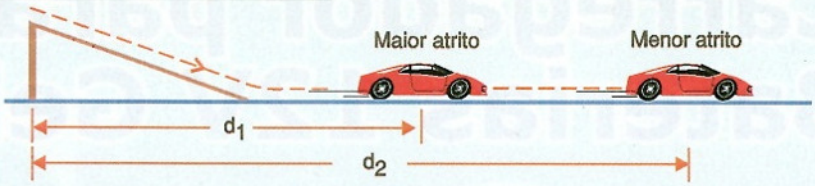
1. A pilha que serve de piloto é indicada para que todos os carrinhos tenham o mesmo peso e maior aderência, pois só com o chassi e rodinhas ele ficaria muito leve, podendo se desviar da trajetória com facilidade.
2. É muito importante tomar cuidado na colagem dos tubinhos para os eixos das rodas. Eles devem estar perfeitamente alinhados para que o carrinho, ao ser solto, vá em linha reta.
3. O peso e o tamanho do carrinho devem ser padronizados. O piloto deve ser o único peso usado e deve ser obrigatoriamente uma pilha média.



4 Demonstrando a independência do comprimento da pista



5 Demonstrando a ação do atrito



carrinho é a mesma, pois a velocidade ao sair do plano independe do comprimento da rampa mas sim de sua altura inicial.

Os conceitos de **quantidade de movimento** e **energia potencial** podem ser transmitidos dessa forma. Para provar os resultados não basta soltar o carrinho uma vez em cada pista, mas sim diversas vezes, tirando-se a média.

Outro conceito importante a ser ensinado é o do **atrito**, mostrando-se que parte da energia que o carrinho tem para se deslocar até o ponto mais longe perde-se no atrito, fazendo com que ele pare antes, conforme exibe a **figura 5**.

Finalmente, é possível trabalhar os conceitos de **energia potencial**, **cinética** e **sua conservação**. Mostra-se nesse caso, que a energia não pode ser criada mas apenas transformada e que existe sempre um limite para a distância máxima que o carrinho pode ir.

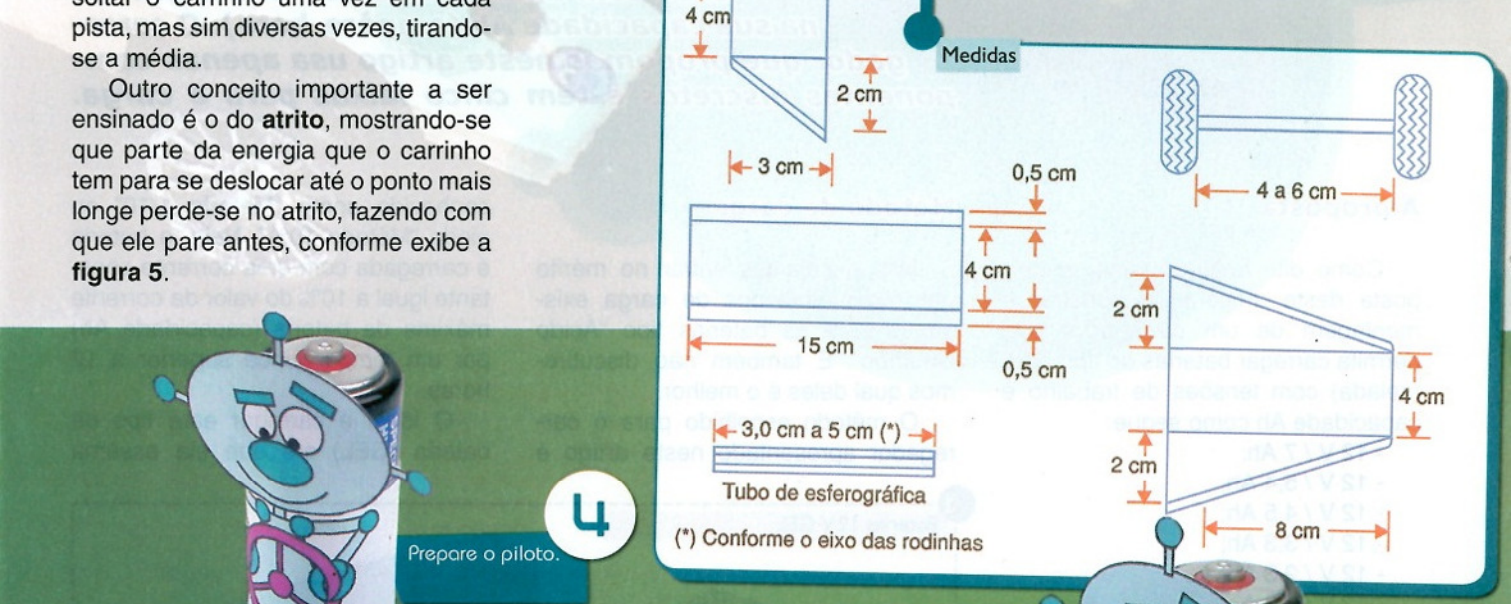
Importante

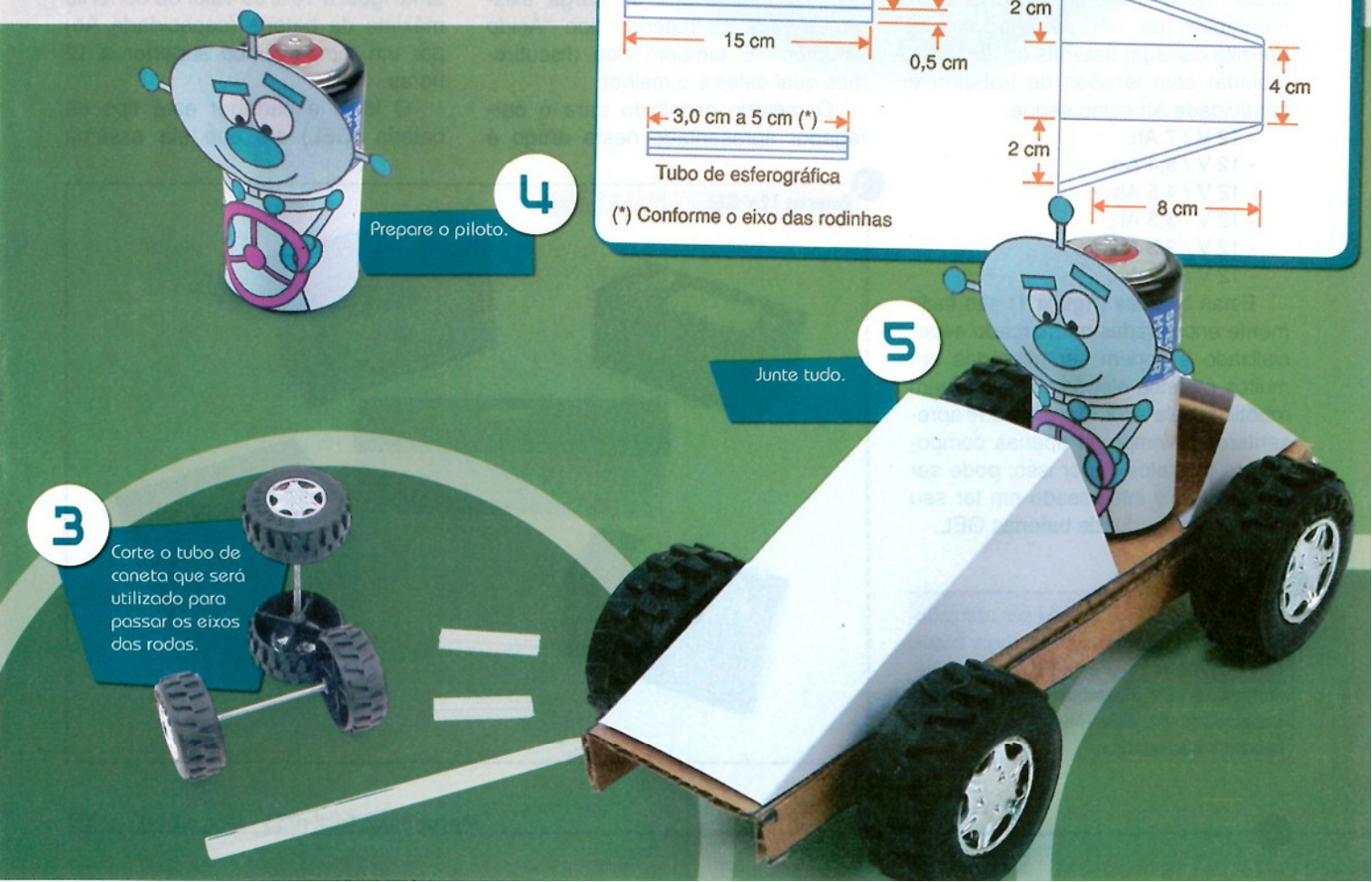
Realizando uma competição em sua escola, envie-nos os resultados com as fotos para que possamos divulgá-la.

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no *site* da revista:

- Gabarito com sugestão de medidas;
- Mais fotos da competição realizada no Colégio Mater Amabilis.





Carregador para Baterias 12V Gel

Márcio J.Soares



Níveis de Dificuldade

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

Muitos hobistas, estudantes e profissionais das áreas de Eletrônica e Robótica utilizam baterias de 12 V GEL (seladas) em seus projetos. Atualmente, estas baterias são distribuídas no mercado com uma diversidade muito grande na sua capacidade Ah (ampère-hora). O carregador que propomos neste artigo usa apenas componentes discretos e tem cinco faixas para a carga.

A proposta

Como dito anteriormente, a proposta deste artigo é demonstrar a montagem de um carregador que permita carregar baterias do tipo GEL (selada) com tensões de trabalho e capacidade Ah como segue:

- 12 V / 7 Ah;
- 12 V / 5,4 Ah;
- 12 V / 4,5 Ah;
- 12 V / 3,3 Ah;
- 12 V / 2,3 Ah;
- 12 V / 1,2 Ah.

Estas baterias (**figura 1**) são facilmente encontradas no mercado especializado e podem ser utilizadas em muitos projetos eletrônicos e também robóticos pelo leitor. O projeto que apresentaremos emprega apenas componentes discretos e, por isso, pode ser montado pelo interessado em ter seu próprio carregador de baterias GEL.

Importante:

Este carregador não pode ser utilizado na carga de baterias automotivas, baterias GEL com tensões de trabalho diferentes de 12V e também baterias com capacidade Ah diferente das anteriormente relacionadas.

Método de carga

Não desejamos entrar no mérito dos vários métodos de carga existentes para as baterias tipo "Ácido Chumbo". E também não discutiremos qual deles é o melhor.

O método escolhido para o carregador apresentado neste artigo é conhecido como "Método 1/10" ou ainda "Método 10%". Nele, a bateria é carregada com uma corrente constante igual a 10% do valor da corrente máxima da bateria (capacidade Ah) por um tempo nunca superior a 12 horas.

O ideal é carregar este tipo de bateria (GEL) até que ela assuma

1 Baterias 12V GEL



o valor aproximado de 13,6 V, para evitar sobre-aquecimento da mesma. Esse sobre-aquecimento pode estragar o GEL interno, avariando irremediavelmente a bateria, uma vez que ela é selada (não é possível repor o GEL interno).

Nosso carregador foi projetado para carregar uma bateria (dentro das especificações já passadas) com 10% da corrente de capacidade da mesma, até que ela atinja 13,6 V. O tempo de carga depende muito da carga atual da bateria.

O circuito

O circuito do carregador pode ser visto na **figura 2**. O componente TRAFO (ligado aos pontos 1, 2 e 3) é responsável por abaixar a tensão da rede (110 ou 220 VAC) para uma tensão mais adequada para o circuito (18 VAC /2 A). Os diodos D_1 e D_2 fazem a retificação em onda completa da tensão AC presente no secundário do TRAFO. O capacitor C_1 é o primeiro filtro presente no circuito e ajuda a eliminar o "ripple" que aparece após a retificação.

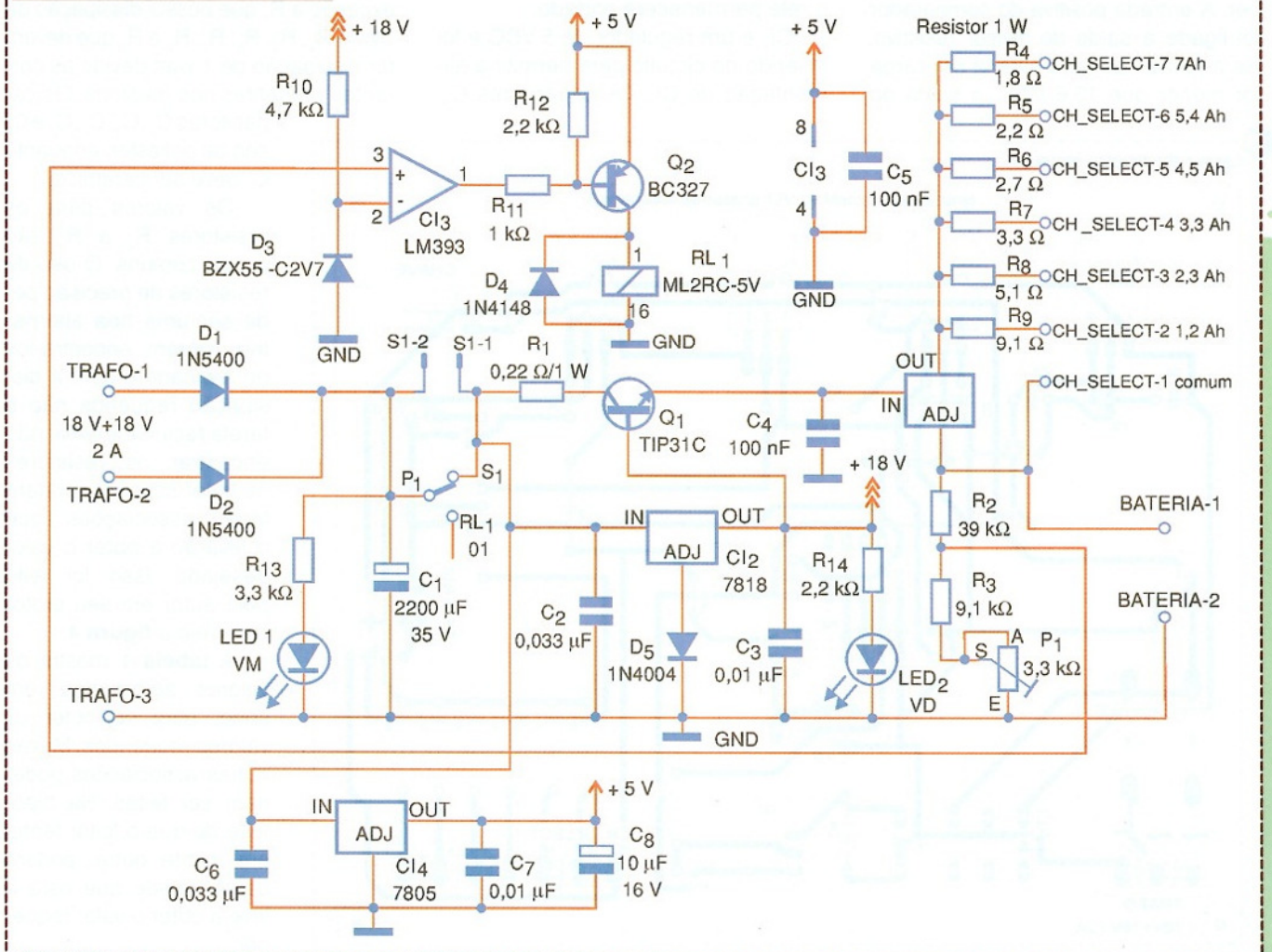
CI_2 é um regulador para 18 V. Em sua entrada de referência foi conectado um diodo (D_5) que permite aumentar a saída regulada para 18,6VDC aproximadamente. CI_2 tem uma capacidade máxima de corrente da ordem de 1 A. A maior corrente de carga é de aproximadamente 0,7 A. Apesar do valor da corrente descrita estar dentro do limite máximo suportado pelo CI, o auxílio de um transistor nesta tarefa pode poupar CI_2 de sobreaquecimento alem de permitir que, se o leitor assim o desejar, possa ajustar o circuito para cargas de baterias GEL 12V com maior capacidade de corrente do que as que foram originalmente previstas (com um limite máximo de 1,5 A). Assim Q_1 fica com a maior parte da corrente a ser fornecida para um outro regulador: CI_1.

CI_1 foi configurado segundo o manual do fabricante para atuar como uma "fonte de corrente constante". A corrente máxima suportada por este CI é da ordem de 1,5 A. Os resistores R_4 a R_9 permitem variar a corrente de saída. A chave seletora CH_SELECT foi ligada a estes resistores e seu "comum" ao ponto de carga "positivo" da bateria. A fórmula apresentada a seguir demonstra o método de cálculo para estes resistores, de acordo com a corrente desejada.

$$Rx = \frac{V_{BAT}}{I_{BAT}}$$

Com:
Rx => R_4 a R_9
V_{BAT} => Tensão da bateria
I_{BAT} => Corrente da bateria

2 Circuito do carregador



Os resistores R_2 e R_3, juntamente com o trimpot P_1 formam um divisor resistivo. Este divisor está conectado à entrada da bateria em carga. Sua função é "informar" ao comparador presente no circuito (CI_3) quando uma bateria em carga assumir valor igual a 13,6 VDC aproximadamente. Utilizando a equação a seguir, o leitor observará que a tensão presente na saída do divisor resistivo é de 2,57 V a 3,28 V (VCOMPARA).

Importante:

Para o cálculo, VBAT deve ser igual a 13,6 V. Para obter o primeiro valor, P_1 deve ser igual a 0 Ω e para o segundo valor, P_1 deve ser igual a 3,3 kΩ.

$$V_{COMPARA} = \frac{R3 + P1}{R3 + P1 + R2} x V_{BAT}$$

Na entrada negativa do comparador foi ligado um diodo zener (D_3) de 2,7 V. O resistor R_{10} atua como limitador de corrente para este mesmo zener. A entrada positiva do comparador foi ligada à saída do divisor resistivo. Se a tensão de uma bateria em carga for menor que 13,6 VDC, a saída do comparador será levada a 0 VDC aproximadamente. Com este valor, o transistor Q_2 é levado à saturação, e o relé RL_1 é então ligado. Porém se a tensão da bateria for maior ou igual a 13,6 VDC, o valor da tensão na saída do divisor resistivo será maior que 2,7 VDC, e conseqüentemente, a tensão presente na entrada positiva do comparador será maior que a presente em sua entrada negativa. Com isso, a tensão presente na saída do comparador será igual à tensão de alimentação do mesmo (5 VDC). Desta forma, Q_1 permanecerá cortado e o relé RL_1 desligado.

Os contatos NA (Normalmente Aberto) e C (Comum) do relé RL_1 foram conectados em paralelo com a chave S_1. Sendo assim ao pressionar S_1 (início da carga), se uma bateria a ser carregada possui tensão menor a 13,6 VDC, o relé será acionado permitindo que a bateria entre em carga. Contudo se a tensão for maior ou igual a mesma não entrará em carga, pois o relé permanecerá cortado.

CI_4 é um regulador de 5 VDC e foi inserido no circuito para permitir a alimentação de CI_3. Os capacitores C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7 e C_8 atuam como filtros para o circuito. LED_1 indica circuito "ligado" e LED_2 "bateria em carga". Os resistores R_{13} e R_{14} são resistores limitadores de corrente para os LEDs 1 e 2, respectivamente.

Montagem

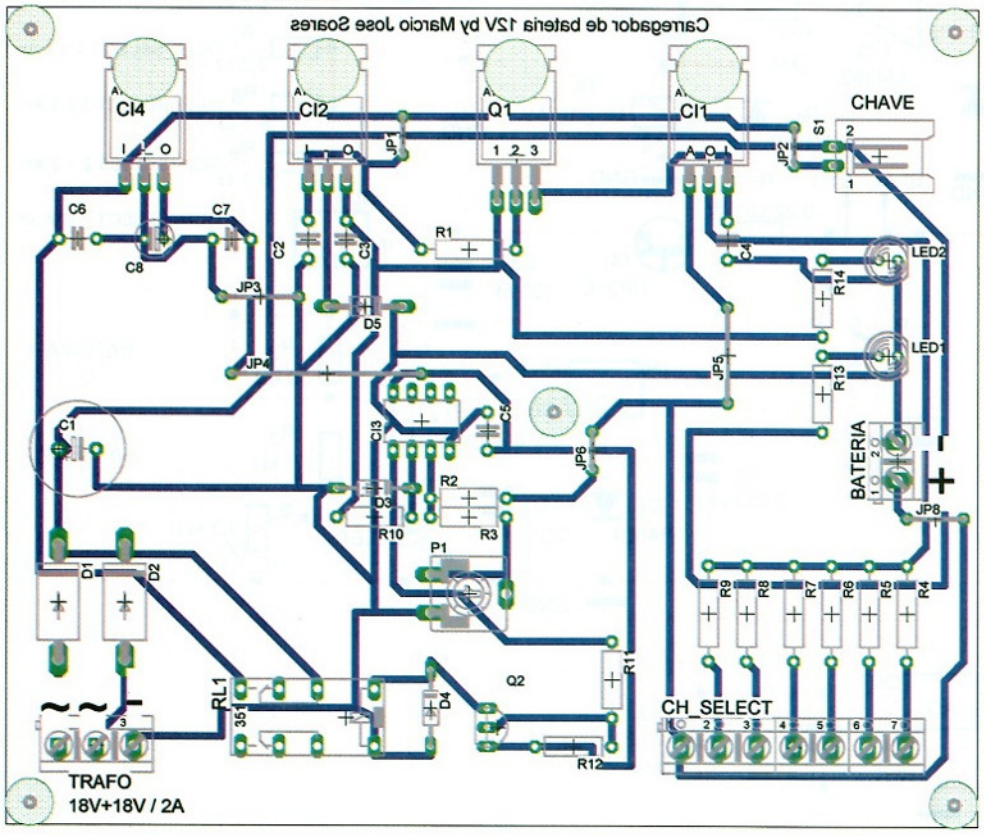
Na **figura 3** o leitor tem nossa sugestão para o *layout* de circuito impresso para a montagem. Caso possua alguma experiência no assunto, poderá refazer este desenho visando adequá-lo as suas necessidades. Uma outra alternativa, é o uso de uma placa padrão. A escolha pelo método da montagem é livre. Neste artigo será exemplificada apenas a montagem utilizando o layout oferecido.

Deve-se tomar muito cuidado para não inverter os componentes polarizados, como diodos, transistores, CIs e capacitores eletrolíticos. Os resistores utilizados são todos de 1/8 watt, com exceção a R_1 que possui dissipação de 2W, e R_4, R_5, R_6, R_7, R_8 e R_9 que devem ter dissipação de 1 watt devido as correntes presentes nos mesmos. Os capacitores C_2, C_3, C_4, C_6 e C_7 são de poliéster, enquanto C_5 deve ser cerâmico.

Os valores para os resistores R_4 a R_9 são pouco comuns. O uso de resistores de precisão pode ser uma boa alternativa, porém encontrá-los no mercado e com a dissipação requerida não é tarefa fácil. Se o leitor não encontrar os resistores no valor indicado, poderá fazer associações que o levarão a obter o valor desejado. Isso foi feito pelo autor em seu protótipo. Veja a **figura 4**.

A **tabela 1** mostra os valores associados, em série, para se obter os valores requeridos. Muitas outras associações poderiam ser feitas. Na hipótese de que o leitor tenha em mente outra, poderá usá-la desde que esta o leve a obter o valor requerido.

3 Layout de circuito impresso



T1 Associações feitas para se obter o resistor desejado

Resistor	Valor Requerido	Resistores Associados
R_4	1,8 W	1,8 Ω
R_5	2,2 W	2,2 Ω
R_6	2,7 W	1,8 Ω + 1 Ω = 2,8 Ω
R_7	3,3 W	3,3 Ω
R_8	5,1 W	3,3 Ω + 1,8 Ω = 5,1 Ω
R_9	9,1 W	3,3 Ω + 5,6 Ω = 8,9 Ω

Os resistores utilizados em tal associação possuem tolerância de 5% e como seus valores são baixos, tal fator não influenciou no funcionamento do circuito e, portanto, na carga das baterias usadas nos testes.

Os diodos D_1 e D_2 devem suportar correntes de até 2 A. Os especificados na lista de material são para 3 A.

Todos os CIs devem receber um radiador de calor, exceto CI_3. O transistor Q_1 também necessita de um radiador de calor. Um cuidado especial deve ser tomado com CI_1, pois este terá uma tendência maior ao aquecimento. Observe no detalhe da **figura 5** que foram utilizados dois tipos de radiadores em conjunto para um maior arrefecimento.

É aconselhável o uso de um suporte para CI_3. Isso facilitará no caso de uma troca. O relé utilizado deve ter bobina para 5 VDC.

A chave S_1 deve ser do tipo aérea para montagem no gabinete. Na placa foi inserido um conector para a sua ligação. Caso o leitor não possua este tipo de conector (barra de pinos) poderá soldar o fio diretamente na placa.

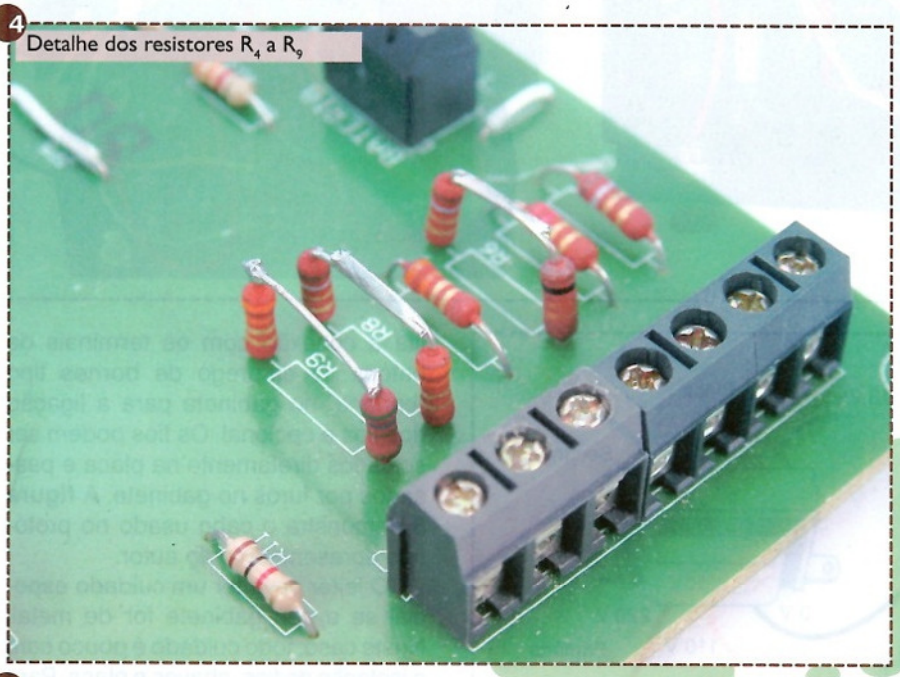
Foram utilizados também conectores para a ligação do transformador, bateria e chave seletora. O uso destes conectores é opcional. Na falta dos mesmos, é possível soldar os fios diretamente na placa.

A chave seletora é do tipo rotativa com um pólo e seis posições. Ao comprar esta chave no mercado especializado, tenha muito cuidado para não obter uma chave que não servirá ao projeto. Confira o número de pólos e posições para ter certeza que a mesma poderá ser utilizada neste projeto.

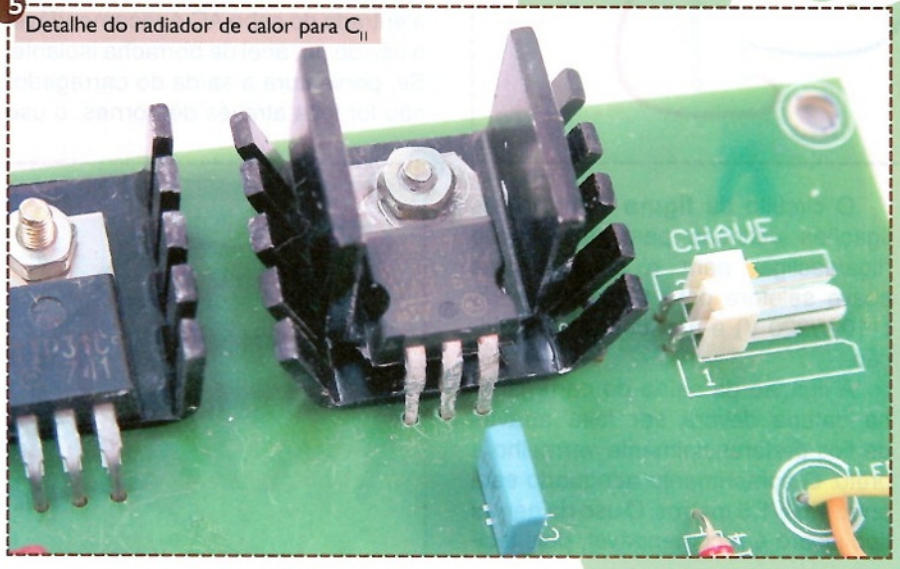
P_1 é um *trimpot mini* horizontal. LED_1 pode ser vermelho e LED_2, verde. As cores são livres e o leitor poderá escolhê-las como preferir. O uso de LEDs de alto brilho não afetará o sistema.

O transformador colocado no circuito deve ter primário de acordo com a rede em que o equipamento será ligado (110 V ou 220 V) e secundário 18 + 18 V com corrente de trabalho de 2 A. Essa "folga" na corrente evitará o aquecimento do transformador quando da carga com corrente constante de 0,7 A (corrente de carga para a bateria de 12V / 7 Ah).

4 Detalhe dos resistores R_4 a R_9



5 Detalhe do radiador de calor para C_{11}



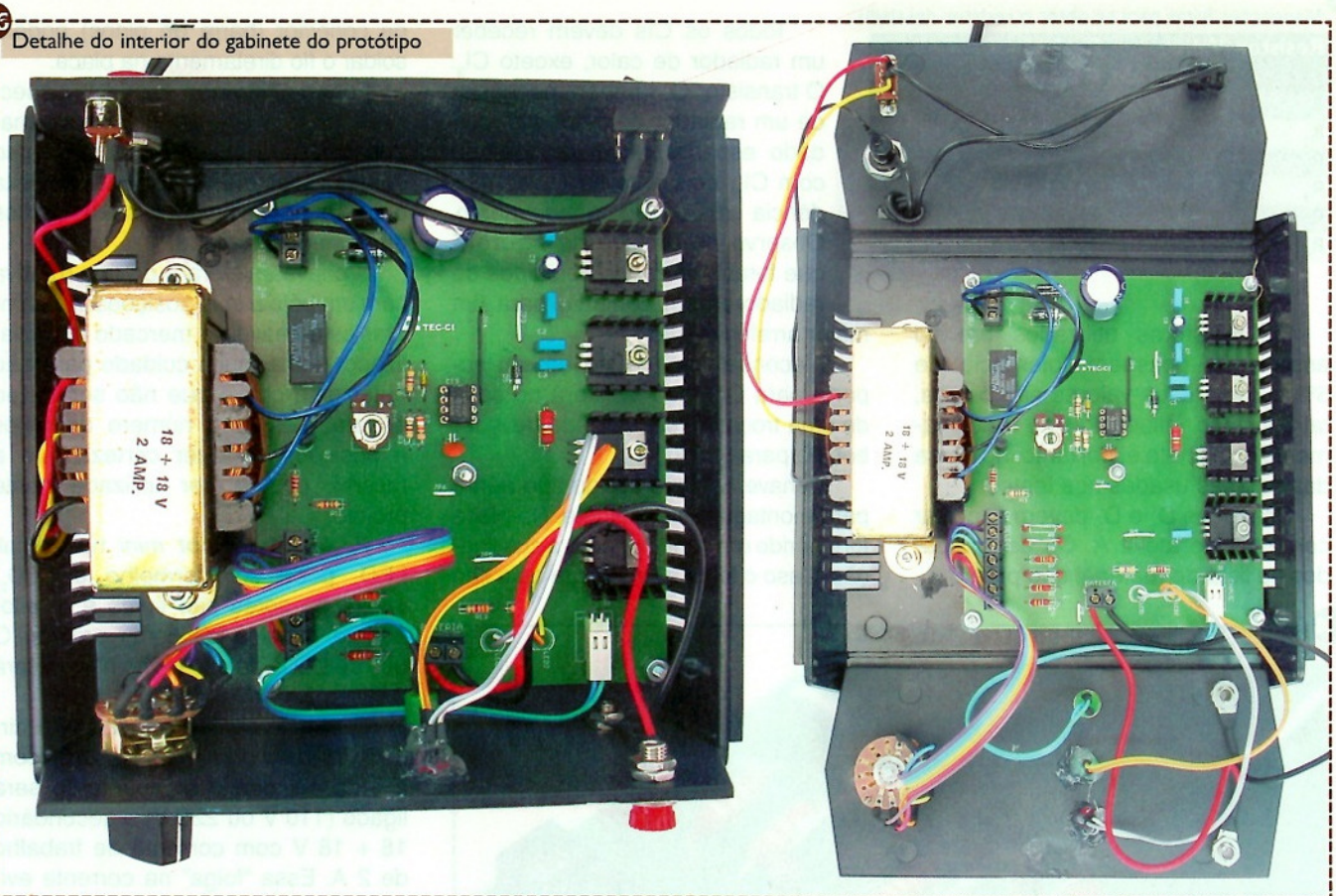
O gabinete

A montagem da placa e transformador em um gabinete são altamente recomendáveis. Isso garantirá um bom acabamento ao projeto e também a devida proteção às suas partes. O protótipo apresentado pelo autor foi montado em um gabinete plástico da Patola modelo PB 209. A imagem do protótipo pode ser vista na abertura deste artigo.

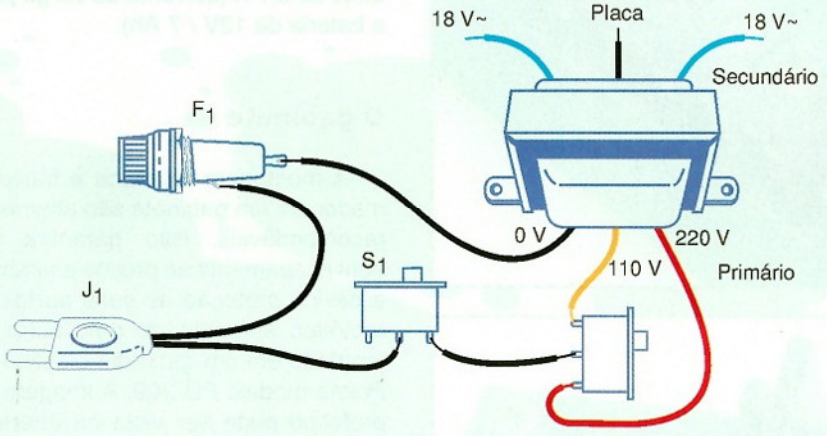
No *site* da Revista o leitor encontrará para *download* as etiquetas utilizadas na confecção do nosso protótipo. Se o leitor utilizar o gabinete descrito e as etiquetas fornecidas, não terá que se preocupar em desenhar seu próprio gabinete. A etiqueta foi disponibilizada em tamanho real. Basta colocá-la sobre as faces do gabinete para obter, inclusive, a posição da furação.

O uso de outros materiais para o gabinete como alumínio, madeira

Detalhe do interior do gabinete do protótipo



Ligação do transformador à rede AC



ou mesmo chapa de ferro também é possível. Neste caso, as etiquetas fornecidas poderão não ser as mais adequadas e então o leitor terá de providenciar mais este item. A escolha do material a ser utilizado na montagem do gabinete é livre e deverá ser feita de acordo com os materiais e recursos disponíveis.

Na **figura 6** o leitor pode ver a imagem do protótipo com suas ligações internas.

O circuito da **figura 7** mostra as ligações elétricas para uma chave "liga/desliga" para o circuito, uma chave seletora para tensão da rede (110 V/220 V) e um fusível de proteção.

A ligação da saída do carregador na bateria deverá ser feita através de fios preferencialmente vermelho e preto. O comprimento adequado está entre 1,0 e 1,5 metros. O uso de garras tipo jacaré é recomendável, pois facilita a conexão com os terminais da bateria. O emprego de bornes tipo "banana" no gabinete para a ligação dos fios é opcional. Os fios podem ser soldados diretamente na placa e passados por furos no gabinete. A **figura 8** demonstra o cabo usado no protótipo apresentado pelo autor.

O leitor deve ter um cuidado especial se o seu gabinete for de metal. Neste caso, todo cuidado é pouco com a isolação de fios, chaves e placa. Para a entrada do cabo AC é recomendável o uso de um anel de borracha isolante. Se, porventura a saída do carregador não for feita através de bornes, o uso

Cabo para conexão com a bateria



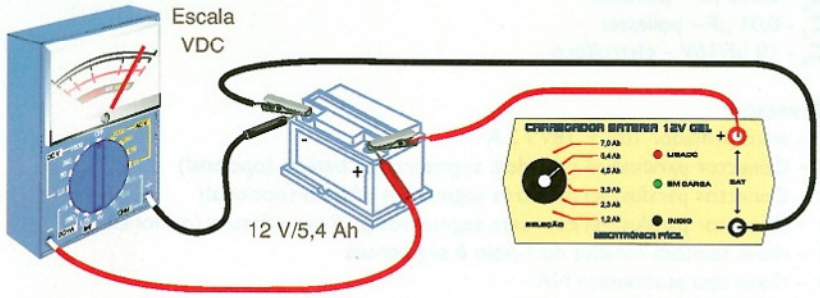
9 Imagem do painel frontal do carregador



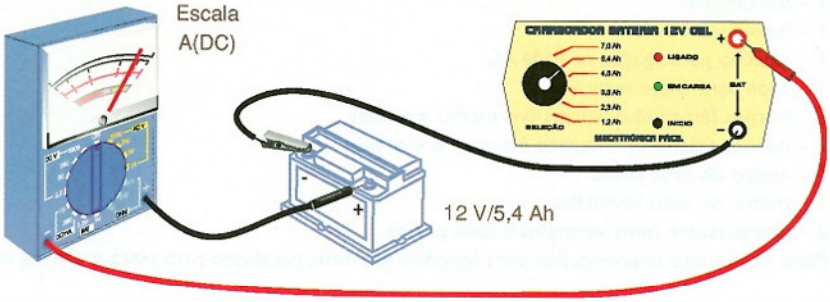
10 Imagem do painel traseiro do carregador



11 Conexão para calibração e teste



12 Comprovação da corrente de carga



de um anel de borracha também será necessário para a saída dos fios. Os gabinetes metálicos podem cortar a capa protetora dos fios e causar um curto-circuito.

Nas **figuras 9** e **10** o leitor pode observar as imagens do painel frontal e traseiro do nosso protótipo.

Teste, calibração e uso do circuito

Para calibrar o circuito, o leitor precisará apenas de um multímetro. Conecte o carregador a rede elétrica e a uma bateria que deve estar dentro das especificações passadas no inicio do artigo. Cuidado com a polaridade da bateria. A inversão poderá danificá-la.

Ligue o carregador. O LED_1 (vermelho) deverá acender. Selecione a capacidade da bateria em Ah. Coloque o multímetro na posição para medir tensões DC e ligue-o aos terminais da bateria, sempre respeitando a polaridade. Veja o que foi dito na **figura 11**.

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

Gire o *trimpot* todo para um dos lados. Verifique a tensão da bateria, que deverá estar abaixo de 13,6 V. Pressione S_1 para dar inicio à carga. O relé deve ligar e o LED_2 (verde) acender. Solte S_1. Se neste momento o relé desligar, gire o trimpot para o lado contrário que girou da primeira vez. Pressione novamente S_1. O relé deverá ligar e ao soltar a chave, o mesmo deverá permanecer ligado.

Dependendo da carga atual da bateria, ela poderá levar um tempo para carregar. Note que a tensão indicada pelo multímetro terá a tendência de subir. Quando chegar a 13,6 V, gire o trimpot lentamente até que o relé desligue. Neste momento pare de girá-lo. Este é o ponto de calibração.

Para comprovar o funcionamento do circuito, basta conectar à sua saída baterias preferencialmente descarregadas e sempre com tensão de trabalho e capacidade de corrente de acordo com o apresentado no início deste artigo. Conecte o multímetro conforme a **figura 12** para verificar a corrente de carga da bateria. Esta deverá estar em torno de 10% da capacidade da mesma. Nunca carregue uma bateria fora desta faixa (10%), pois ela poderá ser danificada irremediavelmente.

Com todos os testes feitos, o gabinete poderá ser fechado e o equipamento colocado em uso pelo leitor.

Conclusão

A montagem deste carregador de baterias é extremamente simples e muitos serão os leitores que poderão se beneficiar deste projeto. O circuito demonstrou o uso da eletrônica considerada de "base". Muito se pode fazer com alguns poucos componentes "comuns", sem a necessidade de um microcontrolador. Esperamos que este circuito ajude a todos, sejam iniciantes ou aqueles que se encontram em um nível mais avançado. Boa montagem e até a próxima! f

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no site da revista:
- Layout da placa de circuito impresso;
- Etiquetas para colagem no gabinete.

Lista de materiais:

Semicondutores
CI_1 - LM317 – regulador de tensão (TO-220)
CI_2 - 7818 – regulador para 18V (TO-220)
CI_3 - LM393 – comparador
CI_4 - 7805 – regulador para 5V (TO-220)
D_1, D_2 - 1N5408 – diodo retificador
D_3 - BZX55C 2V7 – diodo zener 2,7 V/500 mW
D_4 - 1N4148 – diodo de sinal
D_5 - 1N4004 – diodo retificador
LED1 - LED comum vermelho Ø 5mm
LED2 - LED comum verde Ø 5mm
Q_1 - TIP31C – transistor NPN
Q_2 - BC327 – transistor PNP

Resistores: 5% - 1/8W (salvo indicação contrária)
R_1 - 0,22Ω / 2W (vermelho, vermelho, prata)
R_2 - 39 kΩ (laranja, branco, laranja)
R_3 - 9,1 kΩ (branco, marrom, vermelho)
R_4 - 1,8 Ω (marrom, cinza, dourado)
R_5 - 2,2 Ω (vermelho, vermelho, dourado)
R_6 - 2,7 Ω (obtido por associação - vide texto)
R_7 - 3,3 Ω (laranja, laranja, dourado)
R_8 - 5,1 Ω (obtido por associação - vide texto)
R_9 - 9,1 Ω (obtido por associação - vide texto)
R_{10} - 4,7 kΩ (amarelo, violeta, vermelho)
R_{11} - 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
R_{12} - 2,2 kΩ (vermelho, vermelho, vermelho)
R_{13} - 3,3 kΩ (laranja, laranja, vermelho)
R_{14} - 2,2 kΩ (vermelho, vermelho, vermelho)
P_1 - 3,3 kΩ – trimpot mini horizontal

Capacitores
C_1 - 2200 µF/45V – eletrolítico
C_2 - 0,033 µF – poliéster
C_3 - 0,01 µF – poliéster
C_4 - 100 nF – poliéster
C_5 - 100 nF – cerâmico
C_6 - 0,033 µF – poliéster
C_7 - 0,01 µF – poliéster
C_8 - 10 µF/16V – eletrolítico

Diversos
1 – transformador 18V + 18V / 2 A
1 – Conector parafusável com dois segmentos p/ bateria (opcional)
1 – Conector parafusável com três segmentos p/ trafo (opcional)
1 – Conector parafusável com sete segmentos p/ chave seletora (opcional)
1 – chave seletora rotativa de 1 pólo 6 segmentos
1 – chave tipo pushbutton NA
1 – relé Metaltex ML2RC-5V
1 – chave liga/desliga
1 – chave seletora 110V/220V
1 – portafusível
1 – fusível mini de 2 A
1 – rabicho para ligação na rede AC
1 – *knob* para chave rotativa
2 – bornes fêmea tipo banana (vermelho e preto)
2 – bornes macho tipo banana (vermelho e preto)
1 – metro de cabo preto
1 – metro de cabo vermelho
2 – garras-jacaré (uma vermelha e uma preta)
Placa de circuito impresso, fios para ligações, gabinete, parafusos para placa e chaves, etc.

Extensômetros de resistência elétrica

Características de reposta, parâmetros de escolha e exemplos de aplicações

Parte 3

João Carlos Pinheiro Beck*
Isaac Newton Lima da Silva*

Além das características particulares que são inerentes à própria especificação dos Extensômetros de Resistência Elétrica (ERE), já abordadas nos dois artigos anteriores (Mecatrônica Fácil nºs 31 e 32), há um outro grupo de características de grande relevância a ser considerado.

Este grupo está relacionado àqueles parâmetros de desempenho próprios da combinação extensômetro/adesivo, que irão influir no comportamento de parâmetros tais com: linearidade, histerese, desvio de zero, flutuação, escorregamento (*creep*), estabilidade e resolução. Todos estes parâmetros são de suma importância nas mais diversas áreas que englobam as técnicas de medições científicas, entre as quais daremos alguns exemplos de aplicação.

Desvio de zero, histerese e linearidade

Normalmente estes três fatores estão estreitamente relacionados, sendo todos eles, basicamente, função dos seguintes elementos: natureza da liga que é sensível à deformação, da natureza do material que constitui o suporte do extensômetro, do nível de solicitação/deformação e da constituição do adesivo. Não se verificam efeitos danosos nos casos de análises experimentais de tensão, nos extensômetros de resistência elétrica modernos, de alto desempenho, que utilizam adesivos curados.

Para EREs, adequadamente instalados, os desvios de linearidade geralmente se encontram na faixa de 0,1% da máxima deformação. Por outro lado, tanto a histerese quanto o desvio de zero são geralmente menores do que 0,2% da máxima deformação. Como é possível ver, tais variações são muito pequenas e, portanto, não apresentam problemas na maioria das aplicações técnicas. Tais desvios podem ser significativos somente nos casos de utilização de sensores em que se pretende altíssimo desempenho com elevada acurácia. Nestas circunstâncias tais efeitos podem ser minimizados pela chamada pós-cura do adesivo, que é efetuada em temperaturas mais altas do que as condições de operação máxima. Adiciona-se a isto uma carga cíclica sobre a amplitude de trabalho.

Por outro lado, a característica do projeto e a natureza do material que integra o sensor são fatores fundamentais nestas situações.

Deslizamento, escorregamento e estabilidade

Deslizamento (*drift*)

Trata-se de um parâmetro cuja variação é dependente do tempo. O deslizamento vem a ser uma variação irreversível no valor da resistência elétrica do extensômetro com o tempo, em temperatura constante, e em condições de *não carregamento*, ou seja, sem tensão aplicada. As técnicas modernas de fabricação de extensômetros do tipo folha já estão desenvolvidas em níveis científicos tão elevados que os EREs são capazes de apresentar variações de resistência de apenas alguns milionésimos por ano. É importante considerar também, que todas as ligas utiliza-

das na construção de extensômetros apresentam, elas próprias, razões de variações aumentadas em relação ao aumento de temperatura.

Escorregamento (*creep*)

O escorregamento difere do deslizamento na medida em que é uma variação de resistência elétrica com o tempo, em temperatura constante, segundo condições de carregamento, ou seja, com tensão aplicada. Basicamente, isto é função do comportamento do material orgânico que constitui a base do ERE e do material constituinte do adesivo. De uma forma geral este fenômeno pode ser minimizado pelo chamado pós-carregamento quando da instalação do ERE, fazendo-o atuar acima de sua máxima temperatura de operação. Normalmente, estas variações são menores do que as variações sofridas pelo material que está sendo testado. No caso de utilizar células de carga de alta acurácia, podem ser efetuados ajustes no projeto do ERE tipo folha para compensar tais variações.

A **figura 1** mostra como exemplo um dispositivo empregando ERE, projetado para medir a deformação em dentes quando submetidos a carregamentos.

Estabilidade

A estabilidade pode ser definida como a amplitude tanto do deslizamento quanto do escorregamento, considerando-se longos períodos de tempo como meses ou anos de operação. Isto se torna particularmente importante quando é necessário registrar deformações durante longos períodos, sem oportunidade de descarregar o dispositivo ou estrutura que está sendo testada para conferir as referências de zero.

Estas são as mais difíceis aplicações dos ERE. Mesmo assim, com o devido cuidado e atenção, é possível obter excelente estabilidade em longo prazo utilizando modernos extensômetros, adesivos e elementos de proteção da grade. Na prática se tem observado experimentos com estabilidade da ordem de trinta partes por milhão, o que equivale a deformações na ordem de 0,003%, durante 900 dias usando a liga *karma* com base epóxi-fenólico reforçada com fibra de vidro e adesivo epóxi com cura adequada.

A **figura 2** ilustra a posição de colagem do ERE no medidor de deformação, onde se usou simplesmente cianoacrilato porque não havia preocupação com a estabilidade em longo prazo.

Resolução

A resolução é a habilidade que o extensômetro possui para detectar pequenas variações de deformação. Tal habilidade, teoricamente, seria infinita. Ocorre que limitações da instrumentação e outras condições de desempenho, geralmente, determinam uma resolução prática da ordem de um décimo de microdeformação, o que corresponde a 0,1µm/m.

A **figura 3** exibe um ERE, do tipo espinha de peixe, colado num semi-eixo automotivo com o objetivo de medir torque. Tal arranjo apresenta excelente resolução/sensibilidade devido à usinagem localizada, efetuada em 20% do diâmetro do eixo.

Dissipação de calor

Pela própria natureza física do ERE, é necessário fazer passar uma corrente elétrica através de sua resistência para ser possível prover uma saída em tensão que seja proporcional ao nível de excitação da grade que o constitui. Para obter elevadas sensibilidade e resolução é requerido um alto nível prático de excitação e isto pode produzir um efeito indesejável de auto-aquecimento. Na prática tal fenômeno ocorre e depende do tamanho da grade, da resistência do extensômetro e da capacidade de dissipação do calor do dispositivo em teste.

Em condições de uso normais, essencialmente todo o calor desenvolvido na grade flui, por condução, através do suporte do ERE, do adesivo e da proteção. Como é de se esperar, espécimes metálicos são excelentes dissipadores de calor, evidentemente, dependendo de suas dimensões, formato e condutividade térmica.

No caso em que os EREs são colados sobre materiais isolantes, o calor desenvolvido na grade tem dificuldade de fluir para a base e, então, irá dissipar-se no seu entorno por convecção.

Erros devido ao auto-aquecimento se apresentam de várias maneiras, mas a principal é através de uma instabilidade da leitura de saída. Bolhas no adesivo devido à colagem inadequada, ou imperfeições na grade, resultam em aquecimentos localizados gerando instabilidades e reduzindo o desempenho.



1 Medidor de deslocamento utilizando ERE



2 Posição de colagem do ERE



3 Mostra a colagem de um ERE para a medição de torque

Basicamente a habilidade de um ERE dissipar calor para uma dada condição do meio é função da área da grade que o constitui. Uma maneira habitual é verificar os níveis de densidades de potência entre vários espécimes, testando suas condições e comparando-as em relação à correspondente tensão de excitação para um dado tamanho de extensômetro e resistência elétrica correspondente.

Como exemplo é possível citar que uma densidade superficial de potência de 0,01 W/mm pode produzir um aumento de temperatura da ordem de 1,5 °C para um extensômetro tipo folha, mesmo montado num bom dissipador de calor.

A depender da acurácia pretendida na medição e da característica específica, seja estática ou dinâmica, diferentes valores de densidade superficial de potência serão requeridos.

Em geral, quando são envolvidos sinais permanentemente dinâmicos, pequenas instabilidades e deslizamentos (*creep*) são relativamente menos importantes, assim que maiores níveis de potência superficial podem ser empregados. Isto pode ser especialmente importante quando se pretende maximizar a razão sinal/ruído em medições dinâmicas, onde outras influências estranhas podem produzir significativos níveis de ruído indesejáveis.

Atualmente, a instrumentação utilizando ERE deve prover um baixo nível de voltagem de excitação de forma a obter o melhor compromisso entre auto-aquecimento e nível de sinal.

A **figura 4** apresenta um ERE tipo folha, colado numa célula de carga do tipo anel apoiado lateralmente. O anel é de aço, possuindo massa elevada e funcionando como um excelente dissipador de calor.

Reforço

É desprezível o efeito do reforço dos EREs na maioria dos espécimes metálicos. A relação do módulo de elasticidade do componente da base em relação à maioria dos metais é de cerca de um décimo e, além disso, a espessura da base é mínima.

Nos espécimes que possuem baixo módulo de elasticidade e/ou são muito finos, a força de operação requerida pode alterar, significativamente, a distribuição da deformação ao redor dele. Este efeito do reforço pode, portanto, ser um problema para espécimes plásticos, ou em situações onde as forças de solicitação do ERE são muito pequenas. Tais efeitos podem ser reduzidos quando da calibração do dispositivo projetado.

Parâmetros de seleção de extensômetros

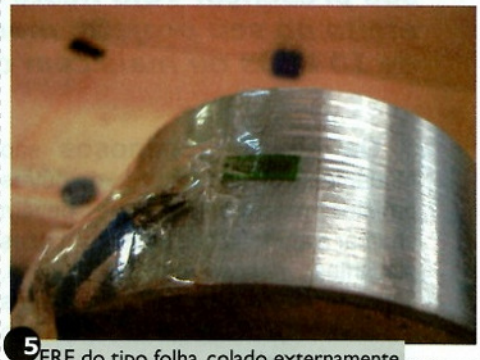
O processo de seleção de um ERE para uma medição particular consiste em verificar a combinação dos parâmetros que são compatíveis com os dispositivos, condições de operação, aliada a situação de instalação. Isto levando em conta sempre os requerimentos de: acurácia, estabilidade, elongação máxima, duração do teste, número de ciclos, simplicidade e facilidade de instalação. A **tabela 1** fornece as relações entre dimensões da grade, resistência de grade e comprimento dos terminais.

A **figura 5** mostra um ERE colado externamente na célula, o que facilita bastante a instalação, mas, por outro lado, é grande o risco de danificação durante o manuseio.

* João Carlos Pinheiro Beck e Isaac Newton Lima da Silva são professores dos cursos de Engenharia Mecânica e Mecatrônica da PUC/RS.



4 ERE do tipo folha, colado internamente numa célula de carga



5 ERE do tipo folha, colado externamente numa célula tipo anel

Referências bibliográficas

1.WINDOW, A. L.; HOLISTER, G. S. **Strain Gauge Technology**. New York: Elsevier Science Publishers.

2.MEASUREMENTS GROUP, INC. **Strain Gage Based Transducers: their Design and Construction**. North Carolina, USA: Measurements Group, Inc.

3.HOFFMAN, Karl. **An Introduction to Measurements using Strain Gages**. Alsbach: Druckerei Drach.

Desejável para ótimo desempenho do ERE			
Critério de desempenho	*Dimensão da grade*	*Resistência da grade*	*Comprimento dos terminais*
Máxima sensibilidade	Grande	Alta	Longo
Baixa sensibilidade transversal	Pequena	Alta	Longo
Uniformidade de deformação aparente	Média	Média	Médio
Grande deformação	Média	Baixa	Pequeno
Grande resistência à fadiga	Grande	Baixa	Pequeno
Pequeno escorregamento (creep)	Média	Média	Médio
Limite máximo de temperatura	Grande	Alta	longo
Baixo auto-aquecimento	Grande	Alta	Médio
Facilidade de instalação	Média	Baixa	-------
Baixo ruído	--------	Alta	-------
Baixo custo	Média	Baixa	-------

T1 Desempenho dos EREs em função das dimensões da grade, resistência de grade e comprimento dos terminais

Seqüencial Mecatrônica

Um efeito de luz muito importante para robôs, automatismos e outros dispositivos mecatrônicos é o conjunto de LED seqüenciais. Um conjunto de LEDs dispostos em linha, círculo ou outro formato corre em uma velocidade determinada pela aplicação, indicando alguma função importante ou simplesmente chamando a atenção para a sua presença. Veja neste artigo como implementar esse efeito no seu projeto, montando um sistema seqüencial de 10 LEDs ou mais com controle e modulação externa.

Newton Braga

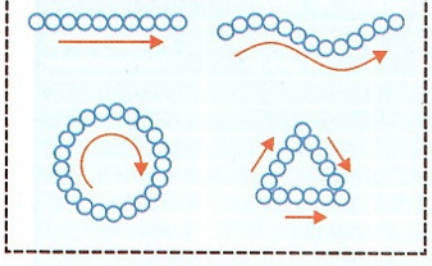


Os efeitos luminosos são fundamentais nos robôs e outros projetos mecatrônicos que devem chamar a atenção das pessoas. Luzes piscantes, *flashes* estroboscópicos, lâmpadas fluorescentes alimentadas por inversores e até raios laser são alguns exemplos.

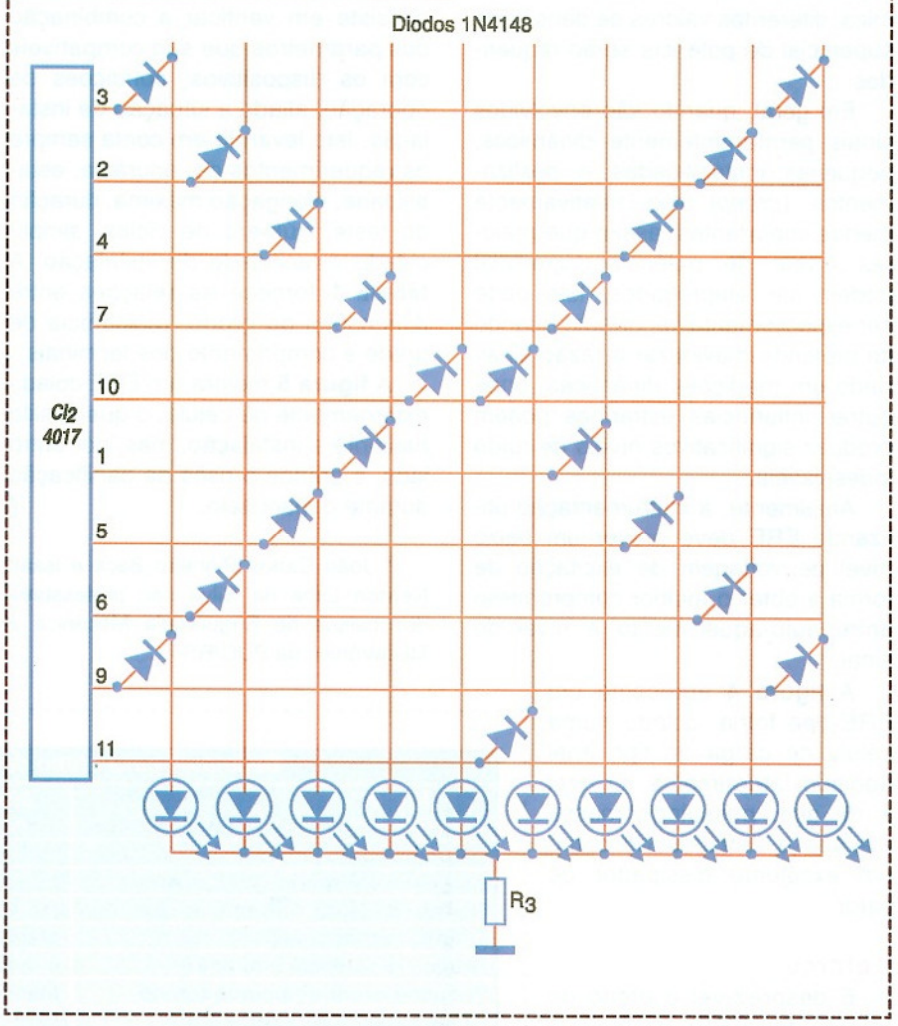
No entanto, um efeito tradicional que vemos na maioria dos robôs e projetos desse tipo, muito usado em robôs de filmes de ficção científica, é o sistema seqüencial de LEDs. Nele, um conjunto (ou mais) de LEDs acende de modo que as luzes correm de um lado para outro, às vezes até acompanhando a fala do robô ou a execução de alguma tarefa importante.

Conforme mostra a **figura 1**, os LEDs podem ser dispostos em linha, círculo ou formando as mais diversas figuras.

1 Exemplo de figuras



2 Esquema eletrônico para efeito "abre e fecha"



O projeto que descrevemos neste artigo, e que pode ser usado com as mais diversas aplicações, alimenta um conjunto de 10 ou 20 LEDs e pode ser programado para ter diversos efeitos e até mesmo ser acionado por sensores.

Com uma matriz de diodos podemos fazer com que os LEDs tenham um efeito de corrimento (vaivém) ou até mesmo abre-e-fecha, conforme ilustra a **figura 2**.

O circuito, que se baseia em tecnologia CMOS de baixo custo, pode ser alimentado com tensões de 5 a 12 V.

Como Funciona

Na **figura 3** temos um diagrama de blocos que representa as funções empregadas no nosso circuito.

O primeiro bloco consiste num oscilador cuja freqüência determina a velocidade de corrimento dos LEDs. Essa velocidade depende de C_1 e pode ser ajustada no *trimpot* P_1 que é o único ajuste do circuito.

Este oscilador pode ser habilitado ou desabilitado por um sensor externo, o que é interessante nas aplicações robóticas, pois podemos usar o circuito para indicar funções.

O sinal deste oscilador é aplicado a um contador Johnson com base em um circuito integrado 4017. Este CI é do tipo "uma saída de dez", ou seja, a cada pulso aplicado na sua entrada, uma saída vai ao nível alto, ao mesmo tempo que a saída anterior (que estava no nível alto) passa para o baixo, veja a **figura 4**.

Se ligarmos LEDs nessas saídas, a cada pulso aplicado pelo oscilador, um LED acende e o anterior apaga. Quando o último LED apaga, o circuito *resseta* e com isso o primeiro LED acende, recomeçando o corrimento.

Como cada saída do 4017 pode alimentar com relativa facilidade até dois LEDs e existem 10 saídas, o circuito pode acionar seqüências com 10 ou 20 LEDs.

Também há a possibilidade de acionarmos menos LEDs, conforme exibe a **figura 5**.

Para isso, basta ligar a saída posterior ao último LED da seqüência escolhida ao RESET do 4017. Por exemplo, se formos acionar uma seqüência de 5 LEDs, como ilustrado na figura, ligaremos a sexta saída ao RESET.

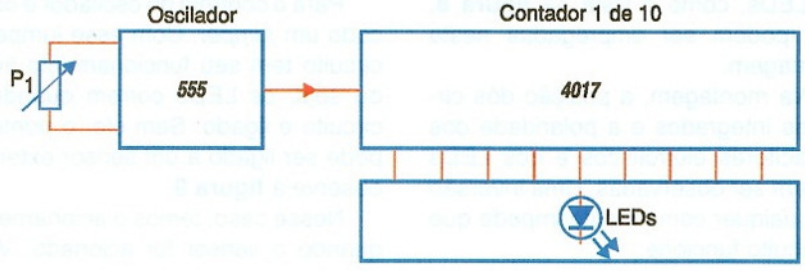
Em série com os LEDs é necessário ligar um resistor para limitar a corrente, pois sem ele, o circuito integrado e os próprios LEDs podem ser sobrecarregados.

Montagem

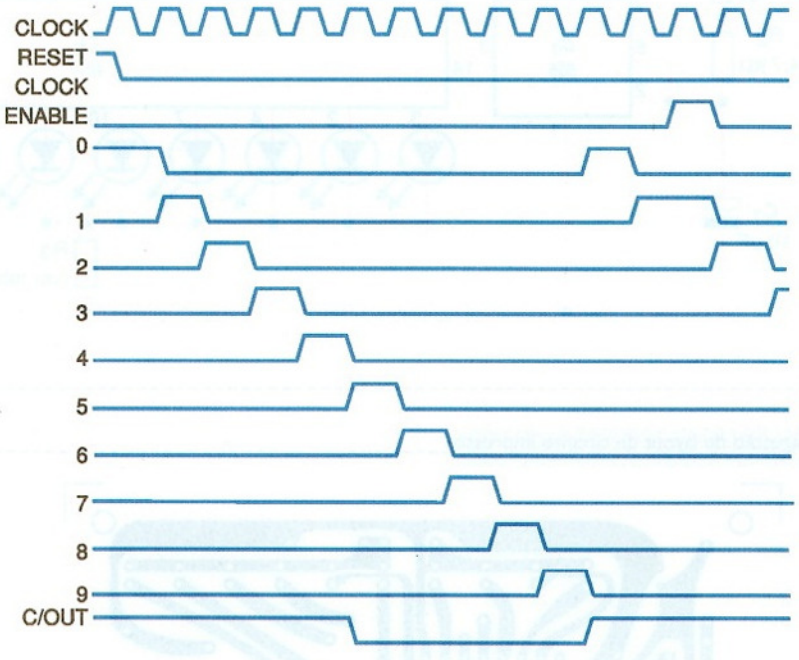
Na **figura 6** temos o diagrama completo da versão com 10 LEDs.

Sua montagem pode ser feita numa placa de circuito impresso com a disposição de componentes mostrada na **figura 7**.

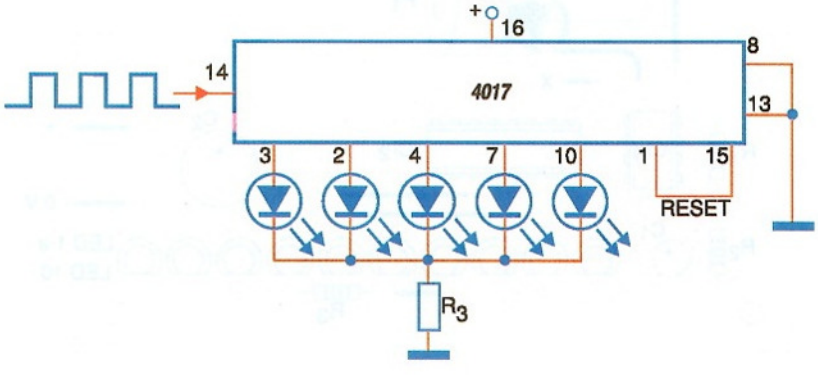
3 Diagrama de blocos



4 Sinais do 4017



5 Acionamento de 5 LEDs



Os LEDs são comuns de formatos iguais, mas podem ser de cores diferentes. Existem até pequenas barras de LEDs, como a vista na **figura 8,** que podem ser empregadas nesta montagem.

Na montagem, a posição dos circuitos integrados e a polaridade dos capacitores eletrolíticos e dos LEDs devem ser observadas. Uma inversão de qualquer componente impede que o circuito funcione.

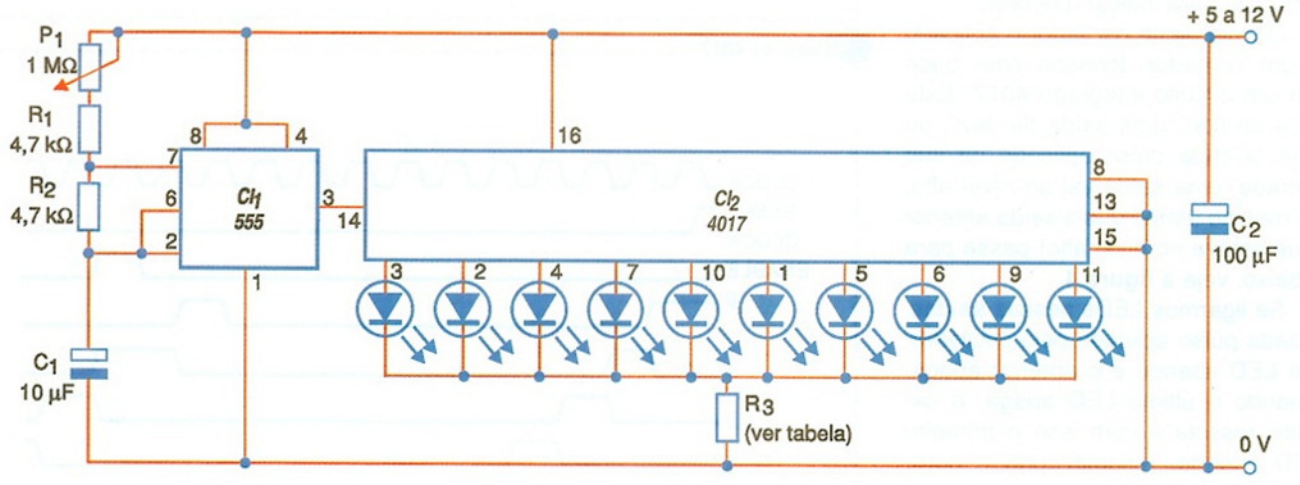
Uma opção interessante para um projeto robótico consiste em montar os LEDs em placa separada.

Para o controle do oscilador é colocado um *jumper*. Com esse jumper o circuito tem seu funcionamento livre, ou seja, os LEDs correm quando o circuito é ligado. Sem ele, o ponto X pode ser ligado a um sensor externo, observe a **figura 9**.

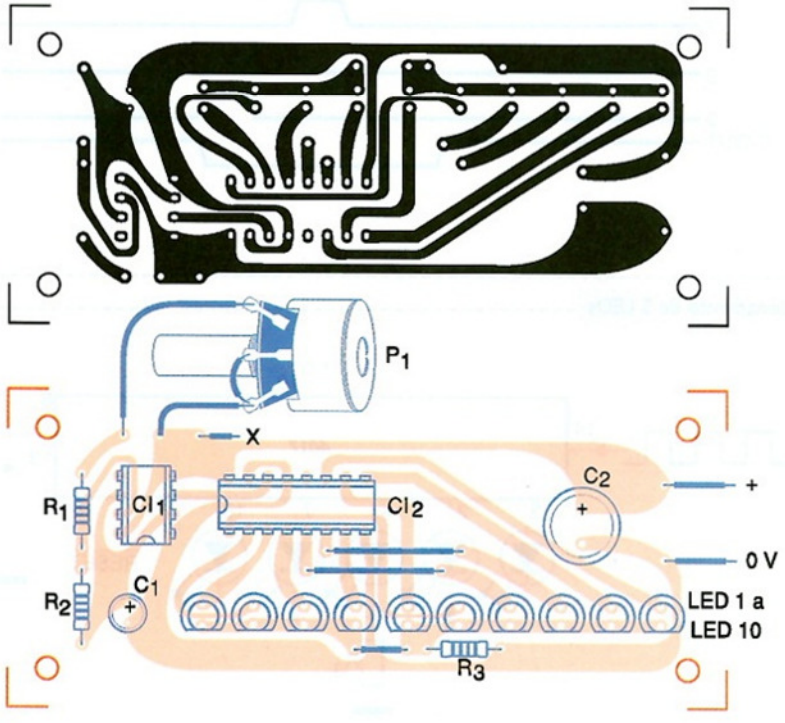
Nesse caso, temos o acionamento quando o sensor for acionado. Veja que a entrada X pode ser controlada pelo nível lógico de circuitos CMOS ou até mesmo por uma saída da porta paralela de um PC se a alimentação do circuito for feita com 5 V.

Uma outra possibilidade interessante para este projeto consiste em se fazer a modulação do corrimento dos LEDs. Isso é conseguido aplicando-se um sinal de áudio devidamente retificado e filtrado ao terminal 5 do circuito integrado 555, conforme ilustra a **figura 10**.

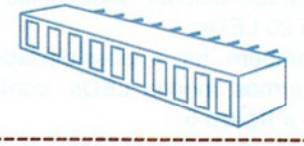
6 Esquema eletrônico para seqüêncial com 10 LEDs



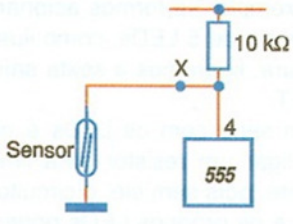
7 Sugestão de layout de circuito impresso



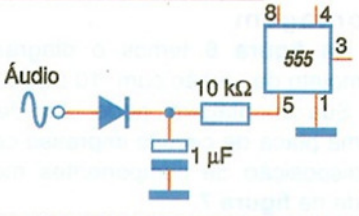
8 Barra de LEDs



9 Ligando um sensor



10 Aplicando um sinal de áudio



Os LEDs vão correr em uma velocidade que depende do som aplicado. Para um robô com voz sintetizada, teremos ume feito muito interessante dos LEDs de uma "boca" ou "olhos" correndo conforme a fala.

Para uma programação de efeito deve ser usada uma matriz de diodos, conforme mostrada na **figura 2**.

A disposição dos diodos vai determinar a seqüência de acendimento e quais LEDs serão ativados quando cada saída for ao nível alto. Podemos dizer que a matriz funciona como uma memória programável de efeito.

O resistor R_3 depende da tensão de alimentação, conforme mostra a tabela.

T1 Relação entre alimentação e R_3

Alimentação	R_3
5 V	100 ohms
6 V	120 ohms
7 V	470 ohms
12 V	1 k ohms

Prova e Uso

Para provar seu circuito basta alimentá-lo com bateria ou fonte de 5 a 12 V. Se o jumper estiver presente no projeto, os LEDs devem correr imediatamente. AJuste a velocidade no trimpot.

Se desejar uma velocidade muito baixa, aumente o valor do capacitor de temporização ligado aos pinos 2 e 7 do 555.

Comprovado o funcionamento é só fazer a instalação definitiva do seu sistema seqüencial.

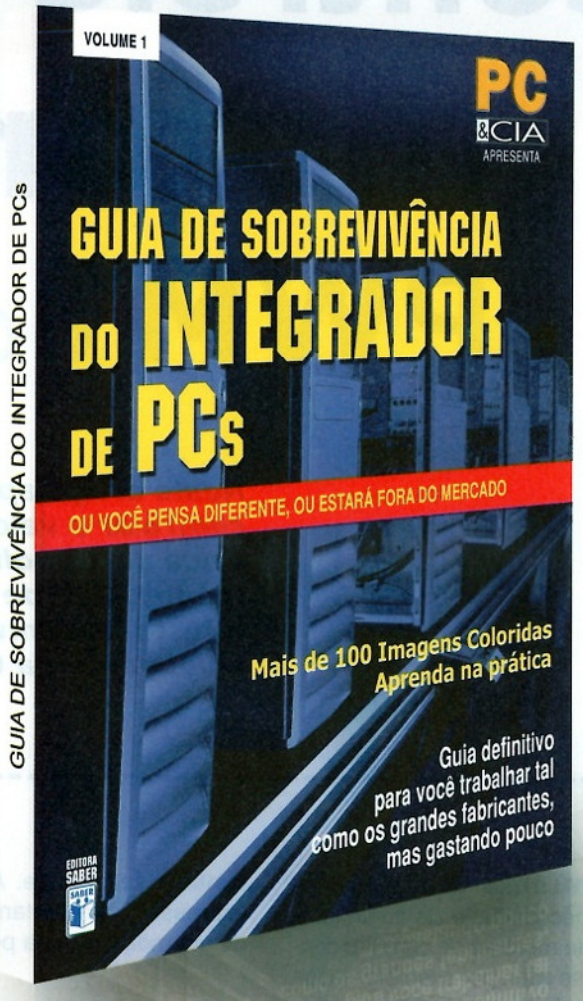
Lista de materiais

CI_1 – 555 – circuito integrado, timer
CI_2 – 4017 – circuito integrado CMOS
LED_1 a **LED_{10}** – LEDs comuns – ver texto
Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1, **R_2** – 4,7 kΩ – amarelo, violeta, vermelho
R_3 – ver tabela
P_1 – 1 MΩ – trimpot

Capacitores:
C_1 – 10 µF x 16 V – eletrolítico
C_2 – 100 µF x 16 V – eletrolítico

Diversos:
Placa de circuito impresso, soquetes para os CIs (opcional), fios, solda, etc.

NESTE MÊS NAS BANCAS



Aprenda sobre:
- Construção de um laboratório técnico
- Mitos e verdades sobre o aterramento elétrico, como fazer e medir corretamente
- Equipamentos ideais para proteção elétrica
- Montagem passo a passo de uma bancada de baixo custo protegida contra ESD
- PCs confiáveis, o que você precisa saber para ter uma montagem à prova de falhas
- Execução de testes de estresse e burn-in
- Restauração automatizada do sistema: entregue mais valor para seus clientes
- Medição de temperatura
- Check-List para montagem e testes de micro

Veja mais detalhes em
www.editorasaber.com.br/livros

Controle de um motor DC pelo PWM do PIC

Neste artigo apresentamos um projeto simples para controlar a velocidade de um motor de corrente contínua de 12 volts, utilizando o recurso de PWM do módulo CCP de um microcontrolador PIC16F870. Para o teste do firmware, foi utilizada uma placa de desenvolvimento da QSP Tecnologia.

Daniel Q. Marquez *

São muitas as aplicações onde há a necessidade de controlar a velocidade de motores de corrente contínua. Pode-se citar, por exemplo, casos de uso em robótica, automação, equipamentos da área médica e odontológica, automotiva e muitos outros.

Diferentemente dos motores de passo e dos motores de corrente alternada, o controle da velocidade de um motor DC é relativamente simples. A técnica consiste em variar a tensão média aplicada ao motor, mais especificamente na armadura do motor.

Um motor DC é dividido em 6 partes principais:

1. Estator;
2. Rotor;
3. Armadura;
4. Coletor;
5. Escovas;
6. Terminais.

O torque de um motor varia proporcionalmente com a corrente que está submetida a sua armadura. Assim, aumentando sua corrente, aumentará também seu torque. A equação que expressa o comportamento do torque de um motor é dada por:

$$T = k \cdot ia \qquad (1)$$

Onde:

T – Torque do motor

k – É a constante de torque de um motor, dada pelo fabricante

i_a – É a corrente na armadura do motor

Podemos dizer que a velocidade do motor será maior se o coeficiente de atrito for menor.

Considerando-se um motor com velocidade constante, a equação que relaciona a velocidade com o torque é dada por:

$$w = \frac{T}{f} \qquad (2)$$

Onde:

w – É a velocidade do motor (velocidade angular – rad/s, rpm, etc)

f – Coeficiente de atrito

Se substituirmos o torque do motor na **equação 2** pela **equação 1** e considerarmos que a corrente da armadura do motor é a sua tensão dividida pela resistência, teremos que a velocidade será:

$$w = \frac{k \cdot V_a}{f \cdot R_a} \qquad (3)$$

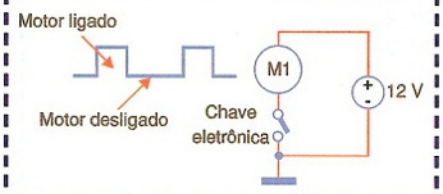
Pode-se perceber que a **equação 3** diz que aumentando-se a tensão aplicada ao motor, aumentará também a sua velocidade.

Técnica do PWM para controlar o motor

A sigla PWM (*Pulse Width Modulation*) significa em português: modu-

lação por largura de pulso. Nesta técnica, uma carga (motor, por exemplo) é chaveada por um dispositivo eletrônico fazendo com que ela esteja ora ligada ora desligada. O tempo em que a carga está ligada é controlado pelo sistema chaveador. Como conseqüência, tem-se uma tensão média aplicada ao motor. Veja na **figura 1** um exemplo desta técnica.

1 Exemplo de aplicação de técnica PWM



Pode-se dizer que no PWM a freqüência é constante, mas a largura do pulso no instante que o motor está ligado é variável.

Para calcular a tensão média no motor usa-se a equação:

$$V_{med} = V_{max} \cdot \frac{D}{T} \qquad (4)$$

Onde:
V_{med} - Tensão média no motor
V_{max} - Tensão máxima aplicada ao motor – pode ser a tensão da fonte
D – Tempo em que o motor está ligado
T – Período do sinal aplicado ao motor
D/T – Ciclo ativo

Exemplo

Se um determinado motor estiver sendo alimentado por uma bateria de 12 volts e com um ciclo ativo de 30%, a tensão média será:

$$V_{med} = 12 \cdot 0{,}3 = 3{,}6 \ Volts \qquad (5)$$

O dispositivo chaveador poderá ser um transistor bipolar (BJT) ou mais adequadamente um MOSFET. A vantagem de utilizar este último está na redução da dissipação do transistor. Como o MOSFET possui uma resistência entre dreno e fonte (r_{dson}) muito baixa, a potência dissipada também é muito baixa, uma vez que a potência dele é dada por:

$$P_{diss} = i_d^{\,2} \cdot r_{dson}$$

ou seja, a corrente de dreno ao quadrado multiplicada pela resistência de dreno-fonte. No caso de um transistor bipolar, a dissipação é maior porque está diretamente relacionada com a tensão coletor-emissor que, comparada com a tensão dreno-fonte de um MOSFET é alta.

Recursos do PIC para o controle de velocidade do motor

O microcontrolador PIC16F870 possui um módulo chamado CCP que significa *Capture Compare PWM*, ou seja, módulo de captura, comparação e PWM. Neste artigo abordamos apenas o módulo PWM, pois este é utilizado nos controles de cargas DC.

Neste módulo existe um registrador CCPR1 que compreende dois registradores de 8 bits: o CCPR1L e o CCPR1H. O registrador CCPR1L em conjunto com o CCP1CON<CCP1X: CCP1Y> formam 10 bits de controle do PWM. Isto significa teoricamente que o ciclo ativo poderá ser ajustado de 0 a 100% em 1024 passos. O módulo PWM trabalha em conjunto com o *timer 2* através do registrador PR2. Observe na **figura 2** que sempre que o registrador TRM2 = PR2, o timer é zerado e inicia-se um novo período T.

A fórmula para calcular o período T é dada abaixo e retirada do *data sheet* do PIC.

$$T = (PR2 + 1) \cdot 4 \cdot T_{osc} \cdot (PscTrm2)$$

Onde:
T – É o período do sinal
PR2 – É o registrador do timer 2
T_{osc} - É o período do *clock* do ressonador ou cristal do PIC
PscTrm2 – É o *prescale* do timer 2

A fórmula do tempo do ciclo ativo D é dada em seguida:

$$D = (CCP1L : CCP1CON < CCP1X : CCP1Y >) \cdot T_{osc} \cdot PscTrm2$$

Se dividirmos D por T para chegar efetivamente ao ciclo ativo, obtém-se a fórmula abaixo.

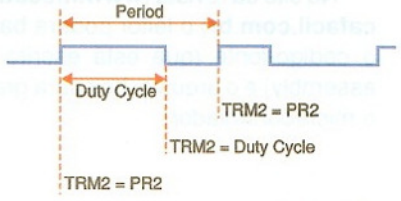
$$\frac{D}{T} = \frac{(CCP1L : CCP1CON < CCP1X : CCP1Y >)}{(PR2 + 1) \cdot 4}$$

Exemplo:

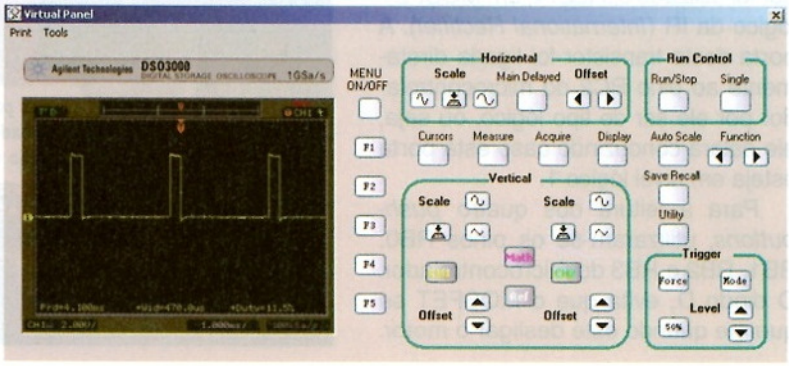
Neste projeto, foi atribuído o valor 255 para PR2, o valor do cristal é de 4 MHz (250 ns) e do *prescale* é de 16. Colocando os valores na equação do período, temos:

$$T = (255 + 1) \cdot 4 \cdot 250ns \cdot 16 = 4{,}096ms$$

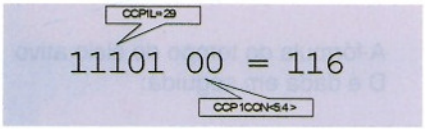
2 Sempre que o registrador TRM2 = PR2, o timer é zerado e inicia-se um novo período T



3 Tela de captura do osciloscópio



Para o teste do tempo D vamos atribuir o valor 29 ao registrador CCP1L, fazendo os bits 4 e 5 de CCP1CON iguais a zero e, assim, alcançando 116.



Com o novo valor de 116 na equação do tempo D, obtém-se:

$$D = 116 \cdot 250ns \cdot 16 = 464\mu s$$

A **figura 3** apresenta uma tela de captura do osciloscópio mostrando a forma de onda e suas medidas no rodapé da imagem. Reparem como os valores calculados se aproximam dos medidos.

Para o *timer 2* a configuração deverá ser timer 2 ligado, *prescale* de 1:16 e *postscale* de 1:1. Deve-se habilitar também o módulo CCP para PWM no registrador CCP1CON, atribuindo-se 0x0F a ele.

O firmware

O programa gravado no microcontrolador lê quatro *push-buttons*. Um é usado para parar o motor, os outros são para ligar o motor na máxima velocidade, incrementar e decrementar o ciclo ativo.

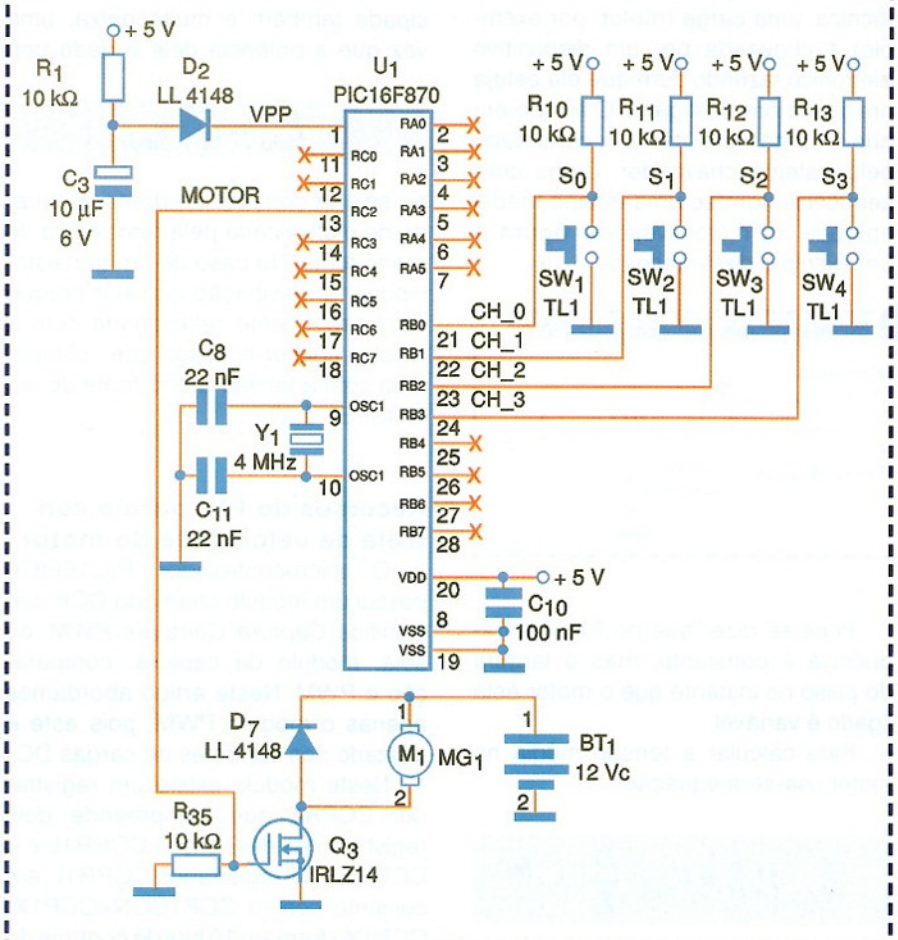
No *site* da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**) o leitor poderá baixar o código-fonte (que está escrito em assembly) e o arquivo .hex para gravar o microcontrolador.

Circuito

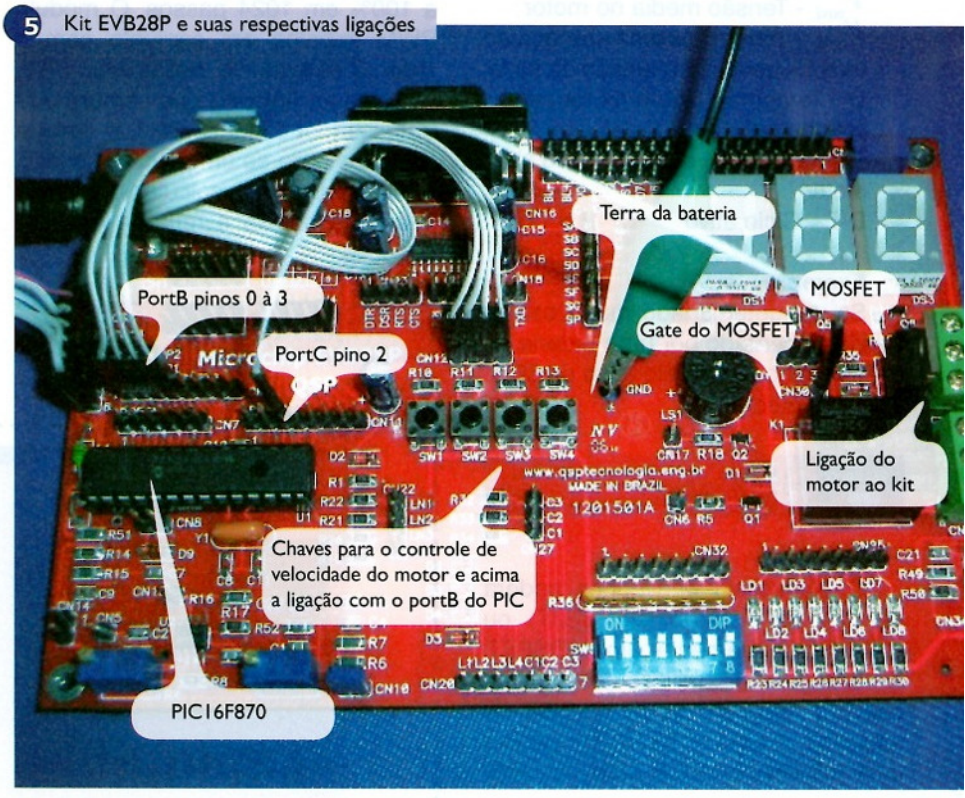
O esquema do circuito pode ser visto na **figura 4**. Para o dispositivo chaveador foi utilizado o IRLZ14, um MOSFET lógico da IR (*International Rectifier*). A porta deste transistor foi ligada diretamente ao pino RC2 do microcontrolador por ele ser do tipo lógico, ou seja, ele estará conduzindo caso esta porta esteja em nível lógico 1.

Para a leitura dos quatro *push-buttons*, utilizaram-se os pinos RB0, RB1, RB2 e RB3 do microcontrolador. O diodo D_7 evita que o MOSFET se queime quando este desligar o motor.

4 Esquema elétrico



5 Kit EVB28P e suas respectivas ligações



Montagem

Na **figura 5** temos o *kit* de desenvolvimento EVB28P utilizado para testar esta aplicação. Nele é possível testar *displays* de 7 segmentos, displays LCDs alfanuméricos e gráficos, circuitos de *buzzer*, circuitos com MOSFETs, teclados matriciais, LEDs, chaves do tipo *dip-switch*, receptores infravermelhos, amplificadores operacionais em conjunto com conversores AD, portas seriais do tipo RS-232 e relés. Em nosso caso apenas usaremos o módulo com o MOSFET e 4 chaves do tipo *push-buttons*.

Para alimentar o motor de corrente contínua, utilizou-se uma bateria de moto. O terra desta bateria deve estar ligado ao terra do kit. A plataforma de desenvolvimento empregada é baseada em um sistema modular, onde cada circuito periférico está "layoutado" porém não conectado aos *ports* do microcontrolador. A conexão é feita via *jumpers* como revela a **figura 5**. Esta figura ilustra também as ligações que devem ser feitas no *kit* para testar esta aplicação.

Conclusão

Este artigo apresentou uma breve teoria sobre motores e suas aplicações. Foram vistas técnicas de PWM aplicadas em motores de corrente contínua e os recursos do microcontrolador PIC. Tal assunto é importante devido a grande necessidade de recursos técnicos para o controle de motores DC.

*Daniel Quispe Marquez é engenheiro elétrico, trabalha na QSP Tecnologia no setor de desenvolvimento e é professor do Senai Anchieta nas disciplinas de Microcontroladores, Programação, Projetos e Robótica.

Mais informações

Kits de desenvolvimento e projeto:
www.qsptecnologia.eng.br

Microcontroladores PIC:
www.microchip.com

www.mecatronicafacil.com.br

Acesse no site da revista o programa do microcontrolador

Complete sua coleção

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



Experimentos com pequenos motores

Os pequenos motores de corrente contínua que podem ser alimentados por uma a quatro pilhas, oferecem uma ampla gama de possibilidades para aplicações em temas transversais do ensino fundamental e médio. Diversos experimentos podem ser realizados, permitindo ao aluno entender como funcionam esses motores, circuitos elétricos e também circuitos eletrônicos. Neste artigo focalizamos alguns experimentos interessantes que certamente podem ser aproveitados por professores e alunos.

Newton C. Braga



Motores de corrente contínua como os usados em brinquedos, que funcionam bem com tensões de 1,5 V a 6,0 V (1 a 4 pilhas de qualquer tipo ou tamanho), podem ser obtidos com facilidade a um custo muito baixo.

Por outro lado, o movimento desses motores é um atrativo muito grande para os estudantes, principalmente os de menor idade, que vibram quando, eles mesmos, conseguem fazê-los funcionar.

Assim, os experimentos que utilizem esses motores são sempre interessantes, como já tivemos oportunidade de demonstrar em projetos publicados nesta mesma Revista como o VM-1 (Veículo Mecatrônico), Aerobarco e Robô de Combate.

Os experimentos que descrevemos a seguir são mais simples, podendo ser propostos em conjunto, em aulas separadas, ou ainda como trabalho escolar, dependendo do tempo que o professor disponha.

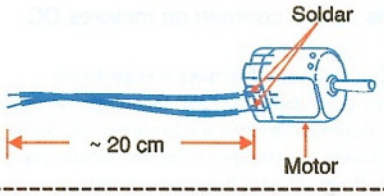
Os motores recomendados

Recomendamos para os experimentos motores do tipo indicado na **figura 1**, que devem ser previamente preparados pelo professor ou pelo responsável pelo laboratório, soldando-se em seus terminais fios de pelo menos 20 cm de comprimento para facilitar sua ligação, caso eles não os possuam.

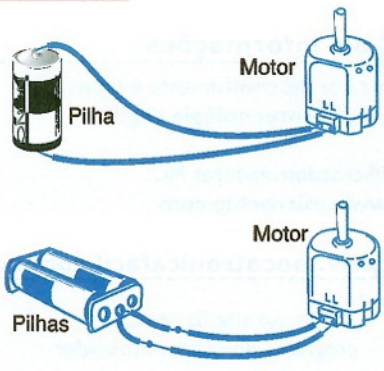
Esses motores giram rapidamente, mas possuem pouco torque, de modo que eles podem ser "travados" simplesmente segurando-se no seu eixo. Não devemos forçar esses motores, pois quando estão sob carga, o consumo de energia é maior, situação em que as pilhas esgotam-se rapidamente.

O próprio motor poderá aquecer-se e queimar quando alimentado por pilhas médias ou grandes, se for travado, ou seja, a corrente torna-se intensa e o motor não gira.

1 Preparando o motor



2 Alimentação



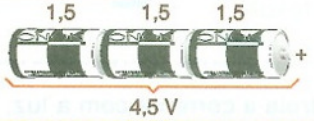
1. Alimentando o motor

Para alimentar o motor basta ligá-lo a uma pilha ou a um conjunto de pilhas, conforme mostra a **figura 2**.

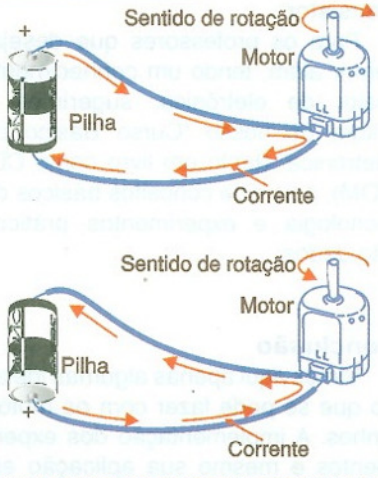
Veja que se for usado um conjunto de pilhas deve-se colocá-las num suporte apropriado. O professor deve mostrar o modo como as pilhas são ligadas para que sua tensão se some. Ou seja, deve dar o conceito de sentido à corrente e mostrar como as pilhas são ligadas em série, conforme ilustra a **figura 3**.

Pode ainda sugerir que o aluno alimente o motor com uma e depois com duas pilhas, explicando as diferenças do desempenho obtido.

3 Ligação em série



4 Invertendo a rotação



2. Invertendo sua rotação

Baseados no funcionamento do motor que depende do sentido de circulação da corrente, podemos mostrar que a rotação se inverte quando invertemos a pilha, conforme exibe a **figura 4**.

Uma hélice ou um disco de papelão podem ser presos ao eixo do motor para melhor se observar o que ocorre. Uma possibilidade interessante para os alunos que já saibam soldar (ensino médio) consiste em se analisar o funcionamento de uma chave reversível (H ou 2 pólos x 2 posições), que deve ser ligada de modo a se inverter o sentido da corrente, veja a **figura 5**.

A mesma chave pode ser utilizada para mostrar como uma mudança série/paralelo da ligação de duas pilhas ou de dois motores pode ser implementada. O modo de fazer isso é mostrado na **figura 6**.

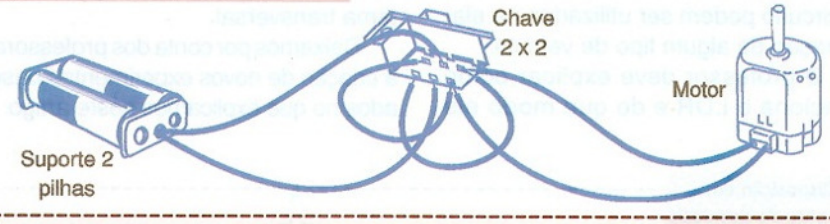
Esse tipo de ligação é importante nas aplicações que envolvem mecatrônica e um estudo mais detalhado pode ser feito com o próprio aluno fazendo um relatório em que explica o que acontece com os sentidos de circulação das correntes.

3. Montando um ventilador e um misturador de sucos

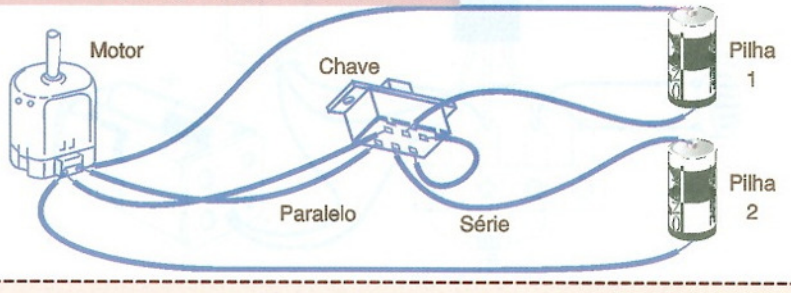
Um pequeno ventilador pode ser montado, prendendo-se uma hélice de plástico ou de madeira no eixo do motor. Conforme mostra a **figura 7**, o motor deve ser montado num suporte apropriado.

Uma alternativa consiste em se colocar um prolongamento para o efeito, que pode ser feito com um

5 Invertendo a rotação com chave 2x2



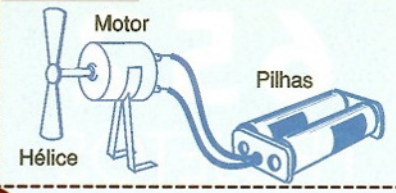
6 Usando a chave para ligar as pilhas em série/paralelo



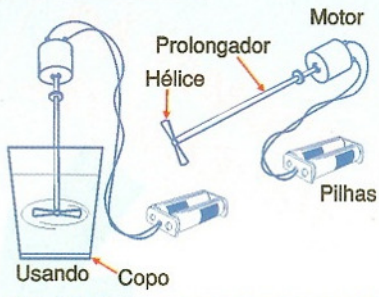
652
PROJETOS
PROMOÇÃO IMPERDÍVEL


6 EDIÇÕES
POR APENAS
R$ 90,00
www.sabermarketing.com.br
(11) 6195-5330

7 Ventilador



8 Misturador de sucos



tubo de esferográfica e na ponta uma hélice pequena, também de plástico. Com isso teremos um misturador de sucos, conforme ilustra a **figura 8**.

O sentido de rotação do motor é importante no ventilador. Se estiver virando "ao contrário", basta inverter as ligações do motor.

Cuidado com a hélice!

Ao conectar uma hélice em um motor, tome o cuidado de utilizar uma cola bem forte e certificar-se que ela está bem presa sempre que ligar o motor. Tenha bastante cuidado para que a hélice não escape pois pode causar ferimentos.

Importante

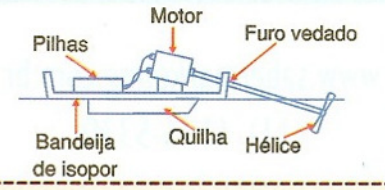
Lembre-se de que esta atividade tem caráter meramente experimental. Ainda assim, fique atento às condições de higiene das peças que entrarão em contato com o líquido.

4. Um barco simples

O mesmo sistema usado no misturador de líquidos pode ser utilizado para se fazer um barco a motor, observe a **figura 9**.

Uma bandeja de isopor ou plástico (do tipo encontrado como embalagem em muitos produtos de supermercados) pode ser usada como carcaça para o barco, pois flutua bem e suporta o peso do motor com as pilhas.

9 Barco a motor



Um ponto importante consiste em se localizar bem o peso das pilhas e do motor de modo que o barco não tombe. Também é importante dotá-lo de uma quilha para que, ao ser solto na água ele não fique dando voltas, mas se desloque em linha reta.

Uma boa opção para uma escola seria fazer uma corrida entre os barcos de uma mesma turma. Será interessante padronizar o tamanho dos barcos, para que os "mais leves" não levem vantagem na competição.

5. Controlando o motor pela luz

Finalmente temos um projeto mais elaborado que é um circuito, como o usado no projeto do VM-1, o qual é um controle do motor através da luz.

Um foto-sensor (LDR) é usado para controlar a corrente através do motor com um transistor. Utilizamos o transistor, pois o LDR sozinho não é capaz de controlar a corrente intensa do motor. O transistor funciona como um amplificador. Na **figura 10** indicamos como o sensor é colocado de modo a receber luz e, com isso, se obter o acionamento do motor.

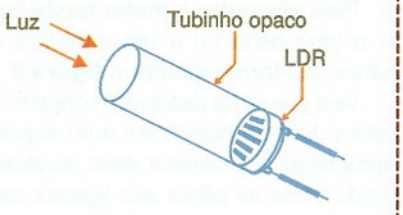
O circuito completo do controle com o transistor e o LDR, é mostrado na **figura 11**.

Sua montagem pode ser feita numa pequena ponte de terminais, conforme exibe a **figura 12**.

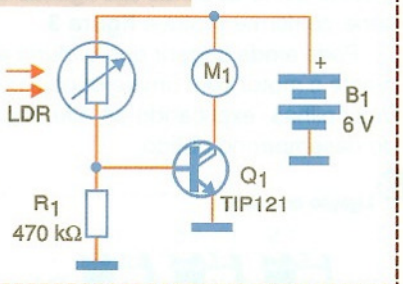
Veja que se trata de um projeto mais avançado que exige o conhecimento do processo de soldagem. Assim, recomendamos a implantação desse experimento nos cursos médios. Posteriormente, o motor com o circuito podem ser utilizados na elaboração de algum tipo de veículo.

O professor deve explicar como funciona o LDR e de que modo ele

10 Aplicando o LDR



11 Esquema eletrônico



controla a corrente com a luz, analisando também de forma simples o princípio de funcionamento do transistor.

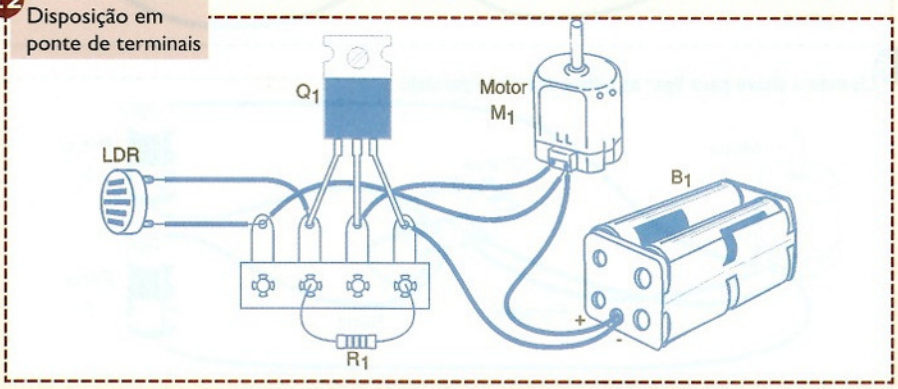
Para os professores que desejarem ir além, tendo um conhecimento maior de eletrônica, sugerimos a leitura de nosso "Curso Básico de Eletrônica" (tanto em livro como CD-ROM), pois nele conceitos básicos de tecnologia e experimentos práticos são dados.

Conclusão

Vimos aqui apenas algumas idéias do que se pode fazer com os motorzinhos. A implementação dos experimentos e mesmo sua aplicação em outros tipos de atividades pode ser muito interessante e atrativa como tema transversal.

Deixamos por conta dos professores a criação de novos experimentos baseados no que explicamos neste artigo.

12 Disposição em ponte de terminais



Literatura Técnica
Que não pode faltar em sua biblioteca

www.sabermarketing.com.br



ET 3021 - Multímetro Analógico

Instrumento analógico portátil. Sistema de suspensão do galvanômetro tipo mancal e sensibilidade de 20k ohms/V, que realiza medidas de tensão DC e AC

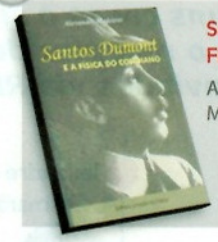
R$ 83,05



MFA 841 - Indicador de Seqüência de Fase

Instrumento analógico portátil. Sistema de suspensão do galvanômetro tipo mancal e sensibilidade de 20k ohms/V, que realiza medidas de tensão DC e AC

R$ 220,90



Santos Dumont e a Física do Cotidiano

Autor: Alexandre Medeiros

R$ 39,00



Reciclagem do Plástico

Autor: Ana Magda / Hélio Wiebeck

R$ 33,00



Nossa Estrela o Sol

Autor: Adriana V. R. Silva

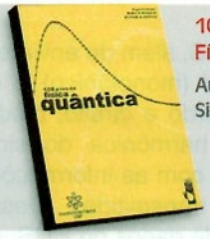
R$ 30,00



Ondas e Bits

Autor: Mauro M.Doria / Franciole da Cunha

R$ 25,00



100 Anos de Física Quântica

Autor: Mahir S. Hussein / Silvio R. A. Salinas

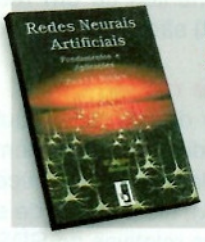
R$ 39,00



A Rainha das Ciências

Autores: Gilberto G. Garbi

R$ 35,00



Redes Neurais Artificiais

Autor: Zsolt I. Kováscs

R$ 30,00



Eletrônica Paranormal - Projetos para Outra Dimensão

Autor: Newton C. Braga

R$ 14,50



Sistemas Analógicos Circuitos com Diodos e Transistores - 4ª Edição

Autor: Marco & Markus

R$ 82,80



Fontes de Alimentação

Autor: Newton C. Braga

R$ 19,80



Eletrônica Básica para Mecatrônica

Autor: Newton C. Braga

R$ 19,80



Videogames Manutenção PlayStation

Autor: Eng. Arilson Bastos

R$ 36,00

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.

Sistema de dados para rádio

RDS ou** Radio Data System **(Sistema de Dados para Rádios) é um sistema de transmissão e recepção de dados para equipamentos domésticos e automotivos. As informações transmitidas por RDS abrangem uma ampla gama que vai desde propaganda comercial (de contratantes das emissoras de FM) à utilidade pública (como alertas de trânsito). Além das informações às quais os usuários de alguns receptores de FM podem ter acesso, espontaneamente e sem custo, em alguns casos o sinal de RDS pode alterar a configuração do rádio. Para tanto o receptor deve possuir a capacidade de receber e processar os dados enviados via RDS.

Alexandre de A. Guimarães*



O RDS é fundamentado

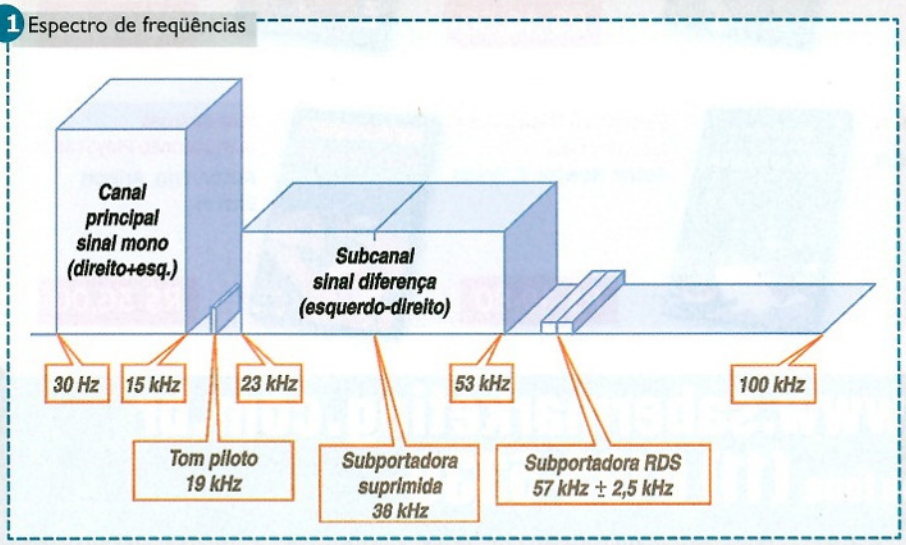
na transmissão de informações e programas nas faixas de FM, de 87 MHz a 108,0 MHz. Seu objetivo é aumentar a funcionalidade do receptor de rádio, tornando-o mais amigável através da transmissão de identificadores de programação e programas de serviço.

Característica de um sinal RDS

As emissoras de FM que transmitem sinais de RDS, além de enviarem o canal principal (monofônico) e os subcanais esquerdo e direito, modulam a terceira harmônica do sinal piloto de 19 kHz com as informações RDS a serem transmitidas. Dessa forma, a banda de dados do RDS, no espectro de freqüências, fica em 57 kHz +/- 2,5kHz (**figura 1**).

A freqüência básica de *clock* do RDS é obtida dividindo-se a sub-harmônica do sinal piloto por 48, onde chegamos à taxa de 1187,5 bits/s.

1 Espectro de freqüências



Componentes de um receptor RDS

Os componentes de um receptor RDS (**figura 2**) são:

Receptor de rádio

O receptor de um rádio equipado com RDS é diferenciado. Além das operações relacionadas à recepção de AM e de FM, ele é capaz de extrair as informações relativas ao RDS.

Circuitos decodificadores de RDS

A separação das informações de RDS dos sinais de áudio é executada pelo chamado decodificador RDS. Este decodificador é formado pelos seguintes módulos:

Mixer: Em um estágio inicial, ele reconstitui a portadora de 57 kHz, suprimida propositalmente na transmissão pela emissora de FM, através da convolução do sinal MPX com um oscilador local de 57 kHz (processo conhecido como "mixagem").

Filtro passa-baixas: Ao se reconstituir a portadora e as bandas laterais aos 57 kHz, forma-se uma banda na parte mais inferior do espectro de freqüências de áudio. Essa é a banda de freqüência que contém a informação do RDS. Submete-se então este sinal a um filtro passa-baixas com corte superior em 2,4 kHz para que a informação seja isolada.

Decodificador bifásico e *slicer*: O sinal de baixa freqüência isolado é, a seguir, submetido a um estágio denominado decodificador bifásico, comparando (e comutando) dois sinais:

- Sinal de RDS filtrado (informação na freqüência de 1187,5 Hz) e
- Uma amostra dos 57 kHz do oscilador local, dividida digitalmente por 48 (que também é igual aos 1187,5 Hz).

Este estágio resolve o problema da portadora recuperada estar fora de fase com a portadora original e também submete o sinal ao chamado "*slicer*", que deixa o sinal realmente quadrado, pronto para posterior tratamento digital.

Decodificador diferencial: O sinal digital, recuperado pelo decodificador bifásico, é submetido a um decodificador diferencial, que enfim recupera a informação RDS que poderá ser finalmente tratada pelo hardware do rádio.

Circuitos de exibição da informação RDS

Este sinal digital do RDS (na verdade um protocolo serial) é enviado ao processador do rádio que, programado para reconhecer este protocolo RDS, converte as informações em um outro protocolo específico, proprietário (de cada fabricante de rádio), usado para exibir a informação do RDS no *display* do rádio na forma de caracteres.

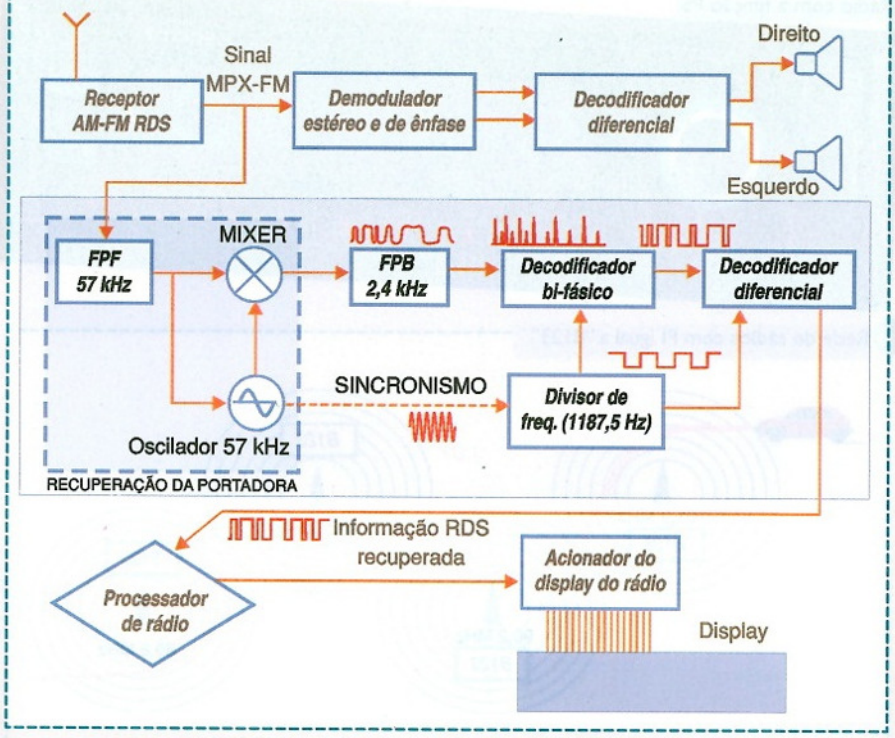
Estrutura da codificação da banda de dados

O pacote de informação RDS é constituído por elementos chamados "grupos" (**figura 3**).

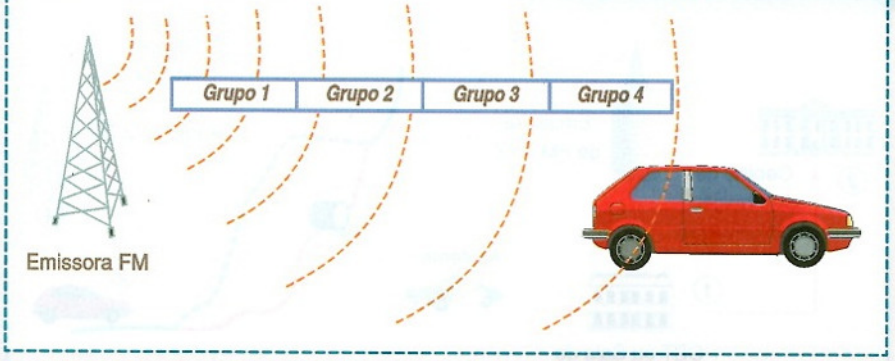
Cada grupo é constituído por elementos chamados "blocos". Cada bloco tem 26 bits, sendo 16 destinados ao dado a ser transmitido, enquanto que os outros 10 bits são destinados à validação da integridade do bloco de dados e ao *off-set* ou indexação do dado em questão.

A transmissão é totalmente síncrona e repetitiva, não existindo espaço entre os blocos ou grupos de dados (**figura 4**).

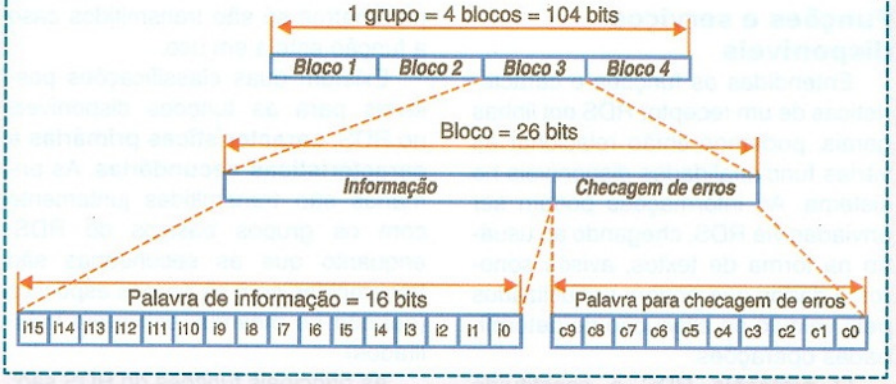
2 Componentes de um receptor RDS



3 O RDS é transmitido junto ao sinal de FM



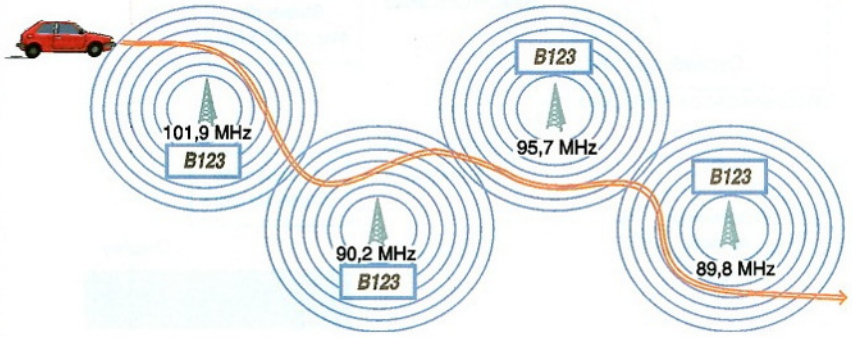
4 Grupos e blocos de dados



5 Rádio com a função PS



6 Rede de rádios com PI igual a "B123"



7 Comunicações de trânsito via TA



Funções e serviços disponíveis

Entendidas as funções e características de um receptor RDS em linhas gerais, podemos então relacionar as várias funcionalidades disponíveis no sistema. As informações podem ser enviadas via RDS, chegando ao usuário na forma de textos, avisos sonoros e dados que podem ser utilizados pelo veículo na execução de determinadas operações.

O protocolo RDS é constituído por 16 grupos de funções. Eles foram divididos de acordo com as suas aplicações e prioridades, existindo os grupos básicos, transmitidos sem interrupção, e os especiais, cujos parâmetros só são transmitidos caso a função esteja em uso.

Existem duas classificações possíveis para as funções disponíveis no RDS: **características primárias** e **características secundárias**. As primárias são transmitidas juntamente com os grupos básicos do RDS, enquanto que as secundárias são transmitidas com os grupos especiais (quando os mesmos estiverem habilitados).

As principais funções do RDS são:

PI (identificação da emissora): código que identifica cada emissora de FM. Para o RDS, a freqüência da emissora não é tão importante quanto o seu código PI. Cada emissora possui um código diferente, no geral formado por uma (1) letra seguida de três (3) números. Este código é totalmente transparente ao ouvinte do rádio. Para o Brasil, os códigos são: 3xxx, Bxxx, Cxxx, e Dxxx, onde "xxx" varia de 000 a 999.

PS (nome da emissora): Função que possibilita mostrar o nome da emissora de FM no *display* do rádio. Estando esta função programada na emissora, sempre que sintonizarmos o rádio nela, teremos mostrado o seu nome (da emissora) ao invés da sua freqüência (**figura 5**).

AF (freqüência alternativa): Esta função permite que o auto-rádio troque automaticamente a emissora sintonizada por outra, quando a primeira apresentar baixo nível de sinal e a segunda apresentar um bom nível. Para que isso ocorra, ambas as emissoras devem ter programado o mesmo código PI (Identificação de Emissora). Não importa se as freqüências são diferentes. O que importa é este parâmetro PI ser igual nas duas emissoras.

Esta função é interessante, uma vez que nos permite viajar centenas de quilômetros sem ter que trocar de estação. Basta sintonizar uma emissora que possua afiliadas nas cidades ou regiões vizinhas, que o auto-rádio monitorará os sinais de ambas (PIs iguais!). A partir do momento que a relação dos níveis dos sinais se inverter (a segunda mostrar maior intensidade do que a primeira), o sintonizador do rádio será direcionado para a segunda freqüência (**figura 6**).

TA (aviso de tráfego): Esta função avisa a ocorrência de acidentes ou problemas de tráfego em determinadas regiões (muito utilizada na Europa). Se o rádio estiver reproduzindo um CD, fita cassete ou qualquer programação normal de FM, esta reprodução é interrompida e um anúncio é dado aos ocupantes do veículo. Mesmo o rádio estando desligado, o processador interpreta o sinal TA, liga o rádio, reproduz a notícia de tráfego e o desliga em seguida. Através desta função, o motorista poderá decidir qual caminho tomar para desviar do acidente anunciado pelo TA.

No exemplo mostrado pela **figura 7**, uma viatura da polícia identifica um acidente em determinado trecho de uma rodovia, informa este acidente ao CET, que repassa essa informação a um centro de distribuição de informações. Desse centro, o evento (nesse caso um acidente) poderá ser repassado a uma emissora de FM que poderá incluir essa informação em seu canal de RDS.

TP (programa de tráfego): Função que identifica, no *display* do rádio, se a emissora possui (ou não) os serviços do TA. Serve de orientação ao usuário, uma vez que é indicado no display do rádio.

TMC (canal de mensagens de tráfego): Função que possibilita a visualização no *display* do rádio das informações referentes a determinados corredores de trânsito. Existe armazenada na memória do rádio uma lista dos principais corredores de trânsito da cidade, assim como as possíveis ocorrências (enchentes, congestionamentos, passeatas, entre outros).

Selecionado um corredor pelo usuário (através de um menu no rádio), o aparelho passa a trabalhar com dois dados recebidos via RDS; um correspondente ao corredor selecionado e outro relativo à ocorrência atual naquele corredor (pode ser fluxo normal).

Através destas informações o motorista poderá orientar seu caminho da melhor forma. O TMC pode ser combinado inclusive a sistemas de navegação, possibilitando a reprogramação automática do percurso escolhido pelo motorista, no caso de alguma ocorrência **(figura 8)**.

PTY (tipo de programa): Função que indica qual tipo de programa de rádio o usuário gostaria de ouvir em determinado momento. Existe em alguns rádios com RDS um menu com 32 opções de tipos de programas diferentes. Selecionando uma das opções e executando uma busca no sintonizador, o rádio procurará por todas as emissoras que estiverem transmitindo aquele tipo de programa (**tabela 1**).

PTYN (nome do tipo de programa): Função que mostra no *display* do rádio qual o nome do programa que está sendo transmitido.

8 Classificação das vias pelo TMC



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?

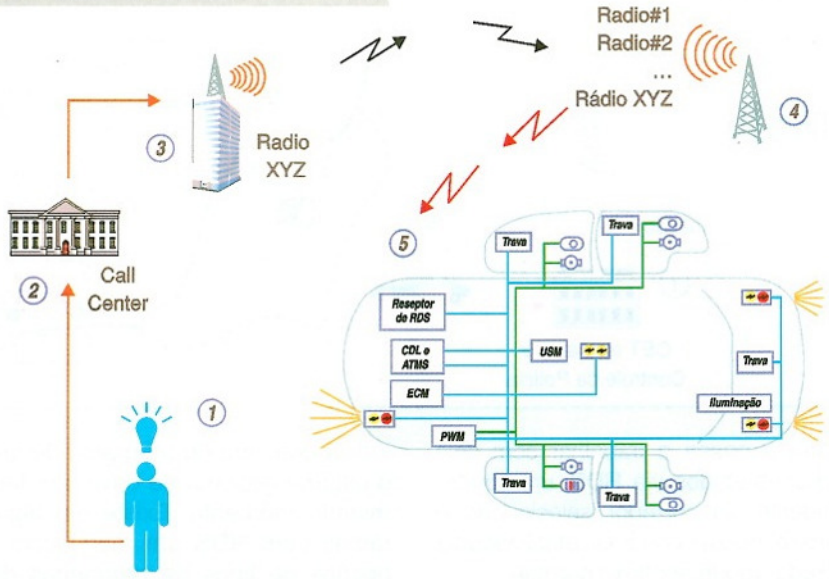
Encontre-as na revista:

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

Bimestralmente nas bancas

www.mecatronicaatual.com.br

9 Arquitetura do sistema de atuação remota



T1 Tipos de programas – PTY

Número	Descrição
00	Nenhum
01	Notícias
02	Entrevistas
03	Governo
04	Esportes
05	Educação
06	Novela
07	Cultura
08	Ciências
09	Diversos
10	Música POP
11	Rock
12	Mús. Leve
13	Parada
14	Clássica
15	Instrumental
16	Tempo
16	Cotação
17	Infantil
19	Debates
20	Religião
21	UP
22	Viagem
23	Samba
24	Jazz
25	Country
26	MPB
27	Antigua
28	Gospel
29	Repórter
30	Teste
31	Alarme

CT (hora e data): Mostra no *display* do rádio a hora e a data corrente. Dependendo do tipo de auto-rádio existente no veículo, esta função poderá corrigir o horário do mesmo (mudança de horário de verão, por exemplo).

RT (Radiotexto): Função que possibilita a transmissão dinâmica de até 64 caracteres tipo ASCII (aplicação voltada aos receptores residenciais, especialmente por possuírem displays maiores).

DGPS (GPS diferencial): Transmite em tempo real o erro de posicionamento inserido no sinal transmitido pelos satélites do sistema GPS. Como a emissora está posicionada em local geográfico conhecido e é capaz de receber os sinais dos satélites GPS (através de receptores especiais), fica fácil o cálculo do erro inserido. Este erro pode então ser enviado via RDS a um veículo, que o utilizará como auxílio aos cálculos requeridos por sistemas de navegação em geral.

EON (Enhanced Other Network): Função que permite a troca de parâmetros em tempo real entre emissoras de uma mesma rede (afiliadas). Valores de PI, PS, PTY e TA podem ser alterados em cascata em todas as emissoras da rede, alinhando-as automaticamente em caso de qualquer necessidade.

ODA (aplicação de dados aberta): Existem vários grupos genéricos disponíveis no RDS, capazes de trabalhar com aplicações específicas. Comando de *outdoors* via RDS, alarmes residenciais e sistemas de controle de carroceria de veículos, entre outros, podem ser desenvolvidos e implementados através de um grupo ODA no RDS. Uma aplicação interessante desta função é a atuação remota do motorista em seu veículo por meio de um telefonema a uma central.

Atuação remota em veículos via RDS – uma experiência prática

Imagine o seu veículo parado no estacionamento de um grande *shopping*. Após andar alguns minutos você percebe que não consegue encontrá-lo tão facilmente. Não seria interessante se você pudesse ligar para uma central, informar seu nome e uma senha e pedir para que a operadora acione as setas e a buzina do seu veículo para auxiliá-lo na busca? Poderíamos imaginar ainda mais. O sistema destravando as portas do seu carro e abrindo os vidros para ventilar o seu interior enquanto você se aproxima. Estas operações são possíveis através da função ODA do RDS.

Um pequeno módulo eletrônico (programado com um ID único), contendo um receptor de RDS e alguns relés, poderia ser instalado no veículo e operar qualquer função do mesmo através de comandos recebidos à distância, enviados por uma central. A **figura 9** ilustra a arquitetura deste sistema (siga a seqüência dos números).

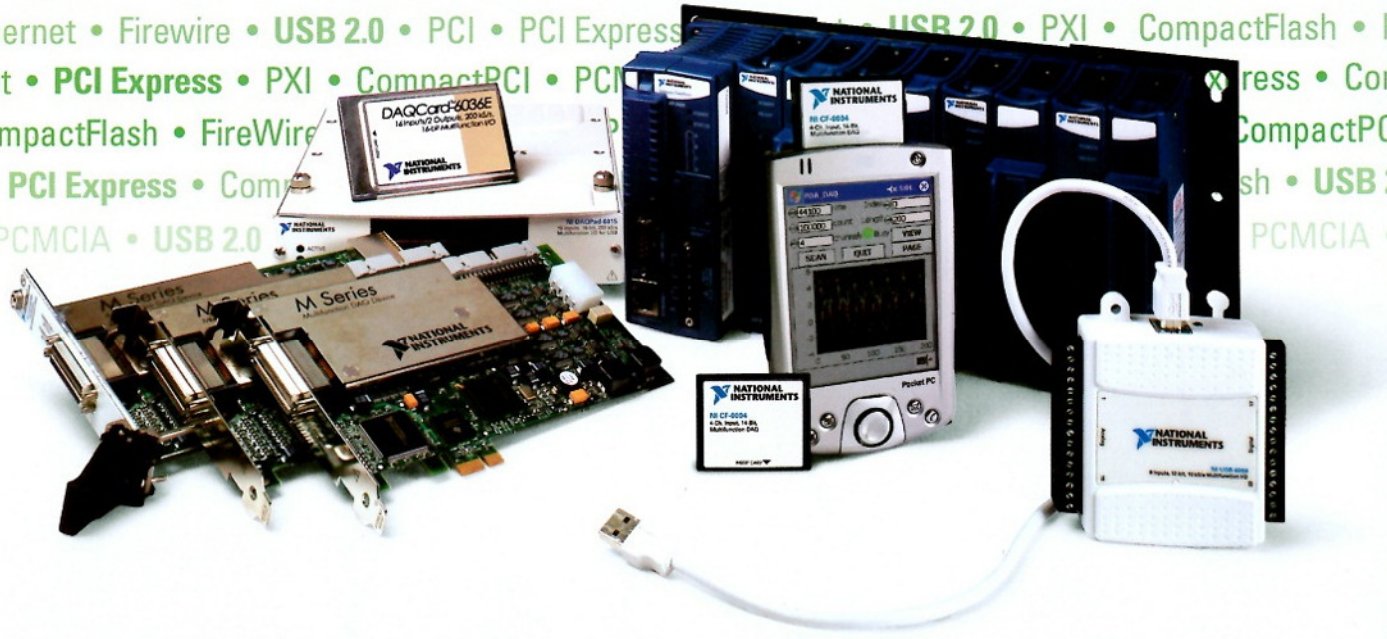
Comentários finais

O RDS tem sido utilizado há mais de 20 anos na Europa e nos EUA. No Brasil, a sua aplicação é mais recente, mas tem grandes chances de se tornar comum nos veículos nacionais, uma vez que a sua recente regulamentação tem estimulado investimentos no desenvolvimento de novas aplicações.

*Alexandre de Almeida Guimarães é Engenheiro da GM do Brasil residente na Engenharia da GM Europa - Opel e Mestre em Sistemas Digitais pela Escola Politécnica da USP.


Para dar um passo a frente,
basta apenas olhar para o futuro.
ROBÓTICA 2007
Robótica Conference & Expo
Salão de Robôs
11 a 13 de abril
Conferência internacional com exposição paralela onde as principais indústrias de robótica, automação e tecnologia farão a exposição de seus produtos e palestrantes do mundo inteiro estarão levando a informação aos profissionais do mercado.
11 a 15 de abril
Um pavilhão inteiro para os setores de educação, entretenimento, lazer e automação residencial. Robôs de diversos países, humanóides e inúmeras competições internacionais para todas as idades em uma grande arena. Será o mundo da robótica exposto de modo interativo
IMIGRANTES CENTRO DE EXPOSIÇÕES
Local: Centro de Exposições Imigrantes
Rodovia dos Imigrantes, km 1,5 - São Paulo - SP
Informações: 11 2193-7740 • www.roboticaexpo.com.br
Apoio e Coordenção Técnica
manet
SENAI
Promoção e Organização
wtm MANAGEMENT
www.wtmmanagement.com.br
Apoio
CIDADE DE SÃO PAULO SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
SUCESU-SP
FOLHA Não dá pra não ler www.folha.com.br
MECATRÔNICA MECATRÔNICA FÁCIL
IPESI EDITORA IPESI LTDA.
robótica
TAM
ATLANTICA HOTELS INTERNATIONAL
IPD ELETRON

Aquisição de Dados em Qualquer Barramento



Equipamentos suportados pelos sistemas operacionais mais populares:

Windows • Linux® OS • Mac OS X • PocketPC • Windows CE • Real-Time

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

Escolha o seu hardware de aquisição de dados pelo barramento e Sistema Operacional através do site **ni.com/dataacquisition**.

(11) 3262 3599

Aprovado mundialmente por 6 milhões de canais de medição

- 95 das empresas de manufatura da Revista Fortune usam produtos National Instruments
- 25,000 empresas confiam nos equipamentos de medição da National Instruments
- Novos equipamentos DAQ para Hi-Speed USB 2.0 e PCI Express
- Ampla gama de hardware de baixo custo, alta performance e portáteis
- Compatível com centenas de sensores e tipos de sinais
- Software Datalogger incluso e pronto para utilizar com a maioria dos dispositivos
- Ferramentas para vários ambientes de programação – National Instruments LabVIEW, ANSI C, C++, C#, Visual Basic .NET

Para a mais ampla variedade de hardware e software prontos para medição, escolha a National Instruments.

O diferencial de medição da National Instruments

Exatidão

Melhore a exatidão com uma resolução de 18-bits na entrada analógica e a exclusiva e inovadora tecnologia de auto-calibração.

Produtividade do Software

Construa, teste e distribua aplicações de medição com o software de medições e o driver de padrão industrial NI-DAQmx.

Suporte

Utilize nosso premiado suporte técnico via web, e-mail ou telefone.

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

© 2006 National Instruments Corporation. Todos os direitos reservados. CVI,Measurement Ready,NI- DAQ, National Instruments, NI e ni.com são marcas registradas da National Instruments. Linux® uma marca registrada para Linux Torvalds nos Estados Unidos e outros países. Os outros nomes de produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas.
5550-301-101

NATIONAL INSTRUMENTS™