Educação tecnológica no ensino: disco de Newton



www.mecatronicafacil.com.br

SABER

MECATRÔNICA FÁCIL

Ano 3 - nº15 - Março-Abril/2004 - Brasil: R$ 10,90 - Europa: € 4,30



Robô RF

Construa um robô comandado por controle remoto



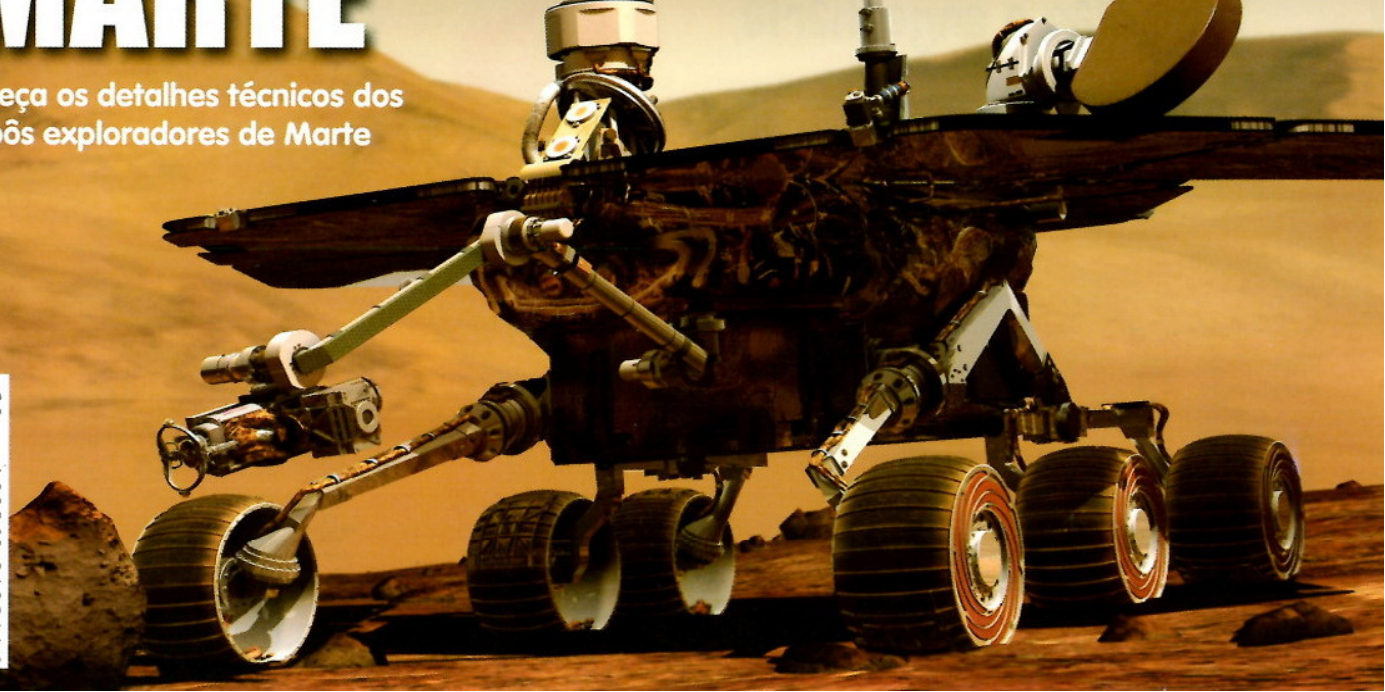
Olhos Animatrônicos

Veja como construir, passo a passo, um par de olhos controlados por computador para incrementar seus projetos

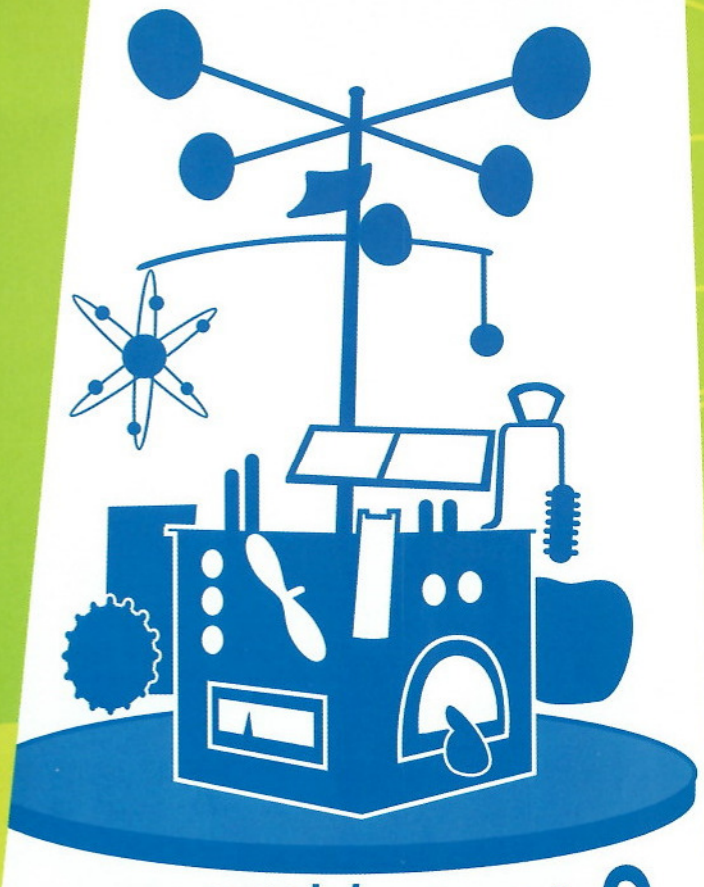
MISSÃO MARTE

Conheça os detalhes técnicos dos robôs exploradores de Marte





ISSN 1676-0980



criatividade e inovação

FEBRACE 2

feira brasileira de ciências e engenharia

Atenção estudantes de todo Brasil!

Você tem idéias criativas e quer mostrá-las para o mundo? Inscreva-se já na 2a Feira Brasileira de Ciências e Engenharia! Podem participar projetos nas áreas de Exatas, Biológicas e Humanas. Você pode ganhar computadores, bolsas de estudos e ainda representar o Brasil numa feira internacional nos EUA.

Venha visitar a FEBRACE 2004!

Data: 10 a 12 de março
Horário: 14h00 às 19h00
Local: Escola Politécnica da USP

Tenda de eventos (Administração da POLI)
Av. Prof. Luciano Gualberto, trav. 3, nº380

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

Organização e realização

Universidade de São Paulo Escola Politécnica

USP

Apoio institucional

UNESCO

Ministério da Educação

BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

CT BRASIL Ministério da Ciência e Tecnologia

Patrocínio

intel inovação em educação

Apoio cultural

SABER FÁCIL MECATRÔNICA

CULTURA Fundação Padre Anchieta

TV USP

A gente se vê por aqui.

Apoio na realização

aProfi associação paulista de professores de física

Ciência Online Instituto Ciênciaonline de Educação e Cultura

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
Márcio José Soares
Newton C. Braga

Redação
Sérgio Vieira

Design Gráfico
Diego Moreno Gomes
Diogo Shiraiwa
Jonas Ribeiro Alves
Renato Paiotti

Circulação
José Luiz Cazarim

Publicidade
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto
Ricardo Nunes Souza

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

Colaboradores
José Francci Júnior
Julio Cesar F. dos Passos
Leonardo Rodrigues
Luiz Henrique C. Bernardes
Mauro Viana

Impressão
São Francisco Gráfica e Editora
(16) 632-4151

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Midesa (tel.: 121 926-7800)

ASSINATURAS
www.mecatronicafacil.com.br
Fone/Fax: (11) 6195-5335
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.



No ano passado, a revista Mecatrônica Fácil comemorou seu segundo aniversário na FIEE (Feira Internacional da Indústria Elétrica, Energia e Automação) e seu estande foi bastante visitado pelos leitores da revista, com os quais tivemos a oportunidade de conversar pessoalmente. Dentre as sugestões oferecidas, o tema "campeão" foi que publicássemos um artigo sobre um robô controlado por radiofreqüência multicanal.

Na edição nº 4 publicamos o projeto VM-2 que tratava também de um robô radiocontrolado, porém monocanal, o que oferecia algumas limitações.

Atendendo a pedidos, portanto, estamos trazendo nesta edição o robô RF que, além de ser muito versátil, não requer utilização de nenhum microcontrolador, o que facilita muito a realização do projeto, principalmente para aqueles que não têm familiaridade com microcontroladores.

E nem é preciso mencionar a importância que este tipo de controle tem na Mecatrônica. Basta acompanhar o artigo "Missão-Marte" que descreve os equipamentos levados pelos robôs Spirit e Opportunity para nos enviar dados sobre o planeta vizinho, que representa o auge da utilização da Mecatrônica na busca de conhecimento.

E se você ainda pensa que Mecatrônica só serve para fazer robôs, estamos trazendo nesta edição uma matéria bem interessante sobre Bioengenharia, um campo que poucos conhecem, mas que vem ganhando destaque aqui no Brasil dando oportunidades para muitos técnicos e engenheiros. Além disso, a maior parte da matéria foi baseada no trabalho realizado pela AACD, exemplo de criatividade e preocupação com a melhoria da vida dos portadores de deficiência.

Continuamos também nossa proposta de utilização da Mecatrônica no ensino trazendo o projeto "Disco de Newton", de fácil realização, e que pode servir de tema para professores não só de Física, mas de todas as demais disciplinas, como sugestão de interdisciplinaridade. Com projetos como este torna-se viável a inserção da educação tecnológica no ensino, principalmente no nível médio.

Paulo Gomes dos Santos

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

Leitor 3

Notícias 5

Visão binocular e interferometria 7

Este artigo aborda a visão estereoscópica e interferometria, duas tecnologias que o homem utiliza há relativamente pouco tempo, mas já adotada há muito pela natureza.

Bioengenharia: oportunidade para mecatrônicos 10

Conheça está área que vem crescendo continuamente no Brasil e que conta com os conhecimentos de técnicos e engenheiros de Mecatrônica dispostos a utilizar suas habilidades para a melhoria da vida dos cidadãos.

LEGO na universidade 14

Veja a experiência utilizada no laboratório da PUC-RJ pelos alunos de Engenharia Mecânica e Automação.

Trabalhando com polias ou roldanas 16

Aprenda a multiplicar a força de dispositivos mecânicos através das diversas combinações possíveis de polias e roldanas.

Isaac Newton 19

Conheça um dos maiores gênios da humanidade, elaborador da primeira grande síntese de Física, da Lei da Gravitação Universal, entre inúmeros outros trabalhos.

Disco de Newton 20

Entenda os princípios da luz e das cores através de um projeto de fácil realização, baixo custo e que pode ser apresentado em feiras de Ciências.

As cores e a Mecatrônica em sala de aula 24

Idéias e sugestões da utilização da montagem proposta no artigo "Disco de Newton" para o ensino de diversas disciplinas do ensino fundamental e médio, baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

CLP-BS Aplicação Prática 26

Veja como colocar o CLP-BS em uma aplicação prática no controle de uma eclusa de transição, muito utilizada em ambientes industriais.

Olho Animatrônico 30

Aprenda a construir um par de olhos animatrônicos, controlados por computador, através da linguagem LOGO e do Basic Step, com uma mecânica bastante simples.

Microcontroladores, como iniciar? 34

Este artigo traz algumas dicas importantes que ajudarão o leitor que pretende iniciar seu aprendizado na área dos microcontroladores a realizar a escolha de maneira mais simples e sem sustos.

Robô RF 38

Apesar de radiofreqüência ser a "pedra no sapato" de muitos *hobistas* e estudantes, a montagem que propomos é bem simples e ideal para os leitores que desejem montar um robô sem o uso de microcontroladores.

Missão-Marte Conheça os robôs Spirit e Opportunity 48

A exploração do espaço está sendo uma ótima oportunidade para se demonstrar todo o grau de sofisticação que a Robótica atingiu em nossos tempos. Veja, neste artigo, a descrição da tecnologia que envolve a construção destes dois robôs.

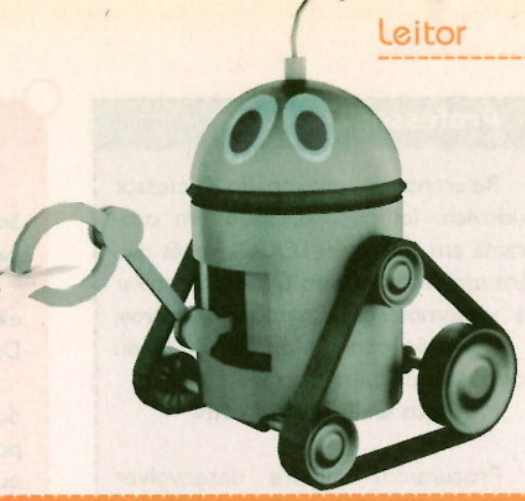
Clube de Mecatrônica 54

Veja como é possível somar recursos e conhecimentos para promover aquele projeto de Mecatrônica difícil de sair do papel através da reunião de idéias e pessoas interessadas num mesmo assunto.

Conheça os transistores 58

Entenda o funcionamento de um transistor, como é possível realizar experiências simples que permitem testá-los, ou verificar seu funcionamento, e como ensinar para um grupo de alunos algo sobre transistores com experiências práticas.

Seção do Leitor



Osciladores no PIC

A minha dúvida é sobre os osciladores do microcontrolador PIC. A dúvida seria se estes funcionam com um circuito simples, feito com CI 555, ou se é preciso que sejam feitos com outra tecnologia.

Leonam de Oliveira Rubim - Cariacica - ES

O PIC16F84A dispõe de quatro modos básicos para oscilação. Estes modos foram detalhados na edição nº8. Teoricamente, é possível utilizar um 555 para fazer o *clock* necessário para o PIC. Porém a freqüência deste não seria alta e estável, devido às limitações do próprio 555 e dos componentes empregados com este.

Gravador PROGPIC II

Gostei muito do projeto, simples, fácil e barato. Entrei no *site* e baixei a atualização da placa do impresso, montei e funcionou perfeitamente. Peguei um PIC de 8 pinos que tenho de uma discadora, coloquei-o no gravador, que leu o que estava gravado. Em seguida, coloquei outro com 18 pinos (16C54C) que o software disse não ser compatível, mas está na lista. Depois, coloquei outro PIC (16F627) e este ele leu certinho. Gostaria de saber como seria possível ler este PIC (16C54C) no gravador ou se é preciso mudar alguma coisa no circuito impresso.

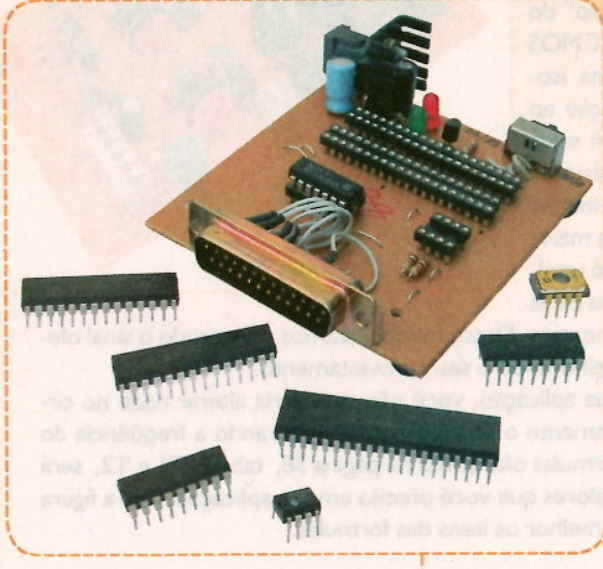
Samuel Vedovato - Campinas - SP

Ficamos felizes com o sucesso da sua montagem do projeto PROGPIC II. Infelizmente, o programa ICPROG não permite utilizar os PICs da série 16C5X como o 16C54C, 55, 56, 57 e 58. Apesar do PIC estar na lista, se você *clicar* no menu do ICPROG em"VER-POSIÇÃO DO DISPOSITIVO", verá que o mesmo não está habilitado para o gravador em questão. O gravador foi desenvolvido para a linha 12C, 16F e 18F. Estamos trabalhando em um adaptador para a linha mais antiga da Microchip, mas ainda não podemos afirmar que funcionará. Fique atento, pois em breve algo poderá ser publicado.

Gostaria de saber se o programa de gravação de PIC ICPROG tem alguma limitação. Porque não consigo digitar o código na janela do *assembler*.

Julio Cesar de Souza Werneck - Nova Iguaçu - RJ

O programa IC PROG não foi desenvolvido para digitar programas para o PIC ou qualquer outro microcontrolador. O programa IC PROG funciona apenas com arquivos com extensão HEX, que é o resultado da compilação feita. Na edição nº7 ensinamos ao leitor como usar um editor de textos comum para montar um programa e como empregar o MPASM para DOS e WINDOWS (o procedimento é o mesmo).



Montei o gravador PIC, testei, e ele está gravando, mas não consigo ler um PIC 16F84-10/p que possuo em uma interface que controla alguns servomotores. Gostaria de saber se ele pode ter alguma trava contra leitura, ou se sou eu que estou cometendo algum erro.

Ubirajara Lemes de Siqueira - Jacareí - SP

Todos os microcontroladores modernos possuem internamente meios para proteger um programa. Isso é feito para dar garantias sobre a propriedade intelectual de um determinado produto. Muito provavelmente este PIC que você está tentando ler está com a proteção habilitada. Sendo assim, será impossível para o PROGPIC II ou qualquer outro gravador ler o conteúdo deste.

Professor Ludovico

Referente ao projeto do Professor Ludovico, foi disponibilizado um programa em linguagem LOGO. Vocês não têm um programa em C para controlar os servomotores? Quanto aos servos, é necessário comprá-los na TATO ou podem ser de outra marca?

Matheus Galli - Natal - RN

Procuramos sempre desenvolver todas as aplicações (programas) na linguagem LOGO. Ela é gratuita e muito fácil de se usar, e tem muitos recursos. Infelizmente, não disponibilizamos programas em outras linguagens.

Com relação aos servos, utilizamos servos do tipo "standard" para aeromodelos. Os servos que a Tato Equipamentos comercializa são deste tipo. Não testamos o circuito com outros tipos de servos, como os usados em antenas parabólicas, e não podemos afirmar nada sobre esta alteração. Sugerimos o uso de servos para aeromodelos para esta montagem.



ENVIEM SUAS CARTAS PARA

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

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

Placa Drive para motor DC

Venho acompanhando todos os artigos do colaborador Márcio José Soares e gosto bastante da linguagem simples e objetiva que ele emprega para cada tema apresentado.

Exatamente por esse motivo, gostaria de pedir-lhe, se possível, uma explicação um pouco mais detalhada sobre sua afirmação na matéria "Placa Drive para Motor DC", publicada na edição nº11:

"O sinal PWM obtido na saída do NE555 é invertido por duas portas do CI_3 (ou CI_4). Essa inversão é feita para um aproveitamento maior das portas do CI e também para reforçar o sinal a ser oferecido ao transistor que inserirá o pulso no próximo bloco".

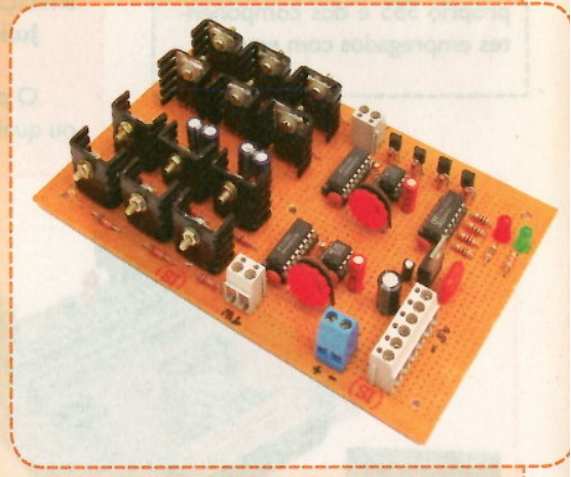
Por outro lado tenho uma aplicação industrial real semelhante ao circuito mostrado na página 37, no qual, no lugar de dois motores DC, tenho dois solenóides DC que necessitam de uma alimentação igual a 24 VDC consumindo 1 Ampère, cada um. Além disso, os dois solenóides poderão ser ligados/desligados numa freqüência de até 1 kHz. Necessito de um sinal PWM igual ao mostrado no seu esquema, porém também quero adicionar a possibilidade de mudar a freqüência de PWM, até obter um valor adequado para essa minha aplicação.

Pergunto: para ter condições de alterar também a freqüência de PWM devo inserir um capacitor variável no lugar do C1 (fixo) ou seria melhor um resistor variável (potenciômetro, mais barato) no lugar de um resistor fixo, R_6 talvez.

Sidney Nogueira - Santo André - SP

Agradecemos seus elogios. Eles nos dizem que estamos no caminho correto.

Sobre a frase que você citou, inserida na página 36, na figura 3 o leitor tem a forma do sinal PWM em cada ponto. A primeira inversão troca os valores dos níveis lógicos "1" e "0". O que era "1" vira "0" e o que era "0" vira "1". Na segunda inversão, o mesmo é feito e o sinal volta a ser exatamente como era. Talvez a dúvida esteja justamente aí, afinal o sinal na entrada do transistor é exatamente igual ao sinal da saída do 555. Isso foi feito, como dito, para aproveitar as portas que sobrariam de CI_3 e CI_4, além de permitir a "buferização" do circuito. O CI 4049 é CMOS e, portanto, tem uma isolação maior em relação ao 555 normal, que tem saída montada com transistores bipolares. Assim, evitamos uma corrente de fuga maior nos transistores, que é totalmente indesejável, pois eleva o aquecimento dos mesmos. Desse modo, estamos reforçando o sinal oferecido ao mesmo, melhorando o seu aproveitamento.



Com relação a sua aplicação, você não precisaria alterar nada no circuito. Ele seria basicamente o mesmo com P1 alterando a freqüência do seu PWM. Com as fórmulas oferecidas na página 38, tabelas T1 e T2, será possível chegar aos valores que você precisa em sua aplicação. Use a figura 3 para compreender melhor os itens das fórmulas.

ROBONEWS

Newton C. Braga
Sérgio Vieira

ROBÔ DO GATE INSPIRA PROJETO EM IPAUSSU

Alunos da Escola Técnica de Eletrônica de Ipaussu (SP) buscaram inspiração para seu projeto de conclusão de curso no robô anti-bomba do Grupo de Ações Táticas Especiais da Polícia Militar do Estado de São Paulo. Segundo os alunos, o projeto teve início em março de 2003, época em que foram definidas as funções desempenhadas pelo robô.

Para iniciar a parte prática foram utilizados os mais diversos materiais como: parafusos de macaco de carro, motor de vídeo cassete, motor de vidro elétrico automotivo, perfilados, latas de refrigerante, polias e correias, coroas, correntes de bicicleta e outros materiais. As latas de refrigerante, por exemplo, foram usadas para confeccionar a carenagem. Depois de abertas, elas foram arrebitadas na estrutura e, em seguida, cobertas por uma camada de massa plástica para dar o acabamento.

O robô é controlado por um software desenvolvido em Delphi, onde cada botão envia uma seqüência de bits à porta paralela, sendo que esta é codificada (CI - MC145026) e entregue ao módulo transmissor. Ao chegar no módulo, relés acionam os oito motores existentes. Por se tratar de um sistema mecânico de altíssimo torque em suas articulações foram utilizados sensores fim de curso para evitar que um eventual erro de comando ou interferência na comunicação pudessem danificar o robô.

Para operá-lo foram utilizados rádios-controle dos modelos RT4 (Tx) e RR4 (Rx) da marca Telecontrolli que transmitem em 433MHz. O acionamento do robô pode ser conseguido até à uma distância de 25 metros sem grande interferência de ruído. O robô conta também com um sistema de microcâmera acoplado à sua estrutura que possibilita, através de um videolink, a transmissão de áudio e vídeo à uma distancia de até 500 metros. As imagens são recebidas por um PC através de placa de aquisição de vídeo. Para alimentação do sistema móvel foram instaladas duas baterias em paralelo (retiradas de uma motocicleta) de 12V/7.



ROBÔ ARTISTA SE APRESENTA EM ESTÚDIO

Show de TV no Japão usa o robô humanóide "Qrio" para dublagem de desenho animado. Dançando e falando, o robô da Sony fez uma apresentação na TV mostrando suas habilidades.

Cercado por uma bateria de fotógrafos, o robô que mede apenas 58 cm de altura, caminhou, parou diante do microfone e falou:

"- Toda essa gente me olhando me deixa nervoso..."

O robô da Sony usa um software que converte texto em voz eletrônica. Ele participou de sua nova tarefa com gosto, dublando um pedaço de um texto de um episódio de Astro Boy, um show da TV da Sony Pictures que foi ao ar nos Estados Unidos logo em seguida.

Os autores do experimento informaram que realmente o robô não estava agindo por sua própria conta, mas sim respondendo aos comandos do diretor e ao mesmo tempo por um programa através de uma rede sem fio (*Wireless LAN*).

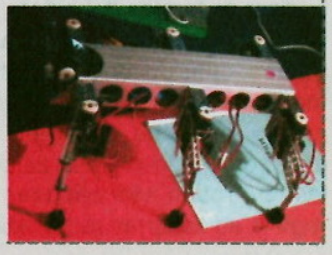


MHEX

O Robô da foto foi construído por Mikael Stewart e utiliza 12 servomotores para movimentar 6 pernas. O robô possui ainda 12 sensores de batida, sonar, sensores de mercúrio e uma câmera CCD.

O "cérebro" é um PIC e a alimentação é feita por bateria. O autor do projeto demorou 8 meses para construí-lo.

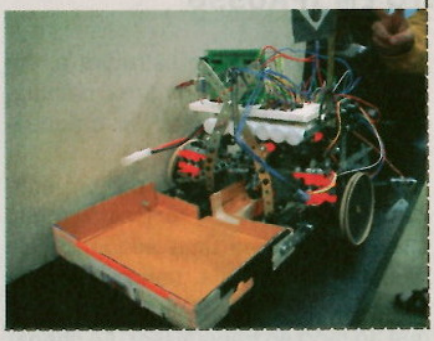
O PIC usado foi o 16F84 programado em Assembly com um *clock* de 4 MHz. O construtor tem apenas 15 anos de idade e mora na Nova Zelândia.



UFMG LEVA TORNEIO AMERICANO

Três alunos da UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais - foram os vencedores de um torneio de robôs realizado na Universidade do Texas, em Austin. A competição faz parte das atividades da disciplina Laboratório de Sistemas Embutidos e Tempo-Real. Daniel Santos e Leonardo Mendes, da Engenharia de Controle e Automação, e Tiago Falqueto, da Elétrica, ganharam a prova em que robôs são colocados numa arena com bolinhas de duas cores e devem recolher apenas as prateadas. Durante três minutos, duas máquinas movimentam-se e coletam o maior número possível de objetos.

"A experiência foi extremamente enriquecedora. Além de questões técnicas, aprendemos muito sobre trabalho em equipe e foco nos resultados", diz Leonardo Mendes. Ele e sua equipe agradeceram muito à Universidade pelo apoio oferecido para que eles pudessem viajar aos EUA.



EPSON DEMONSTRA MICROMECATRÔNICA

Pesando pouco mais que 10g, o robô voador é uma das últimas invenções da Epson para demonstrar toda a sua tecnologia de micromecatrônica. O "inseto mecânico" usa um motor ultra-fino ultrasônico e é controlado via protocolo Bluetooth. Apresentado durante a Exibição Internacional de Robô (Tokyo - Japão), o microrobô vem evoluindo na Epson durante os últimos anos. Em 1993, uma das versões, batizada de Monsieur, ganhou registro no Guinness Book, o Livro dos Recordes. Segundo a empresa, o trabalho com microrobôs demonstra que é possível expandir aplicações dessa tecnologia tanto em terra como no ar.



ROBÓTICA EVOLUTIVA NA UFRG

Os robôs da foto fazem parte de um trabalho de pesquisa realizado pelo Laboratório de Robótica Inteligente (LRI) da UFRGS e consistem de grupos de robôs capazes de operar as mesmas tarefas de maneira mais eficiente e cooperativa.

Um ponto chave desa abordagem é a necessidade de sistemas de controle distribuídos, capazes de se reproduzir artificialmente, para produzir novas gerações de robôs mais adaptados a realizar as tarefas definidas.

A computação evolutiva permite gerar controladores automaticamente e requer que o usuário especifique somente "o que" fazer, e não "como" vão realizar as suas tarefas. Os robôs são capazes de interagir e se adaptar automaticamente ao ambiente onde estão inseridos, modificando a sua estrutura de controle e características físicas (como número de sensores, velocidade, etc.) para responder às alterações do ambiente.

Uma população de 10 robôs móveis autônomos está sendo construída no LRI para incorporar um controlador evolutivo capaz de treinar tarefas básicas de navegação e coleta de objetos.

Essa pesquisa tem aplicação prática no desenvolvimento de times de robôs capazes de explorar ambientes inóspitos e desconhecidos, como o fundo do mar e outros planetas, bem como resgate de pessoas em incêndios, terremotos e acidentes radioativos.

CHAT COM UM ROBÔ

O "Teste de Turing" permite determinar se um robô tem (ou não) o que denominamos "inteligência".

Para tanto, mantém-se uma conversa com alguém do outro lado de uma linha sem, entretanto, dizer se se trata de um robô ou uma pessoa.

Se quem mantiver a conversar não puder dizer com certeza se a "entidade" com quem conversa é um humano ou um robô, e do outro lado tivermos um robô, poderemos afirmar que se trata de uma máquina dotada de inteligência.

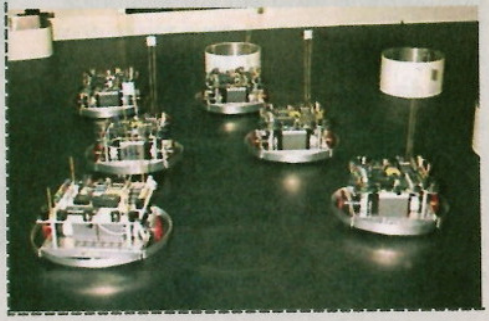
O "teste de Turing" pode ser feito com um robô denominado A.L.I.C.E. que utiliza ***AIML*** (*Artificial Intelligence Markup Language*) para responder às questões enviadas.

O projeto é desenvolvido pela A.L.I.C.E. AI Foundation e pode ser acessado no endereço: **http://alicebot.sourceforge.net/alice_page.htm#downloads**

Clique em "Let's chat" depois de colocar seu nome, e converse com o robô ALICE (site em inglês).



Alan Turing



Biônica

Visão binocular e interferometria

Newton C. Braga



A Biônica é a ciência que procura imitar a vida através da elaboração de dispositivos eletrônicos, mecânicos e semelhantes. Já escrevemos anteriormente alguns artigos sobre o assunto, e agora vamos iniciar uma série que acreditamos ser de grande interesse para os nossos leitores, tanto pela idéias que podem surgir para seus projetos gerais quanto para a própria Mecatrônica. No nosso primeiro artigo faremos uma abordagem sobre visão estereoscópica e interferometria, duas tecnologias que o homem usa há relativamente pouco tempo, mas já adotada há muito pela natureza.

Quando se fala em Biônica, muitos pensam que se trata de uma ciência novíssima, pesquisada há poucos anos, e que o filme "O homem biônico", na época em que surgiu, era simplesmente uma obra de ficção científica. Não é bem assim.

Em 1971, quando este autor ainda era estudante, já trabalhando com Eletrônica (comecei bem cedo!), ele foi convidado por uma equipe de pesquisadores médicos da Escola Paulista de Medicina para trabalhar em um audacioso projeto para a época: desenvolver um "neurobiônio". O neurobiônio nada mais era que uma versão eletrônica (ou biônica) do neurônio comum vivo, como os que fazem parte de nosso sistema nervoso, mas com a capacidade de aprendizado.

Desde aquela época, o interesse do autor pelo assunto não feneceu, muito pelo contrário, diversos projetos "inspirados" na Biônica foram publicados não só nesta Revista, mas em outras da mesma Editora, e até no livro "Robotics, Mechatronics and Artificial Intelligence", publicado nos Estados Unidos e adotado em diversas Universidades, como por exemplo, no Curso de Licienciatura em Mecatrônica da Universidade Boise do Texas.

Pois bem, para aqueles que gostam de Biônica e até desejam desenvolver projetos baseados nesta ciência, estaremos explorando o assunto com idéias bastante curiosas e que podem resultar em soluções engenhosas que a natureza já aplica há milhões de anos.

BIÔNICA

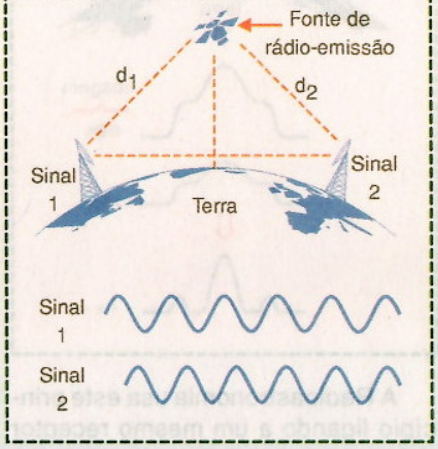
Define-se Biônica como a ciência que aplica princípios biológicos no estudo e projetos de engenharia. É interessante observar que já existe a "Fisiônica", que aplica princípios físicos no estudo e projetos de engenharia.

A Biônica "observa" as soluções já encontradas pela natureza e procura imitá-las em dispositivos úteis. Um exemplo disso pode ser dado pelas estruturas hexagonais das células vivas que são imitadas nas construções de modo a se obter maior resistência, e outros casos são o sonar dos golfinhos e o radar dos morcegos.

VISÃO ESTEREOSCÓPICA E INTERFEROMETRIA

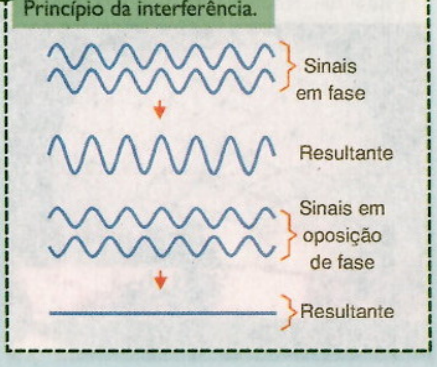
Quando se pesquisa a melhor forma de visualizar ou detectar com precisão objetos distantes, diversas tecnologias podem ser usadas. Os radiotelescópios, por exemplo, se baseiam no princípio da interferometria para localizar e posicionar com precisão fontes distantes no espaço. A idéia básica é ilustrada na **figura 1**.

1 Idéia básica dos radiotelescópios.



Se uma fonte de sinal for captada por duas antenas separadas por uma certa distância e ligadas a um mesmo

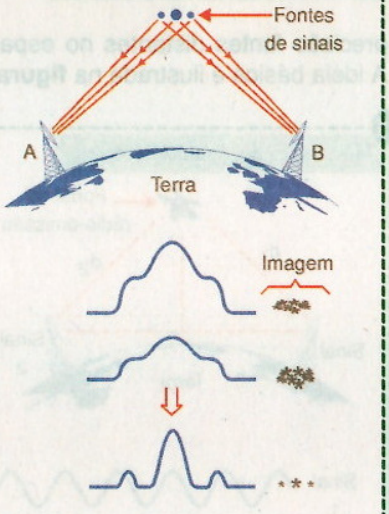
2 Princípio da interferência.



receptor, dependendo da sua posição, os seus sinais podem ou não estar em fase. É fácil observar que os sinais estarão em fase se a fonte estiver justamente na linha mediatriz definida pelas estações. Ora, pelo princípio da interferência, as intensidades dos sinais se somam se eles estiverem em fase e se subtraem se estiverem fora de fase, conforme mostra a **figura 2**.

Assim, basta um pequeno deslocamento do objeto focalizado da linha mediatriz para que seus sinais já sejam fortemente atenuados. Tanto mais afastadas estiverem as antenas, maior será a capacidade de definição do sistema, ou seja, com mais facilidade ele pode distinguir dois objetos próximos, conforme ilustra a **figura 3**.

3 Distinguindo objetos.



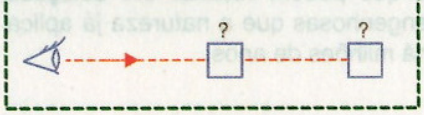
A Radioastronomia usa este princípio ligando a um mesmo receptor dois radiotelescópios situados em locais muito distantes. Por exemplo, existe um radiotelescópio em Atibaia (Centro de Radioastronomia e Aplicações Espaciais - CRAAE), em São Paulo que, em certos experimentos trabalha interligado a um radiotelescópio nos Estados Unidos. Os dois se comportam desta maneira como um único, cujo diâmetro seria equivalente à distância que os separa em termos de acuidade (**figura 4**).

4 Radiotelescópio de Itapetinga - Atibaia.



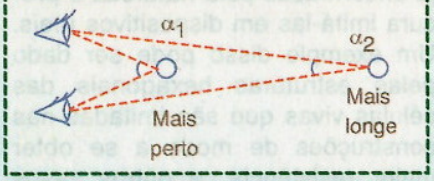
No entanto, esse processo funciona bem com a Radioastronomia onde os sinais captados são ondas convertidas em sinais elétricos que podem ser combinados e analisados por circuitos. Com as imagens, o problema é um pouco mais complicado. A capacidade de se definir um objeto distante, avaliando-se sua distância é dada pelo que se denomina visão estereoscópica. Com um olho apenas, vemos nitidamente as coisas, mas não temos o senso de profundidade ou distância, veja a **figura 5**.

5 Dificuldade para avaliar a distância do objeto.



Com os dois olhos podemos ter a sensação de distância ou profundidade, veja a **figura 6**. A pequena diferença de ângulo de focalização dos olhos nos permite avaliar a distância em que se encontra o objeto.

6 Avaliando a distância dos objetos com os dois olhos.



É por este motivo que temos dois olhos e que, quando tampamos um, fica extremamente difícil avaliarmos a distância em que se encontra um objeto (o cérebro pode usar outros recursos para isso, como a idéia de tamanho real do objeto, mas nem sempre isso é possível).

A natureza sabe muito bem aproveitar isso, e com base em um animal como o lêmure (**figura 7**), que tem uma visão binocular extremamente aguda, a NASA está trabalhando no que será o maior Telescópio Binocular do mundo. O Telescópio Binocular denominado *Large Binocular Telescope* será instalado no Mount Graham e seus espelhos medem 8,4 metros de diâmetro (**figuras 8** e **9**).

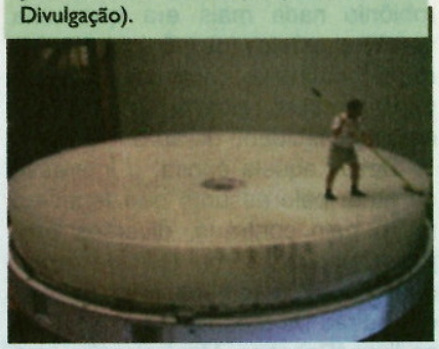
7 O lêmure usado como referência para a construção do Telescópio Binocular (Foto: NASA/Divulgação).



8 Visão artística do telescópio binocular.



9 Trabalhador limpando um dos espelhos do telescópio binocular antes de ser levado para seu local de instalação (Foto: NASA/ Divulgação).



Com ele, será possível um tipo de imagem muito importante para a detecção de planetas em sistemas próximos. Hoje em dia, com os telescópios comuns, a luz de uma estrela ofusca a eventual imagem de um planeta que gravite muito próximo dela, conforme ilustra a **figura 10**, tornando impossível sua visualização.

10 Imagem real obtida com o uso de telescópio comum.

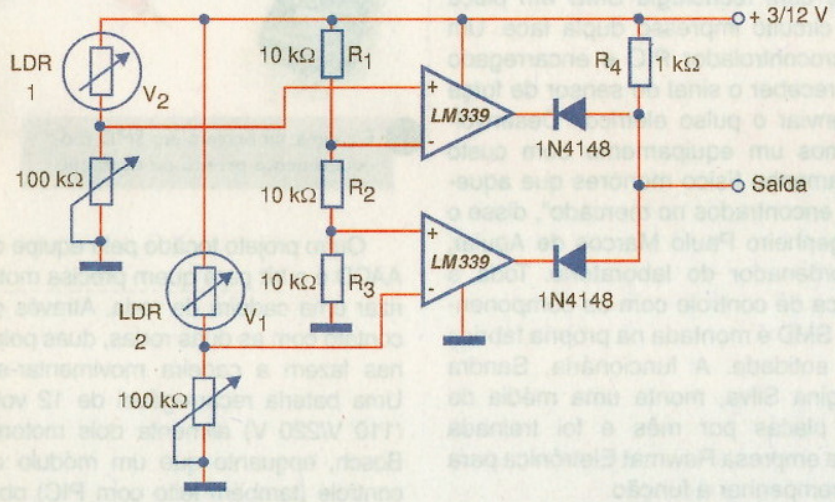


Com o *Large Binocular Telescope* é possível focalizar o objeto próximo, praticamente cancelando a luz da estrela, de modo que ele se torne perfeitamente visível.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

Pois bem, perguntaria então o leitor: "E como posso aplicar tudo isso em um robô ou outro dispositivo mecatrônico que eventualmente venha a desenvolver?". Não é preciso ter recursos para moldar lentes de 8,4 metros nem ao menos montar antenas parabólicas gigantes para que a visão estereoscópica, já usada pela natureza, possa ser aplicada em projetos simples. A idéia que damos é a mostrada na **figura 11** e consiste justamente em um sensor diferencial de luz que funciona como um "olho estereoscópico de robô" construído com LDRs comuns e um circuito integrado.

11 Sensor diferencial de luz.



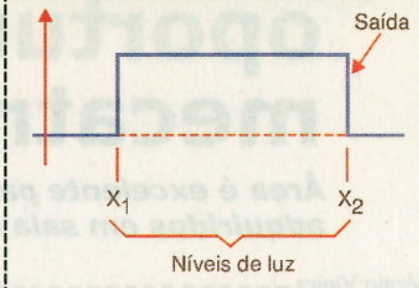
O que temos neste circuito é um comparador de janela usando dois LDRs e dois comparadores com base no circuito integrado LM339. Seu princípio de funcionamento é simples de entender. Nas entradas de referência dos dois comparadores ligamos um divisor de tensão formado por 3 resistores. Este divisor fornecerá então duas tensões de referência para o circuito comparador. Na **figura 12** temos a resposta do circuito para sinais de diversas intensidades aplicados na sua entrada.

Como vemos, quando a tensão de entrada está abaixo de V_1, o nível do sinal de saída é baixo. Quando a tensão de entrada está acima de V_2, o nível do sinal de saída também é baixo. Todavia, quando o nível de entrada está entre V_1 e V_2, a tensão de saída estará no nível alto.

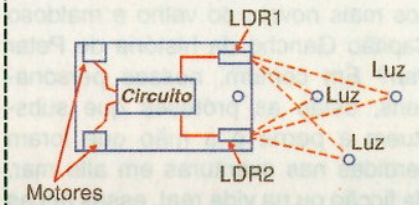
Se ligarmos dois LDRs como um dispositivo divisor de tensão na entrada, será fácil observar que a tensão neste divisor estará em um valor intermediário entre V_1 e V_2 quando a luz que incidir tiver a mesma intensidade nos dois. A precisão com que isso irá ocorrer dependerá justamente do valor do resistor que determina a "janela" de atuação, ou seja, R_2. Se usarmos para R_2 um trimpot, poderemos ajustar esta janela e, portanto, a "acuidade" de nosso olho biônico para robô.

Se colocarmos os dois LDRs em tubinhos opacos com lentes de modo que eles possam focalizar uma fonte a sua frente, conforme visto na **figura 13**, e usarmos o circuito para controlar dois motores, conseguiremos fazer um robô que "procure" uma fonte de luz e se dirija para ela.

12 Resposta do circuito para sinais de diversas intensidades aplicados na sua entrada.

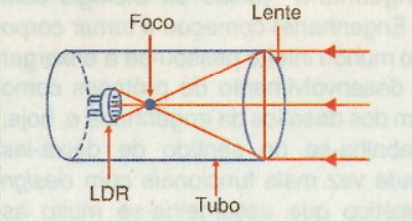


13 LDRs em tubinhos opacos com lentes para focalização de fonte de luz.



Indo além, poderemos obter uma visão "estereoscópica" de precisão, se os LDRs forem montados nos tubinhos de forma precisa junto aos focos, observe a **figura 14**.

14 Obtenção de visão "estereoscópica" precisa.



Neste caso, o "olho" devidamente acoplado a um circuito de processamento, não só pode detectar a direção de uma fonte de luz (que o robô deve localizar, por exemplo), mas também avaliar sua direção e se aproximar até uma distância segura que ele irá determinar através de sua visão estereoscópica.

Com dois LDRs, portanto, podemos ter um sistema de visão complexo para um simples robô, baseado no exemplo do lêmure que a natureza já emprega em nós.

Isso é a Biônica oferecendo idéias para os projetos.

Bioengenharia: oportunidade para mecatrônicos

Área é excelente para a aplicação de conhecimentos adquiridos em sala de aula.

Sérgio Vieira

Quem não se lembra do lendário Long John Silver, o famoso pirata da Ilha do Tesouro? Ou, no caso dos mais novos, do velho e maldoso Capitão Gancho da história de Peter Pan? Em comum, nesses personagens, estão as próteses que substituem a perna e a mão que foram perdidas nas aventuras em alto mar. Na ficção ou na vida real, essas peças atuam tanto como caráter estético e/ou funcional em deficientes físicos naturais ou casuais. Geralmente, pessoas em reabilitação utilizam órteses, equipamentos para reeducar hábitos como caminhar e sentar.

Até certo tempo, o desenvolvimento de próteses era visto apenas como uma ramificação da Medicina e, esta, ficava responsável por toda a pesquisa de campo. Mas quando a palavra **"Bioengenharia"** (união da Biologia com a Engenharia) começou a tomar corpo no mundo inteiro passou-se a enxergar o desenvolvimento de próteses como um dos desafios da engenharia e, hoje, trabalha-se no sentido de deixá-las cada vez mais funcionais com *design* estético que assemelha-se muito às pernas e braços naturais.

Além da Bioengenharia prestar um excelente serviço ao mundo, o interessante dessa disciplina é que ela emprega técnicos mecânicos, eletrônicos, mecatrônicos, engenheiros, físicos e, é claro, profissionais ligados à medicina.

No Brasil, as universidades federais são onde encontram-se a maioria dos laboratórios de bioengenharia, mas também é possível encontrá-los em hospitais, empresas da área médica, institutos e entidades beneficentes como é o caso da **AACD** - Associação de Assistência à Criança Deficiente. De seu laboratório, criado há sete anos, saem vários projetos que irão auxiliar na reabilitação de crianças e adolescentes.

Um dos mais recentes projetos do Laboratório de Bioengenharia da AACD é a **palmilha microcontrolada Dorsi-Flex**, indicada para pessoas com deficiências no caminhar. Um sensor de força (FCR) instalado na palmilha liga e desliga a parte eletrônica durante o andar da pessoa. A parte eletrônica, por sua vez, envia um sinal elétrico para a panturrilha forçando a musculatura do pé a contrair-se. Desta forma, a pessoa irá corrigir o seu caminhar, levantando o pé para depois apoiá-lo no chão (veja ilustração).

O circuito eletrônico foi desenvolvido com tecnologia SMD em placa de circuito impresso dupla face. Um microcontrolador PIC é encarregado de receber o sinal do sensor de força e enviar o pulso elétrico. "Desenvolvemos um equipamento com custo e tamanho físico menores que aqueles encontrados no mercado", disse o engenheiro Paulo Marcos de Aguiar, coordenador do laboratório. Toda a placa de controle com os componentes SMD é montada na própria fábrica da entidade. A funcionária, Sandra Regina Silva, monta uma média de 22 placas por mês e foi treinada pela empresa Rawmat Eletrônica para desempenhar a função.

Nota:

A reportagem realizada com a AACD nasceu a partir de uma carta enviada pelo engenheiro eletrônico, Daniel Rodrigues de Sousa, do laboratório de Bioengenharia. Depois de pedir informações sobre Muscle Wire (músculo eletrônico), Daniel iniciou pesquisas para aplicá-lo em algumas próteses de mão.

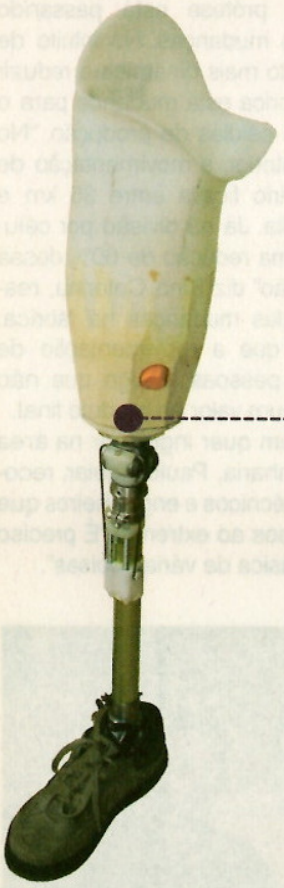


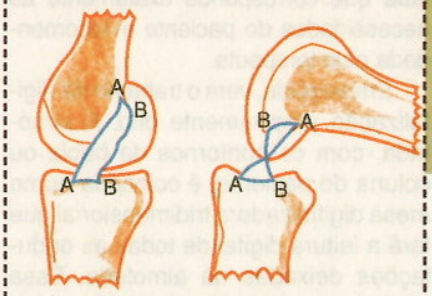
Em cima, montagem em SMD e o equipamento pronto no destaque.

Outro projeto tocado pela equipe da AACD é o **kit** para quem precisa motorizar uma cadeira de roda. Através do contato com as duas rodas, duas polainas fazem a cadeira movimentar-se. Uma bateria recarregável de 12 volts (110 V/220 V) alimenta dois motores Bosch, enquanto que um módulo de controle (também feito com PIC) obedece ao comando do *joystick* instalado do lado esquerdo ou direito da cadeira.

O **principal diferencial** do *kit* é que ele pode ser removível e ser instalado em outra cadeira à medida que o deficiente for crescendo ou simplesmente quiser mudar de cadeira. Outra vantagem é que a cadeira com *kit* instalado pode ser fechada para transporte, o que não acontece nas cadeiras motorizadas tradicionais.

Joelho mecânico + barato





Funcionamento do joelho humano.



Detalhe do funcionamento do joelho nacional.



Detalhe de funcionamento do joelho importado.

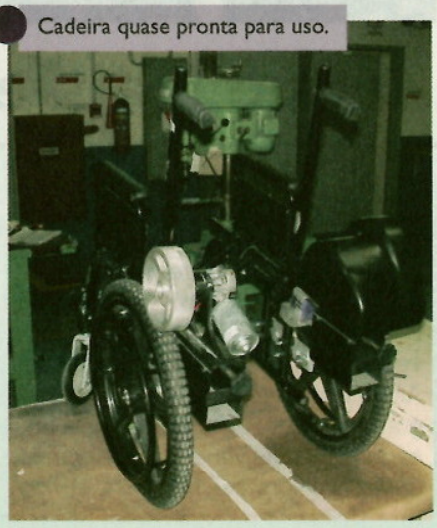


"Pensamos em desenvolver um *kit* que fosse de fácil manutenção e que pudesse ser instalado por qualquer pessoa", lembra Aguiar. Um dos responsáveis pela cadeira é o estudante de Engenharia, Eduardo Miranda Dias, formado como Técnico Mecânico.

Também na AACD foi desenvolvido um joelho mecânico para reduzir o preço dessa prótese e espalhar o seu uso pelo país. Hoje, um joelho mecânico importado não sai por menos que R$ 2.400,00. Os técnicos da AACD desenvolveram uma solução por volta de R$ 700,00 para atender à uma faixa etária entre oito e 14 anos. Feito de alumínio e pesando 350 gramas, o joelho nacional aproxima-se mais à musculatura humana que o importado segundo os técnicos (veja acima).

O joelho da AACD foi feito em parceria com a unidade Santo Amaro do SENAI e atende à ISO 10328, norma internacional que aprova ensaios de próteses de membros inferiores. Um dos testes para a aprovação é a submissão do joelho em um equipamento simulador (desenvolvido pela AACD) para dar 3 milhões de passos. Um dos "pais" desse joelho é o também estudante de Engenharia, Eduardo Inglez Yamanaka, formado como Técnico Mecânico.

Cadeira quase pronta para uso.



Movimento por contato.



Fábrica

Outro local na AACD de muita aplicação mecatrônica é a fábrica de próteses, órteses, ponteiras e demais aparelhos ortopédicos. É também na fábrica que se dará andamento aos projetos desenvolvidos no Laboratório de Bioengenharia. A demanda do laboratório fez com que a fábrica ganhasse uma certa expressividade e, nesse sentido, teve que sofrer algumas adaptações. "O torno CNC - Comando Numérico Computadorizado - foi adquirido para atender à demanda do laboratório", lembra Aguiar. O torno CNC é o responsável, entre outras atividades, por moldar os encostos e assentos das cadeiras de roda.

Na verdade, o trabalho com o torno começa um pouco antes, na sala digitalizadora de encostos e assentos. Sempre acompanhado por uma terapeuta, o técnico mecânico Rogério Pereira Miranda, coloca o paciente numa cadeira também projetada pela AACD e batizada de "Sating". Na parte do assento duas almofadas sobrepostas desempenham importante papel. A debaixo infla-se de ar para atenuar a pressão. A almofada de cima (com enchimento de microesferas de isopor) molda-se de acordo comos contornos do paciente. Na seqüência, é retirado todo o ar da almofada de cima e, no final, tem-se uma almofada que corresponde exatamente às necessidades do paciente e recomendada pelo terapeuta.

Em seguida, vem o trabalho de digitalização propriamente dito. A almofada, com os contornos da bacia ou coluna do paciente, é colocada numa mesa digitalizadora tridimensional que fará a leitura digital de todas as ondulações deixadas na almofada. Essa leitura gera um arquivo gráfico que, mais tarde, será lido pelo torno CNC. Uma vez introduzido o assento de espuma no torno CNC, este irá reproduzir fielmente aquela forma desejada pelo terapeuta e que foi deixada inicialmente na almofada. "O molde precisa ser exato para não criar mais seqüelas ao paciente", disse Rogério.

A fábrica da AACD, que é dividida entre aparelhos, coletes, goteiras, sating, sapataria e prótese está passando por algumas mudanças. No intuito de deixá-la muito mais dinâmica e reduzir custos, a fábrica está mudando para o processo de células de produção. "No esquema anterior, a movimentação de um funcionário ficava entre 35 km e 40 km por dia. Já na divisão por células houve uma redução de 60% dessa movimentação" diz Rino Caterina, responsável pelas mudanças na fábrica. Ele lembra que a movimentação de materiais e pessoas é algo que não agrega nenhum valor ao produto final.

Para quem quer ingressar na área de Bioengenharia, Paulo Aguiar, recomenda aos técnicos e engenheiros que sejam curiosos ao extremo. "É preciso ter noção básica de várias coisas".



Equipe de Bioengenharia da AACD.



Peça no torno CNC.



Mesa digitalizadora.

O que mais existe por aí?

Informática

Deficiente visual e ex-professor de Informática, o aposentado Ricardo da Costa Alba, desenvolveu em conjunto com o primo Ismael Alba Rocha Vieira, o E-Vox, um programa inédito para envio de mensagens faladas via *e-mail*. Gravando áudio em formato MP3 em tempo real, o E-Vox permite que o usuário grave sua mensagem com a utilização de um microfone comum. Para enviar a mensagem, o usuário envia seu arquivo de voz por *e-mail*. A outra pessoa poderá ouvir por meio do programa executável ou por programas como o Mídia Player ou Real Player.

Eletrônica

A revista britânica "New Scientist" publicou uma reportagem onde diz que pesquisadores japoneses da Universidade Hokkaido conseguiram desenvolver um sistema que envia sinais de uma perna saudável para outra com problemas de paralisia. O método utiliza sensores computadorizados para assumir o controle dos nervos danificados, permitindo a locomoção sem que o paciente tenha que fazer um comando direto através de um teclado ou de um interruptor. Sensores musculares são usados para monitorar sinais na perna saudável do paciente e estimular impulsos elétricos em 11 eletrodos implantados perto dos nervos da perna paralisada, de modo que esta siga o exemplo do membro normal.

Mecânica

Com o objetivo de ajudar na recuperação de movimentos perdidos e apresentar novas alternativas de locomoção para deficientes físicos, formandos da FEI - Fundação Educacional Inaciana Padre Sabóia de Medeiros - criaram o "Reabilitador Automatizado de Membros Inferiores" para ser usado inclusive na reabilitação pós-cirúrgica. O equipamento é formado por um sistema eletromecânico composto por um microcontrolador e partes mecânicas que simulam, da maneira mais próxima possível, os movimentos da marcha humana e, também, ajudam na realização de exercícios físicos. Na FEI foi apresentado ainda o aprimoramento de um joelho projetado para adultos com peso até 120 quilos. O protótipo pesa menos de 250 gramas e sugere um custo final de US$ 36,76.



Reabilitador: trabalho dos alunos Elton Bezerra, Henrique Savoki e Giuliano Mahncke.

Mecânica_II

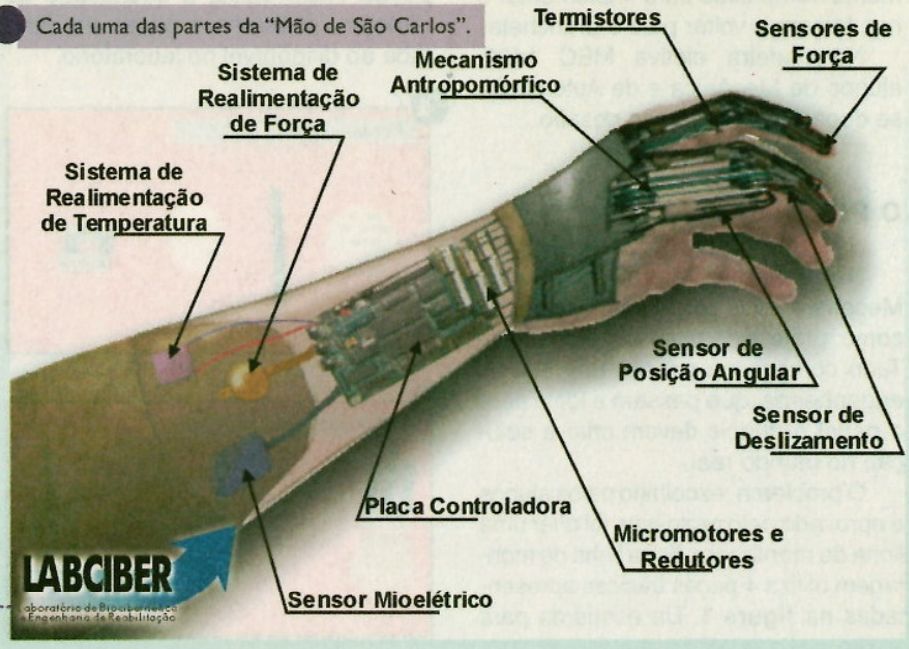
Alunos do curso de Engenharia Mecânica, do Instituto Mauá de Engenharia, desenvolveram em parceria com a AACD um dispositivo para auxiliar deficientes, portadores de paralisia, a se transferirem de uma cadeira de rodas convencional para um equipamento utilizado em sessões de fisioterapia (*Stand in Table*), sem a ajuda de outra pessoa.

Eletrônica_II

Pesquisadores do Laboratório de Biocibernética e Engenharia de Reabilitação (Labciber), da Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) da USP, estão desenvolvendo uma prótese de mão eletrônica que lembra muito aquele episódio do filme "Guerra nas Estrelas". Durante uma luta com o seu pai, o jovem Skywalker tem a sua mão decepada e, mais tarde, andróides cirurgiões implantam-lhe uma outra mão mecatrônica idêntica à original.

A "Mão de São Carlos" não é idêntica à do filme, mas deve estar entre as mais avançadas do mundo. "Das que já existem, nenhuma une tantos movimentos e outros tipos de funções sendo, ao mesmo tempo, tão parecida com a mão natural", explica em entrevista Fransérgio Leite da Cunha, pesquisador envolvido no projeto que deve terminar em 2005.

A prótese de mão capta sinais elétricos do antebraço do paciente e, através de uma interface microcontrolada, interpreta-os para a parte mecânica. Quando concluída, a mão mecânica informará o paciente sobre a temperatura e força aplicada aos objetos proporcionais às condições da prótese.



Cada uma das partes da "Mão de São Carlos".

LEGO na UNIVERSIDADE

Mauro Vianna

Até o momento temos apresentado diversas aplicações baseadas em Lego para prototipação. Neste artigo, mostraremos como a linha didática da Lego foi utilizada em uma cadeira no laboratório da PUC-RJ voltada para alunos de Engenharia Mecânica e Automação. Esta experiência ajudou a preparar esses futuros engenheiros para as situações que eles encontrarão no futuro.

INTRODUÇÃO

Na área de Ensino é indiscutível a necessidade de instruir aos alunos a teoria que está por trás das áreas de conhecimento almejadas. Na área de Mecatrônica, a teoria envolve 3 setores muito importantes: mecânica, informática e eletrônica.

Porém, tão importante quanto a teoria, é a prática. Ela permite testar e validar os conceitos aprendidos. Em especial, na Mecatrônica, freqüentemente a prática nos mostra o quão importante é testar e repensar nossos conceitos. Muitas vezes idéias aparentemente simples se mostram extremamente complexas para implementar e nos forçam a voltar para a prancheta.

Na cadeira eletiva MEC 1420, alunos de Mecânica e de Automação se depararam com esse desafio.

O PROBLEMA

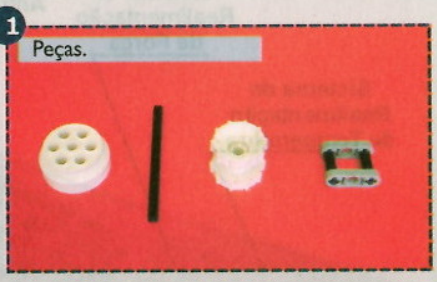
Nesta cadeira, o professor Sérgio Mecena ensina aos alunos a teoria de como projetar processos industriais. Tudo começa na cabeça dos futuros engenheiros, que passam a idéia para o papel e depois devem criar a solução no mundo real.

O problema, escolhido pelos alunos e aprovado pelo professor, foi criar uma linha de montagem. Essa linha de montagem utiliza 4 peças básicas apresentadas na **figura 1**. Da esquerda para a direita, elas são chamadas de base, eixo, roda e chifre. O objetivo da linha de montagem é simples: montar um produto conforme uma especificação encomendada utilizando as peças básicas. Os três produtos possíveis, compostos da base, eixo e uma combinação das outras duas peças, são apresentados na **figura 2**.

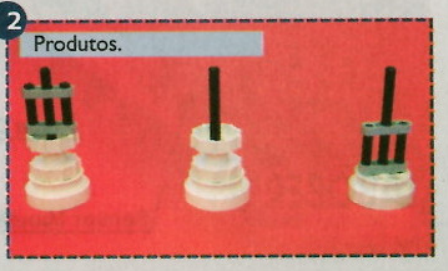
O material disponível para a construção desta linha de montagem é composto de *kits* Lego, que incluem as peças, tijolos RCX e software de controle em computador.

Algumas restrições foram impostas. Por exemplo, não era possível utilizar uma esteira para o transporte das peças. Além disso, a quantidade de motores, sensores e peças era limitada ao disponível no laboratório.

1



2



A SOLUÇÃO

A solução proposta para a linha de montagem foi a exibida no desenho da **figura 3**. Basicamente, foram definidos 4 módulos básicos:

1. Módulo de estoque: Estoque dos 4 tipos de peças utilizadas.

2. Módulo de transporte: responsável pelo transporte de peças e subprodutos entre as estações de estoque e montagem.

3. Módulo de montagem base-eixo (subproduto 1): responsável pela recepção das peças de base e eixo e montagem do subproduto 1.

4. Módulo de montagem do chifre: Este módulo recebe um dos subprodutos e um chifre, inserindo o último no subproduto.

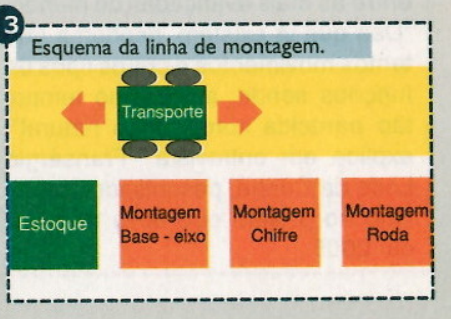
5. Módulo de montagem da roda: Este módulo recebe um dos subprodutos e uma roda, inserindo o último no subproduto.

A turma foi dividida em equipes de 5 alunos, que ficaram responsáveis pelo projeto e construção de cada um dos módulos conforme descrito abaixo:

- Equipe 1: Módulos de estoque e transporte;
- Equipe 2: Módulo de montagem base-eixo;
- Equipe 3: Módulo de montagem do chifre;
- Equipe 4: Módulo de montagem da roda.

Definidas as equipes, cada uma ficou responsável por projetar, documentar, montar e testar seus módulos.

3



EXECUÇÃO

Dificuldades e Lições aprendidas
Inicialmente, os alunos utilizaram as técnicas aprendidas no curso para descrever o problema e a solução apresentada. Essas técnicas envolvem o uso de diagramas VAC (*Value Added Chain*) e EPC (*Event Proccess Driven Chain*) que repesentam aspectos do processo e da engenharia, respectivamente.

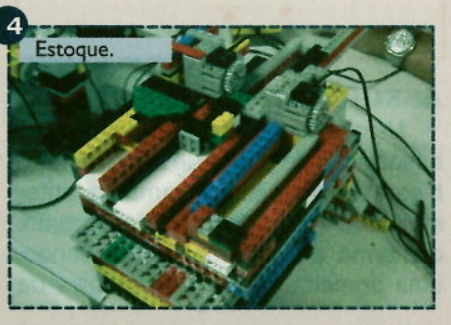
A construção da linha de montagem em si pode ser comparada a uma grande aventura. Muitas foram as dificuldades enfrentadas pelos alunos. Diversas vezes, idéias que pareciam ótimas se mostraram ineficazes na prática. Decepção, discordância, pressão foram algumas das dificuldades encontradas. Porém com perseverança, garra e muita força de vontade e criatividade, estas dificuldades foram vencidas, resultando numa linha de montagem totalmente funcional.

Muitas foram as lições absorvidas pelos alunos. E não estamos falando apenas da teoria e prática da engenharia. A criação desta linha de montagem exigiu desses alunos trabalho em equipe, disposição para aprender coisas novas e muita criatividade e capacidade de comunicação. Todas essas coisas serão importantes para eles na sua futura vida profissional.

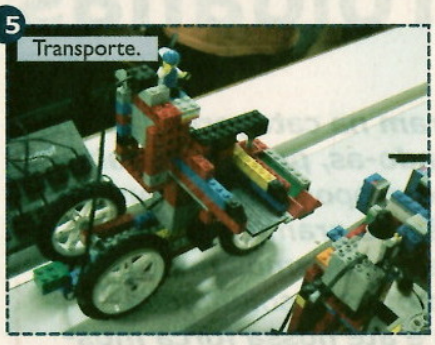
Segundo um dos alunos, Pedro Guedes, foi a primeira vez em que ele teve contato com uma programação mais básica (microcontrolador). Isso sem citar a experiência de lidar com os erros inerentes ao controle no mundo real, o que forçou a empregar idéias criativas como o uso de sensores e técnicas para zerar erros acumulados no módulo de transporte.

Descrição da linha de montagem

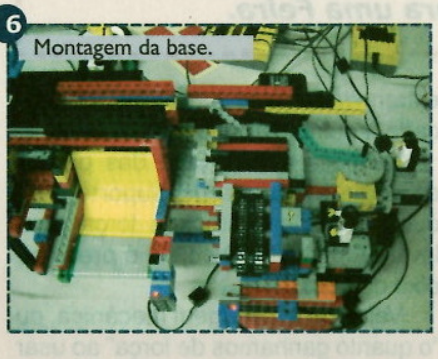
1. Estoque (figura 4): Ele contém as 4 peças básicas. Com base na especificação do produto final, estas peças são empurradas para o transporte na ordem adequada.

4

Estoque.

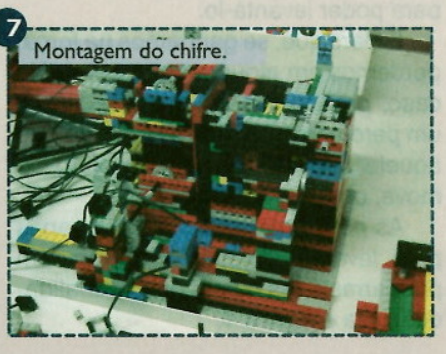
2. Transporte (figura 5): O transporte é um carro que corre em linha reta ao longo do estoque e módulos de montagem. Ele empurra as peças para as estações de montagem e recebe das mesmas os produtos montados.

5

Transporte.

3. Montagem base-eixo (figura 6): Este módulo recebe o eixo (caçamba amarela à esquerda) e a base (esteira a direita). Em seguida a caçamba vira, colocando o eixo na horizontal. A base é girada de forma que o furo fica alinhado com o eixo, que é introduzido na base. A base é girada de volta e o produto é devolvido ao transporte pela esteira.

6

Montagem da base.

4. Montagem chifre (figura 7): Estes módulo é um dos mais complexos em função do formato assimétrico do chifre. Ele recebe o chifre e ergue-o num elevador. Em seguida, ele recebe a base com o eixo (com ou sem roda), baixa o elevador com o chifre e devolve o produto ao transporte.

7

Montagem do chifre.

5. Montagem roda (figura 8): Este módulo recebe inicialmente a roda, que é elevada num elevador. Em seguida, ele recebe o subproduto com a base e eixo (com ou sem chifre), baixa o elevador com a roda e devolve o produto para o transporte.

8

Montagem da roda.

Como vocês podem ver, uma tarefa aparentemente simples pode se mostrar um grande desafio num projeto de automação, resultando em máquinas de considerável complexidade. Através de uso de técnicas de montagem, programação e muitas tentativas, erros e acertos, esses alunos (**figura 9**) concluíram com sucesso o projeto da linha de montagem.

9

Alunos.

CONCLUSÃO

A construção de uma solução real para um problema é uma parte essencial ao aprendizado. O uso de *kits* didáticos como o da Lego, permite aos alunos de Mecânica e Automação terem esta experiência de uma forma prática e produtiva. Eles podem se dedicar à montagem de projetos de Automação em tempo hábil, sem ter que se preocupar com detalhes como confecção de peças e circuitos eletrônicos.

Além disso, os conceitos de trabalho em equipe e condução de projetos são lições úteis para estes futuros profissionais.

Fundamentos da Mecânica

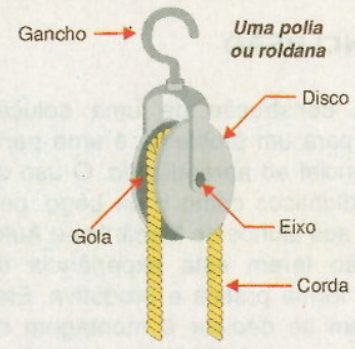
Trabalhando com polias ou roldanas

Newton C. Braga

Polias ou roldanas se enquadram na categoria das "máquinas simples". Associando-as, podemos elaborar diversas configurações que proporcionam vantagens mecânicas e, por isso, são de grande utilidade em aplicações práticas. Com elas podemos multiplicar a força de dispositivos como motores, solenóides, acionadores de diversos tipos e até nossa força muscular, conforme veremos neste artigo. Nele, mostraremos como calcular as diversas combinações possíveis de polias e roldanas que nos levam à "talha exponencial" ou "moitão", e à "talha diferencial", todas de grande utilidade em projetos que envolvem o levantamento ou a movimentação de pesos. O projeto prático simples usando material de fácil obtenção que damos no final de artigo, poderá ser de grande utilidade para professores de Ciências e Física e para estudantes em busca de um bom trabalho para uma Feira.

Uma polia ou roldana nada mais é do que um disco dotado de um eixo em torno do qual pode girar, e que possui um sulco denominado "gola" por onde pode passar uma linha, corda ou mesmo corrente, conforme mostra a **figura 1**.

1 Uma polia ou roldana.



As polias podem ser fixas ou móveis, em função do modo segundo o qual sejam usadas. Assim, conforme ilustra a **figura 2**, na polia fixa prendemos o eixo a um suporte de maneira que o objeto a ser levantado fica numa extremidade da corda e a força é aplicada à outra extremidade.

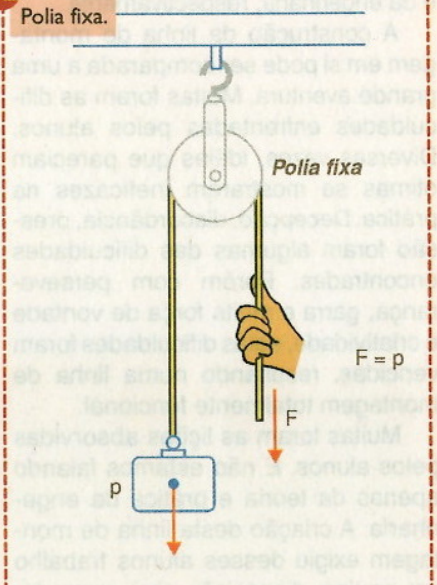
Na polia móvel, uma das pontas da corda é fixada a um suporte e na outra ponta aplicamos a força para levantar o objeto. O objeto é preso ao eixo da polia.

Veja que a vantagem mecânica, ou "o quanto ganhamos de força" ao usar uma polia depende do modo como a usamos. Na polia fixa a vantagem mecânica é 1, pois a força que precisamos fazer para levantar o objeto é a mesma que corresponde ao seu peso. Por outro lado, na polia móvel, a vantagem mecânica é 2, pois necessitamos fazer apenas metade da força que corresponde ao peso do objeto para poder levantá-lo.

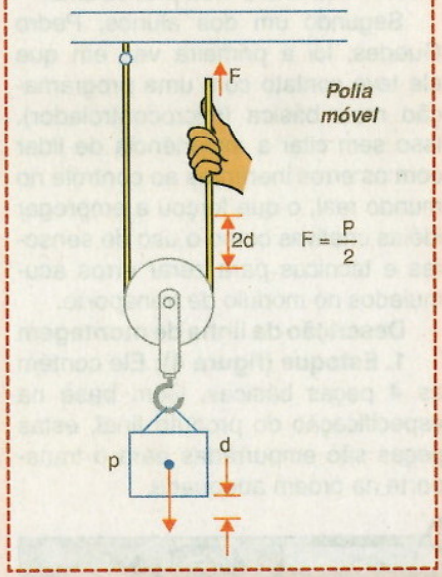
É claro que, se ganhamos na força, perdemos em alguma outra coisa. No caso, precisamos puxar a corda por um percurso duas vezes maior do que aquele através do qual o objeto se move, observe a **figura 3**.

As polias não são usadas apenas para levantar objetos, mas também para arrastá-los ou em outras finalidades, veja a **figura 4**.

2 Polia fixa.



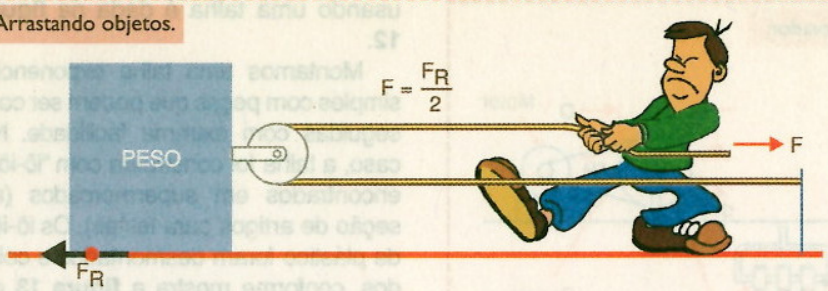
3 Polia móvel. O que se "ganha" em força, "perde-se" em distância.



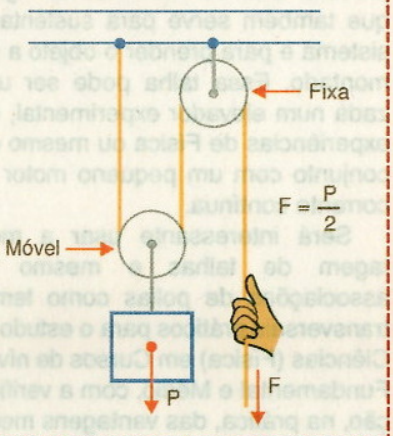
ASSOCIANDO POLIAS

Na prática, é comum fazermos a associação de polias de modo a combinar seus efeitos e também obter maior comodidade no acionamento, conforme a aplicação. Assim sendo, uma primeira associação simples de

4 Arrastando objetos.



5 Associação simples.



polias é a mostrada na **figura 5** onde temos uma polia fixa e uma polia móvel.

Essa configuração resulta numa vantagem mecânica igual a 2, com a vantagem de precisarmos fazer força para baixo para levantar o objeto. Na realidade, isso significa que podemos usar o peso de nosso corpo para levantar o objeto.

Se usarmos mais polias associadas poderemos ir sucessivamente multiplicando a vantagem mecânica por 2. Dessa forma, conforme mostra a **figura 6**, se colocarmos duas polias móveis e uma fixa, teremos uma vantagem mecânica de 2 x 2 = 4 (ou $2^2 = 4$).

Para 3 polias móveis e uma fixa teremos uma vantagem mecânica igual a VM = 2 x 2 x 2 = 8 ou 2^3. Precisaremos fazer uma força 8 vezes menor do que o peso do corpo para levantá-lo, conforme ilustra a **figura 7**.

É fácil perceber que, para n polias móveis, a vantagem mecânica obtida será:

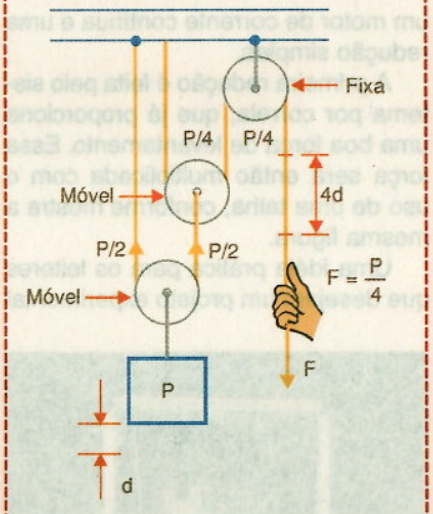
$$VM = 2^n$$

A vantagem mecânica será, então, 2 elevado a um expoente que corresponde ao número de polias móveis usadas, daí a configuração ser denominada "talha exponencial".

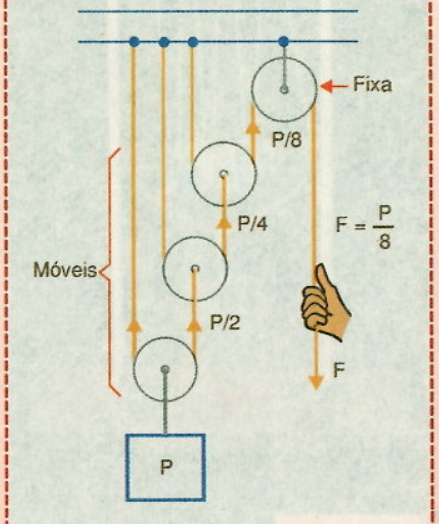
O CADERNAL

Uma configuração interessante que faz uso de diversas polias associadas é a denominada "cadernal", a qual é exibida na **figura 8**.

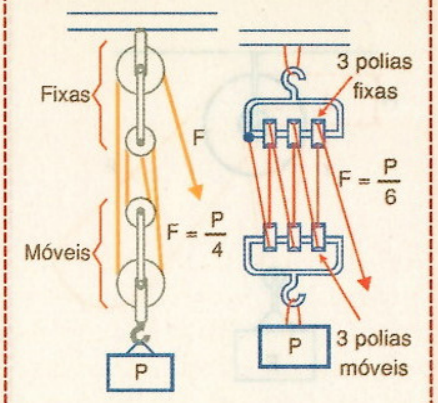
6 Associação com vantagem mecânica de 4.



7 Associação com vantagem mecânica de 8.

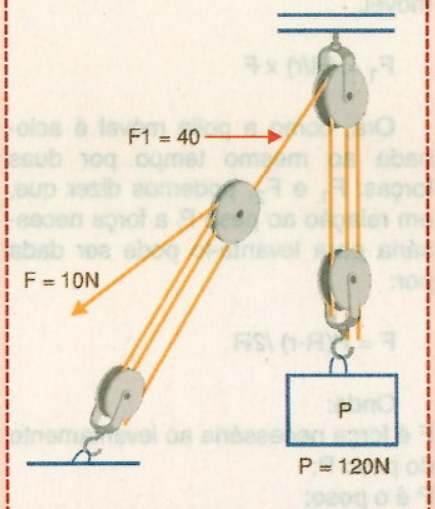


8 O cadernal.



Nela, encontramos diversas polias associadas, presas a um eixo comum. O conjunto superior é de polias fixas e o conjunto inferior é de polias móveis. Assim, se tivermos 6 polias no conjunto, 3 fixas e 3 móveis, a vantagem mecânica (VM) será dada por: VM = 3 x 2 = 6. Veja que estas configurações não são tão vantajosas como se poderia esperar.

9 Talhas associadas.

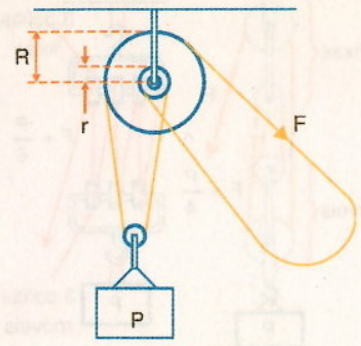


Na **figura 9** mostramos que essas talhas também podem ser associadas de modo a se multiplicar a vantagem mecânica, quando uma força muito grande se fizer necessária.

A TALHA DIFERENCIAL

Na **figura 10** temos uma outra combinação resultante da associação de

10 A talha diferencial.



polias móveis e fixa com importantes resultados práticos. Trata-se da talha diferencial, que usa uma polia fixa e duas móveis interligadas por uma corda sem fim, ou seja, com suas extremidades unidas num percurso fechado, atente para a **figura 10**.

O uso de polias fixas com diâmetros diferentes aumenta a vantagem mecânica de uma forma que ficará clara ao explicarmos como ela funciona.

Supondo F a força exercida na corda, essa força ficará multiplicada por um fator R/r ao aparecer na polia móvel.

$$F_1 = (R/r) \times F$$

Ora, como a polia móvel é acionada ao mesmo tempo por duas forças: F_1 e F_2, podemos dizer que, em relação ao peso P, a força necessária para levantá-lo pode ser dada por:

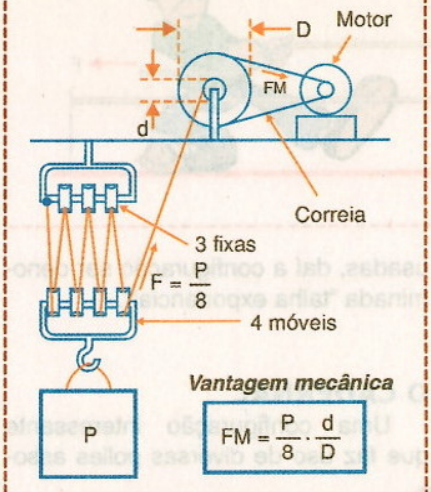
$$F = P(R-r)/2R$$

Onde:
F é força necessária ao levantamento do peso P;
P é o peso;
R é o raio da polia fixa maior;
r é o raio da polia fixa menor.

APLICAÇÕES

Para projetos mecatrônicos, há diversas possibilidades de aplicações práticas para as talhas e mesmo para as associações de polias. Na **figura 11** apresentamos um elevador que pode ser montado com a ajuda de

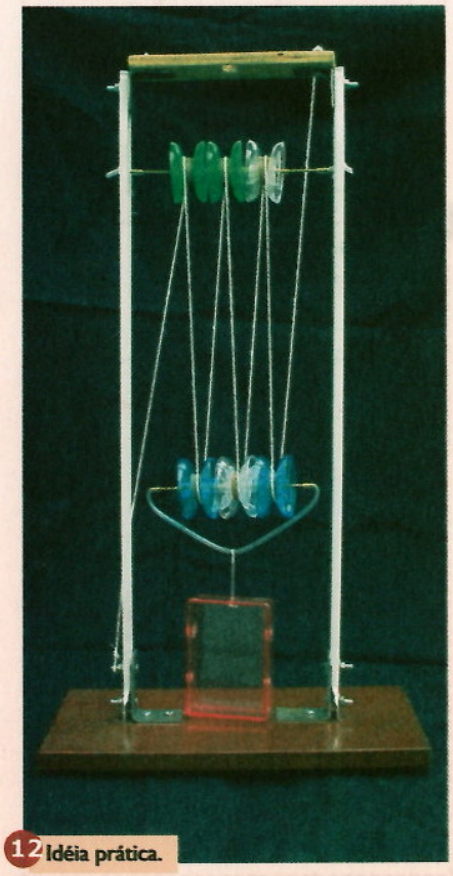
11 Elevador.



um motor de corrente contínua e uma redução simples.

A primeira redução é feita pelo sistema por correia, que já proporciona uma boa força de levantamento. Essa força será então multiplicada com o uso de uma talha, conforme mostra a mesma figura.

Uma idéia prática para os leitores que desejam um projeto experimental usando uma talha é dada na **figura 12**.



12 Idéia prática.

Montamos uma talha exponencial simples com peças que podem ser conseguidas com extrema facilidade. No caso, a talha foi construída com "iô-iôs" encontrados em supermercados (na seção de artigos para festas). Os iô-iôs de plástico foram desmontados e colados, conforme mostra a **figura 13** de modo a formar as polias.

Para mantê-los juntos usamos uma presilha feita de arame ou fio rígido, que também serve para sustentar o sistema e para prender o objeto a ser montado. Essa talha pode ser utilizada num elevador experimental, em experiências de Física ou mesmo em conjunto com um pequeno motor de corrente contínua.

Será interessante usar a montagem de talhas e mesmo de associações de polias como temas transversais práticos para o estudo de Ciências (Física) em Cursos de níveis Fundamental e Médio, com a verificação, na prática, das vantagens mecânicas obtidas.

F

13 Construindo uma polia com um iô-iô.



Notas:

Os que desejarem se aprofundar mais no assunto têm várias possiilidades:
a) Uma delas consiste em verificar como se comportam as polias associadas no caso das cordas não estarem todas paralelas, situação em que teremos um "cos α" aparecendo nos cálculos.
b) Recomendamos uma visita ao site www.feiradeciencias.com.br do Prof. Léo (Luiz Ferraz Neto), que contém um rico material sobre o assunto.

Isaac Newton

Paulo G. dos Santos



***"É como se** tivesse sido apenas um menino brincando na praia, divertindo-me de vez em quando ao encontrar um seixo mais arredondado ou uma concha mais bonita do que o normal, enquanto o grande oceano da verdade permanecia totalmente inexplorado diante de mim".* Apesar de considerá-los modestos, estes "seixos" e "conchas" encontrados por Newton revolucionaram de maneira inigualável não somente a Ciência, mas toda a evolução da Humanidade.

Newton nasceu na cidade de Woolsthorpe, na Inglaterra, no dia 25 de dezembro de 1642. Perdeu o pai três meses antes do seu nascimento e sua mãe casou-se novamente quando Newton tinha apenas dois anos de idade. Ficou aos cuidados da avó e quando completou 10 anos, seu padrasto morreu e sua mãe retornou para a casa em Woolsthorpe. É possível que estes acontecimentos sejam a causa do conturbado temperamento de Newton.

Na escola, não demonstrava interesse pelos estudos, que se constituíam basicamente em Latim e Grego e quase nada de Matemática. Porém, seu professor, John Stokes, e seu tio, William Ayscough, perceberam sua real vocação e o estimularam a persistir nos estudos até ser admitido no Trinity College, em Cambridge em 1661.

Formou-se em 1665 e, neste mesmo ano, retorna para Woolsthorpe devido à peste que assolou Londres naquele período onde ficou por quase dois anos. Durante este período, a genialidade de Newton veio à tona com força total. Além de elaborar as bases do cálculo integral e diferencial, interessou-se pelo estudo do movimento circular e concluiu que este era causado por uma força centrípeta, ou seja, uma força dirigida para o centro da órbita do movimento. Um dia, ao ir descansar sob a sombra de uma macieira, viu uma maçã despencando de um galho e atingindo o chão. Observando este movimento, perguntou-se se a força responsável pela queda da maçã não seria a mesma que mantém a Lua em sua órbita.

Este foi provavelmente o maior *"insight"* de Newton. Construiu a hipótese de que "tudo" atrai "tudo" e desenvolveu as equações que regem esta lei. Entretanto, a natureza da gravidade só foi esclarecida três séculos mais tarde por Albert Einstein.

Foi neste período também que realizou sua famosa experiência da decomposição e composição da luz branca através de prismas. Por conta disso, Newton percebeu que as lentes até então usadas nos telescópios apresentavam a mesma propriedade, o que limitava a sua utilização e desenvolveu, em 1668, um telescópio empregando espelhos côncavos. Devido ao sucesso de seu telescópio, Newton foi aceito como membro da Royal Society e, em 1672, apresentou uma série de estudos sobre óptica onde, além de relatar suas experiências, afirmou que a luz possuía caráter corpuscular, ou seja, que era formada por partículas muito pequenas e com grande velocidade. Esta idéia batia de frente com a proposta de Christian Huygens de que a luz possuía caráter ondulatório. A hipótese de Huygens prevaleceu até 1905, quando Einstein (ele de novo) demonstrou que a luz possuía, na verdade, características ondulatórias e corpusculares.

Em 1686, Newton começou a escrever sua obra mais importante: *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos de Filosofia Natural), a qual dividiu em três partes: a primeira e a segunda tratam do movimento dos corpos nos meios resistentes. Na terceira, a mecânica abordada nos dois primeiros livros é utilizada na questão da gravitação universal.

Foi eleito membro do parlamento, onde ficou entre 1687 e 1690. Em 1696, mudou-se para Londres devido a uma depressão nervosa, afastando-se do trabalho científico e assumindo a inspetoria da Casa da Moeda. Em 1701 foi eleito deputado novamente e em 1703 foi eleito presidente da Royal Society, cargo para o qual foi reeleito anualmente enquanto viveu.

No ano seguinte publicou outra importante obra científica: *Opticks, or A Treatise on the reflections, refractions and colours of light* (Óptica, ou Um Tratado sobre a reflexão, refração e cores da luz). A edição de língua latina traz um apêndice que constitui um verdadeiro tratado de cálculo integral.

Em 1705, iniciou-se uma das mais célebres disputas na Matemática: a autoria do cálculo integral e diferencial. Newton certamente desenvolvera esta ferramenta muito antes que seu rival, Gottfried Leibnitz, apresentasse sua própria versão. Porém, como Newton optou por manter sua descoberta em segredo, Leibnitz publicou a sua primeiro. Seguiu-se então uma batalha onde dois dos maiores cérebros do planeta demonstraram uma grande falta de escrúpulos. A Royal Society investigou o caso e concluiu que Newton era o verdadeiro autor da ferramenta. Entretanto, como curiosidade, é interessante ressaltar que a notação matemática utilizada no cálculo integral e diferencial é a desenvolvida por Leibnitz.

Em seus últimos anos, ocupou-se exclusivamente com complexas questões teológicas. Newton morreu em 31 de março 1727, em Kensington, Middlesex, aos 84 anos, e foi sepultado na Abadia de Westminster, onde foi construído o maior dos monumentos ali presentes.



Disco de Newton

Julio Cesar Ferreira dos Passos
Paulo Gomes dos Santos

Em muitas aplicações mecatrônicas existem diversos robôs, esteiras e atuadores que selecionam peças por cores e códigos de barras. Estes dispositivos utilizam sensores de luz que identificam os objetos conforme as características da luz recebida. Entenda os princípios da luz e das cores através de um projeto de fácil realização e baixo custo, que pode ser apresentado em feiras de Ciências e serve como sugestão de atividade prática para professores em sala de aula.

James Clerk Maxwell (1831-1879) foi um dos grandes "unificadores" da Física. Isto porque ele conseguiu, com seus trabalhos, unir a eletricidade e o magnetismo, que até então se acreditava serem de naturezas diferentes. Maxwell, apoiado em trabalhos de seus predecessores, concluiu que uma variação de um campo elétrico gerava uma variação de campo magnético, e vice-versa. E, a partir dessa teoria, chegou à idéia de que as oscilações desses campos poderiam se propagar no espaço. Essas oscilações são as ondas eletromagnéticas. E não parou por aí: descobriu que essas ondas se deslocavam com velocidade igual a da luz, o que não poderia ser coincidência. Acabou por provar que a luz é, na realidade, composta por ondas eletromagnéticas propagando-se no espaço.

A velocidade da onda eletromagnética, num mesmo meio, é sempre a mesma, porém sua freqüência e comprimento de onda são variáveis, e é isso que caracteriza cada tipo de onda.

O OLHO HUMANO

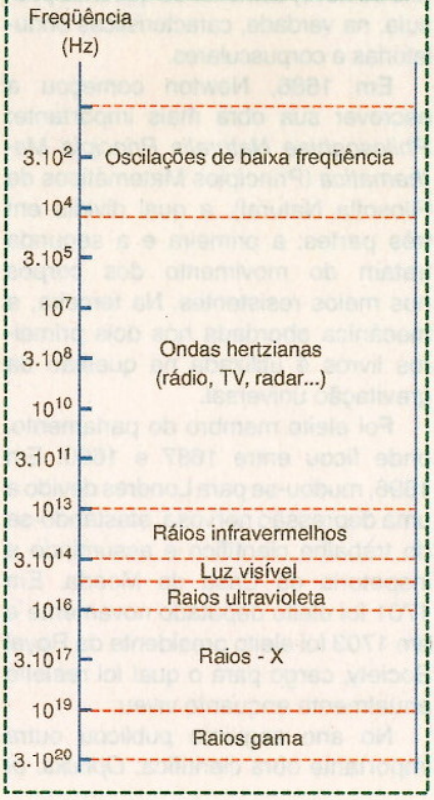
A retina do olho humano é provida de dois tipos de células responsáveis pela visão, chamados bastonetes e cones.

Os bastonetes são células responsáveis pela visão noturna, permitindo que se possa ter a sensação de luz mesmo em baixa luminosidade. Os bastonetes contêm uma substância chamada púrpura ocular que se decompõe na luz e se regenera no escuro, fazendo com que consigamos enxergar em baixas luminosidades.

Já os cones são células retinianas responsáveis pela visão diurna, ou seja, em médias e altas luminosidades, além de possuírem um limite sensível até mil vezes maior que o dos bastonetes.

O olho humano é, na verdade, um "sensor" capaz de captar ondas eletromagnéticas cujas freqüências estão entre $4x10^{14}$ e $8x10^{14}$Hz. A menor freqüência corresponde à cor vermelha e a maior à cor violeta. Existem, porém, ondas eletromagnéticas com freqüências que não podem ser captadas pelo olho humano. Nas freqüências acima da luz visível estão, na seqüência, os raios ultravioleta, os raios X e os raios gama e abaixo estão os raios infravermelhos, as ondas hertezianas (rádio, TV, radar) e as oscilações de baixa freqüência emitidas pelas linhas de transmissão de energia elétrica (**figura 1**).

1 Freqüências das ondas eletromagnéticas.



AS CORES E SUAS CARACTERÍSTICAS

Cada freqüência captada pelo olho é identificada pelo nosso cérebro como sendo uma cor. Uma característica das cores é que elas podem ser somadas e com isto resultar em outras cores. Todo o espectro de luz visível pode ser construído a partir de três componentes básicas: o vermelho o verde e o azul (que na verdade é o violeta). A luz branca é a soma dessas três componentes e todas as demais cores podem ser obtidas a partir da soma de diferentes proporções desses componentes. O preto é a ausência de luz.

LUZ E TINTA

"Epa! Mas o meu professor de Educação Artística me ensinou que as cores primárias são o magenta, o ciano e o amarelo! E que o verde é a mistura do azul com o amarelo!"

A maioria dos leitores já deve ter se deparado com esta questão e difi-

cilmente devem ter encontrado uma resposta clara. Vamos tentar, então, desvendar este mistério:

A luz, ao incidir sobre um objeto, pode ser absorvida, refletida ou, o que acontece quase sempre, ser parcialmente absorvida e parcialmente refletida. A cor que enxergamos em um objeto é, na realidade, a parte da luz que ele refletiu. Como as características dos pigmentos dos objetos são diferentes, suas cores, quando expostos à uma mesma fonte de luz, serão diferentes.

A luz do Sol é um exemplo de luz branca. Quando essa luz incide sobre a folha de uma árvore, esta irá absorver todas as cores que compõem o espectro visível, exceto o verde que é refletido e atinge os nossos olhos. É por isso que a folha é verde. Se esta mesma luz incide sobre uma maçã, esta absorve todas as cores do espectro visível, exceto o vermelho que é refletido. É dessa forma que identificamos as cores nos objetos.

Já dissemos que as cores básicas que compõem a luz branca são vermelho, verde e azul e que a mistura dessas três cores resulta no branco. A diferença entre a soma de "luzes" e a soma de "pigmentos" se dá porque, no primeiro caso, enxergamos a luz diretamente, enquanto que no segundo enxergamos aquilo que o pigmento reflete, ou seja, o que não absorve.

É exatamente aqui que está a questão! Quando a luz interage com um objeto, uma parte dela é absorvida e outra é refletida, e é esta luz refletida que chega aos nossos olhos e faz com que enxerguemos o objeto.

Suponha um objeto vermelho iluminado pela luz branca (composta por todas as cores). Esta, ao incidir no objeto, parte será absorvida (o azul e o verde) e parte refletida (o vermelho). Note bem, as componentes azul e verde foram absorvidas pelo objeto. Suponha a mesma situação com um objeto azul. Este refletirá a luz azul e irá absorver o vermelho e o verde. Veja a **figura 2**.

Se, ao invés de luz, misturarmos pigmentos vermelho e azul, a tinta resultante irá absorver o azul e o verde (por causa do pigmento vermelho) e o verde e vermelho por causa do pigmento azul. Logo, essa tinta irá absorver todas as cores e

2 Objetos vermelhos e azul refletindo suas respectivas de cores.



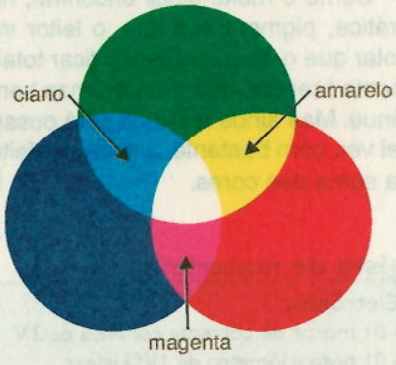
não refletirá nenhuma, resultando em preto.

É evidente que, na prática, isso não irá acontecer exatamente assim porque os pigmentos não são exatamente puros. Se você misturar tintas vermelha e azul irá obter um marrom escuro (dependendo também da proporção da tinta utilizada).

Por conta disso, as cores primárias da impressão serão aquelas que absorvem apenas uma das três componentes da luz branca.

Quando projetamos em um anteparo branco as três cores primárias da luz, obtemos a luz branca. Se as misturarmos duas a duas obteremos as três cores básicas da impressão, o amarelo (verde + vermelho), o ciano (azul + verde) e o magenta (vermelho + azul). Isto é demonstrado na **figura 3**. Com

3 Obtendo as cores primárias da impressão misturando cores-luz.



pigmentos destas cores combinados, é possível reproduzir também toda escala de cores visíveis da seguinte forma:

Um objeto pintado com pigmento ciano (verde + azul) iluminado pela luz branca irá absorver somente o vermelho e irá refletir o verde e o azul. Da mesma forma, um objeto pintado com pigmento amarelo (verde + vermelho) irá absorver somente o azul e refletir o verde e o vermelho. Assim, uma tinta composta por estes dois pigmentos irá absorver o vermelho (por causa do magenta) e a componente azul (por causa do ciano) refletindo apenas a componente verde. É por isso que ao misturar tinta amarela com ciano resulta em verde (**figura 4**).

4 Absorção e reflexão dos pigmentos.



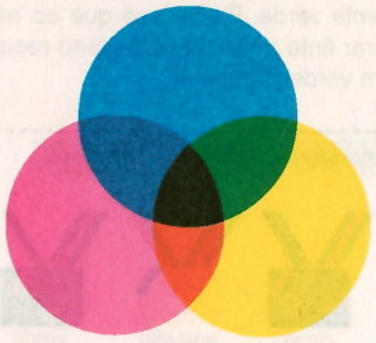
Estes dois sistemas de cores são conhecidos como RGB (*Red* - vermelho, *Green* - verde e *Blue* - azul), mostrado na **figura 3**, para luz e CMY (*Cian* - ciano, *Magenta* e *Yellow* - amarelo), exibido na **figura 5**, para pigmentos. Aparelhos como a televisores e monitores de vídeo trabalham com o sistema RGB (pois emitem luz), enquanto que aparelhos relacionados a pintura e impressão operam com sistema CMY. Todavia, como é extremamente difícil obter pigmentos puros e efetuar misturas nas proporções corretas, é muito raro obter o preto apenas misturando o ciano, o magenta e o amarelo (normalmente se consegue um marrom escuro). Sendo assim, inclui-se neste sistema o pigmento preto (K de *black*, e não B para não confundir com *Blue*) e assim o sistema de cor para pigmentos ficou sendo CMYK.

O DISCO DE NEWTON

Por volta do ano de 1664, o físico inglês Isaac Newton começou a estudar as propriedades da luz, que até então não possuía uma explicação clara. Muito curioso, ele ficava horas observando o arco-íris e imaginando o porque daquelas cores aparecerem após as chuvas. A partir dessas observações, com o auxílio de alguns prismas, conseguiu decompor a luz solar em uma seqüência de cores denominada espectro solar.

Essa decomposição foi obtida através de um fenômeno conhecido como refração. A luz, ao mudar de um meio para outro, sofre um desvio que depende da freqüência da luz. Ora, como cada cor possui uma freqüên-

5 Sistema de cores pigmento (CMYK).

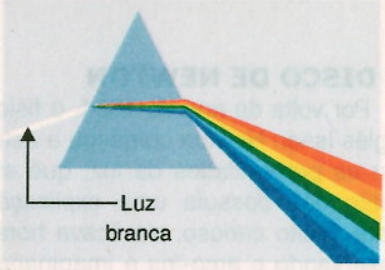


cia, então cada cor sofrerá um desvio diferente, resultando em sua decomposição. Esse fenômeno é representado na **figura 6.**

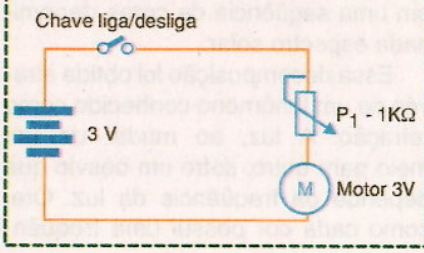
Mas, já que é possível decompor a luz branca, como recompô-la para mostrar que as afirmações de Newton são válidas, ou seja, que a luz branca é a soma de todas as cores? Para conseguir recompor a luz branca vamos construir um aparelho chamado "disco de Newton" que, como observamos ao lado, é pintado com as cores do espectro solar e que, dependendo da velocidade que adquire em rotação, torna-se branco.

Pode-se notar que, à medida que a velocidade aumenta, as cores vão se somando e gradativamente se vê o circulo esbranquiçado do aparelho. É válido lembrar que o disco deve ser utilizado em locais de intensa iluminação de luz branca (ao Sol, por exemplo) para que se obtenha bons resultados.

6 Fenômeno da refração obtida através de um prisma.



7 Sistema de cores pigmento (CMYK).



MONTAGEM

Para a montagem, utilizaremos materiais de fácil obtenção. A montagem eletrônica será construída com poucos componentes que podem ser encontrados em qualquer loja de eletrônica (**figura 7**). Quanto aos detalhes, estes são mostrados ao lado.

É importante avisar ao leitor que tome cuidado com as ferramentas cortantes. Assim, caso não tenha habilidade com as mesmas, peça ajuda a quem tenha.

PROVA E USO

Ligue o aparelho com o potenciômetro totalmente fechado e, gradativamente, gire-o para observar a rotação e o efeito do disco. Muito cuidado com a colagem do disco, para que ele não escape vindo a ferir alguém. Por isso, espere até que esteja bem colado.

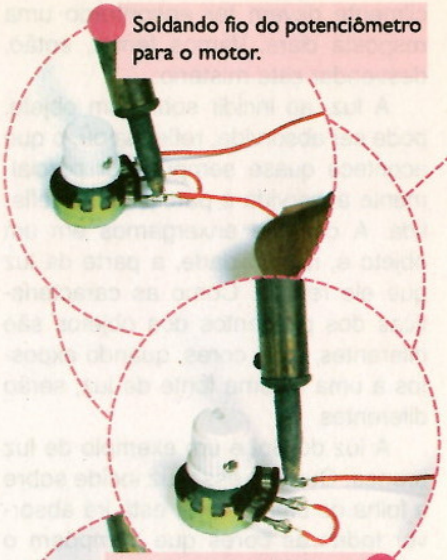
Como é muito difícil encontrar, na prática, pigmentos puros, o leitor irá notar que o disco pode não ficar totalmente branco, mas sim um cinza bem tênue. Mas ainda assim já será possível ver, com bastante clareza, o efeito da soma das cores.

Lista de materiais

Eletrônica
- 01 motor de corrente contínua de 3V;
- 01 potenciômetro de 1KΩ linear;
- 01 suporte de pilhas;
- 02 pilhas pequenas/ fios/ chave liga/ desliga.

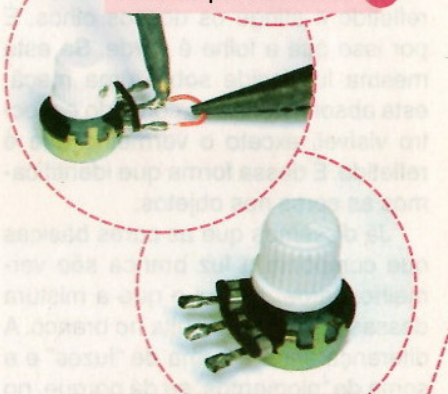
Mecânica
- pedaço de papelão;
- papel sulfite;
- caixinha de disquete.

Diversos
- ferramentas;
- tesoura;
- cola;
- ferro de solda;
- solda.



Soldando fio do potenciômetro para o motor.

Soldando potenciômetro.

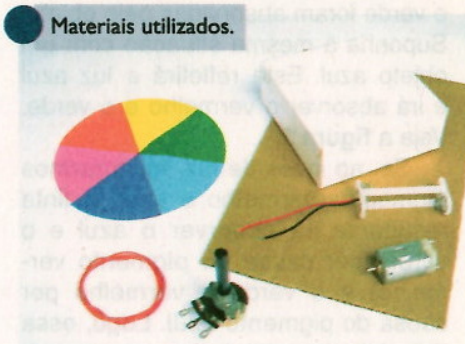


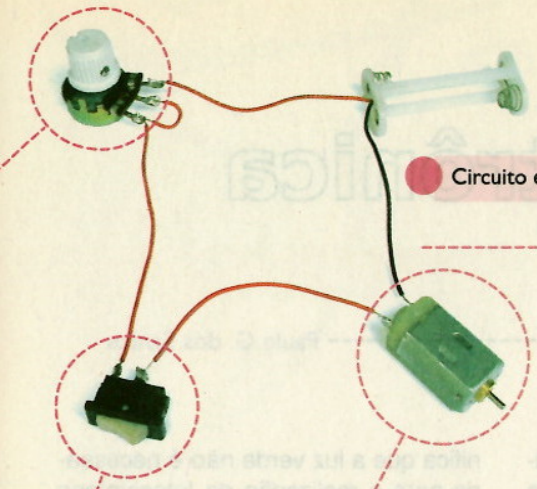
Potenciômetro com knob.



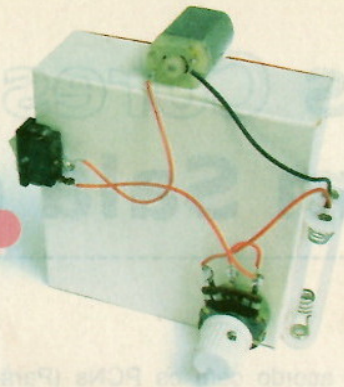
Soldando a chave liga/desliga.

Materiais utilizados.





Circuito eletrônico.



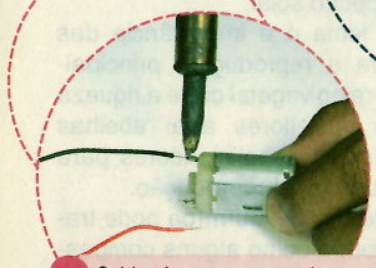
Circuito acoplado à caixa do disco.

Colando disco no acoplado do motor.





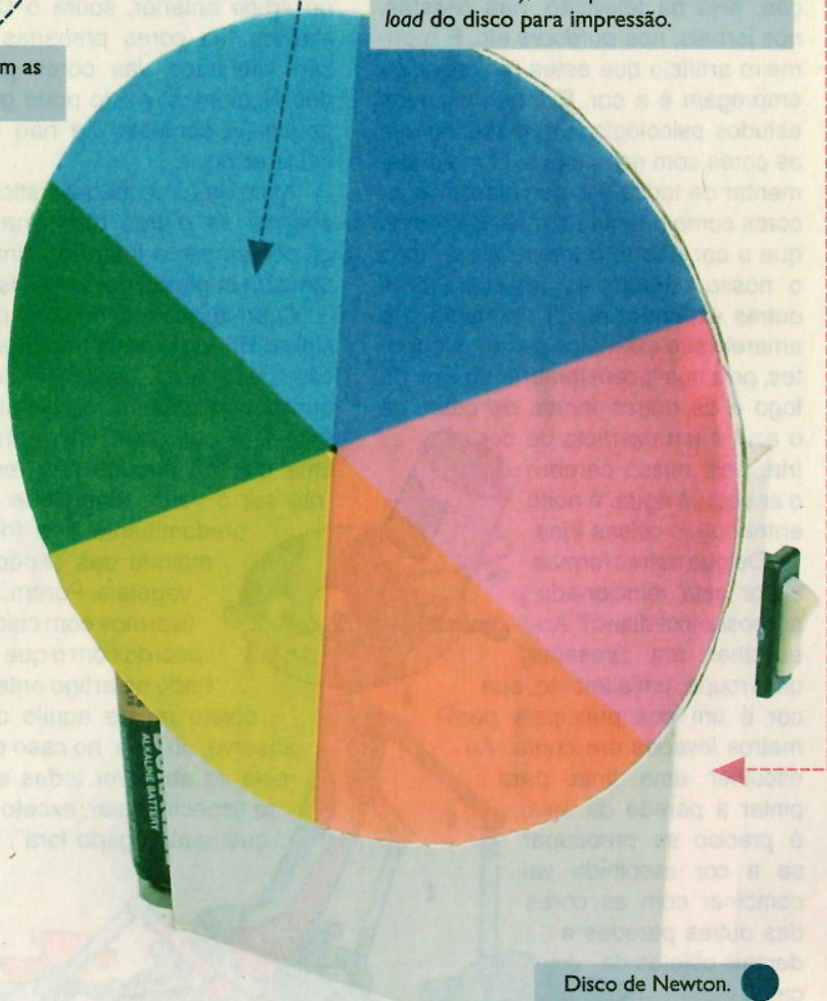
Disco pronto com as cores básicas.



Soldando os contatos do motor.

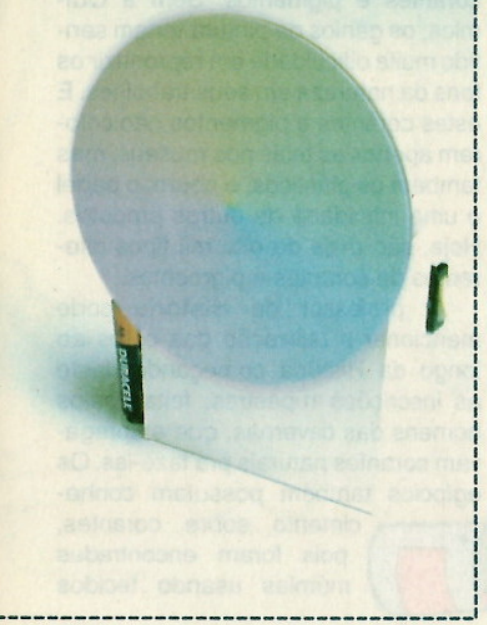
Nota

No site da revista (**www.mecatronicafacil.com.br**), você pode fazer o *download* do disco para impressão.



Disco de Newton.

Disco em funcionamento.



As Cores e a Mecatrônica em Sala de Aula

Paulo G. dos Santos

De acordo com os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais) elaborados pelo Ministério da Educação (MEC) como auxílio aos professores para refletir sobre suas práticas educativas, o conhecimento transmitido ao educando deve fazer parte do seu espaço vivencial, ou seja, estar inserido em seu contexto histórico e social.

Será que o tema "cores" está presente neste espaço? Atualmente, vivemos numa sociedade assediada pela propaganda que utiliza os mais variados meios para chamar a nossa atenção, seja na televisão, nas revistas, nos jornais, nos *outdoors* etc. E o primeiro artifício que estes profissionais empregam é a cor. Existem diversos estudos psicológicos que relacionam as cores com sensações. O mais elementar de todos é o que classifica as cores como quentes e frias. Sabemos que a cor não tem temperatura, mas o nosso cérebro as relaciona com outras experiências. O vermelho e o amarelo são exemplos de cores quentes, pois nos fazem lembrar do Sol, do fogo e de outras fontes de calor. Já o azul é um exemplo de cor fria, pois nosso cérebro o associa à água, à noite entre outras coisas frias.

De que outras formas a cor está relacionada ao nosso cotidiano? Ao escolher um presente, uma roupa, um alimento, sua cor é um dos principais parâmetros levados em conta. Ao escolher uma tinta para pintar a parede da sala, é preciso se preocupar se a cor escolhida vai combinar com as cores das outras paredes e demais objetos da casa.

Dessa forma, ao se pensar na utilização das cores em sala de aula, a primeira disciplina que vem à mente é, sem dúvida, a **Educação Artística**, que pode trabalhá-las de maneira indireta, na análise de uma obra de arte, por exemplo, ou direta, quando o educando se vê diante do desafio de elaborar a sua própria obra de arte.

O professor pode, portanto, trabalhar uma série de temas relacionados à arte e ao *design*. É preciso que tomem cuidado ao chamarem as cores ciano, magenta e amarelo de primárias, pois conforme foi visto no artigo anterior, sobre o Disco de Newton, as cores primárias da luz são diferentes das cores primárias dos pigmentos, e isto pode gerar um pouco de confusão se não for bem esclarecido.

Além da Educação Artística, como abordar as outras disciplinas a fim de contemplar a interdisciplinaridade, também sugerida pelos PCNs?

O professor responsável pela disciplina **Biologia** pode trabalhar a relação das cores com a vida. Uma questão interessante de ser abordada é qual a cor mais importante para uma planta? Poucos não responderão ser o verde, dado que é a cor predominante nas folhas da maioria das espécies dos vegetais. Porém, se analisarmos com cuidado, de acordo com o que foi mostrado no artigo anterior, um objeto reflete aquilo que não absorve, ou seja, no caso da folha, esta irá absorver todas as cores do espectro solar, exceto o verde que será "jogado fora". Isto significa que a luz verde não é necessária para a realização da fotossíntese e que, se iluminarmos uma planta somente com luz verde, ela morrerá!



Outro assunto muito importante é a forma como enxergamos as cores. O professor pode abordar o funcionamento do olho humano e de que maneira as informações por ele captadas são transmitidas até o cérebro. Pode ser trabalhada também a questão da diferença entre o olho humano e o de outros animais, que podem ou não captar componentes diferentes do espectro solar.

Outro tema é a importância das cores para a reprodução, principalmente no reino vegetal onde a riqueza de cores das flores atrai abelhas e outros agentes polinizadores para fechar seu ciclo de reprodução.

O professor de **Química** pode trabalhar a forma como alguns compostos podem ser identificados pela sua coloração. Além disso, foi através da Química que a humanidade conseguiu reproduzir a diversidade de cores existentes na natureza desenvolvendo corantes e pigmentos. Sem a Química, os gênios da pintura teriam sentido muita dificuldade em reproduzir os tons da natureza em seus trabalhos. E estes corantes e pigmentos não colorem apenas as telas nos museus, mas também os plásticos, o couro, o papel e uma infinidade de outros produtos. Hoje, são mais de oito mil tipos diferentes de corantes e pigmentos.

O professor de **História** pode mencionar a utilização das cores ao longo da História começando deste as inscrições rupestres, feitas pelos homens das cavernas, que empregavam corantes naturais pra fazê-las. Os egípcios também possuíam conhecimento sobre corantes, pois foram encontradas múmias usando tecidos

coloridos com mais de 4.000 anos de idade! Mas o emprego de corantes artificiais iniciou-se somente em 1856 (mais uma vez, estamos falando da Revolução Industrial).

O professor pode enfatizar também a importância que teve, para a colonização de nosso país, uma fonte de um corante natural: o pau brasil, cujo pigmento tingia os tecidos com cores fortes como o vermelho, o rosa e o marrom.

O professor de **Geografia** pode ressaltar a importância das cores e pigmentos no desenvolvimento de indústrias, principalmente as químicas e as têxteis. Hoje, mais de 90% dos corantes utilizados são sintéticos.

O professor de **Língua Portuguesa** pode trabalhar com textos cujos temas sejam as cores, tanto na análise de poemas e romances, como na elaboração de textos da própria autoria dos alunos. A origem das palavras que dão nomes às cores pode ser um rico campo de exploração para o professor. Já o professor de **Língua Inglesa** pode trabalhar o nome das cores em inglês e, assim como no caso da Língua Portuguesa, desenvolver textos (análise e produção) referentes ao assunto.

Já para o professor de **Física**, o tema cores é extremamente rico e com ele é possível trabalhar uma série de conceitos interessantes, principalmente relacionados à Óptica.

A Biologia trata como a cor vai do olho para o cérebro. Já a Física, trabalha a forma como a cor vai do objeto para o olho, o que foi bastante discutido no artigo anterior. O professor pode, portanto, explicar de que forma isso acontece e como a luz interage com os objetos abordando uma série de fenômenos ópticos dentre os quais os principais são a emissão, a absorção, a reflexão e a refração.

Seria muito interessante e enriquecedor se o professor tivesse condições de reproduzir, em sala de aula, a clássica experiência de Newton sobre a decomposição da luz branca.

Para mostrar a composição, o artigo anterior traz uma versão bastante interessante do Disco de Newton. Na verdade, uma versão "mecatrônica", pois o giro do disco é controlado por um circuito eletrônico simples. De fato, para a visualização do efeito, esse circuito não é necessário. É possível fazer uma versão ainda mais simplificada do disco de Newton utilizando um peão, ou mesmo um lápis atravessando o disco e servindo de ponto de apoio para o giro. Acreditamos, porém, que a versão mecatrônica é interessante pois permite a inserção da "educação tecnológica", além de ser um ótimo projeto para ser mostrado nas feiras de Ciência. Mas, como sempre ressaltamos, a Revista é uma fornecedora de idéias. A forma de apresentação mais conveniente dos conteúdos deve ser elaborada pelos professores e alunos.

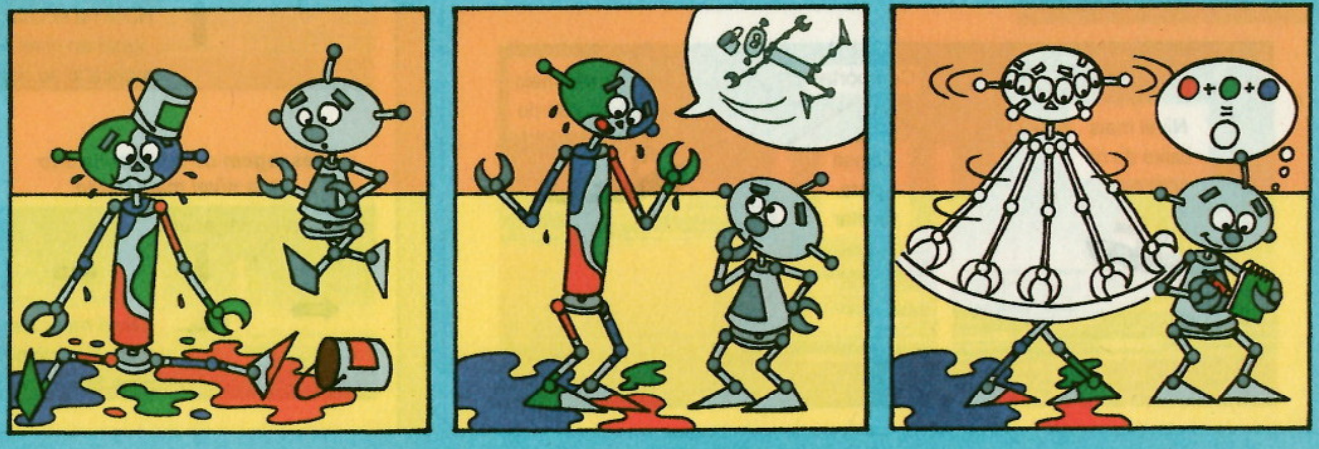
As cores permitem que o professor de Física explore também a luz como ondas eletromagnéticas mostrando, dessa forma, suas características tais como comprimento de onda, freqüência, energia, entre outras. Um professor mais ousado pode trabalhar a questão da emissão e absorção da luz a partir do modelo apresentado pela Física Quântica onde a luz é constituída por fótons que apresentam características tanto ondulatórias quanto corpusculares. É possível ainda extrapolar o assunto "ondas" partindo para as ondas mecânicas, que são mais fáceis do aluno visualizar.

As sugestões dadas até aqui não pretendem, de forma alguma, serem absolutas. Elas servem apenas de incentivo para os respectivos professores, que certamente terão idéias mais interessantes. Primeiro, porque cada um estará dentro da sua própria especialidade e, segundo, por estarem inseridos dentro da comunidade e, portanto, do espaço vivencial dos seus educandos, o que lhes dá a oportunidade de elaborarem propostas inusitadas pra trabalharem este tema. Nosso intuito foi apenas mostrar a possibilidade de enriquecer o ensino com novas propostas que gerem um conhecimento real no educando e lhe sirvam para sua vida como cidadão, e não somente uma série de informações sem significado, as quais ele "tem" que decorar para passar na prova (e mais adiante no vestibular). A reforma no ensino acontecerá somente quando estes objetivos forem revistos, o que sabemos não depender somente dos professores (que quase sempre levam a "culpa" sozinhos), mas também da direção da escola, do Governo e de nós mesmos.

Nota

No site do Ministério da Educação e Cultura (MEC) é possível fazer o download completo e gratuito da LDB e dos PCNs.
www.mec.gov.br/semtec/ensmed/pcn.shtm

OS AUTÔNOMOS



CLP-BS
Aplicação prática

Márcio José Soares

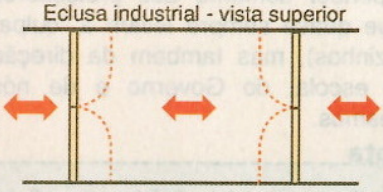


Na edição nº 14 de Janeiro/Fevereiro de 2004, o leitor teve a oportunidade de conhecer um pouco sobre os CLPs (Controladores Lógicos Programáveis). Foi apresentado um pouco sobre sua história e funcionamento, além de demonstrado como construir um, o CLP-BS. Neste artigo, demonstraremos como colocar o CLP-BS em uma aplicação prática dentro do ambiente industrial.



Para nossa primeira aplicação prática com o CLP-BS procuramos algo que pudesse ser utilizado em ambientes industriais. Assim nosso leitor, além de aprender mais sobre este tipo de aplicação, poderia também utilizá-la na prática. Atente para a **figura 1**.

1 Exemplo de eclusa de transição.

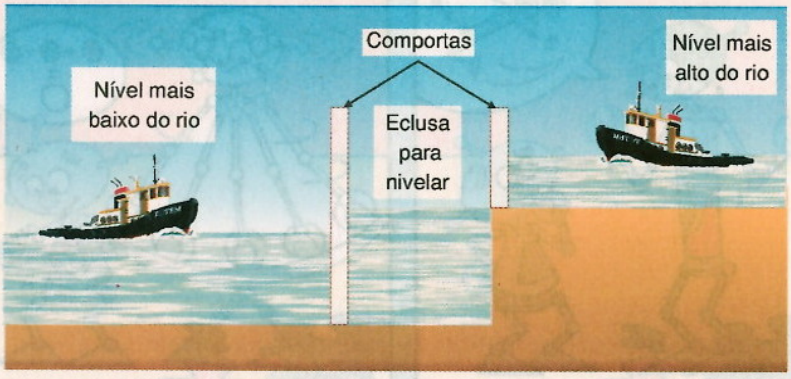


Uma Eclusa de Transição é bem parecida com as eclusas encontradas nos rios (Eclusas de Transposição), porém com funções um pouco diferentes. Nos rios elas são construídas para ligar dois pontos com níveis d'água diferentes (**figura 2**). Para abrir uma das comportas, é necessário que o nível d'água desta esteja de acordo com o nível do rio, no lado onde está se abrirá. E o leitor deve notar que em nenhum momento ambas as comportas serão abertas ao mesmo tempo. Isso poderia causar um acidente grave! Veja a **figura 3**.

Porém, a Eclusa de Transição que iremos aplicar não equilibra níveis d'água, mas sim de "ar" (ou atmosfera ambiente). Em alguns locais fabris é necessário separar os "ambientes", principalmente em industrias farmacêuticas e químicas. Isso se deve a algumas normas de segurança e também de produção que visam proteger um ambiente contra impurezas como poeira, correntes de ar encanado, separação de ar condicionado (filtros), etc.

Esta proteção visa basicamente à separação de ambientes, daí o nome Eclusa de Transição, pois a idéia básica é permitir que pessoas "transitem" de um ambiente para o outro, mas sem que haja o que chamamos de "equalização" do ambiente (o mesmo que igualar as condições ambientes).

2 Eclusa fluvial de transposição.



3 Eclusa fluvial (transposição) - ciclo para ambos os sentidos.

Passagem do nível mais baixo para nível mais alto



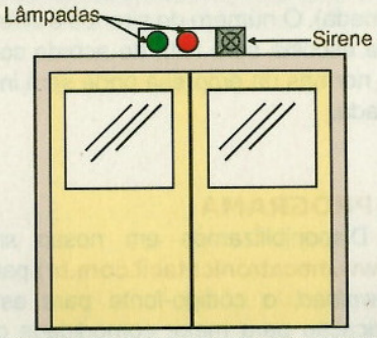
Passagem do nível mais alto para nível mais baixo



Neste tipo de Eclusa também não é permitido abrir-se ambos os lados (portas) ao mesmo tempo exatamente como nas eclusas fluviais de transposição, pois isso permitiria a passagem dos "agentes poluidores" que citamos. Sendo assim, o controle da mesma é feita de maneira a "avisar" quando é possível abrir um dos lados.

Este aviso é feito com lâmpadas colocadas na parte superior de cada porta, tanto no lado externo quanto no lado interno (se a eclusa for muito grande em comprimento). Assim, a pessoa que precisar atravessar uma destas eclusas (corredores), deverá antes observar a condição deste aviso visual. Se "verde", ele pode abrir a porta e atravessar o ambiente seguramente (ou sair deste), se vermelho ele não deve abrir a porta, pois a luz "vermelha" indica que o outro lado está aberto. Apenas quando a lâmpada "verde" voltada para seu lado, estiver acessa, ele poderá abrir a porta. Observe a **figura 4**.

4 Eclusa de transição - avisos luminosos.



Também há um aviso sonoro (sirene ou beep), que é ligado após um tempo com uma das portas abertas. Isso acontece quando alguém deve atravessar um "carrinho" de um ambiente para o outro, por exemplo. Neste caso, a porta é aberta ao máximo e travada (apenas de um lado). O funcionário entra no corredor (eclusa), fecha o lado aberto e segue para a porta no outro lado. Abre esta, sai e volta a fechá-la. A "eclusa" (controle) deve contar o tempo máximo que as portas podem ficar abertas caso as mesmas não forem fechadas dentro deste tempo, um aviso sonoro deverá ser emitido até que a porta seja fechada. Notem que em nenhum momento ambos os lados ficaram abertos. Acompanhe a **figura 5**.

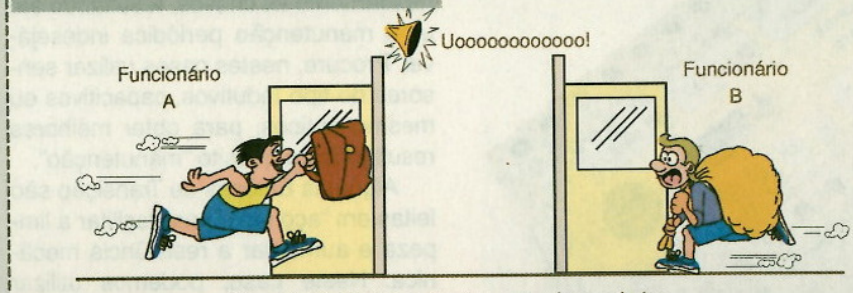
5 Aviso sonoro para excesso do tempo de abertura.



Sirene toca devido ao tempo excedido com a porta aberta

Uma outra situação onde o aviso sonoro é emitido acontece quando ambos os lados da porta são abertos. Por exemplo, um funcionário "A" vem por um dos lados e o funcionário "B" pelo outro. O funcionário "A" abre o seu lado e o "B", segundos depois, abre também o seu. Neste instante a sirene deverá soar avisando ambos que um dos lados deve ser fechado imediatamente (**figura 6**).

6 Aviso sonoro para ambas as portas abertas.



Sirene toca devido a abertura em ambos os lados

O leitor deve estar se perguntando: **"Mas como o funcionário "B" poderia saber que quase no mesmo instante a porta do outro lado seria aberta?"** A maioria das Eclusas de Transição tem parte da sua metade superior construída em material transparente (porém muito resistente) justamente para permitir que se veja quem está do outro lado. Assim, o funcionário "B" poderia olhar para o outro lado e ver o funcionário "A" abrindo a eclusa. Neste momento, ele veria a lâmpada de aviso "vermelha" acesa e aguardaria até que a "verde" fosse ligada e a vermelha apagada. Somente então ele abriria seu lado da porta.

Tudo pode parecer um tanto exagerado, mas o leitor deve perceber que não é. Algumas normas devem ser seguidas pelas empresas para manter a qualidade dos produtos e garantir algumas qualificações ISO. Sem normas, empresa alguma alcançaria os níveis necessários para um selo ISO. Sendo assim, seus funcionários também precisam se enquadrar dentro destas normas, mesmo que para isso precisem de "ajuda". E é ai que o profissional de Automação entra.

Por este simples exemplo, o leitor já deve ter notado quantas não são as possibilidades dentro de uma indústria, para um profissional na área de Automação.

O CIRCUITO

Nosso circuito é complementar, apresentando apenas as ligações dos sensores, lâmpadas e sirene ao CLP-BS. Aconselhamos a todos os leitores que não possuem a revista **Mecatrônica Fácil nº14** de Janeiro/Fevereiro de 2004, a adquiri-la junto ao jornaleiro mais próximo ou mesmo através da Saber Marketing. Nesta revista foi publicado o circuito do CLP-BS, assim como o passo-a-passo da sua montagem.

Para o leitor que não pretende montar o circuito, a Tato Equipamentos Eletrônicos (**www.tato.ind.br**) oferece o CLP-BS já montado e testado. O mesmo pode ser visto na **figura 7**. As ligações nas "borneiras" estão identificadas, o que facilita muito a aplicação do equipamento. Além disso o CLP-BS Tato possui um canal AD (conversor analógico digital) de 10 bits que permite uma gama ainda maior de aplicações. Nas próximas edições também incluiremos um canal AD de 10 bits no projeto original do CLP-BS da revista. Aguardem!

Na **figura 8** o leitor tem o esquema do circuito complementar, ligado ao

CLP-BS. Observe que as lâmpadas a serem utilizadas devem estar de acordo com a rede elétrica industrial. A maioria aceita 220V para equipamentos simples como lâmpadas e outros. O consumo em watts das mesmas, não deve ser superior a 40W ou então devem estar dentro da máxima dissipação permitida pelas "luminárias" que irão protegê-las.

Pelo circuito, o leitor nota que as lâmpadas verdes estão ligadas em paralelo e as vermelhas também. Assim, utilizamos apenas duas saídas para controlar quatro ou mais lâmpadas.

Como a maioria das eclusas são compostas de duas portas para cada lado, optamos por ligar um sensor por cada "folha" da porta. Porém, para economizar em entradas no CLP-BS, ligamos os sensores em paralelo formando uma porta "OU" (na **edição 14** falamos sobre a construção de portas lógicas com chaves). Se apenas uma das portas de um lado for aberta, a entrada correspondente do CLP-BS será ativada.

No esquema utilizamos chaves do tipo NF (Normalmente Fechada) demonstrada na **figura 9** e que, portanto, quando inseridas nas portas estarão desligadas (pressionadas), quando abrirmos as portas as chaves fecharão o contato. Sendo assim, se o leitor for utilizar um outro tipo de sensor, este deve simular o comportamento de uma chave NF, muito parecida com as utilizadas nas portas dos automóveis.

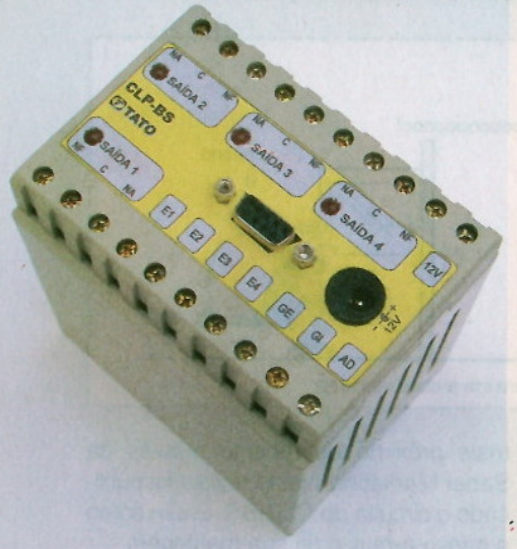
Lembrado apenas que o leitor deve seguir sempre a norma presente na empresa em questão para instalar o sensor que for mais adequado a esta. Um outro ponto relevante sobre chaves mecânicas é o desgaste que estas sofrem. Muitas vezes, a movimentação nos corredores com Eclusas de Transição, é muito grande e o abre e fecha das portas pode desgastar rapidamente as chaves, resultando em uma manutenção periódica indesejável. Procure, nestes casos utilizar sensores do tipo indutivos, capacitivos ou mesmo ópticos, para obter melhores resultados no quesito "manutenção".

Algumas Eclusas de Transição são feitas em "aço inox" para facilitar a limpeza e aumentar a resistência mecânica. Neste caso, podemos utilizar sensores do tipo "indutivos" como o mostrado na **figura 10**. O leitor deve estar atento para o tipo de saída deste. Muitos são ativos quando não estão próximos de material metálico, e outros justamente o contrário, quando próximos do material metálico. Alguns sensores possuem chaves NA e NF em suas saídas, o que facilita bastante o uso. Porém, para aplicá-los é necessário uma fonte externa para estes.

Para os sensores com saídas "ativas" (sem a presença de chaves), a voltagem de saída deste também deve estar de acordo com o máximo suportado pela entrada do CLP-BS, 24 VDC. Alguns sensores têm suas saídas em 110 V ou mesmo 220 V. Estes não servem! Cuidado! Procure utilizar sensores com alimentação em 12 VDC ou mesmo 24 VDC. Se a alimentação for com 12 VDC e a somatória da corrente de consumo dos sensores (dado presente no manual do mesmo) não ultrapassar 500 mA, o leitor poderá utilizar a fonte interna do CLP-BS. Se a somatória for maior, é aconselhável utilizar uma fonte externa para os sensores.

A sirene a ser utilizada também deve ter a voltagem de trabalho compatível com a rede local e seu volume de som também deve atender as necessidades da aplicação (alertar que algo está errado dentro da distância determinada). O número de sirenes é livre e sua escolha será feita de acordo com as normas da empresa onde será instalada.

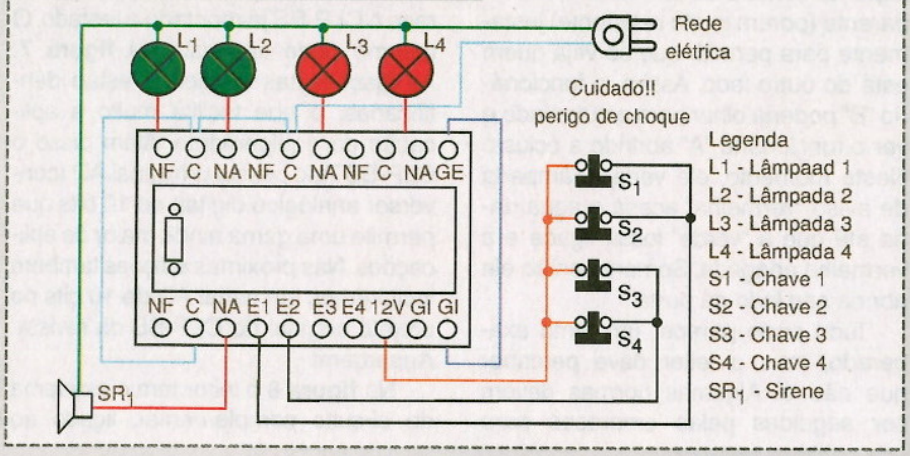
CLP-BS da Tato Equipamentos. 7



O PROGRAMA

Disponibilizamos em nosso *site* (**www.mecatronicafacil.com.br**) para *download*, o código-fonte para esta aplicação para maior comodidade de nossos leitores. É interessante que o leitor tenha o referido programa em mãos para acompanhar e entender o que será explicado a seguir.

8 Circuito complementar para controle da eclusa.



9 Chave comum.



De posse do programa, o leitor notará que o mesmo inicia as variáveis e começa a varredura dos sensores (portas). Quando um for acionado (porta aberta), ele começará a contagem do tempo (loop). Se ao final do tempo a porta não for fechada, o programa dispara a sirene desligando-a apenas quando o sensor acusar "porta fechada". Neste tempo, o programa também analisa o outro sensor (o que não foi ativado) e se este também for ativado a sirene também é ligada.

O leitor deve ter atenção no modo como a temporização foi feita. A cada 500 ms uma variável é incrementada. Ao chegar no total de 60 vezes (60 x 0,5 s = 30 s) temos o tempo final de 30 segundos. Tempo máximo que um dos lados pode ficar aberto sem que a sirene toque. Este tempo poderá ser alterado de acordo com as necessidades de cada aplicação bastando para isso mudar um dos fatores da multiplicação (repetições ou tempo).

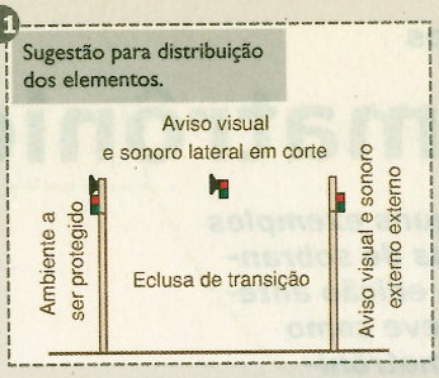
Isto foi feito para impedir que o CLP-BS trave durante a contagem do tempo. O leitor deve lembrar que o Basic Step 1, microcontrolador utilizado em nosso CLP-BS, não possui interrupções e portanto a lógica:

```
For i = 0 to 30
Pause 1000
next
```

travaria o CLP-BS até que o laço "for-next" contasse 30 vezes (30 segundos). Neste tempo muita coisa poderia acontecer e a aplicação estaria perdida como um todo.

Portanto, é necessário lembrar que a lógica de programação em um CLP, seja qual for, deve ser sempre limpa e livre de temporizadores que ocupem a CPU por um tempo muito grande.

11 Sugestão para distribuição dos elementos.



PROVA E USO

Para provar o circuito, basta testar as chaves (ou sensores magnéticos). Simule a situação com todos fechados. Ligue (abra) um deles e aguarde 30 segundos. A sirene deverá tocar. Desligue (feche) e a sirene deve parar. Agora, abra um dos sensores para um dos lados e abra um do outro. A sirene deverá tocar também. Feche ambos e a sirene irá parar.

Com relação às lâmpadas, com todos os sensores desligados as lâmpadas verdes deverão acender. Com apenas um dos lados abertos (ou ambos), as lâmpadas vermelhas se acenderão, apagando as lâmpadas de cor verde.

Para usar o circuito, o leitor deverá instalá-lo em uma Eclusa de Transição (corredor), respeitando todas as normas necessárias. Lembre-se que apesar do circuito prever apenas quatro lâmpadas, serão aplicadas mais em paralelo de acordo com a instalação. Um número maior de sirenes também poderá ser utilizado e para isso basta ligar mais em paralelo com a presente no circuito. Na **figura 11**, temos um exemplo da distribuição dos elementos para uma aplicação prática.

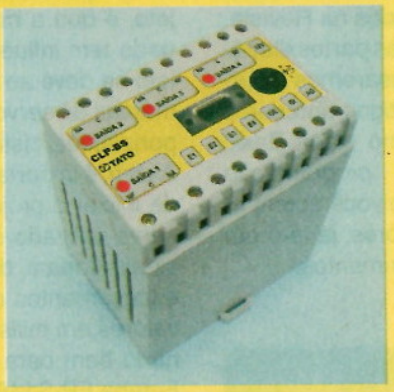
CONCLUSÃO

O leitor aprendeu neste artigo um pouco sobre as necessidades de uma indústria. Viu ainda que é totalmente possível desenvolver projetos como o CLP-BS e aplicá-los em ambientes industriais sem maiores problemas. O leitor mais atento deve ter percebido que tanto a área de desenvolvimento de produtos para industria quanto a área de aplicações destes podem oferecer grandes oportunidades. Esperamos, com este artigo, ter aberto novos horizontes para nossos leitores e nas próximas edições traremos novas aplicações com o CLP-BS. Até a próxima!

10 Sensor indutivo.



TATO
Equipamentos Eletrônicos
Transformando idéias em realidade
Tudo para microcontroladores BASIC Step e acessórios em um só lugar.



CLP-BS
Finalmente um CLP que você pode pagar e programar sem ter que perder meses em cursos

4 entradas digitais
4 saídas com relê
1 canal A/D



Novo BASIC Step 1
Com conversor analógico/digital de 10 bits

Rua Ipurinas,164 - São Paulo - SP
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

Dispositivos Animatrônicos

Olho Animatrônico

Leonardo Rodrigues

Após a explanação sobre alguns exemplos de dispositivos animatrônicos de sobrancelhas, pálpebras e olhos na edição anterior, o presente artigo descreve como montar um par de olhos animatrônicos controlado pelo computador.

O leitor que acompanhou o artigo da edição anterior pôde observar que existem diversas formas de fazer dispositivos animatrônicos para sobrancelhas, pálpebras e olhos. Mas para sedimentar os princípios explicados, teremos como atividade prática a construção de um par de olhos animatrônicos controlado por computador. Para viabilizar a construção, criaremos uma versão simplificada do exemplo mostrado na **figura 6** do artigo anterior (**Mecatrônica Fácil, ano 3, n° 14**). A parte mecânica deste projeto bem como as partes eletrônica e computacional, certamente, não oferecerão dificuldades ao leitor da **Mecatrônica Fácil**, uma vez que não serão mais complexas do que aquelas mostradas pelos artigos já publicados na Revista.

No que diz respeito às partes eletrônica e computacional, usaremos recursos já utilizados em artigos anteriores de outros autores, como placa Basic Step, servomotores e programação LOGO. Desta forma, se você acompanhou as edições anteriores, já terá em mãos os principais suprimentos.

Para incrementar ainda mais o projeto, você poderá colocar estes olhos numa cabeça de boneco e sentir ainda mais o "gostinho" de criar um boneco animatrônico. Por isso, abra o seu armário, pegue aquela máscara de látex que você usou no *Halloween* do ano passado e mãos à obra!

COMO FUNCIONA

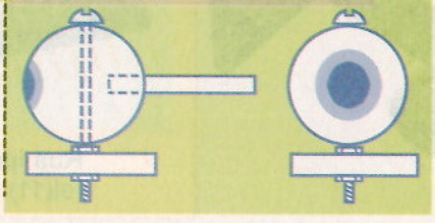
O computador, através da linguagem LOGO, envia dados para a porta serial RS-232. O BASIC Step, através das instruções do programa TBASIC compilado e gravado em sua memória EEPROM, recebe estes dados pela porta serial e os decodifica, sendo então enviados para o servomotor na forma de pulso, o que resulta em movimento de sua alavanca ou "braço".

Um ponto importante no nosso projeto, é que a marca do servo empregado tem influência na programação. Isto se deve ao fato de que diferentes marcas de servos podem possuir temporizações distintas de seus pulsos. Assim, é importante conhecê-las antes de iniciar o projeto. No nosso caso, o servo utilizado é o da Futaba e seus sinais variam de 0,3 a 2,1 ms com espaçamentos de 10 a 20 ms. Estes valores em milissegundos têm funcionado bem para os seguintes servos: Futaba FP-S148 e Futaba S-3003.

1 Base para os olhos.



2 Esquema para a furação das bolas.



MONTAGEM MECÂNICA

Os materiais utilizados na montagem mecânica podem ser encontrados facilmente pelo leitor. Para este projeto, pode-se aproveitar muitos materiais alternativos ou de "sucata" como, por exemplo, bolas de ping-pong, madeira balsa, fios de cobre, etc.

No endereço: **www.mecatronicafacil.com.br/downloads** você pode encontrar os desenhos das peças e suas medidas para auxiliar na construção. A base do par de olhos (**figura 1**) pode ser construída com uma pequena chapa de compensado de 4 mm, ou mesmo com madeira balsa, de acordo com os diagramas de construção.

O próximo passo é preparar as bolas de ping-pong para se tornarem olhos animatrônicos. Marque com lápis e régua os pontos centrais na bola e fure cada uma conforme mostrado nas **figuras 2** e **3**, usando um arame aquecido por exemplo. Observe que deverão ser 3 furos na bola de ping-pong: um no topo da bola, outro na parte de baixo (mas, alinhado com o primeiro) e um terceiro, no centro da parte traseira. Os dois primeiros furos são para permitir passar o parafuso que funcionará como eixo de rotação do olho. O furo traseiro será para fixar o pino que é acionado indiretamente pelo servomotor. O método aqui usado para marcar as posições dos furos é o do "olhômetro" mesmo, sempre associado com uma boa dose de paciência. É importante tomar bastante cuidado nesta fase para não se ferir. Em caso de dúvida, peça ajuda para alguém mais experiente.

Agora, fixe as bolas de ping-pong passando os parafusos pelos furos já feitos (superior e inferior). Observe nas **figuras 2** a **4** que cada parafuso se fixa na base através de duas porcas. Vale lembrar também que o furo em que o parafuso passa não pode ser muito justo pois prejudicaria a rotação dos olhos.

Em seguida, construa os pinos que se fixam atrás dos olhos. Para isso, corte com estilete uma vareta de madeira balsa com 0,6 cm de largura (**figura 5**) e faça uma ponta de menor espessura com o estilete para que se encaixe no furo traseiro das bolas. Procure não fazer uma ponta cônica como quando se aponta um lápis, mas sim, faça uma ponta no formato de um cilindro de menor espessura que a vareta. Isto facilitará fixá-las atrás das bolas de ping-pong. Depois, faça um pequeno furo na extremidade oposta do pino. Este furo se articulará com a haste que será explicada um pouco adiante.

Encaixe as pontas dos pinos nos furos traseiros das bolas e aplique supercola de cianoacrilato, tanto antes de encaixar como depois (**figura 6**).

Dobre um pedaço de fio de cobre de 4 mm de espessura conforme o esquema exibido nos desenhos de construção e na **figura 7**. Este fio de cobre se articula com os pinos fixos nas bolas de ping-pong. Você pode encontrar este fio de cobre em casas que vendem materiais de construção.

O próximo passo é colar os blocos de apoio para o servomotor (**figura 8**) na base usando supercola e seguindo a marcação mostrada nos diagramas de construção. Em seguida, construa a extensão da alavanca do servo. Para isto, use qualquer madeira de pequena espessura. No nosso projeto foi utilizada uma espátula de madeira, semelhante a um palito de picolé. Corte no tamanho adequado usando um estilete e faça os furos de encaixe, sempre seguindo os diagramas de construção. Depois, fixe o servomotor nos blocos de apoio e a extensão da alavanca no braço do servomotor usando parafusos pequenos (**figura 9**)

Agora, encaixe a haste de fio de cobre nos furos traseiros dos pinos dos olhos conforme ilustrado na **figura 10**. O próximo passo é pintar os olhos. Use tinta acrílica para tela (encontrada em papelarias e lojas de artesanato) e um pincel fino, conforme visto na **figura 11**.

Na **figura 12** você pode verificar o aspecto da montagem mecânica do par de olhos animatrônicos.

MONTAGEM ELÉTRICA

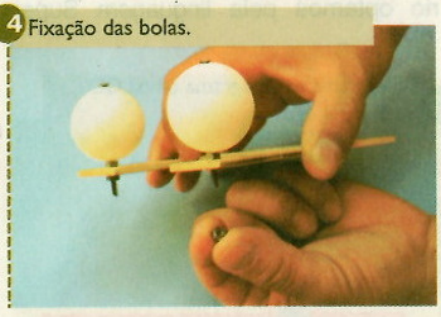
Na **figura 13** temos o circuito do nosso projeto. Observe que existe um resistor limitador de 22 kΩ entre o BASIC Step e o computador. Isto é para permitir "casar" as tensões da porta serial aos padrões de tensão TTL do Basic Step.

Na **figura 14** temos o aspecto da montagem na placa StepLab. Tome cuidado ao soldar os fios nos pinos do conector DB09 fêmea (veja **figura 15**). O servomotor deverá ser conectado na parte indicada como "Servo 1". Uma das pernas do resistor deverá ser conectada no pino 0. A alimentação do circuito é feita pela própria

3 Marcação dos furos.



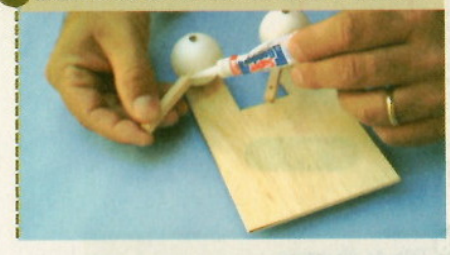
4 Fixação das bolas.



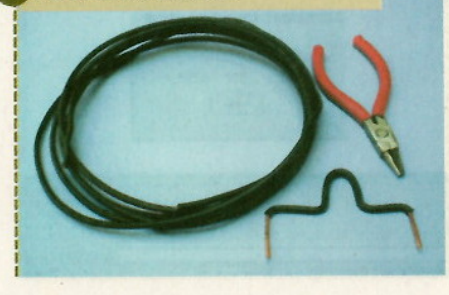
5 Varetas de madeira balsa.



6 Encaixando as veretas nas bolas e colando.



7 Fio de cobre dobrado.



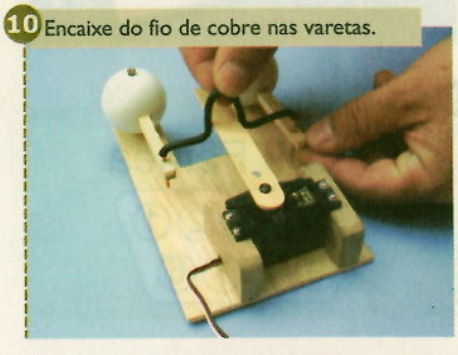
8 Blocos de apoio para o servomotor.



9 Fixando o servomotor e a exensão da alavanca.



10 Encaixe do fio de cobre nas varetas.



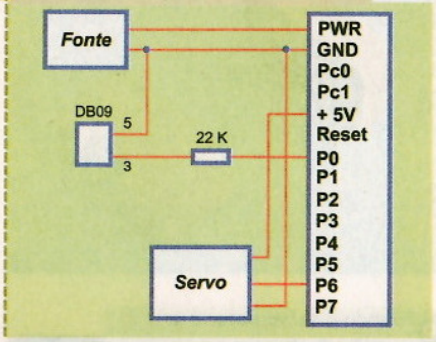
11 Pintura dos olhos com tinta acrílica.



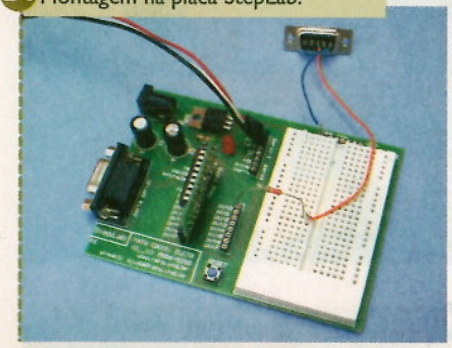
12 Aspecto da montagem.



13 Circuito.



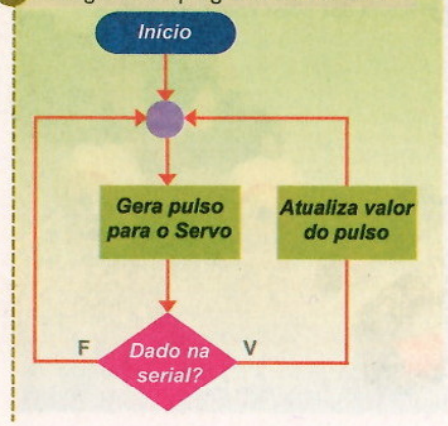
14 Montagem na placa StepLab.



15 Conector DB 09 fêmea.



16 Fluxograma do programa em TBASIC.



fonte da placa StepLab. E não se esqueça de alongar o fio do servo a fim de se ter maior comodidade.

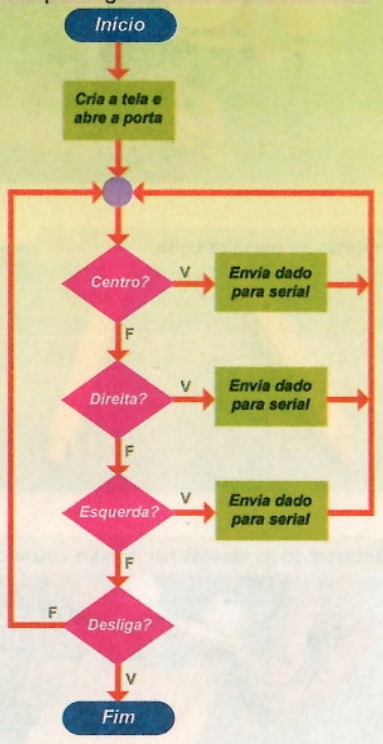
PROGRAMAÇÃO

A programação é feita através de duas linguagens: TBASIC e Super Logo. Na **figura 16** o leitor pode entender o funcionamento do programa em TBASIC através do fluxograma do programa. No endereço: **www.mecatronicafacil.com.br/downloads** você poderá fazer o *download* dos códigos-fonte.

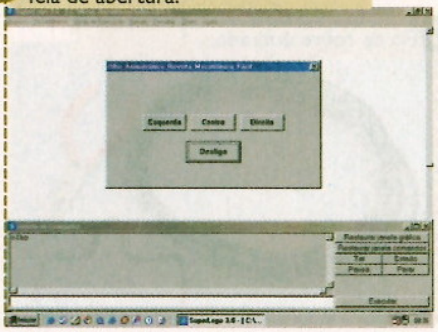
Digite o programa "olho.BAS" no compilador do Basic Step. Em seguida faça o *download* para o Basic Step.

Para criar a interface com o usuário optamos pela linguagem Super Logo, mas esta tarefa poderia ser feita usando outra linguagem da preferência do leitor. A Logo foi escolhida pois foi objeto de estudo e de projeto em várias edições anteriores da revista **Mecatrônica Fácil,** além de ser de fácil aprendizado e gratuita (através do *site*: **www.nied.campinas.br**). Digite o programa "olho.LGO" no Super Logo. Este programa funciona de acordo com o fluxograma apresentado na **figura 17**. O leitor poderá saber mais sobre a programação consultando os códigos-fonte através das linhas de comentários.

17 Fluxograma do programa olho.LGO no Super Logo.



18 Tela de abertura.



PROVA E USO

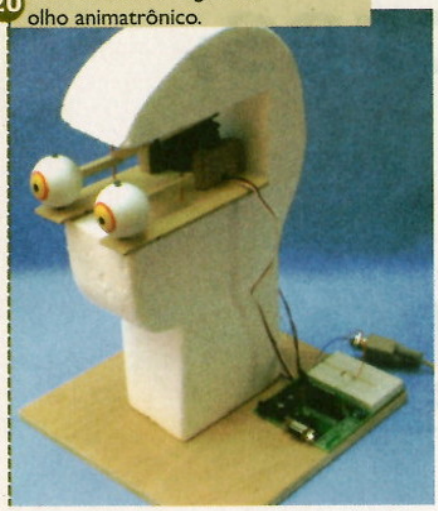
Encaixe o conector DB09 fêmea na porta serial livre do computador através do cabo da placa StepLab. Com o Super Logo aberto, digite "olho" na linha de comandos e pressione ENTER. Em seguida, abrirá uma tela igual a mostrada na **figura 18**. Através dela você poderá controlar os movimentos para esquerda, centro e direita pressionando os respectivos botões.

Um detalhe importante diz respeito às portas COM do computador. Alguns leitores poderão encontrar problemas se tiverem apenas duas portas COM (a COM1 do *mouse* e outra COM do *modem*). Assim, para contornar tais problemas, ative o controle do *mouse* pelo teclado numérico através das opções de acessibilidade em **Meu Computador – Painel de Controle**. Em seguida, reinicialize o computador desligando o fio do *mouse* da porta serial. No compilador do Basic Step escolha porta serial COM1. Caso o leitor queira utilizar outra porta COM, é essencial que altere as seguintes linhas de comando no programa olho.LGO:

19 Sugestão para montagem do olho animatrônico.



20 Detalhe da montagem do olho animatrônico.



21 Cabeça montada.



```
abraporta "com1
mudemodoporta "com1:2400,n,8,1
```

Uma informação importante para o funcionamento correto é que o servomotor seja instalado conforme o indicado e que sua alavanca de comando ou "braço" se movimente numa pequena amplitude angular, limitada no programa em Logo através das temporizações entre 55 a 105 µs.

Veja, nas **figuras 19** e **20**, uma sugestão de montagem do olho animatrônico dentro de uma estrutura interna ou "cabeça" feita de um pedaço de chapa de isopor de 70 mm de espessura. Para isso, use o molde da cabeça mostrado no arquivo dos diagramas de construção disponível para *download* no *site* da Revista e depois corte com estilete. A seguir fixe o par de olhos dentro da cavidade da cabeça usando cola de isopor e, se necessário, fita adesiva. E para dar um acabamento especial, pegue aquela sua máscara de *Halloween* guardada no armário e vista a cabeça de isopor (**figura 21**). *Voilá*! Aí está o seu boneco com olhos animatrônicos!

CONCLUSÃO

O projeto é relativamente simples, tanto pelo conceito quanto pelos materiais usados ("sucata"). Mas é um importante treino de construção de bonecos animatrônicos. E não se esqueça, muitos outros virão! Sucesso na sua montagem e até a próxima edição! f

Lista de materiais:

- Basic Step 1 e Placa StepLab
- Servomotor Futaba (FP-S148 ou S-3003)
- Resistor de 22 kΩ x 1/8 W (vermelho, vermelho, laranja)
- Conector DB09 fêmea
- Diversos: fios, solda, bolas de ping-pong, madeira balsa, chapa de compensado de 4 mm de espessura, fio de cobre de 4 mm, 2 parafusos de 8 cm de comprimento com porcas e 1 parafuso pequeno para fixação da extensão no braço do servo.

*Opcionais: placa de isopor de 70 mm de espessura, máscara de látex de Halloween (de cabeça inteira) e cola de isopor.

Perdendo tempo e dinheiro com a Internet?

Cuidamos de seu servidor
para que você possa cuidar de seus negócios.

Jumpline - (11) 4229.0500

IP Dedicado
Co-location
Compartilhamento de Internet

Hospedagem de Sites
Acesso Banda Larga (Speedy)
Acesso Discado
Acesso Nacional

Servidor de e-mail protegido por anti-vírus, tecnologias POP3 e IMAP.

SILICOM
INTERNET PROVIDER

Rua Cantagalo, 2340 - cjtos 2 / 4 - CEP 03319-002 - São Paulo - SP
Tel.: (11) 6198.2526 / Fax: (11) 6198.3467 - www.silicom.com.br

Microcontroladores, como iniciar?

Esta pergunta está presente na maioria das listas e fóruns sobre microcontroladores espalhadas na Web. Ela também nos é freqüentemente feita através de cartas e e-mails. Neste artigo, daremos algumas dicas importantes que ajudarão o leitor que pretende iniciar seu aprendizado na área dos microcontroladores a realizar a escolha de maneira mais simples e sem sustos.

Márcio José Soares

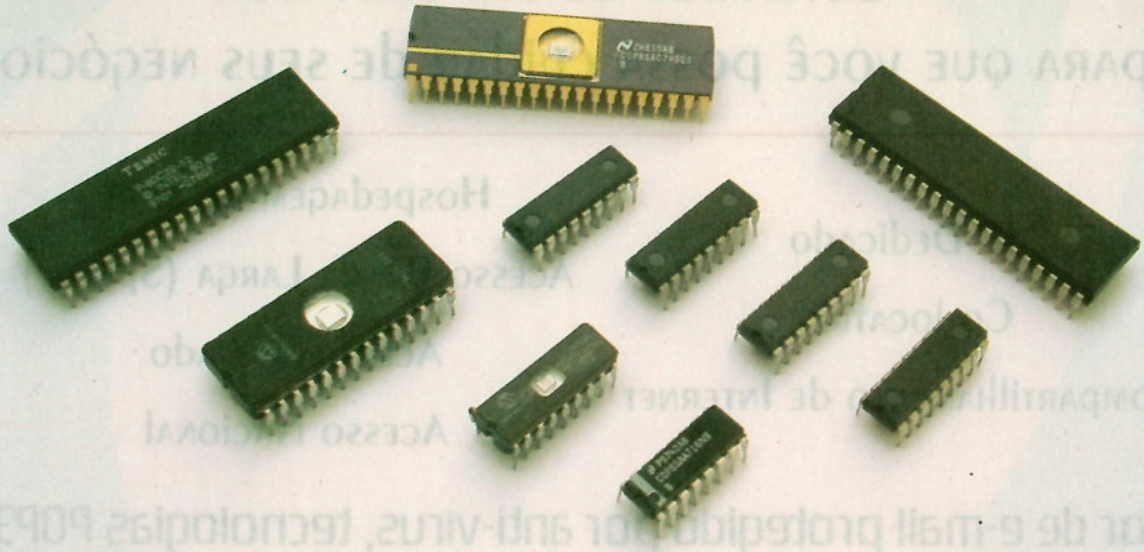


O QUE É UM MICROCONTROLADOR?

Um microcontrolador é um dispositivo programável. Ele pode ser comparado a um pequeno (mas poderoso) microcomputador. Essa comparação se dá pelo fato do mesmo possuir quase que os mesmos elementos de um microcomputador como: uma CPU (Unidade de Processamento Central) com ALU (Unidade Lógica Aritmética), registradores (bancos de memória), controle para barramentos externos (linhas de I/O's), e outros. Além da CPU, um microcontrolador também possui alguns "periféricos" já integrados em sua pastilha (*Chip*). Eles podem ser: USART (periférico para comunicação serial), conversores AD (Analógico/Digital), barramento de comunicação I²C e SPI (permitem a comunicação com dispositivos exteriores), RTC (relógio de tempo real), e muitos outros. Como podemos ver, basicamente em um único "chip" temos um "pequeno e poderoso" microcomputador.

É claro que dentro das comparações feitas, devemos guardar as devidas proporções. Um microcontrolador tem aplicações específicas e um PC tem outras mais genéricas. A comparação foi feita apenas para uma melhor compreensão por parte do iniciante, que tem agora o seu primeiro contato com o mundo dos microcontroladores.

1 Diferentes tipos de Microcontroladores.



CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Antes de perguntar qual microcontrolador usar, é necessário perguntar: o que eu já sei sobre eletrônica e programação? Muitos acreditam que não é necessário ter conhecimentos básicos sobre eletrônica e sobre lógica de programação. Grande erro!!

Sem conhecimentos básicos de eletrônica, o leitor não poderá realizar o "hardware" (a parte física) do projeto. E como o "hardware" é a base do projeto e sem esta, feita de maneira sólida, o projeto pode não funcionar adequadamente, o leitor terá com toda certeza um problema (e dos grandes)!

A lógica de programação é outro ponto importante. Sem ela, o leitor poderá até preparar o "hardware" (disposição dos componentes, uso do I/O's e periféricos, preparação da placa, etc), mas sem dúvida alguma não saberá como "unir as peças do quebra-cabeça" necessárias ao projeto.

Como se vê, são sim necessários conhecimentos prévios ao se lidar com microcontroladores: eletrônica, microcontroladores e lógica de programação, aqui andam de "mãos dadas" e têm o mesmo peso (importância) no resultado final.

Mas o que fazer se não tenho conhecimentos de eletrônica básica e/ou lógica de programação? DESISTIR ? NUNCA ! JAMAIS !

É totalmente possível estudar eletrônica básica e microcontroladores ao mesmo tempo. Porém, neste caso, a aplicação em eletrônica deverá ser maior (quanto menor o conhecimento em eletrônica, maior a dedicação a esta). Com relação ao estudo da "lógica de programação", ela deverá ser feita com auxílio de livros e/ou material existente sobre o assunto, além da análise de alguns programas já prontos (estrutura, montagem, etc). A quantidade do estudo necessária para esta, também é proporcional ao conhecimento que o leitor tem da mesma.

É importante ter em mente que programação não se ensina! Se aprende! Não se aprende a programar sem dedicação e muito trabalho. Parafraseando um grande gênio (Thomas Alva Edson): ***"Programação é 1% de inspiração e 99% de transpiração!".***

A revista Mecatrônica Fácil tem oferecido, sempre que possível, em suas páginas alguns projetos com (e sem) microcontroladores. Informações sobre eletrônica básica estão sempre presentes. Outras sobre microcontroladores específicos também. Procure ler todas elas com muita atenção. Revise-as quantas vezes forem necessárias para sua compreensão. Se algo lhe parecer obscuro, não se desespere e nem desanime. Faça uma pausa e tente novamente. Continue sempre em frente!

A PRESSA É A INIMIGA DA PERFEIÇÃO

Pressa! Hoje ela parece fazer parte do nosso cotidiano, ditando regras e como deve ser nosso comportamento. Temos pressa para tudo: pressa para chegar ao destino, pressa para realizar uma tarefa, pressa para aprender. Pressa, outro grande erro!

O culto à velocidade deve ser deixado de lado quando o intuito é aprender. Velocidade e qualidade às vezes não combinam muito bem, principalmente quando estamos no início.

Não tenha pressa em aprender. Procure dar o máximo de atenção a cada etapa e não se preocupe com o tempo que isso possa levar. Você será recompensado com um aprendizado sólido e real e isso se refletirá no futuro em velocidade e qualidade para suas soluções (projetos).

COMO ESCOLHER O MICROCONTROLADOR PARA MEU APRENDIZADO

Pode não parecer, mas a escolha ideal para o iniciante será sempre aquela que lhe proporcionar um aprendizado mais seguro, rápido e contínuo.

Para isso é necessário um grande volume de informações. Estas informações devem ser disponibilizadas de maneira fácil de se obter e compreender. Leve em conta a língua em que a informação foi disponibilizada. Alguns leitores ainda não têm o domínio de uma segunda língua e neste caso a informação deve estar disponível necessariamente em nossa língua, o português.

Procure informações em livros e revistas. Mais uma vez, o leitor que acompanha a revista Mecatrônica Fácil há algum tempo, deve ter notado que já apresentamos projetos com alguns microcontroladores. Já discorremos aqui sobre o uso dos microcontroladores *embedded* (para os que chegaram agora, aconselhamos uma leitura dos artigos Microcontroladores *embedded* na edição 09 de março/abril de 2003 e Microcontroladores *embedded II* na edição 14 de janeiro/fevereiro de 2004) e também sobre um outro microcontrolador, o PIC, este em forma de uma pequena série iniciada a partir do número 06, de setembro/outubro de 2002. O leitor tem assim em nossa revista um excelente ponto de partida para suas pesquisas.

Também é possível obter muita informação em páginas na Internet, como tutoriais e inclusive informações sobre aplicações (projetos prontos). A maioria das páginas dos fabricantes



oferece um volume enorme de informações, seja sobre o dispositivo escolhido (os "datasheets"), seja sobre exemplos de aplicações (as "Applications Notes"), porém estas na sua maioria em língua inglesa.

Portanto, na sua escolha, o ponto fundamental a ser considerado é o volume e a qualidade da informação sobre o microcontrolador escolhido. Quanto maior, melhor e mais rápido será o seu aprendizado. Quanto menor, mais lento e difícil ele será!

PRONTO, ESCOLHI O MICROCONTROLADOR. E AGORA?

Baseado no que foi dito até o momento ao leitor sobre com qual modelo iniciar, a pergunta que agora é feita é:

E agora? O que fazer? A resposta não poderia ser outra, mãos a obra! E neste ponto, podemos afirmar: comece pelo mais simples! Evolua um passo de cada vez! Não tenha pressa!

De nada adianta escolher um projeto complexo daqueles que enchem os olhos! Não faça isso! Com toda certeza ele não funcionará e o leitor não terá ainda as condições e os requisitos necessários para encontrar o problema. Alguns projetos apesar de parecerem simples são na verdade complexos, pois dependem de um número muito grande de variáveis como: comunicação com o "mundo exterior", periféricos complexos, uma eletrônica auxiliar também complexa, além de uma lógica de programação que está além do nível em que o leitor se encontra atualmente. Cada "variável" dessas requer conhecimentos prévios sobre as mesmas. Se houver um problema qualquer em uma das etapas, aquele "super projeto" vira um amontoado de componentes sem utilidade alguma. E não é só isso. A frustração que se segue é grande e pode desanimar qualquer um!

Seja sincero consigo mesmo! Determine aquilo que lhe é possível neste momento, de acordo com seus conhecimentos e avance um "passo de cada vez". É melhor avançar um passo no aprendizado com a compreensão total do que foi proposto, do que tentar avançar de uma só vez mais de um passo sem a compreensão necessária do que foi demonstrado. Assim, na verdade você não estará avançando, mas sim "andando para trás"!

MAS SERÁ QUE ESCOLHI O CERTO?

Muitas serão as vezes em que você vai ouvir: "O Microcontrolador "X" tem o dobro de velocidade, três vezes mais memória, este e aquele periférico a mais, comparado ao que você escolheu!". Isso pode nos dar a impressão que escolhemos mal nosso microcontrolador. Mas, não é verdade!

Não existe "o microcontrolador melhor", mas sim "o microcontrolador mais adequado". Velocidade, quantidade de memória e periféricos não são pré-requisitos para se eleger o melhor. São sim pontos a serem analisados, dentro do contexto de um determinado projeto

COMPLETE SUA COLEÇÃO



Descubra o universo da Mecatrônica através de fantásticos projetos práticos!

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

para se eleger o mais adequado.

Em muitos casos, um microcontrolador operando a uma velocidade baixa ("clock" da ordem de quilohertz), com pouca memória (da ordem de algumas poucas centenas de *bytes*) e sem um único periférico específico, é mais que suficiente para um determinado projeto.

Para que utilizar um microcontrolador que pode alcançar altas velocidades de processamento ("clock" alto) se no projeto em questão isso não é necessário? Para que uma memória de "X" KBytes ou MBytes se só vou precisar de alguns poucos *bytes*? Para que um número enorme de periféricos se não vou usá-los?!

Lembre-se, o que determinará o microcontrolador "mais adequado" será o projeto. Devemos adequar um microcontrolador ao projeto e nunca o projeto ao microcontrolador.

E o leitor deve ter em mente que a maioria dos fabricantes oferecem uma gama muito grande de soluções em termos de microcontroladores. Todos partem de um único ponto em comum, e o que se tem é uma variação da velocidade, quantidade de memória e periféricos. Um exemplo claro disso é a linha PIC, da Microchip. As mesmas instruções utilizadas para a pequena PIC16F84A, são as mesmas para a "grande" PIC16F877. Isso acontece também nas famílias AVR (Atmel), 8051 (Intel), 68HCXX (Motorola) e muitas outras.

Ou seja, se você precisa de mais velocidade, memória ou periféricos, basta buscar por um microcontrolador da mesma família que possa atender os requisitos do seu projeto.

Mas, e se isso não for possível?! Geralmente isso não acontece, mas se ocorrer, entramos em um outro ponto muito importante:

O aprendizado na área de microcontroladores nunca pára. Pelo contrário, ele está sempre em movimento! O leitor notará que a partir do momento que se aprende a operar um determinado microcontrolador, aprender sobre um segundo, um terceiro e assim por diante, não será uma tarefa árdua. Pelo contrário, ela será prazerosa. E é este conhecimento que lhe permitirá escolher melhor um determinado microcontrolador para um projeto específico com maior propriedade e solidez.

A LINGUAGEM – QUAL USAR?

Muito se fala também sobre a linguagem. Hoje, os microcontroladores oferecem uma gama muito grande de soluções neste tópico. Estas linguagens vão desde o "fácil e conhecido BASIC", passando pelo "desejável e solicitado C" e esbarrando no "odiado e necessário Assembler". Isso sem contar as linguagens como o Pascal e muitas outras.

Atualmente, a linguagem mais procurada para o aprendizado é a linguagem "C". Isso porque ela garante grande inteligibilidade do código-fonte além da perfeita portabilidade entre os microcontroladores. Com ela é possível transcrever um programa qualquer, feito para um determinado microcontrolador, para um outro qualquer sem muitos problemas, coisa quase que impossível para o *assembler*, uma vez que temos um conjunto de instruções diferentes para cada fabricante.

Porém, o leitor não deve se enganar. Conhecer com alguma propriedade o "assembler" do microcontrolador em questão se faz necessário. Esta linguagem, é, sem dúvida alguma a mais utilizada no momento. A maioria dos desenvolvedores a empregam e a migração para uma linguagem de nível mais alto como o "C" é feita ainda de maneira mais tímida e lenta.

Isso não significa que as linguagens Assembler e "C" sejam as únicas utilizadas. Muitos microcontroladores contam com poderosas ferramentas de programação em BASIC, tais como o BASCOM para linha AVR e 8051, por exemplo. Saber como usá-la também é uma questão de afinidade, necessidade e ou vontade de cada um.

Não se atenha a uma única linguagem. Muitas vezes pode se fazer necessário o conhecimento de uma outra linguagem qualquer. Os motivos são muitos e atualmente o maior deles é sem dúvida alguma o custo de um compilador. Muitos *hobistas* não podem pagar por um determinado compilador e conhecer e saber usar outros pode representar a diferença entre viabilizar um projeto ou não. ***Para iniciar, o leitor pode escolher livremente a linguagem que melhor lhe convier de acordo com suas afinidades, necessidades e expectativa com relação aos seus projetos de bancada. Aqui também não existe a melhor linguagem, somente a mais adequada a cada um! O que importa é iniciar!***

CONCLUSÃO

O leitor deve ter notado que não comparamos um determinado microcontrolador com outro. Isso não seria lógico. A escolha de um ou outro tipo só pode ser feita a partir do momento em que passamos a conhecer melhor cada um, e de acordo com os requisitos do projeto em questão. "Escolher sem conhecer" é impossível. Temos a certeza que cada leitor seguirá seu caminho, escolhendo este ou aquele microcontrolador e esta ou aquela linguagem, afinal somos seres humanos e diferentes por natureza. Já pensou que chato seria se todos pensássemos igual? Fizéssemos os mesmos projetos? Um viva às diferenças entre os microcontroladores, pois elas nos brindam com possibilidades diversas!! O que você está esperando? Mãos a obra e até uma próxima vez! f

Tudo para robótica em um só lugar

* Módulos de RF
* Fast Basic
* Caixa de redução
* Motor de passo
* Pneus e rodas
* Servo posição
* Servo rotação
* Basic-1

(compatível BS-1 Parallax)

Symphony
www.symphony.com.br
Fone: (11) 3966-7222

ROBÔ RF



Atendendo a inúmeros pedidos, neste artigo trazemos aos nossos leitores um robô controlado via RF (Radiofreqüência). Apesar da radiofreqüência ser a "pedra no sapato" de muitos hobistas e estudantes, a montagem do robô que propomos é bem simples, pois dispensa confecção de bobinas, regulagens em trimers, trimpots e outros. A montagem também é ideal para os leitores que desejavam montar um robô sem o uso de microcontroladores.

Márcio José Soares



SOBRE A COMPLEXIDADE DAS MONTAGENS COM RADIOFREQÜÊNCIA

Sempre que falamos em projetos com radiofreqüência, nos vem aquela imagem do transmissor básico de FM (**figura 1**). Esse tipo de transmissor é funcional, porém para algumas aplicações o seu uso torna-se critico. Por exemplo, digamos que o leitor deseje enviar dados (*bytes*) via RF a uma velocidade razoável. Certamente com este tipo de transmissor haverá problemas, pois o mesmo foi desenvolvido para enviar sinais de áudio, e não dados (*bytes*). E, para usar o transmissor citado, o leitor deveria montar um receptor e este deveria entregar o sinal recebido a um outro circuito com filtros PLL, por exemplo. Estes circuitos possuem ajustes complexos. Um circuito receptor deste tipo teria cinco regulagens no total (uma no *trimmer* do transmissor, e mais quatro para os PLLs). Somando todas as regulagens teríamos no total, dez! Cinco no transmissor total (uma no *trimmer* do receptor, e mais quatro para os geradores de tom) e cinco no receptor (já detalhadas)!

"***Até ai, sem problemas!***" - dirão os mais afoitos. Mas eles esqueceram que regulagens em RF são sempre complexas. Todo e qualquer "corpo estranho" próximo ao circuito (incluindo-se ai o próprio leitor) pode atrapalhar uma boa regulagem. E outro problema hoje em dia, dependendo da região, é o grande número de rádios comunitárias, legais e piratas no espectro. Sendo assim, encontrar um "espaço" para uma aplicação experimental é outro desafio!

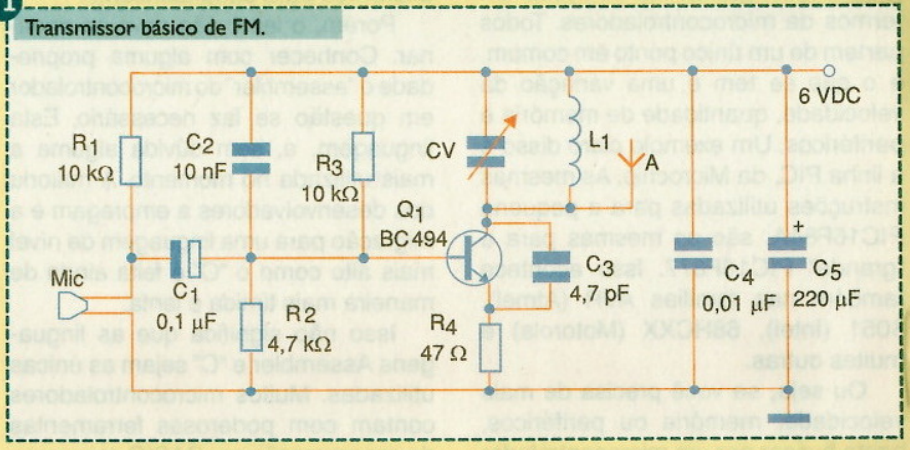
Mais uma vez o leitor deve estar se perguntando, "***não dá para mudar de faixa?***" Claro que sim, mas montar o projeto não seria nada fácil.

Para testar um transmissor de FM basta sintonizar um rádio também FM e ir variando o "trimmer" (no caso do circuito da **figura 1**) até ouvir o sinal emitido pelo transmissor. Já pensou fazer isso com um transmissor em uns 300 MHz? Tarefa árdua e difícil que requer equipamento caro e bons conhecimentos na área.

Decidimos então oferecer ao leitor uma montagem que:

- não precisa de regulagens e retoques na área de RF, tons ou outras;
- fácil de montar (circuito sem regulagens e sem microcontrolador);
- fácil evolução para "outras montagens" sem muito esforço.

1 Transmissor básico de FM.



MÓDULOS TELECONTROLLI PARA TRANSMISSÃO/RECEPÇÃO

Os módulos Telecontrolli para RF são uma verdadeira "mão na roda" quando o assunto é RF. Estes módulos não requerem nenhum tipo de

T1 Transmissor: RT4

Características	Mínimo	Típico	Máximo	Unidade
Tensão de alimentação (Vcc)	2	-	14	VDC
Corrente drenada (IS) (Vcc=5V com entrada igual a 1 kHz - onda quadrada)	-	4	-	mA
Freqüência de trabalho (FW) fixa de fábrica	303,8	-	433,92	MHz
Potência de saída RF em 50 (PO) (Vcc = 5V, Vcc=12V)	-	7	10	dBm
Emissão harmônica espúria	-	-30	-	dBc
Tensão máxima na entrada IN (VIH)	2	-	Até Vcc	V
Máxima velocidade de dados	-	-	4	kHz
Temperatura de operação (TOP)	-25	-	+80	ºC

T2 Receptor: RR3

Características	Mínimo	Típico	Máximo	Unidade
Voltagem de alimentação RF (VRF)	4,5	5	5,5	VDC
Voltagem de alimentação AF (VAF)	4,5	5	5,5	VDC
Corrente drenada (IS)	-	2,5	3	mA
Freqüência de trabalho (FW)	200		450	MHz
Tolerância de sintonia	-	+/- 0,2	+/- 0,5	MHz
Largura da banda -3dB (BW)	-	+/-2	+/-3	MHz
Máxima velocidade dos dados	-	-	2	kHz
Sensibilidade de RF	-100	-105	-	dBm
Nível de emissão no espectro	-	-65	-60	dBm
Nível "lógico" baixo (VOL)	-	-	0,6	V
Nível "lógico" alto (VOH)	3,6	-	-	V
Temperatura de operação (TOP)	-25	-	+80	ºC

regulagem (bobinas, *timmers*, *trimpots*, etc) e seu uso é direto (todos são regulados de fábrica). São preparados para operar em freqüências "altas" (de 300 a 400 MHz) e o formato da transmissão/recepção dos dados é digital (bits, bytes, words).

Os módulos que vamos utilizar no projeto do Robô RF são o transmissor RT4 e o receptor RR3 da Telecontrolli, representada no Brasil pela ACG (**www.acg-ts.net/br**).

O leitor deve ter notado que um módulo transmite e o outro recebe. Porém, é possível preparar um sistema com comunicação "bidirecional" (*full-duplex*) utilizando dois pares de módulos, com freqüências diferentes para cada par. Essa aplicação é ideal para um robô comandado via RF, mas que necessite transmitir dados de sensores ou outros equipamentos para quem o comanda.

ENCODERS E DECODERS

Na **figura 4** o leitor tem as imagens, além das pinagens do *encoder* MC145026 e do *decoder* MC145027, ambos da Motorola. O MC145026 é capaz de "codificar" nove linhas de informação (cinco para endereços e quatro para dados) e enviá-las serialmente. Estas linhas podem ser codificadas de maneira "trinária" ("1", "0" ou aberto) ou "binária" ("1" e "0").

O MC145027 decodifica os dados enviados serialmente pelo MC145026. Neste CI os dados são "inseridos" serialmente e dispostos nas quatro linhas de dados presentes. Com estes CIs é possível trabalhar com até 19683 combinações no modo "trinário" (3^9=19683) e até 512 combinações no modo "binário" (2^9=512).

O uso destes CIs é bem simples. Para que o decodificador MC145027 atue corretamente é necessário que o mesmo esteja ajustado para responder ao código programado no *encoder*. A linha de endereços e dados de ambos os CIs devem ser *setadas* da mesma maneira.

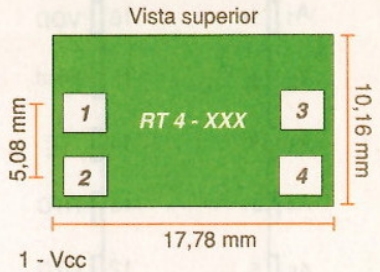
Um outro ponto importante é o sincronismo. Para isso os CIs possuem redes de temporização formadas por resistores e capacitores. Ambas as freqüências devem ser iguais. Esta freqüência também será a responsável pela velocidade (taxa) de transmissão/recepção dos dados. É importante que esta esteja dentro da taxa máxima do sistema de transmissão e recepção.

A transmissão e recepção dos dados podem ser feitas através de fios, infravermelho ou radiofreqüência, dependo apenas da aplicação em questão.

MÓDULO "DRIVER"

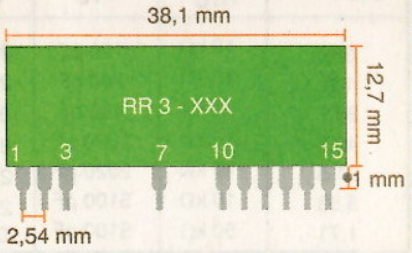
Para controlar um motor precisamos de uma etapa de potência e para isso existem alguns pontos a se observar, como:

2 Descrição e pinagem do módulo transmissor RT4-XXX (freqüência).



1 - Vcc
2 - GND
3 - Entrada (dados)
4 - Antena
XXX = Frequência em MHZ

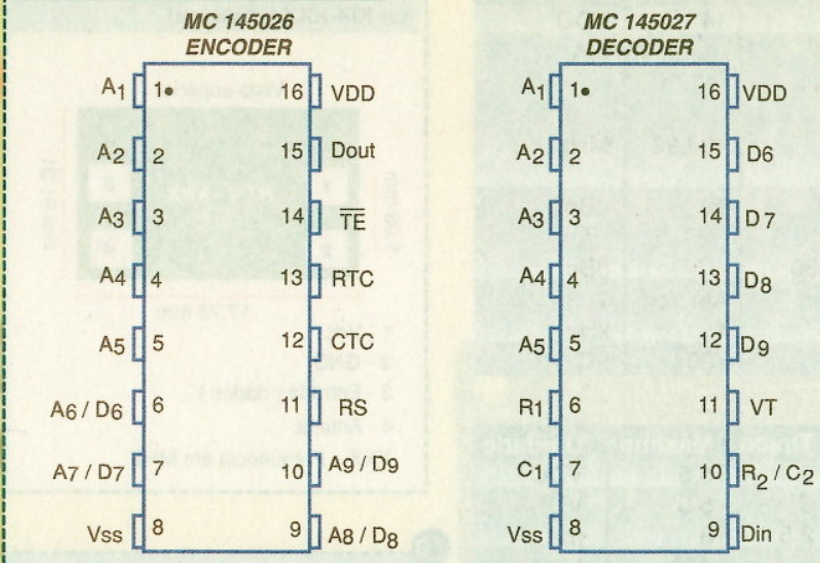
3 Descrição e pinagem do módulo receptor RR3-XXX.



Obs: XXX = frequência em MHz

1 - RF (+ Vcc)
2 - RF (GND)
3 - Antena
7 - RF (GND)
10 - AF (+ Vcc)
11 - AF (GND)
12 - AF (+ Vcc)
13 - Ponto de teste
14 - Saída (dados)
15 - AF (+ Vcc)

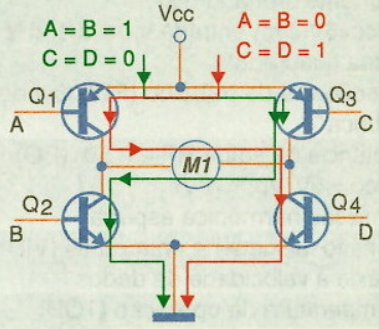
4 MC145026 e MC145027 da Motorola.



Valores R/C

f osc (KHz)	RTC	CTC	RS	R1	C1	R2	C2
362	10 kΩ	120 pF	20 kΩ	10 kΩ	470 pF	100 kΩ	910 pF
181	10 kΩ	240 pF	20 kΩ	10 kΩ	910 pF	100 kΩ	1800 pF
88,7	10 kΩ	490 pF	20 kΩ	10 kΩ	2000 pF	100 kΩ	3900 pF
42,6	10 kΩ	1020 pF	20 kΩ	10 kΩ	3900 pF	100 kΩ	7500 pF
21,5	10 kΩ	2020 pF	20 kΩ	10 kΩ	8200 pF	100 kΩ	0,015 µF
8,53	10 kΩ	5100 pF	20 kΩ	10 kΩ	0.02 µF	200 kΩ	0,02 µF
1,71	50 kΩ	5100 pF	100 kΩ	50 kΩ	0.02 µF	200 kΩ	0,1 µF

5 Ponte "H" com transistores.



- tensão e corrente de alimentação do motor;
- tensão de excitação do elemento "driver";
- tensão e corrente máxima suportada pelo elemento "driver" (transistor, CI, relé, etc);
- tensão e corrente necessária para "ligar" o elemento *driver*;
- freqüência máxima de operação do *driver* (PWM);
- entre outras.

O leitor acostumado a ler com freqüência a Revista Mecatrônica Fácil, já viu muitos circuitos para controle de motores DC. Uns construídos com relés e outros com transistores.

Dentre esses circuitos, o mais famoso é, sem dúvida alguma, a "Ponte H" (**figura 5**). Esse circuito já foi amplamente detalhado em edições anteriores. Um ponto de partida para uma pesquisa mais detalhada é o artigo de Newton C. Braga "Pontes H", publicado na edição nº 4 de maio/junho de 2002.

O CI LM293D (**figura 6**), presente no projeto deste artigo, contém quatro *drivers* internos que permitem controlar até quatro motores em um único sentido ou dois motores nos dois sentidos (horário e anti-horário) ou ainda um motor de passo unipolar.

As "portas" (*drivers*) deste CI trabalham com tensões até 36 V e corrente máxima de 600 mA por porta.

A excitação destas portas é feita com nível TTL (5 V), o que garante a compatibilidade com os microcontroladores atuais.

Ao escolher um motor verifique se a corrente do mesmo não ultrapassa a corrente máxima permitida pelo CI.

A dissipação máxima é de 4 W e o leitor deve estar atento a isso. Dependendo da aplicação pode ser necessário "adaptar" no CI um dissipador de calor.

OS CIRCUITOS

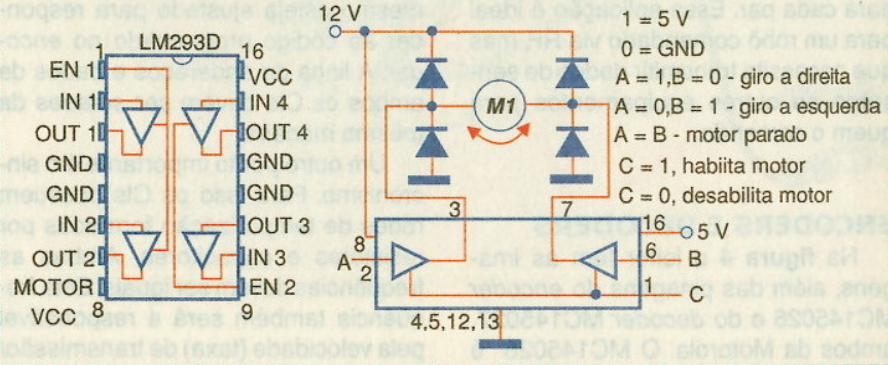
A **figura 7** mostra o circuito do receptor e a **figura 8** o circuito do transmissor para o Robô RF.

Transmissor

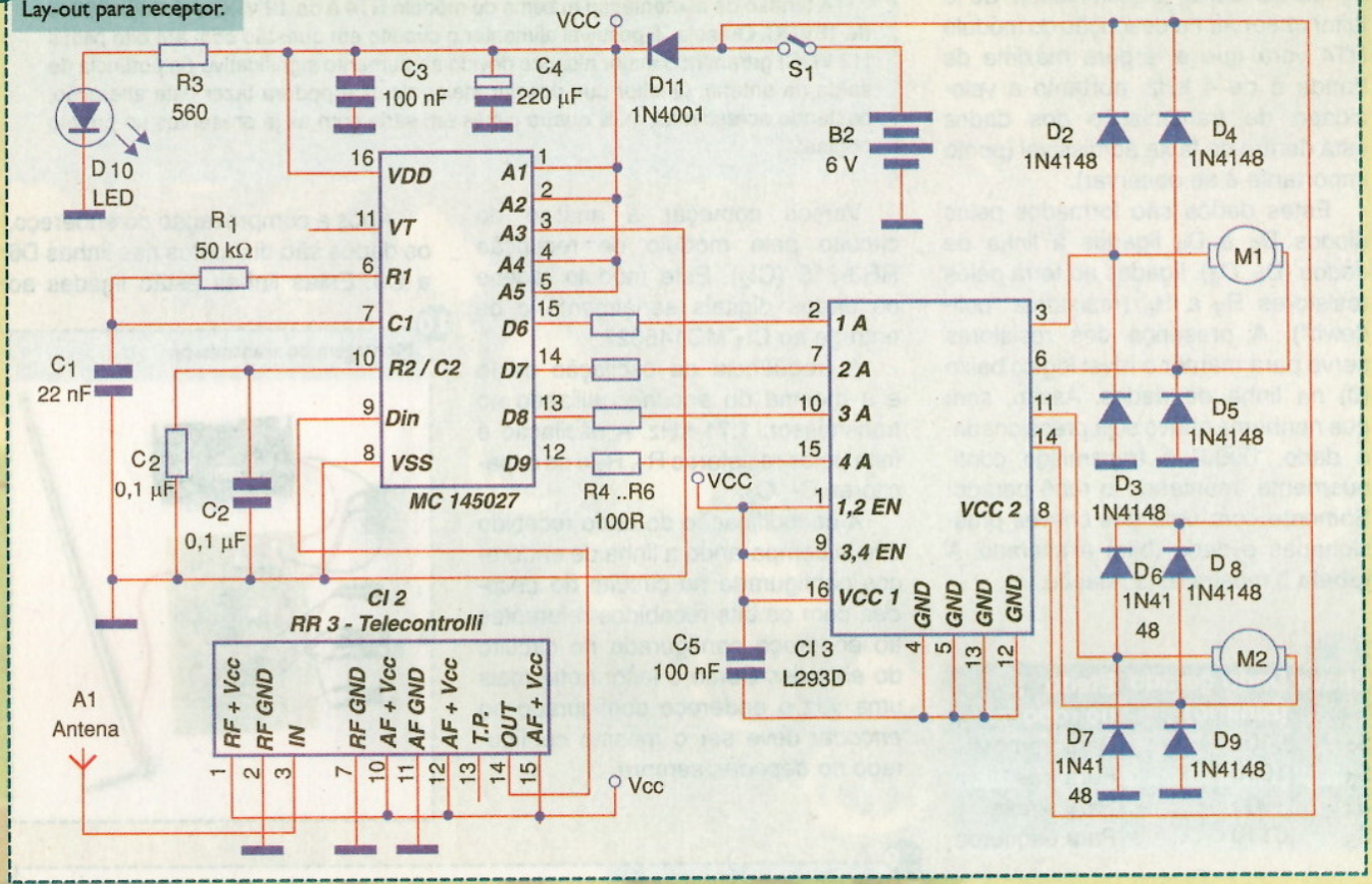
Estão presentes no circuito apenas o *encoder*, o módulo RT4-315 (freqüência utilizada no nosso protótipo), alguns diodos, resistores e capacitores, além é claro das chaves e pilhas.

Os resistores R_1, R_2 e o capacitor C_1 formam a base do oscilador do *encoder*. Esta freqüência é da ordem

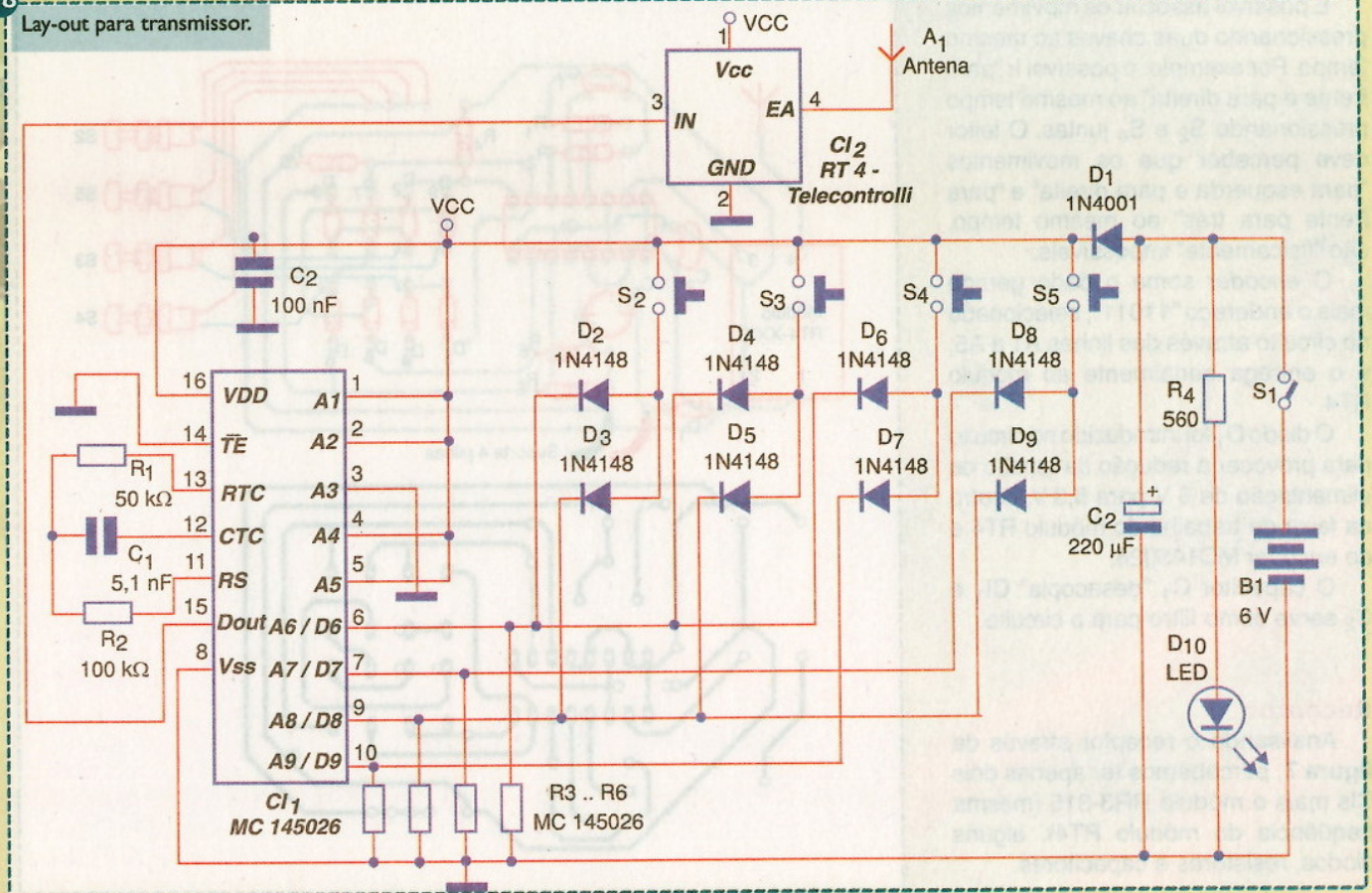
6 CI LM293D.



7 Lay-out para receptor.



8 Lay-out para transmissor.



de 1,71 kHz (é nesta freqüência que os dados serão transmitidos). Se o leitor observar na descrição do módulo RT4 verá que a largura máxima de banda é de 4 kHz, portanto a velocidade de transmissão dos dados está dentro da faixa admissível (ponto importante a se observar).

Estes dados são formados pelos diodos D_2 a D_9 ligados à linha de dados (D_6..D_9), ligadas ao terra pelos resistores R_3 a R_6 (resistores "pull-down"). A presença dos resistores serve para manter o nível lógico baixo (0) na linha de dados. Assim, sem que nenhuma chave seja pressionada, o dado "0000" é transmitido continuamente, mantendo o robô parado! Somente com uma das chaves pressionadas o dado (bits) é alterado. A **tabela 3** mostra esta relação.

T3

Chave	Dado gerado (binário)	Efeito no robô
S_2	0101	Para frente
S_3	1010	Para trás
S_4	1001	Para direita
S_5	0110	Para esquerda

É possível associar os movimentos pressionando duas chaves ao mesmo tempo. Por exemplo, é possível ir "para frente e para direita" ao mesmo tempo pressionando S_2 e S_4 juntas. O leitor deve perceber que os movimentos "para esquerda e para direita" e "para frente para trás" ao mesmo tempo, são "fisicamente" impossíveis.

O *encoder* soma o dado gerado mais o endereço "11011", selecionado no circuito através das linhas A1 a A5, e o entrega serialmente ao módulo RT4.

O diodo D_1 foi introduzido no circuito para provocar a redução da tensão de alimentação de 6 V para 5,3 V, dentro da faixa de trabalho do módulo RT4 e do *encoder* MC145026.

O capacitor C_1 "desacopla" CI_1 e C_2 serve como filtro para o circuito.

Receptor

Analisando o receptor através da **figura 7**, percebemos ter apenas dois CIs mais o módulo RR3-315 (mesma freqüência do módulo RT4), alguns diodos, resistores e capacitores.

Nota

A tensão de alimentação máxima do módulo RT4 é de 12 VDC e do MC145026 de 18VDC. Ou seja, é possível alimentar o circuito em questão com até oito pilhas (12 VDC) garantindo maior alcance devido ao aumento significativo da potência de saída na antena. O leitor que desejar maior alcance poderá fazer esta alteração, bastando acrescentar mais quatro pilhas em série com as já presentes no projeto original.

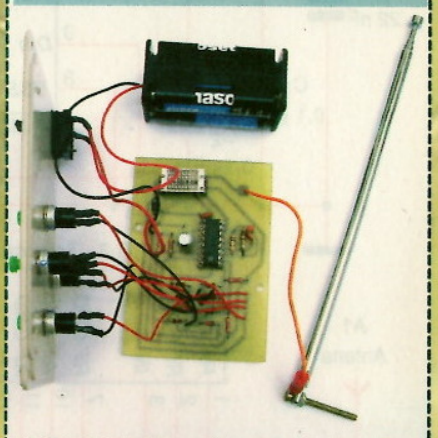
Vamos começar a análise do circuito pelo módulo de recepção RR3-315 (CI_2). Este módulo recebe os dados digitais serialmente e os entrega ao CI_1 MC145027.

A freqüência de oscilação deste é a mesma do *encoder* utilizado no transmissor: 1,71 kHz. A oscilação é feita pelos resistores R_1, R_2 e os capacitores C_1, C_2.

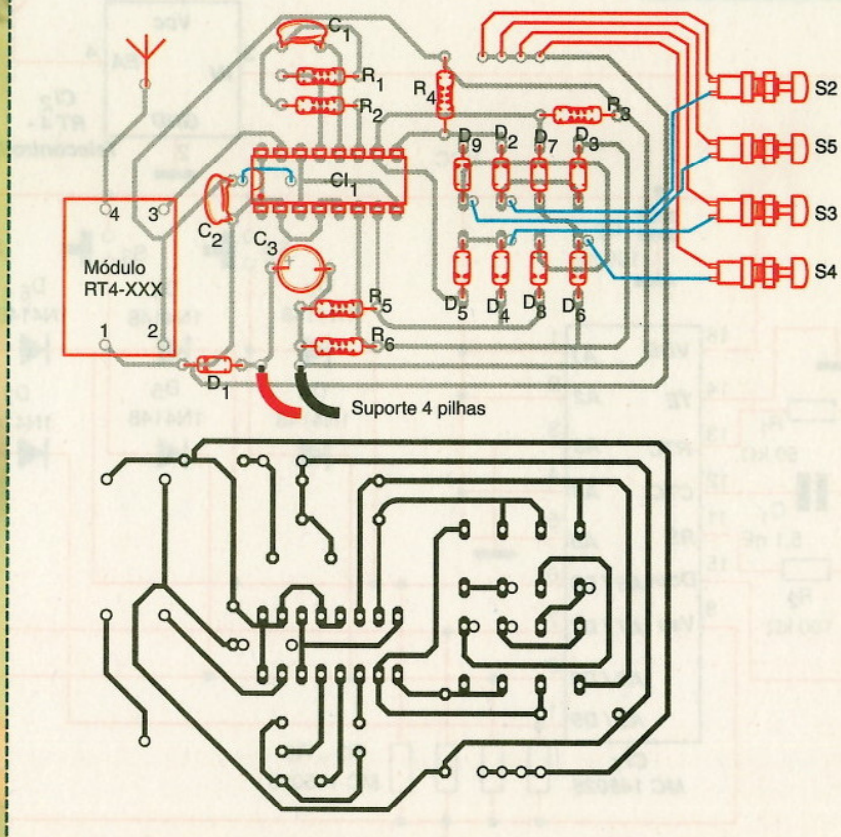
A decodificação do dado recebido é feita comparando a linha de endereços configurada no circuito do *decoder*, com os bits recebidos referentes ao endereço configurado no circuito do *encoder*. Como o leitor nota, mais uma vez o endereço configurado no *encoder* deve ser o mesmo configurado no *decoder*, sempre.

Após a comprovação do endereço, os dados são dispostos nas linhas D6 a D9. Estas linhas estão ligadas ao

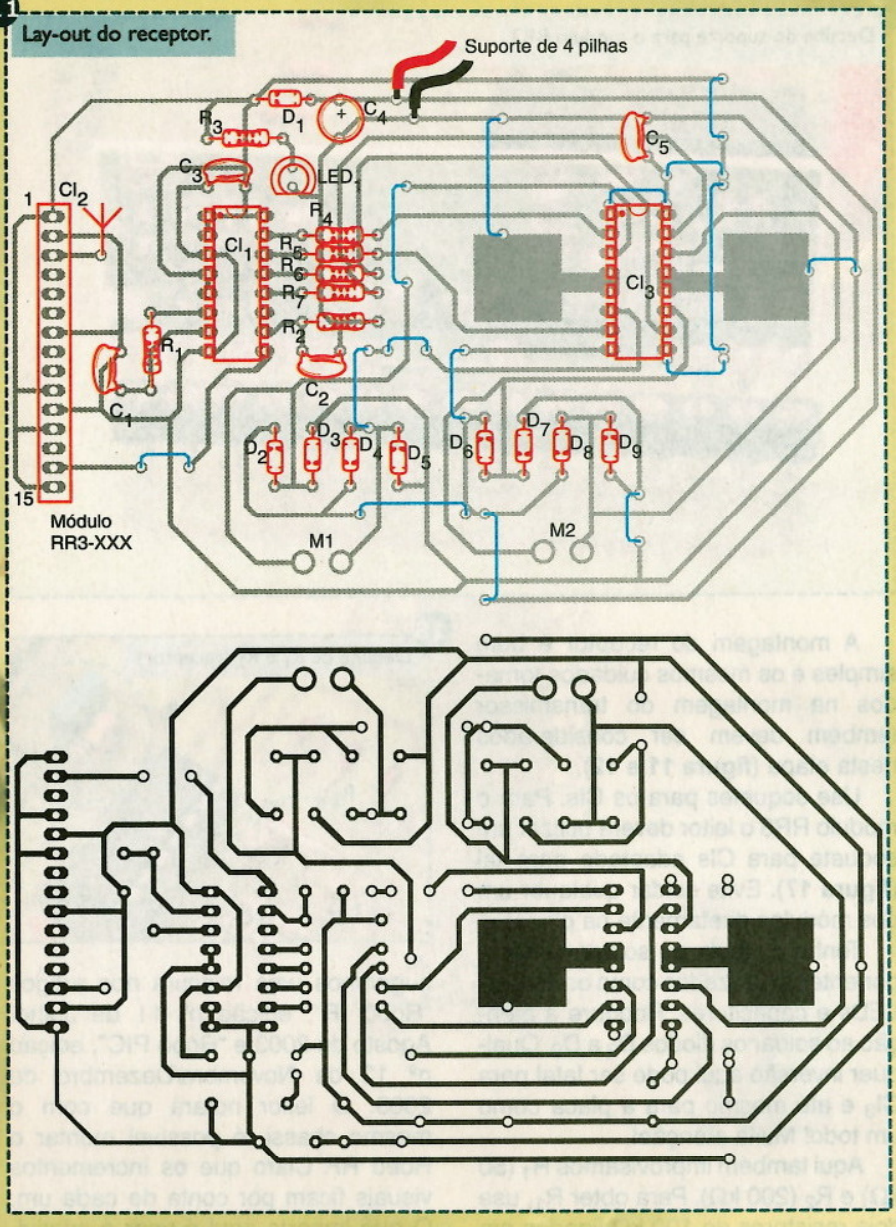
10 Montagem do transmissor.



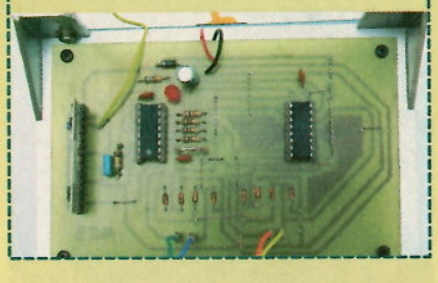
9 Lay-out do transmissor.



11 Lay-out do receptor.



12 Montagem do receptor..



CI_3, um LM293D. Note que as entradas das pontes determinam o movimento e o sentido do motor. Veja a **tabela 1** e compare-a com o demonstrado na **figura 6**.

Considerações sobre a antena

Todo sistema RF que se preze precisa de uma boa antena. No caso dos módulos Telecontrolli o fabricante recomenda o tipo "Whip" (chicote). Ela nada mais é que um pedaço de fio de cobre com comprimento igual a ¼ do comprimento da onda.

Para calcular sua antena, dependendo da freqüência do seu módulo Telecontrolli, utilize a seguinte fórmula.

$$L(cm)=\frac{7500}{Freq.(MHz)}$$

Como exemplo, vamos calcular a antena para os módulos com freqüência igual a 315 MHz.

$$L=\frac{7500}{315}=23,8$$

Portanto, a antena para o receptor e transmissor, operando a 315 MHz, deverá ter 23,8 cm de comprimento.

Na montagem, o leitor poderá utilizar um pedaço de fio de cobre rígido no comprimento adequado (de acordo com os cálculos obtidos para a freqüência de trabalho) soldado diretamente na placa ou mesmo uma antena do tipo telescópica. O grande problema será encontrar uma no comprimento calculado, tarefa quase impossível. Porém, existe uma solução. Adquirir uma antena maior que a calculada e "esticá-la" para o uso apenas o comprimento necessário.

MONTAGEM ELETRÔNICA

Comece por montar o transmissor (**figuras 9 e 10**). Use um soquete para CI_1 e também para o módulo RT4. Para este último, o leitor terá de fazer algumas adaptações com um soquete qualquer (**figura 13**).

13 Detalhe do soquete para RT4.



Solde os diodos com cuidado para não inverter nenhum. Observe atentamente a **figura 9** para o sucesso da montagem. O capacitor C_2 é polarizado e também não deve ser invertido.

Caso o leitor não encontre um resistor no mercado especializado com valor de 50 kΩ (R_1), poderá implementá-lo soldando dois resistores de 100 kΩ em paralelo. O capacitor C_1 de 5,1 nF também pode ser improvisado a partir de dois de 10 nF soldados em série. Para exemplificar isso, preferimos adotar esta configuração em nossa montagem. Veja a **figura 14**.

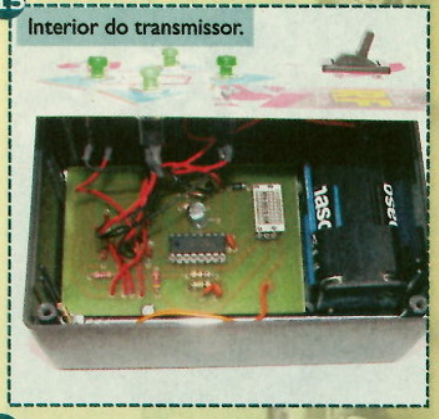
14 Detalhe da adaptação para R_1 e C_1 (transmissor).



Use chaves tipo "push-button" normalmente abertas para S_2, S_3, S_4 e S_5, e uma chave liga/desliga comum para S_1.

Em nossa montagem utilizamos uma caixa Patola código PB 112 para o transmissor. Na **figura 15** o leitor pode ver a distribuição da placa, suporte de pilhas e a antena no interior desta e na **figura 16** o transmissor montado, fechado e decorado, pronto para o uso.

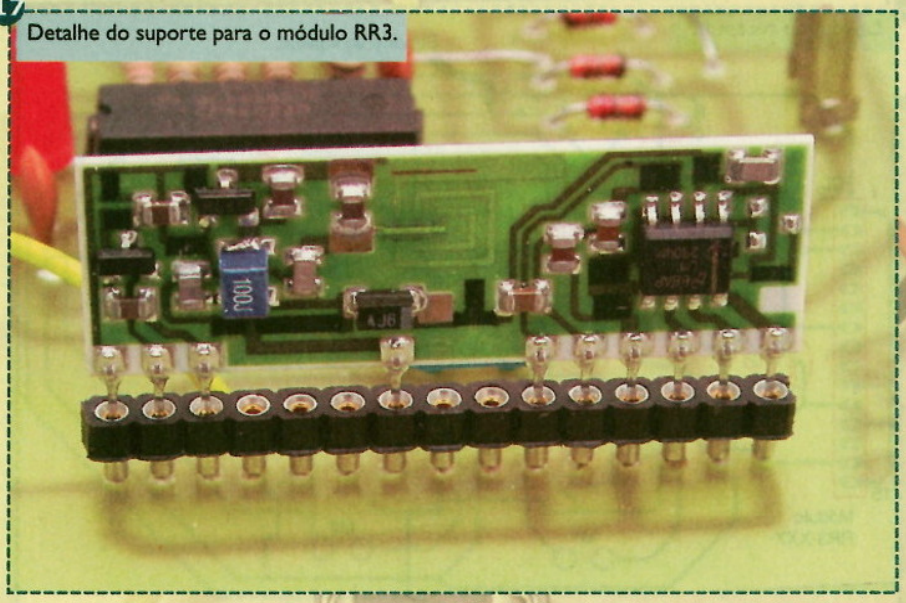
15 Interior do transmissor.



16 Transmissor montado e pronto.



17 Detalhe do suporte para o módulo RR3.



A montagem do receptor é bem simples e os mesmos cuidados tomados na montagem do transmissor também devem ser considerados nesta etapa (**figura 11 e 12**).

Use soquetes para os CIs. Para o módulo RR3 o leitor deverá utilizar um soquete para CIs adaptado para tal (**figura 17**). Evite soldar qualquer um dos módulos diretamente na placa!

Tenha cuidado ao soldar os componentes polarizados como os diodos, LEDs e capacitores. Redobre a atenção ao soldar os diodos D_2 a D_9. Qualquer inversão aqui pode ser fatal para CI_3 e até mesmo para a placa como um todo! Muita atenção!

Aqui também improvisamos R_1 (50 kΩ) e R_2 (200 kΩ). Para obter R_1, use dois resistores de 100 kΩ ligados em paralelo e para R_2 dois resistores de 100 kΩ ligados em série. Veja a **figura 18**.

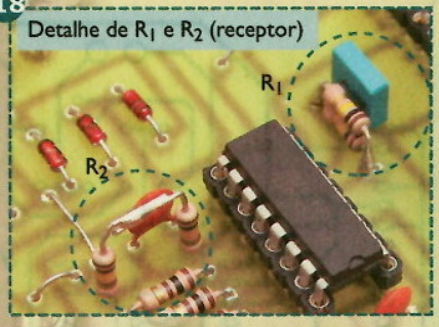
Os motores podem ser ligados diretamente à placa, soldando diretamente seus fios ou podem ser ligados utilizando conectores do tipo encaixe ou mesmo parafusáveis. A escolha é livre.

MONTAGEM MECÂNICA

Para os leitores que desejam montar o chassi do Robô RF, demonstrado na capa, a montagem mecânica está descrita no artigo de Francci Junior, presente nesta revista.

Já para os leitores que preferem uma montagem mais "alternativa",

18 Detalhe de R_1 e R_2 (receptor)



sugerimos uma releitura nos artigos "Robô IR", edição nº 11 de Julho/Agosto de 2003 e "Robô PIC", edição nº 13 de Novembro/Dezembro de 2003. O leitor notará que com o mesmo chassi, é possível montar o Robô RF. Claro que os incrementos visuais ficam por conta de cada um. O que importa aqui é usar a criatividade!

TESTE E USO

Sugerimos ao leitor que antes de ligar qualquer parte do Robô (transmissor ou receptor) faça uma verificação minuciosa e cuidadosa sobre ambas montagens. Verifique pelas figuras e fotos, presentes neste artigo, se está tudo "ok" com sua montagem, se nenhum componente foi invertido ou mesmo trocado.

Tenha calma ao fazer isso! Não se apresse em ligar o Robô! Alguns minutos cedidos a uma boa verificação podem poupar dores de cabeça futuras!

AJUDA COM PROBLEMAS

Abaixo, listamos alguns pontos observados em nosso laboratório e que com certeza ajudarão na busca de problemas:

Liguei meu robô e nada aconteceu!

Possíveis soluções:

- Verifique a alimentação do robô e do transmissor.
- Verifique se não existe nada em curto ou desligado.
- Refaça "aquela verificação atrás de algo errado". Cheque tudo! Comece pelos pontos onde você acredita que jamais cometeria um engano!

Meu robô funciona, mas quando envio comando para um lado ele vai para outro. Parece que está tudo trocado!

Possíveis soluções:

- Acerte a posição dos botões de controle na caixa até que fiquem como o esperado.

Meu robô funciona, mas sua velocidade é muito baixa!

Possíveis soluções:

- Pode ser que o motor utilizado necessite de uma voltagem maior que os 6 V fornecidos pelas pilhas. Sugerimos a troca dos motores, por outros com tensão de trabalho entre 3 V e 6 V.

O robô funciona, mas o LM293D aquece muito!

Possíveis soluções:

- A corrente drenada pelos motores deve estar acima do permitido. Troque seus motores por outros de menor consumo.



Após "aquela verificação", você já pode ligar o transmissor e o receptor. A "ordem dos fatores" aqui não altera o produto! O robô deverá ficar parado. Aperte um dos botões e observe se o robô faz o movimento correto. Se não fizer, verifique se as chaves não estão trocadas de posição.

O uso de pilhas médias ou grandes é melhor que pequenas. Aumenta-se assim o tempo que o robô pode operar. Pilhas alcalinas também podem aumentar ainda mais o tempo de operação.

CONCLUSÃO

Neste artigo, o leitor aprendeu a montar um robô controlado através de sinais de rádio. Estamos vivendo um momento histórico com os robôs "Spitit e Oportunit" (da NASA) que estão em Marte, e são controlados por "Radiofreqüência". Guardando as devidas proporções, o leitor pode pensar em alguma aplicação parecida para o seu Robô RF. Nas próximas edições abordaremos um pouco mais os "Robôs Comandados à Distância" e demonstraremos ao leitor como "ir mais longe" com seu Robô RF! Boa montagem e até lá!

Lista de materiais:

TRANSMISSOR

Semicondutores

CI_1 – MC145026 – *encoder* Motorola
CI_2 – RT4 –Transmissor Telecontrolli

D_1 – 1N4001 – diodo retificador
D_2 a **D_9** – 1N4148 – diodo de sinal

Resistores (1/8 W)

R_1 – 50 k (veja texto)
R_2 – 100 k – (marrom, preto, amarelo)
R_3 a **R_6** – 4k7 (amarelo, violeta, vermelho)

Capacitores

C_1 – 5,1 nF – cerâmico (veja texto)
C_2 – 100 nF – cerâmico
C_3 – 220 µF x 16V – eletrolítico

Diversos

S_1 – chave tipo on/off
S_2 a **S_5** – "push-button" normalmente aberto
B_1 – suporte para quatro pilhas pequenas

- caixa Patola PB 112, placa de circuito impresso, antena, fios para ligação, suporte para CIs, etc.

RECEPTOR

Semicondutores

CI_1 – MC145027 – *decoder* Motorola
CI_2 – RR3 – Receptor Telecontrolli
CI_3 – LM293D (o sufixo D é importante!)

D_1 – 1N4001 – diodo retificador
D_2 a **D_9** – 1N4148 – diodo de sinal
D_{10} – LED comum vermelho de 5 mm

Resistores (1/8 W)

R_1 – 50 k (veja texto)
R_2 – 200 k (veja texto)
R_3 – 560R (verde, azul, marrom)
R4 a **R7** – (marrom, preto, marrom) 100R

Capacitores

C_1 – 22 nF – poliéster
C_2 – 10 nF – cerâmico ou poliester
C_3 – 100 nF – cerâmico
C_4 – 220µF x 16V – eletrolítico

Diversos

B_1 – Suporte para quatro pilhas médias
S_1 – chave tipo *on/off*
M_1, M_2 – motor para 6V com caixa de redução.

- placa de circuito impresso, antena, fios para ligação, suporte para CIs, etc.

A estrutura de plástico do Robô RF (rádio-freqüência)

José Francci Júnior



Por ocasião do projeto do robô ARD - 2 (Mecatrônica Fácil ano 2, nº 8) propusemos a criação de estruturas modulares simples e intercambiáveis para a utilização em vários projetos. No robô RF apresentamos outra proposta diametralmente oposta, ou seja, a construção de uma estrutura única que possa ser reaproveitada em inúmeras ocasiões.

Para atender a várias exigências e funcionar com circuitos eletrônicos os mais variados a estrutura proposta deveria ser sobretudo espaçosa e robusta então, retornamos à configuração do robô OCTA - 1 (Mecatrônica Fácil ano 1, nº 1) com as modificações e melhoramentos necessários tais como: base do sistema motriz reforçada e equipada com dois redutores, duas rodas-livres para maior estabilidade e amplo espaço para baterias de vários tamanhos e/ou modelos; placa base para fixação dos circuitos eletrônicos ampla e livre, instalada sobre o sistema motriz e contando com vários pontos pré-furados para facilitar a fixação de circuitos de vários tamanhos.

A cobertura da placa base é feita em acrílico transparente curvado a quente (conforme foi mostrado na edição nº13) permitindo a instalação de vários tipos de sensores óticos para controle e ainda com abertura em sua parte posterior para a passagem de fios e/ou cabos quando o projeto assim o exigir. O acrílico utilizado mede 3 mm de espessura, sendo forte o suficiente para suportar a instalação de sistemas mecânicos complementares ou auxiliares sobre a cobertura.

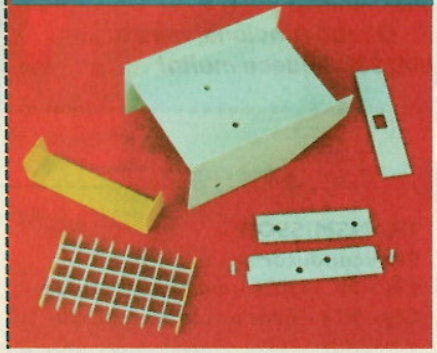
Criamos, portanto, um veículo exclusivamente para testes e aperfeiçoamentos e, para os leitores interessados, a planta com as medidas de todas as peças está disponível no site: www.mecatronicafacil.com.br.

Na edição nº11 foi publicado um artigo mostrando passo a passo a construção de rodas em chapa de plástico.

1 Sistema Motriz, chassi em construção



2 Todas as peças que compõem a base motriz



3 As patas anteriores e posteriores com as hastes que as interligam.



Cobertura em acrílico transparente de 3 mm e laterais de chapa de plástico poliestireno de 2 mm

4 Placa base já com furação.



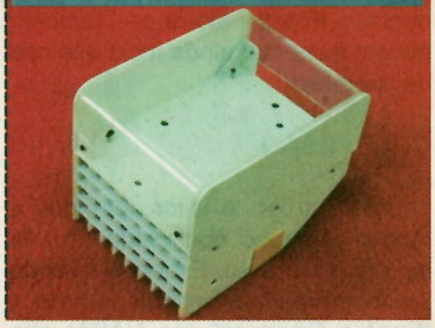
5 Placa base e coberturas completas.



6 Chassi completo, note as divisórias das caixas de baterias.

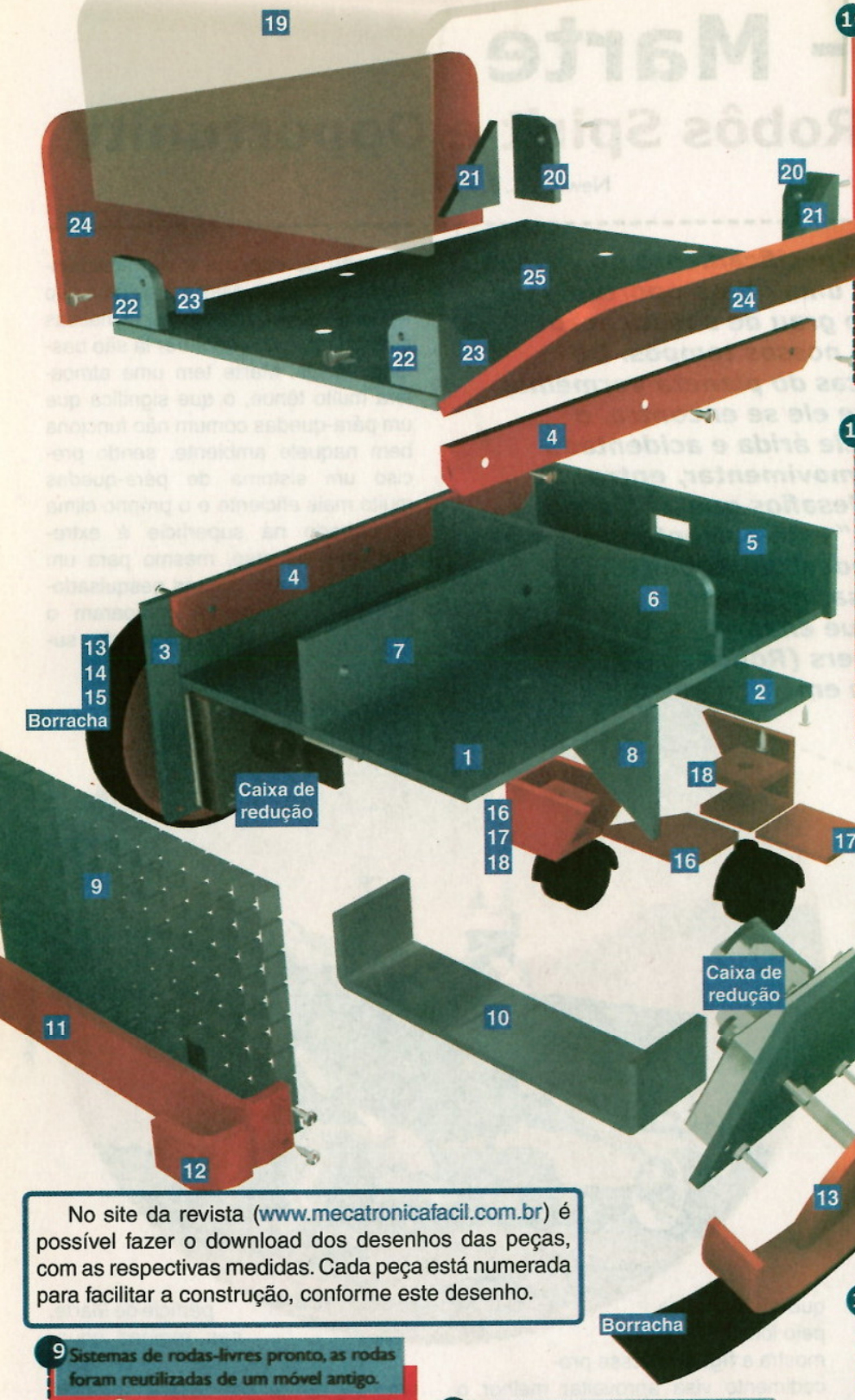


7 Chassi, placa base e coberturas completas.



8 Rodas principais em construção, note o reforço central.





10 Instalação de redutores, note a cinta de reforço inferior, o pára-choque dianteiro e a grade reaproveitada de "sucata"



11 Vista interna da carcaça.



No site da revista (www.mecatronicafacil.com.br) é possível fazer o download dos desenhos das peças, com as respectivas medidas. Cada peça está numerada para facilitar a construção, conforme este desenho.

9 Sistemas de rodas-livres pronto, as rodas foram reutilizadas de um móvel antigo.



12 Vista do veículo pronto com pintura.



13 Vista do veículo acabado.



Missão - Marte

Conheça os Robôs Spirit e Opportunity

Newton C. Braga

A exploração do espaço, especificamente do vizinho planeta Marte, está sendo uma ótima oportunidade para se demonstrar todo o grau de sofisticação que a Robótica atingiu em nossos tempos. De fato, as condições climáticas do planeta vermelho, a distância enorme em que ele se encontra, o ambiente hostil, a superfície árida e acidentada em que o veículo deve se movimentar, entre outros, são os principais desafios que a "Mars Exploration Rover Mission" está enfrentando. Para nossos leitores, "ligados" na Robótica, nada melhor do que analisarmos neste artigo toda a tecnologia que envolve a construção dos dois Rovers (Robôs Móveis) que se encontram em atividade na superfície do planeta Marte.

Quando se fala em mandar uma sonda automática (robô) para o planeta Marte, o segundo mais próximo da Terra (o primeiro é Vênus), tudo parece muito simples. No entanto, analisando melhor a situação, vemos que se trata de um enorme desafio que envolve uma tecnologia extremamente complexa para que tudo dê certo.

Marte e Terra gravitam em torno do Sol em órbitas levemente excêntricas, a distâncias médias de 225 e 150 milhões de quilômetros respectivamente, e com períodos diferentes. As suas excentricidades fazem com que haja épocas em que Marte se encontra muito próximo da Terra e outras em que ele se encontra bem mais afastado. A condição mais favorável para enviar uma expedição a Marte, quando ele esteve a pouco mais de 50 milhões de quilômetros, ocorreu no final do ano passado.

Porém, a nave não faz uma viagem direta para chegar ao planeta vizinho. Ela faz uma órbita de aproximação, uma trajetória curva que intercepta a órbita de Marte no momento em que ele passa pelo local, conforme mostra a **figura 1**. Esse procedimento visa aproveitar melhor o combustível e também superar limitações técnicas as mais diversas. Em outras palavras, a nave percorre mais do que a distância entre os dois planetas para chegar até Marte.

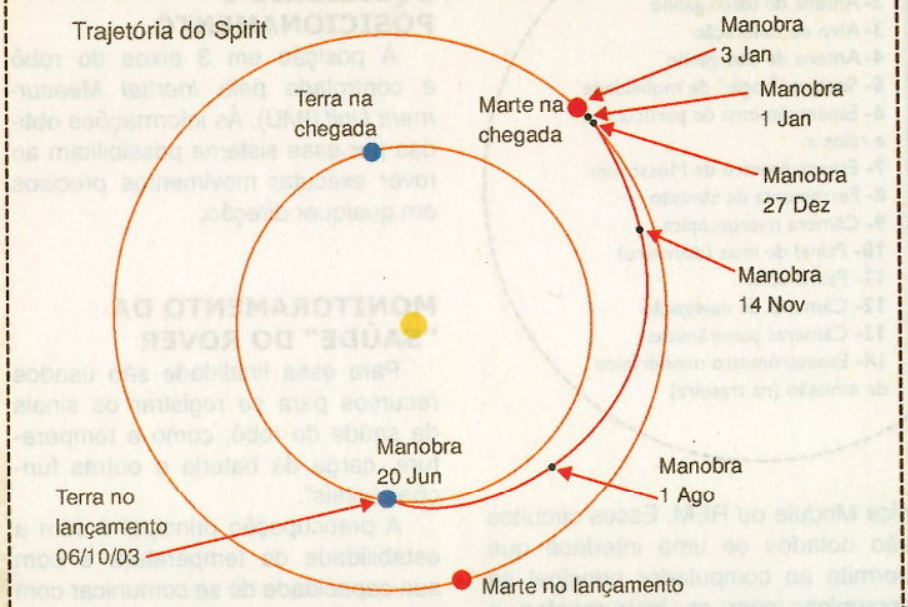
Isso significa que para interceptar o planeta vermelho e descer na sua superfície, é preciso contar com uma precisão de cálculos e de movimentos muito grande. Mas o problema não termina aí. As condições climáticas que um robô vai encontrar lá são bastante hostis. Marte tem uma atmosfera muito tênue, o que significa que um pára-quedas comum não funciona bem naquele ambiente, sendo preciso um sistema de pára-quedas muito mais eficiente e o próprio clima encontrado na superfície é extremamente adverso, mesmo para um robô. Alguns pesquisadores comparam o clima da superfície de Marte, nas regiões equatoriais (de clima mais ameno), ao de um deserto terrestre extremamente seco, situado a uma a altura de 17 mil metros. Nada de oxigênio, baixa pressão, nenhuma umidade e temperaturas que durante o dia sobem para pouco mais de 5 °C e à noite caem para menos de -96 °C!



Imagens: NASA/Divulgação

Mesmo para uma máquina, isso é muito. Ela deve ser muito robusta

1 Observe a excentricidade das órbitas de Marte e Terra e a trajetória curva feita pela nave.



e protegida para enfrentar tudo isso. Assim é o "Spirit", o primeiro dos robôs exploradores marcianos e o "Opportunity", o segundo rover que também já se encontra em Marte e de que vamos falar a seguir.

A MISSÃO

Foram dois robôs gêmeos, "Spirit" e "Opportunity", lançados em direção à Marte em 10 de junho e 7 de julho de 2003, em busca de respostas, principalmente sobre a história da existência de água naquele planeta. Os dois tinham datas de descida previstas para 3 e 24 de janeiro de 2004, o que realmente ocorreu pouco antes da redação deste artigo.

Quando o *airbag* que protege os robôs contra o impacto na superfície de Marte abriu, os robôs passaram a obter imagens panorâmicas de Marte e depois iniciaram uma série de investigações percorrendo o terreno das vizinhanças. Desde há muito tempo, o homem tem a curiosidade de saber se em Marte existiu água um dia, ou se existe ainda. Isso se justifica, pois a presença de água poderia indicar que Marte abrigou ou ainda abriga alguma forma de vida. Mais do que isso, facilitaria uma futura colonização.

Acreditamos que a Terra não é o único local do Universo que pode abrigar vida. Planetas, com condições favoráveis poderiam ter formas de vida, diferentes da nossa. Todavia, apesar de toda a nossa tecnologia, só temos certeza de um planeta que abriga vida: a Terra. Assim, a possibilidade de encontrarmos vida em Marte, por primitiva que seja, viria a comprovar a hipótese que outros planetas podem abrigá-la.

Para realizar experimentos e investigações científicas na superfície de Marte, os *rovers* da "Mars Exploration Rover Mission" contam com um conjunto sofisticado de instrumentos:

- Câmera panorâmica (PanCam)- para investigar a estrutura, textura e mineralogia do terreno;

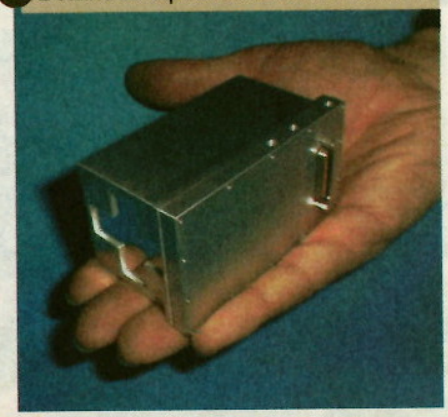
- Miniture Thermal Emission Spectrometer (Mini-TES) - o Espectrômetro de Emissão Térmica Miniatura identifica rochas que sejam promissoras para um exame mais próximo e determinação do processo de formação. Ele também pode ser apontado para o céu para analisar as variações da temperatura da atmosfera marciana;

- Espectrômetro de Mössbauer (MB) - trata-se de um instrumento para investigação da mineralogia de rochas que tenham compostos de ferro e também solos (**figura 2**);

- Alpha Particle X-Ray Spectrometer (APXS) - o Espectrômetro de Partículas Alfa e Raios X é usado para analisar a abundância dos elementos que compõem as rochas e solos (**figura 3**);

- Ímãs - que são usados para coletar partículas magnéticas de poeira. O

2 Detalhe do espectrômetro de Mössbauer.



3 O espectrômetro de partículas alfa e raios X.



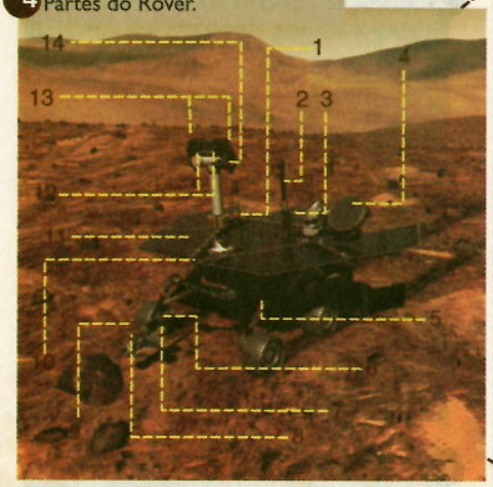
Espectrômetro de Mösbauer e de partículas alfa vai analisar as partículas que são coletadas por esses ímãs.

- Microscope Imager (MI) - Esse instrumento vai obter imagens de alta resolução de rochas e solos.

- Rock Abrasion Tool (RAT) - Ferramenta de Abrasão de Rocha - trata-se de uma ferramenta que remove poeira e cobertura das superfícies das rochas, expondo material fresco para análise.

Movimentando-se na superfície de Marte, os robôs vão fazer um trabalho de investigação geológica. Cada um pode ser considerado equivalente a um geólogo que pode caminhar e colher amostras. As câmeras de TV montadas em mastros de 1,5 metros proporcionam uma visão estereoscópica de 360 graus, dando uma visão equivalente à do olho humano. O braço robótico é capaz de movimentos que são semelhantes ao de um braço humano, podendo fixar instrumentos diretamente sobre rochas e sobre o solo. No próprio braço existe uma câmera microscópica que serve para visão mais próxima de rochas e do solo. Os cientistas comparam o Spirit a

4 Partes do Rover.



1- Antena de UHF
2- Antena de baixo ganho
3- Alvo de calibração
4- Antena de alto ganho
5- Sistema "bogie" de mobilidade
6- Espectrômetro de partículas a e raios x.
7- Espectrômetro de Mössbauer
8- Ferramenta de abrasão
9- Câmera microscópica
10- Painel de ímas (dianteiro)
11- Painel solar
12- Câmeras de navegação
13- Câmeras panorâmicas
14- Espectrômetro minitérmico de emissão (na traseira)

uma criatura que precisa ser mantida viva para ser capaz de explorar.

Analisemos melhor a construção dos dois robôs, lembrando que os dois são iguais. Para isso, observe a **figura 4**.

CORPO

Trata-se de uma estrutura que abriga os "órgãos vitais" do *Rover*. Tecnicamente, esse corpo é chamado *Warm Electronics Box* ou WEB. Sua construção robusta abriga os circuitos eletrônicos e as baterias do robô. Podemos dizer que se tratam de funções equivalentes ao cérebro e coração. A construção dessa parte do *rover* é feita de tal forma a proteger os "órgãos vitais", mantendo-os numa temperatura controlada.

A parte aquecida do robô é fechada na parte de cima por uma peça triangular denominada *Rover Equipment Deck* (RED). Essa peça permite que o robô funcione como um carro conversível, possibilitando a saída do mastro com as câmeras para o ambiente externo.

A pintura prateada das paredes do corpo do *rover* mantém o calor mesmo quando as temperaturas noturnas caem para - 96 ºC.

Na **figura 5** mostramos detalhes dessa estrutura.

CÉREBRO

Trata-se do conjunto de computadores que processam a informação. Os circuitos que formam os cérebro do Rover estão instalado num módulo denominado *Rover* Electronics Module ou REM. Esses circuitos são dotados de uma interface que permite ao computador principal se comunicar com os instrumentos e sensores. Essa interface é chamada *Versa Module Europa bus* ou simplesmente VME bus.

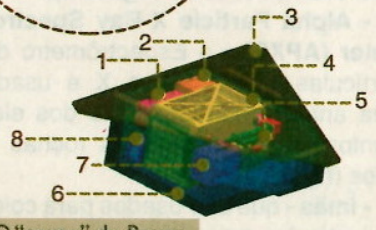
Esse barramento (*bus*) é um novo padrão de interface usada para controle e comunicação de motores de *rovers*, instrumentos científicos e funções de comunicação.

MEMÓRIA

Um tipo especial de memória resistente à radiação é utilizado para o armazenamento de informações e programas. Essa memória tem recursos que a impedem de perder informações nos períodos noturnos, quando o *rover* é desligado.

A memória *on-board* tem 128 MB de DRAM com detecção e correção de erros e 3 MB de EEPROM.

1- Rádio UHF
2- IMU
3- RED
4- REM
5- HW telecom banda X
6- SSPA
7- WEB
8- Bateria



5 O "corpo" do Rover.

"NERVOS" PARA EQUILÍBRIO E POSICIONAMENTO

A posição em 3 eixos do robô é controlada pelo *Inertial Measurment Unit* (IMU). As informações obtidas por esse sistema possibilitam ao rover executar movimentos precisos em qualquer direção.

MONITORAMENTO DA "SAÚDE" DO ROVER

Para essa finalidade são usados recursos para se registrar os sinais de saúde do robô, como a temperatura, carga da bateria e outras funções "vitais".

A preocupação principal é com a estabilidade da temperatura e com sua capacidade de se comunicar com a Terra. Outros pontos a serem monitorados são o armazenamento de energia e a produção de energia pelas células durante o dia marciano denominado "sol" .

PESCOÇO E CABEÇA

O que no *rover* parece um pescoço e uma cabeça que é chamado *Pancan Mast Assembly* (**figura 6**). Essa estrutura se eleva a partir da base a uma altura da ordem de 1,4 metros, possibilitando às câmeras dar uma visão semelhante à que teria uma pessoa, um "geológo humano".

6 Detalhe do mastro Pancam.



O mastro Pancam tem duas finalidades:

- Agir como um periscópio para o instrumento Mini-TES que está mon-

tado dentro do corpo do *rover*, por motivos térmicos;

- Proporcionar uma posição mais favorável para a visão das Pancams e Navcams.

A finalidade básica do mastro Pancam é possibilitar ao *rover* uma visão a distância. Tanto mais alto ele fica, mais se pode ver.

Um motor para o mastro Pancam inteiro gira as câmeras e o Mini-TES de 360 graus no plano horizontal. Outro motor faz a elevação, podendo apontar a câmera para pontos 90 graus acima e abaixo do horizonte. Há um terceiro motor para a elevação do Mini-TES que o habilita a apontar 30 graus acima e 50 graus abaixo do horizonte.

Durante a viagem, o conjunto Mastro-Pancam fica preso contra o *deck* do *rover* numa configuração bastante firme. Quando o módulo de "aterrissagem" abre, os cintos que o prendem são soltos por um mecanismo denominado *pyros*. Trata-se de um mecanismo semelhante ao que se usa no disparo de uma arma, projetado em 1960 para a missão Apollo. É o método mais seguro encontrado até hoje de soltar cintos e objetos fortes numa nave.

OLHOS E OUTROS SENTIDOS

O *rover* possui câmeras e outros instrumentos que fornecem informações sobre o ambiente. Se compararmos essas câmeras a olhos, podemos dizer que ele possui 9 "olhos".

Seis câmeras de engenharia ajudam na navegação, enquanto três são usadas na investigação científica. Cada câmera contém um conjunto óptico de acordo com o tipo de aplicação a que se destina. Temos então os seguintes casos:

Quatro Câmeras de Engenharia Hazcams (*Hazard Avoidance Cameras*)

Como o nome inglês indica, são usadas para evitar acidentes. Elas são montadas na frente e na traseira do *rover* e a imagem obtida é do tipo monocromático. Essas câmeras são utilizadas para captar imagens tridimensionais (3-D) que, analisadas pelo software de bordo e pela equipe na Terra, podem evitar batidas contra obstáculos inesperados.

Trabalhando em paralelo com o software, é possível ao *rover* tomar suas próprias decisões sobre as manobras a serem executadas em caso de necessidade. Isso se justifica, pois a imagem enviada à Terra demora vários minutos para chegar e um comando levará o mesmo tempo para chegar até lá e ser excutado. Nesse intervalo, o *rover* já teria se envolvido num acidente...

Cada câmera tem um amplo campo de visão, algo em torno 120 graus.

Duas Câmeras de Engenharia Navcam (*Navigation Cameras*)

Elas são montadas no mastro, e também enviam imagens monocromáticas com sensibilidade para a faixa de luz visível, permitindo captar imagens tridimensionais (3-D). A Navcam tem uma operação "estéreo", cada qual com um campo de 45 graus. Essa disposição visa simular a visão humana e avaliar distâncias dos objetos focalizados (dois olhos).

Elas trabalham em conjunto com as Hazcams de modo a proporcionar uma visão complementar do terreno.

Duas Câmeras Científicas (Panoramic Cameras)

Trata-se de um par de câmeras coloridas de alta resolução montadas no mastro do *rover*, fornecendo imagens tridimensionais da superfície marciana.

Com finalidade científica, o campo de visão e a altura dessas câmeras imitam a resolução do olho humano (0,3 mili-radianos), dando assim uma visão semelhante àquela que um geólogo humano teria, ficando em pé na superfície de Marte.

Os detectores da Pancam têm 8 filtros por "olho" e, entre os dois "olhos" existe um total de 11 filtros especiais, mais filtros de duas cores e imagem solar para obter imagens multi-espectrais. A Pancam também faz parte do sistema de navegação apontando para o Sol, que pode ser tomado por referência, sendo usado como uma bússola. As informações sobre a posição do Sol, como a hora do dia, informa aos navegadores a posição exata do rover na superfície do planeta.

Science Microscopic Imager

Trata-se de uma combinação de microscópio e câmera de vídeo. Essa câmera monocromática é montada no braço robótico de modo a obter imagens muito próximas do solo e rochas.

O BRAÇO

O braço do robô, tecnicamente chamado *instrument deployement device*, tem por finalidade manusear rochas e solo para testes e para obter imagens próximas. Na **figura 7** uma visão do braço.

7 Braço robótico.



O braço robótico se assemelha a um braço humano, pois também tem três juntas: ombro, cotovelo e pulso. Com isso, sua mobilidade permite posicionar as garras em qualquer ponto com precisão, tanto para colher material quanto para obter imagens próximas através da câmera microscópica.

Trinta por cento da massa de titânio do braço robótico corresponde aos instrumentos que ele manuseia no final do braço. Esse peso torna-se um desafio para manusear e controlar o braço com precisão. É algo como controlar uma bola de boliche na extremidade do braço. Assim, o braço é feito o mais leve quanto seja possível, contendo furos nas suas partes de titânio de modo a minimizar o peso.

Protegendo o Braço

Depois de completada uma missão num local, e o robô começar a andar novamente, a sua posição do braço

extendido é inconveniente e perigosa. Os movimentos de balanço podem colocar em risco o equilíbrio do veículo já que, como vimos, existe um grande peso na sua extremidade.

Assim, antes do robô partir para um novo local de pesquisa, o braço é recolhido, ficando preso num pino existente na torre. Esse pino mantém o braço firme, sendo capaz de suportar choques de até 6 Gs (G= gravidade ou 9,8 m/s^2). Esse choque equivale a deixar cair um objeto de uma altura de 20 cm aqui na Terra. No lançamento e chegada à Marte, entretanto, o sistema que segura o braço é capaz de suportar 42 Gs. Lembramos que a gravidade na superfície de Marte, dada sua massa menor, é menor do que a que temos na superfície da Terra.

RODAS E PERNAS

O "Mars Exploration Rover" possui seis rodas, cada qual com seu próprio motor.

As duas rodas dianteiras e traseiras possuem também motores de direção (1 cada). Esses motores permitem mudar a direção do movimento do veículo de tal forma que ele pode fazer curvas de 360 graus praticamente sem sair do lugar.

Como as Rodas se Movem

O sistema de suspensão das rodas é semelhante ao do rover "Sojourner" da missão Pathfinder.

Trata-se de um sistema denominado *bogie* usado nas antigas ferrovias. São "carros" ou conjunto de seis rodas que podem se deslocar para fazer curvas no trilho. Esse sistema tem também uma montagem diferencial que permite ao *rover* se manter em equilíbrio, independentemente das irregularidades da superfície em que ele se desloca. A finalidade desse sistema é impedir balanços bruscos do veículo quando ele se desloca por um terreno acidentado.

O *rover* é projetado para poder inclinar-se até 45 graus em qualquer direção sem tombar. No entanto, um sistema de segurança impede que ele passe um limite de 30 graus, quando em operação.

O projeto do sistema de suspensão também permite que ele passe através de obstáculos, como rochas ou buracos que sejam maiores do que o diâmetro de uma roda (25 cm). As rodas levantam-se, pulando o obstáculo.

Velocidade

A velocidade máxima do *rover* em chão firme é de 5 cm por segundo. Contudo, para ter mais segurança, ele é equipado com um software contra acidentes, que faz com que pare e verifique o local a cada 20 segundos. Dessa forma, a velocidade média do *rover* é da ordem de apenas 1 cm por segundo.

Sua programação é para andar por 10 segundos e, então, parar para analisar o terreno por 20 segundos e, somente depois continuar por mais 10 segundos.

ENERGIA

A energia para o *rover* vem de painéis solares e baterias. O painel se assemelha a "asas" que recolhem a luz solar, transformando-a em eletricidade. Quando totalmente iluminado, o painel solar gera aproximadamente 140 W de energia. O *rover* precisa de aproximadamente 100 watts para operar, o equivalente a uma lâmpada incandescente comum.

Fazendo uma comparação, as células do *rover* da missão Sojourner forneciam apenas 16 watts em 1997. Trata-se de uma potência equivalente a uma pequena lâmpada incandescente, do tipo usado para iluminar o interior de fornos.

O sistema inclui ainda duas baterias recarregáveis que alimentam o *rover* quando não há sol disponível. Com o tempo, as baterias sofrem uma degradação não podendo mais ser completamente recarregadas. Os painéis solares também, tanto pela exposição à radiação e como pela poeira.

Assim, perto do final da missão, estima-se que a potência disponível para o *rover* estará reduzida a uns 50 watts apenas.

A diminuição da potência disponível nos painéis solares sucede pela mudança do ângulo de incidência da luz do Sol, quando o hemisfério em que está o *rover* passar do verão para o inverno, pois Marte, como a Terra, tem um eixo de rotação inclinado em relação à órbita, o que resulta no fenômeno das mudanças de estações no decorrer do ano marciano de 23 meses terrestres.

NECESSIDADE DE CONTROLE DE TEMPERATURA EM MARTE

Da mesma forma que o organismo humano, o *Mars Exploration Rover* não pode funcionar bem com muito frio. De modo a manter seu funcionamento normal, a faixa mantida é de -40 °C a +40 °C.

Existem diversas formas de se manter a temperatura correta dos equipamentos do *rover*:

- Evitando o escape de calor através de uma pintura apropriada;
- Prevenindo o escape de calor através de um isolação denominada "aerogel";
- Usando aquecedores;
- Controlando a ação dos aquecedores através de termostatos e chaves;
- Usando um sistema de rejeição de calor.

Os métodos de controle de temperatura são muito importantes, tanto para que o rover não "morra" durante a viagem pelo frio espaço como também já na superfície de Marte.

Como Marte está mais afastado da Terra, e sua atmosfera é muito mais rarefeita, além dele não receber muito calor, o pouco calor que ele consegue absorver durante a insolação é facilmente perdido durante as noites marcianas. Assim, enquanto durante o dia a temperatura sobe para uns poucos graus acima de zero nas condições mais favoráveis, durante a noite ela cai rapidamente, chegando em alguns casos a -99 °C.

Sabemos que, para equipamentos de alta tecnologia em geral, muito mais perigoso que uma temperatura extrema são as variações rápidas. No caso de Marte temos ainda o agravante de que a secura extrema da atmosfera, e as propriedades térmicas do solo, fazem com que solo e ambiente tenham temperaturas oscilando entre valores extremos muito rapidamente.

COMUNICAÇÕES

Todas as atividades do *rover*, como obter imagens, movimentar-se

e operar os instrumentos, são realizadas por comandos transmitidos em uma seqüência enviada pela equipe aqui da Terra.

O robô gera uma engenharia constante, limpeza e análise por telemetria que são armazenadas para eventual transmissão para a Terra quando precisam de informações do rover.

Na Terra, o acompanhamento da missão *Mars Exploration Rover* será feito pelo *Deep Space Network*, uma rede de estações espalhadas pelo mundo, com mais de 40 anos. As estações usadas estão em Goldstone no Deserto de Mojave (Califórnia), perto de Madri (Espanha) e perto de Camberra (Austrália).

Cada complexo é dotado de uma antena de 70 metros de diâmetro e pelo menos duas antenas de 34 metros de diâmetro, além de antenas menores. Os equipamentos ligados a essas antenas estão em contato permanente com o *Jet Propulsion Laboratory* da NASA, em Pasadena, Califórnia.

O *rover*, por sua vez, é dotado de um conjunto de antenas para recepção e transmissão de sinais de rádio.

São usados dois tipos de antenas: antenas de baixo ganho e de alto ganho, que estão localizadas na parte traseira do *deck* de equipamentos.

A antena de baixo ganho envia e recebe sinais em todas as direções, ou seja, é do tipo omni-direcional. Sua finalidade é transmitir sinais para a Rede DSN (*Deep Space Network*) na Terra. Essa rede de antenas fica em Camberra na Austrália (ver **figura 8**).



8 Antenas do Deep Space Network - a maior tem 70 metros de diâmetro e as menores 34 metros.

A antena de alto ganho envia informações dirigidas a uma direção que pode ser controlada. Isso significa que ela pode ser apontada diretamente para a Terra, concentrando assim mais energia na direção do ponto visado.

9 Mars Global Surveyor.



O rover pode enviar seus sinais não apenas para a Terra como também para estações retransmissoras que estejam em órbita de Marte, como a *2001 Mars Odissey* e o *Mars Global Surveyor* (**figura 9**). Essas estações podem captar os sinais e retransmiti-los para a Terra. Elas também podem ser usadas para retransmitir para os *rovers* sinais procedentes da Terra. A vantagem no uso dessas estações retransmissoras está na sua proximidade do *rover*. As freqüências usadas para comunicações com as estações em órbita marciana estão na faixa de UHF.

A utilização do sistema de comunicações é planejada cuidadosamente. Nos minutos que precedem à descida, a transmissão de dados se torna muito lenta, da ordem de 10 bits por segundo, o que corresponde à 2% da capacidade da antena de médio ganho. Nesse tempo, apenas informações sobre a descida na forma de 36 tons de 10 segundos.

Antes da primeira noite em Marte, depois da descida, a antena de alto ganho foi preparada para, no dia seguinte, entrar em contato direto com a Terra, agora numa taxa de 11 kbits por segundo.

Um pouco antes de cada um dos *rovers* descer, também temos a transmissão de informação para os dois retransmissores em órbita de Marte. Essas informações são retransmitidas para a Terra numa taxa de 128 kbits por segundo.

Características técnicas

Peso: 180 kg
Autonomia por dia marciano (sol): 40 metros
Autonomia total : 90 sóis (92 dias terrestres)
Potência elétrica total: 140 W
Aquecimento atômico: 2,7 gramas de rádio-isótopo
Faixa de freqüências de comunicações com a Terra: Banda X
Faixa de freqüências de comunicação com as estacões retransmissoras: UHF

Mais informações

- **NASA:**
http://marsrovers.jpl.nasa.gov

Clube de Mecatrônica

Márcio José Soares



Desde os primórdios da história, o homem adquiriu o hábito de se reunir em grupo, seja para caçar, lavrar a terra, enfim para aprender. Estes grupos foram formados para que houvesse a soma de conhecimentos e ajuda mútua.
Em mecatrônica, "somar" conhecimentos também é uma excelente idéia.

Sempre que falamos em "clube", nossas mentes nos desviam para um meio físico com sede, quadras, piscinas, etc., mas um clube de Mecatrônica não é exatamente isso.

A idéia básica de um clube de Mecatrônica está no "encontro de idéias e pessoas" interessadas no assunto. Não é importante o local, nome ou mesmo o fato de (ser ou) não criado um clube com nome, logotipo, sede, etc. O mais importante é ter com quem dividir as informações recebidas e obter outras, debater idéias, enfim compartilhar a informação (bem maior do século XXI).

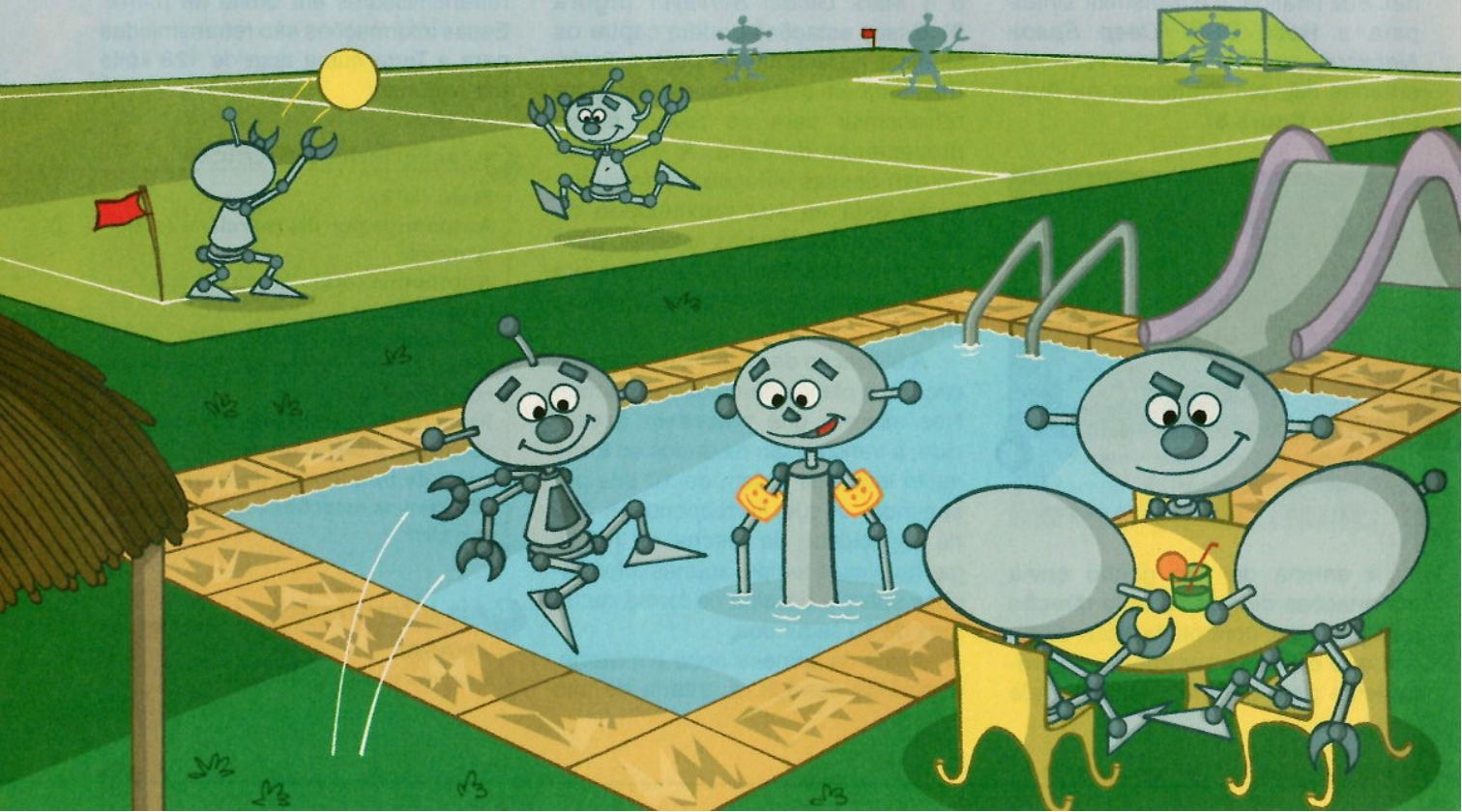
Pensem a respeito: existem grupos com os mais variados propósitos, ligados ou não por um nome ou logotipo (bandeira): clubes de aeromodelismo, clubes de ciências, clubes de "fogueteiros" (espaçomodelismo), clubes de eletrônica, e porque não clubes de Mecatrônica?!?

O GRUPO

Um grupo deve ser formado sempre por pessoas com interesse no assunto, que em nosso foco é a Mecatrônica. Se o leitor é aluno em algum curso de Mecatrônica, sem perceber já faz parte de um "grupo" que busca um mesmo objetivo: seu desenvolvimento nestà área. Porém, o leitor que ainda não fez um curso poderá montar um grupo com amigos de escola, amigos do condomínio ou vizinhanças. Lembrando sempre que o objetivo é aprender cada vez mais sobre o assunto: a mecatrônica.

Formado o grupo, será feita uma abordagem sobre um projeto em comum. Isso mesmo, comum! É muito importante ao jovem que pretende ingressar no mercado de trabalho saber trabalhar em grupo. Aquela imagem do "gênio" de temperamento "difícil", individualista e que pensa saber tudo, já não é mais aceita pelas empresas. O mercado busca pessoas dinâmicas e que saibam trabalhar em grupo. Isso é fundamental, pois a velocidade com que as coisas acontecem tem que ser grande. E trabalhando em grupo, a "velocidade dos acontecimentos" é sempre alta e constante.

Portanto, a divisão de tarefas é valiosa, e o jovem deve aprender a trabalhar isso desde agora, preparando-se cada vez mais para o futuro, que não tardará.



O CLUBE

Pensando nisso, e partindo de uma solução antiga e muito funcional, podemos propor como solução uma união. A formação de um clube de Mecatrônica, grupo de estudos, ou seja lá como cada um vá chamar o grupo, não deve ser feita com o único intuito de "rachar as contas". A formação de um grupo pode proporcionar muito mais do que isso. E o principal ponto obtido é o aprendizado.

O leitor notará no decorrer do texto várias sugestões e dicas a respeito do que pode ser inserido e repartido pelo grupo. Porém, verá que a única coisa que não se divide é o aprendizado. Este, pelo contrário, só tende a crescer, aumentando em cada indivíduo do grupo.

DIVISÃO DOS CUSTOS E REAPROVEITAMENTO DOS MATERIAIS

Não nos é permitido pensar no aprendizado de Mecatrônica ou micro-robótica sem lembrar dos custos disso. Quantos projetos já não foram pensados pelo leitor e "cortados" por uma questão de custos?!

Infelizmente, a Mecatrônica e a micro-robótica são caras. Os itens necessários, em sua maioria, são importados e, quando nacionais, dependem de insumos que por sua vez são importados e também têm seus custos calculados em dólar e, como sabemos, nossa moeda tem uma desvalorização significativa em relação a esse.

Agora, imagine-se na necessidade de montar um projeto, com um custo estimado em R$200,00, por exemplo. Desembolsar esta quantia não é nada fácil para a maioria dos estudantes e hobistas. E o que fazer, desistir do projeto? Nunca !!!

Se o leitor é membro de um "grupo", pode propor a este a divisão dos custos para a montagem do projeto. Assim, supondo um pequeno grupo com quatro pessoas, o custo seria de R$50,00 para cada um. Comparando os valores, percebemos nitidamente a vantagem da formação dos "Clubes de Mecatrônica".

Muitos *hobistas* têm o hábito de "guardar para sempre" um determinado projeto. Esse pensamento não é equivocado, porém ele agrava os custos. Para que serve um determinado projeto empoeirando em uma prateleira, se o mesmo não terá mais uso? Qual sua finalidade?! Pode-se dizer, nenhuma. Porém, o que fazer, jogá-lo fora?! Não.

Se em um ano um estudante realizar três projetos com um custo de R$ 300,00 cada, terá ao final um custo total de R$ 900,00 que é considerado bem alto para muitos.



Mas, se analisarmos bem, muitos projetos utilizam os mesmos componentes. Servos, microcontroladores, motores, etc., são comuns a vários projetos e podem ser reaproveitados. Estudando novamente os custos apresentados, mas desta vez com uma visão de reaproveitamento de materiais (aqueles que estão pegando poeira na prateleira), poderíamos achar um custo de, por exemplo, R$ 450,00! Metade do valor gasto!!!

Pensando assim, podemos entender que o tempo de vida de um projeto deve ser igual ao tempo de aprendizado com este. Enquanto pesquisas, alterações, melhoramentos e estudos forem realizados com o projeto, nenhum outro estará em desenvolvimento. A partir do momento que o projeto for considerado pronto, já demonstrado e não está mais em uso, ele poderá ser reutilizado na montagem de um próximo, e assim sucessivamente.

Portanto, um "indivíduo" pode oferecer ao grupo seus vários projetos "empoeirados" e sem uso. Somando-se tudo, o número de projetos futuros possíveis sobe muito, sem contar os custos necessários para os complementos que também caem. E lembre-se, depois de pronto, ele não vai para a prateleira e seguirá em frente sob a forma de um novo projeto, e assim por diante. Parafraseando Lavoisier, "Em Mecatrônica nada se perde, tudo se transforma".

Nesta altura, o leitor deve estar pensando, mas como fazer para falar sobre meus projetos?! Como mostrar o que já fiz?! Simples! Crie arquivos sobre o projeto, documente tudo: funcionamento, circuitos, desenhos, fotos e, se possível, até pequenos vídeos. E lembre-se de divulgá-los. A Internet é um excelente meio de divulgação e troca de informações e você ainda poderá usar revistas especializadas como a Mecatrônica Fácil, por exemplo, para torná-lo conhecido.

A BANCADA

As ferramentas são outro ponto, considerado por muitos, como mais um fator agravante dos custos. Recentemente, a Revista publicou o artigo "A Bancada do hobista/estudante de Mecatrônica", que trouxe algumas dicas para a obtenção de materiais e ferramentas necessárias para a prática da Mecatrônica e micro-robótica. Nesse artigo, frisou-se que os materiais deviam ser adquiridos de acordo com as necessidades e possibilidades de cada um.

E, partindo do pressuposto que a maioria levaria muito tempo para montar a "Bancada dos Sonhos" individualmente, poderiam montá-la a partir da união dos itens de bancada de cada indivíduo do grupo. Vejam que a idéia não é montar uma bancada física em um determinado espaço, mas sim um "banco de dados" das ferramentas de cada um. Durante uma etapa na execução de um determinado projeto em conjunto que requeresse uma determinada ferramenta

"X", que sabidamente estaria disponível na bancada do "Sr. Y", esta poderia ser realizada nesta bancada, por exemplo.

Desse modo, essa união não significa a perda da posse das ferramentas de cada um. Ela representa a possibilidade de se utilizar uma determinada ferramenta que, no momento, não está presente nas outras bancadas do grupo. Essa divisão permite uma economia significativa e aumenta a viabilidade do acréscimo de "receita" para um dado projeto. Não devemos esquecer, porém, dos cuidados básicos com as ferramentas alheias. O grupo deve utilizá-las com o mesmo cuidado com que cada um usa suas próprias ferramentas.

A BIBLIOTECA

Como frisamos no início deste artigo, a informação é o bem maior do século XXI. Vivemos uma nova revolução, muito parecida com a revolução industrial do século XIX. É a revolução da informação. Hoje, sabemos que as empresas buscam profissionais capacitados em várias atividades para um determinado setor. Podemos, então, descartar aquela imagem antiga do "apertador de parafusos", onde cada um desenvolvia uma determinada função dentro de seu setor. A visão hoje é outra. É fundamental conhecer todas as etapas de produção e dominar bem os pontos chaves de cada setor. Muitos chamam isso de dinamismo profissional ou atitude profissional. Podemos assim afirmar que é necessário conhecimento (informação) para assegurar uma vaga de trabalho.

Porém, em um grupo de trabalho a atitude maior não deve ser a defesa da informação individual, mas o compartilhamento da mesma. Ninguém estará "segurando" uma vaga assim, pelo contrário estará assumindo sua total incapacidade de liderança e/ou trabalho em grupo.

Conseqüentemente, em um "Clube de Mecatrônica" toda a informação deve ser compartilhada. E a criação de uma biblioteca comum a todos é o melhor ponto de partida. Se alguns membros do grupo possuem alguns exemplares de determinadas revistas e outros possuem outras, e ainda outros dispõem de livros, unindo-se tudo isso, pode-se chegar a uma coleção completa e muito interessante de revistas e livros. E o grupo pode ainda dividir os custos de uma assinatura de uma certa publicação, comprar um livro em conjunto considerado de interesse por todos, etc. Percebemos que a divisão da informação não subtraiu, na verdade ela acrescentou.

O uso de bibliotecas públicas ou de escolas também é uma excelente forma para se começar. Algumas reuniões podem e devem ser marcadas nestas, assim pode-se absorver mais informações com a divisão de leituras e pesquisas, em um menor espaço de tempo. Apenas lembrando que os membros deverão falar sobre o que foi encontrado e absorvido individualmente. Considere estas bibliotecas como uma estante da biblioteca do grupo.

A Internet possui disponível um volume de informação enorme sobre Mecatrônica e micro-robótica. Realizar reuniões para "navegar" na WEB também é uma excelente idéia. Todo o material pode ser impresso ou gravado, e assim acrescentado à biblioteca, sob a forma de "arquivos digitais".

EVENTOS, CONCURSOS E FEIRAS

O número de eventos e concursos sobre Mecatrônica e micro-robótica no Brasil, infelizmente, ainda é muito pequeno. Os poucos concursos e/ou campeonatos são realizados por Universidades e/ou escolas e sua divulgação não atinge a grande maioria. Procure estar atento a estes através da Internet e revistas especializadas, como a Mecatrônica Fácil e Mecatrônica Atual. Mesmo que não seja possível participar diretamente do evento, procure prestigiá-lo com a presença do grupo. Os contatos e o aprendizado em um evento ou campeonato é muito grande. Aprende-se muito e também possibilita fazer novas e valiosas amizades.

Em muitas escolas públicas e particulares, as Feiras de Ciências também são uma excelente forma de absorção de novos conhecimentos. Procure participar demonstrando um projeto do



grupo. Sabemos que a Mecatrônica é a união de vários setores da ciência/tecnologia como: Mecânica, Eletrônica e Informática e, com certeza, despertará o interesse de todos.

DICAS PARA MONTAR UM CLUBE DE MECATRÔNICA

Para o leitor que decidir montar um clube, temos algumas dicas importantes que poderão ajudar muito.

Não crie cargos como "presidente", "tesoureiro", "assessor", etc. Procure organizar as necessidades sem pressões nos membros. Tudo deve ser transparente. O entendimento entre todos deve ser o ponto máximo, permitindo assim que todos participem de todas as decisões. Saber debater e aceitar as idéias é tão importante quanto defender as próprias idéias. "É necessário aprender a ouvir antes mesmo de falar".

Defina os projetos que trarão os melhores resultados no quesito aprendizagem para o grupo. Lembre-se sempre que alguns membros podem não ter o mesmo nível de conhecimento entre si e projetos muito complexos podem desmotivar alguns integrantes do grupo. Debata sempre com o grupo a respeito dos projetos e os fins dos mesmos. Promover projetos mais simples aumenta a integração do grupo, pois possibilita a participação de todos.

Muitas pessoas que não pertencem ao grupo poderão ajudar, mas para isso é necessário que elas saibam sobre a existência do mesmo. Hoje, a Internet é o melhor método para divulgar o grupo, além de revistas, e outros. Divulgue também seu grupo para amigos, parentes, escola, etc.

Sua escola poderá ajudá-lo e muito. Muitos diretores e professores têm interesse no assunto e poderão colaborar, inclusive participando do grupo, ampliando ainda mais os conhecimentos e recursos do grupo, fornecendo informações, espaço para as reuniões e até mesmo ajuda para a aquisição dos materiais. A Mecatrônica já está presente em muitas escolas que, impulsionadas pela nova Lei de Diretrizes e Bases, podem explorar melhor o capítulo dos Temas Transversais, melhorando o aproveitamento escolar de seus alunos. Converse com seu diretor e professores a respeito.

CONCLUSÃO

A formação de um clube depende (ou não) de cada um. Nomes e logotipos não são mais importantes que os indivíduos do grupo. O aprendizado em grupo é sempre maior e mais rápido que o individual, além de divertido. Agrupem-se e bons projetos!!! f

Mais informações:

Na revista **Mecatrônica Fácil nº9** foi publicada uma matéria sobre a bancada do hobista/estudante de mecatrônica. Esta pode ser adquirida através do site **www.mecatronicafacil.com.br** ou pelo telefone (11) 61955330.

4º Encontro Robô Clube

No dia 20/12/2003 aconteceu em São Paulo o 4º Encontro do Robô Clube. O encontro foi realizado na sala da Symphony Robótica Educacional, na Casa Verde. Infelizmente muitos não puderam comparecer, pois a lista conta com membros espalhados por todo território nacional. Este "clube", formado principalmente através de uma lista de debates (maiores informações em **http://www.roboclube.com.br**) visa auxiliar seus membros na idealização e construção de robôs dos mais variados tipos.

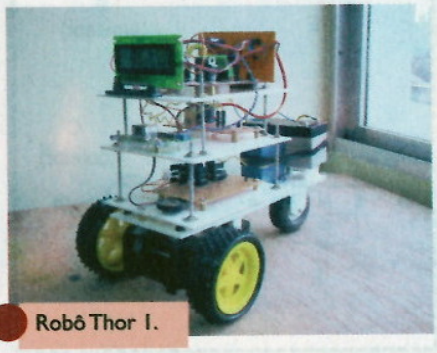
Muitos projetos foram mostrados como robôs e placas para aplicação industrial (vejam as fotos). O ponto alto no encontro foi a troca de informações entre os membros presentes, além é claro das amizades feitas.

Todos os projetos mostrados merecem destaque, porém o que mais chamou a atenção foi o "Carro com câmbio automático". O Gol do Sr. Oscar troca as marchas sozinho, controlado por um uDX Dexter, apoiado em uma mecânica relativamente simples construída com elementos para freio a vácuo e válvulas para máquina de lavar! A idéia do projeto realmente chamou a atenção de todos!

Como demonstrado no artigo "Clube de Mecatrônica" a formação de clubes ou a participação de listas de debates pode realmente ajudar no aprendizado e evolução de todos. Parabéns ao Robô Clube pela iniciativa de promover mais este encontro!



Membros presentes.



Robô Thor I.

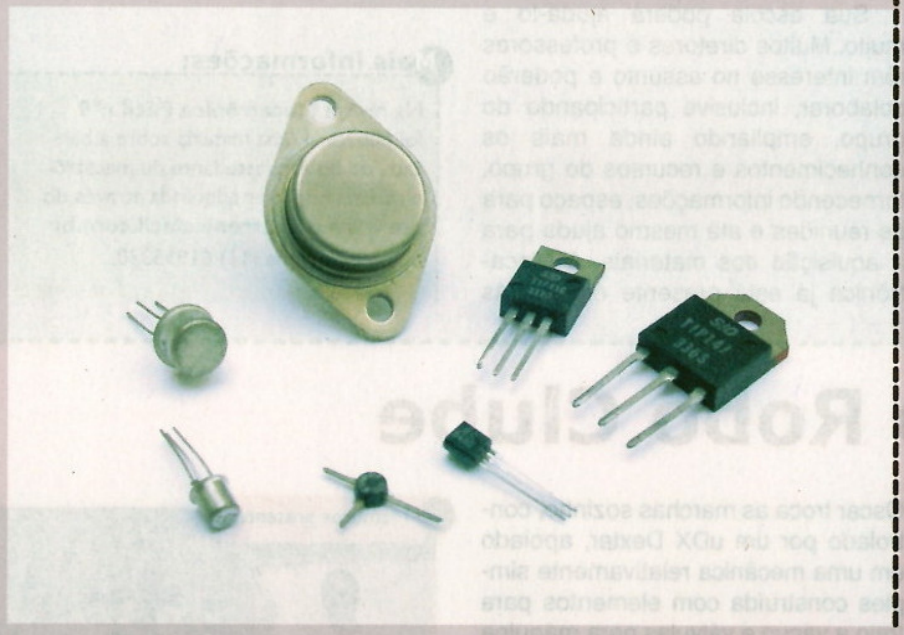


Fresa automática.

Conheça os transistores

Newton C. Braga

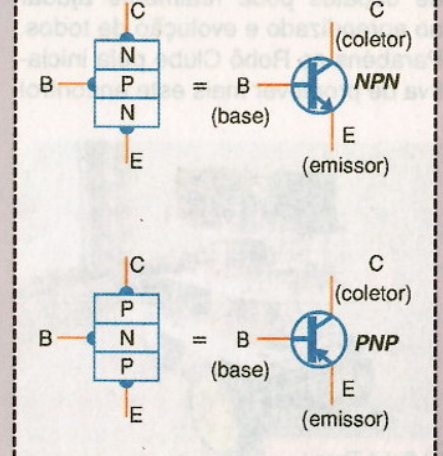
O componente básico da maioria das montagens eletrônicas é o transistor comum ou transistor bipolar, como também é denominado. Como funciona um transistor? Como podemos realizar experiências simples que nos permitam testá-los e verificar seu funcionamento? Como ensinar para um grupo de alunos de matérias eletivas ou cursos técnicos algo sobre o transistor com experiências práticas? Veja isso neste artigo, que ensinará, com experimentos, coisas importantes sobre o transistor.



Os transistores comuns ou bipolares, como também são chamados, são dispositivos semicondutores, isto é, feitos de materiais como o silício, o germânio e até outros, que apresentam características intermediárias entre os bons condutores como o cobre e a prata e os isolantes, como o ar e o vidro.

Acrescentando impurezas a esses materiais semicondutores, mudamos suas características de tal forma que possibilite a construção dispositivos importantes como os diodos e os transistores. Esse acréscimo de impurezas é denominado "dopagem", e de acordo com ela, podemos obter semicondutores do tipo N (negativo ou com excesso de elétrons), ou do tipo P (positivo ou com falta de elétrons), e juntando materiais alternados, formamos dois tipos de estruturas, que são exibidas na **figura 1**.

1 Estruturas dos transistores.

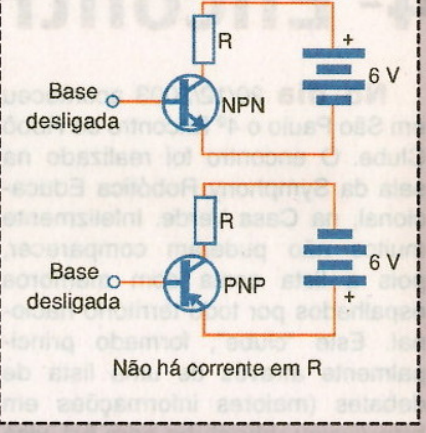


A primeira estrutura nos fornece um transistor NPN e a segunda um transistor PNP, ambos representados pelos símbolos encontrados na mesma figura. A cada região de material semicondutor (P ou N) ligamos um fio (eletrodo) que receberá os nomes: emissor (E), base (B) e coletor (C).

O TRANSISTOR EM OPERAÇÃO

A principal propriedade elétrica do transistor está no fato de que ele pode amplificar correntes, funcionando como um amplificador de sinais ou ainda como uma chave eletrônica. De fato, se ligarmos o transistor conforme mostra a **figura 2**, poderemos

2 Controlando a corrente entre emissor e o coletor.



controlar a corrente que circula entre o emissor e o coletor através da corrente aplicada à sua base.

Com a base desligada, praticamente nenhuma corrente circula entre o emissor e o coletor. O transistor se comporta como um interruptor aberto. Observe na figura a polaridade da bateria ligada ao circuito para os dois tipos de transistores. Ela é diferente, pois a corrente circula nos transistores NPN e PNP em sentidos opostos.

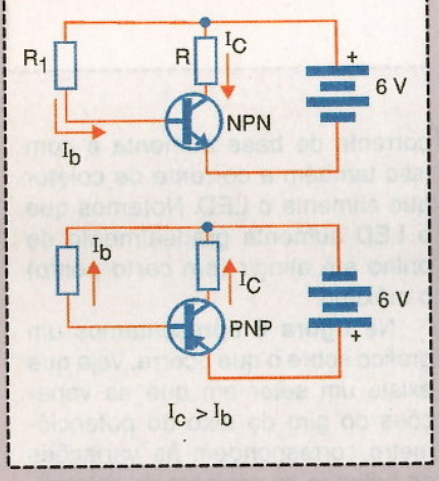
Se invertermos a polaridade da

bateria, o transistor não funcionará. Por esse motivo, sempre fazemos questão de lembrar aos leitores nos nossos projetos, que é importante observar a posição do transistor no momento em que é usado.

Para que o transistor "ligue", funcionando como uma chave eletrônica, temos de fazer circular uma corrente pela sua base, e a corrente pode vir da mesma bateria através de um resistor ligado da maneira indicada na **figura 3**.

3

Circulando corrente pela base.



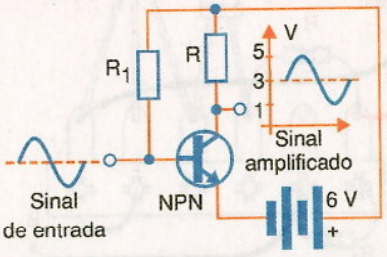
Entretanto, é neste ponto que entra em jogo uma importante característica do transistor: a corrente que liga o transistor pode ser muitas vezes menor (mais fraca) que a corrente que ele pode conduzir entre o coletor e o emissor. Em outras palavras, podemos controlar uma corrente intensa com uma corrente mais fraca.

Se um transistor conseguir "ligar" com uma corrente de base 200 vezes mais fraca que a aquela que ele deve conduzir entre o emissor e o coletor, dizemos que seu ganho ou fator de amplificação (representado por h_{FE} ou β - beta) é 200. Nas montagens eletrônicas que descrevemos nesta Revista podemos encontrar transistores com ganhos que variam entre 5 e 10 000!

É claro que esta possibilidade de se controlar correntes maiores a partir de correntes fracas não serve apenas para usar o transistor como uma "chave" eletrônica. Se o transistor for levado a um ponto de seu funcionamento, ou seja, "polarizado" de modo que circule uma corrente intermediária entre a mínima (0) e a máxima, fazendo assim com que a tensão no seu coletor fique em um ponto intermediário entre 0 e a tensão da bateria, ocorre algo importante, veja exemplo na **figura 4**.

4

Exemplo.



Aplicando à base uma corrente muito fraca que sofra variações rápidas de intensidade como, por exemplo, um sinal de áudio vindo de um microfone, o transistor responderá às variações do sinal de tal modo que a corrente de coletor também variará na mesma proporção. Teremos, então, no coletor do transistor variações da tensão muito maiores do que a do sinal de entrada, em outras palavras, o transistor amplificará o sinal. Neste caso, estamos usando o transistor no seu modo linear como amplificador.

Em um amplificador comum ou em um rádio, por exemplo, podemos usar vários transistores para aumentar sucessivamente a intensidade dos sinais, de tal forma que um sinal muito fraco de entrada pode aparecer na saída com intensidade suficiente para excitar um alto-falante.

Certamente, a utilização dos transistores não é direta e simples. Precisamos calcular os resistores que devem ser ligados na sua base, coletor e até no emissor, para que eles não deformem os sinais causando distorções e nem sofram sobrecargas. Para isso, existem técnicas de cálculos que normalmente são ensinadas nos Cursos Técnicos e de Engenharia, pois exigem conhecimentos de matemática do segundo grau e mesmo de nível superior.

AS EXPERIÊNCIAS

Para praticar o que foi mencionado, observando um transistor em funcionamento, podemos montar alguns circuitos simples interessantes. Esses circuitos servem até para verificar se um transistor está bom.

Experiência I

O Transistor como chave eletrônica

Material:
- 1 transistor NPN de uso geral (BC547, BC548, BC237, BC238, etc.)
- 1 LED vermelho comum
- 1 resistor de 150 Ω x 1/8 W - marrom, verde, marrom
- 1 resistor de 10 k Ω x 1/8 W - marrom, preto, laranja
- 4 pilhas comuns e suporte (6 V)
Fios, ponte de terminais, solda.

O circuito para a experiência assim como o aspecto da montagem na ponte de terminais, são observados na **figura 5**.

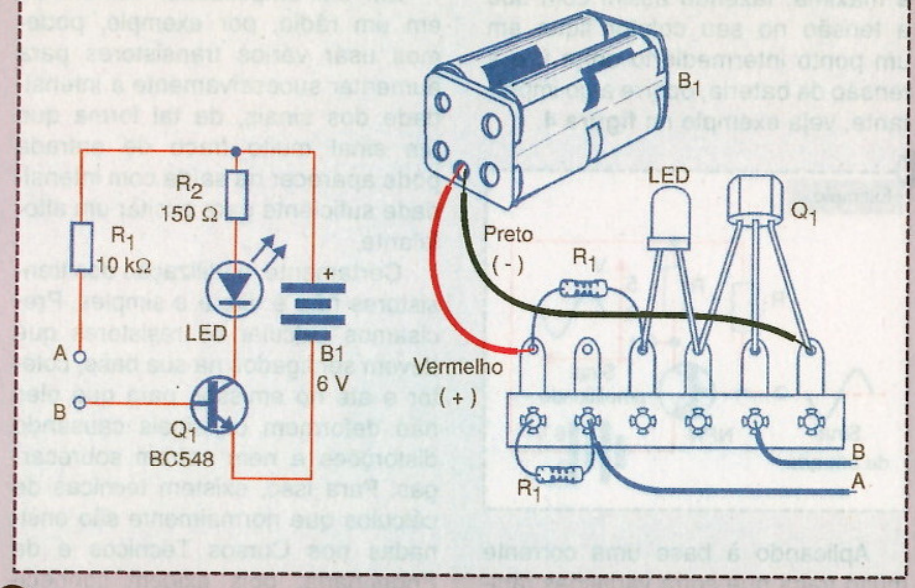
Veja que formamos uma "chave" eletrônica. A corrente que acende o LED não pode passar pelo transistor se ele estiver desligado, ou seja, com a base "aberta". Encostando um fio no outro (A em B), a corrente pode passar pela base do transistor e com isso ele conduz, fazendo o LED acender.

Observe (e explique) que o resistor de 10 kΩ só deixa passar para o transistor uma corrente extremamente fraca, dado seu valor alto, mas mesmo assim o LED acende com bom brilho. Se o transistor tiver um ganho igual a 100, a corrente entre o coletor e o emissor é 100 vezes maior que o resistor permite passar.

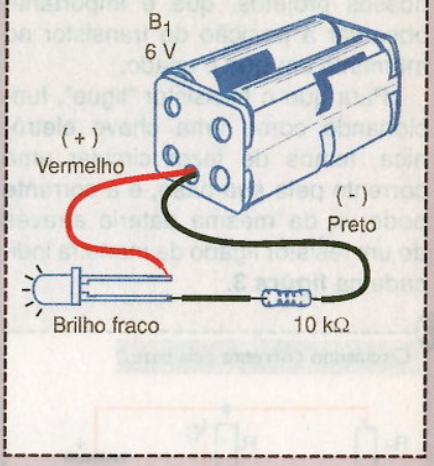
Verifique que, ligando um resistor de 10 kΩ em série com o LED, ele mal acende, veja a **figura 6**.

Experimente usar resistores maiores que 10 kΩ para ver até que ponto o LED acende.

5 Experiência 1.



6 O brilho é fraco sem amplificação da corrente.



Experiência 2

O transistor como amplificador

Podemos observar de que modo um transistor amplifica as variações da corrente de base utilizando um circuito um pouco mais elaborado.

O circuito que deve ser montado para esta experiência é mostrado na **figura 7**.

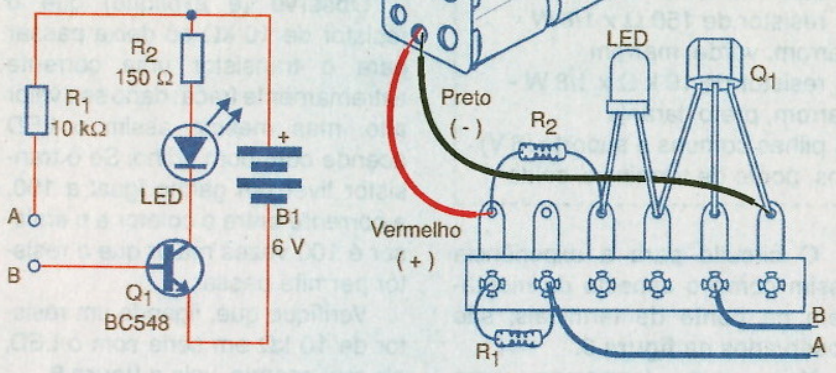
O potenciômetro, nesta experiência, controla a corrente que vai para a base do transistor. Vemos então, que na posição em que o cursor está próximo do lado do pólo negativo da alimentação, a corrente de base é mínima e o transistor não conduz: o LED permanece apagado.

À medida que giramos o potenciômetro, de modo que o cursor vá para o positivo da alimentação, a corrente de base aumenta e com isso também a corrente de coletor que alimenta o LED. Notamos que o LED aumenta gradualmente de brilho até atingir (em certo ponto) o máximo.

Na **figura 8** apresentamos um gráfico sobre o que ocorre. Veja que existe um setor em que as variações do giro do eixo do potenciômetro correspondem às variações de brilho (e da corrente de coletor), que é justamente o setor linear da característica do transistor onde ele opera como amplificador.

A partir de certo ponto, as variações da resistência do potenciômetro não provocam mais variações do brilho, que se mantém constante no máximo. Neste trecho, dizemos que o transistor se encontra "saturado". É justamente nele que o transistor opera como chave.

7 Experiência 2.



Material:

- 1 transistor NPN de uso geral (BC237, BC238, BC547, BC548, etc.)
- 1 LED vermelho
- 1 resistor de 150 Ω x 1/8 W - marrom, verde, marrom
- 1 resistor de 4,7 kΩ x 1/8 W - amarelo, violeta, vermelho
- 1 potenciômetro de 100 kΩ a 1 MΩ comum (linear ou log)
- 4 pilhas pequenas com suporte (6 V)

Fios, solda, ponte de terminais.

Experiência 3

O Transistor Darlington

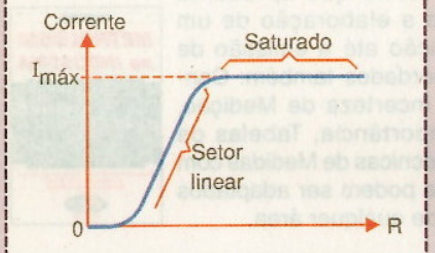
Chamamos de Darlington um par de transistores que têm uma interligação direta de modo a aumentar o ganho. Na **figura 9** temos a ligação de dois transistores BC548 na configuração Darlington. Se cada transistor tiver um ganho de 100 vezes, o ganho final obtido será de 100 x 100 = 10 000 vezes. Em outras palavras, os dois transistores se comportam como um único transistor cujo ganho seja 10.000 vezes.

Para obter um "supertransistor" com ganho multiplicado podemos fazer a montagem da **figura 10**, repetindo a experiência 1.

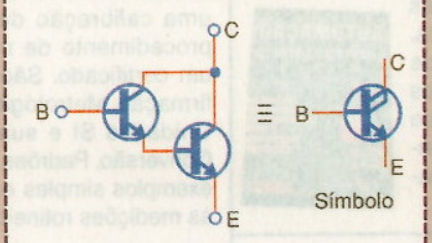
Mantendo os fios A e B separados, não há praticamente corrente na base do primeiro transistor (Q_1), e com isso não há corrente entre o coletor e o emissor deste mesmo transistor. Como o emissor está ligado à base do segundo transistor, não há também corrente de base em Q_2 e, portanto, ele não conduz. O LED permanece apagado.

Quando ligarmos A e B, a corrente que circula pelo primeiro transistor será amplificada e aparecerá na base do segundo. Novamente amplificada ela fará acender o LED. Observe que a corrente de base do primeiro transistor é tão pequena que não consegue fazer acender o LED. Repita a experiência da **figura 6** para mostrar isso. O leitor verá que o ganho deste circuito é tão grande que até mesmo segurando um fio em cada mão (A e B), a corrente fraquíssima que passa pelo seu corpo é ampliada fazendo acender o LED.

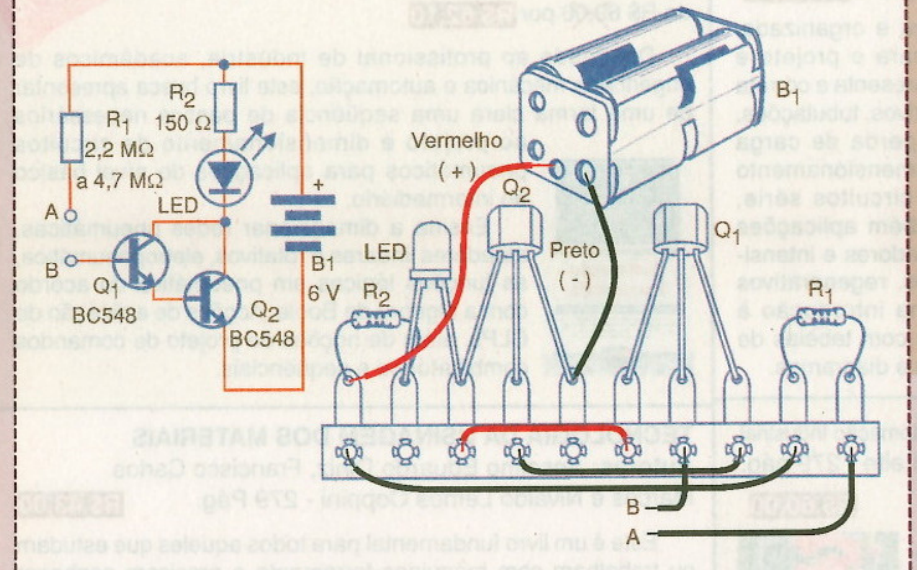
8 O transistor como amplificador.



9 O transistor como amplificador.

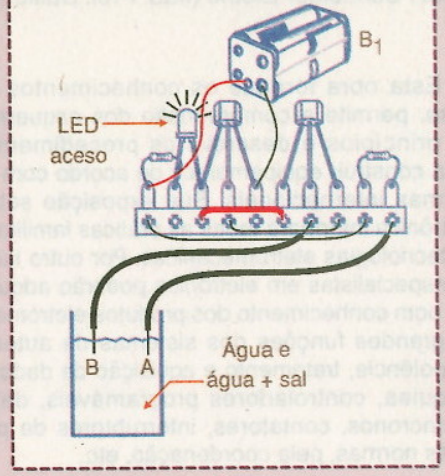


10 Experiência 3.



Material:
- 2 transistores NPN de uso geral (BC237, BC238, BC547, BC548, etc)
- 1 LED vermelho
- 1 resistor de 150 Ω x 1/8 W - marrom, verde, marrom
- 1 resistor de 1,2 M Ω ou 1,5 M Ω (marrom, vermelho, verde ou marrom, verde, verde)
- 4 pilhas pequenas com suporte
- Ponte de terminais, fios, solda, etc.

11 Observando a condutividade da água.



TEMAS TRANSVERSAIS

As experiências 1 e 3 servem para realizar algumas experiências de Física e Química do ensino fundamental e médio. Assim, o alto ganho do transistor serve para mostrar quando um corpo é condutor e quando é isolante. Basta encostar os fios A e B nesse corpo. Se ele conduzir, a corrente o LED acenderá.

No caso do transistor Darlington (experiência 3), podemos mostrar que o corpo conduz eletricidade e que a água pura conduz fracamente a corrente e que esta condutividade aumenta quando jogamos sal, vinagre e outras substâncias que sofram uma decomposição em íons veja exemplo na **figura 11**.

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA! 10% de desconto

AUTOMAÇÃO APLICADA

Autor: Marcelo Georgini - 240 pág.

de R$ ~~53,00~~ por **R$ 47,70**



Este livro apresenta a Norma IEC 60848 (Descrição de Sistemas Automatizados por meio de SFC) e os conceitos necessários para implementação de sistemas automatizados com PLCs (hardware e software). São abordadas as instruções básicas e avançadas da linguagem Ladder, destacando a programação por estágios. Esses conceitos são acompanhados de exemplos de aplicação a fim de facilitar o entendimento.

OFERTA! 10% de desconto

AUTOMAÇÃO E CONTROLE DISCRETO

Autores: Winderson E. Santos e Paulo R. da Silveira - 256 pág.

de R$ ~~57,00~~ por **R$ 51,30**



Destinada a técnicos e engenheiros já atuantes ou em fase de estudo de sistemas automatizados. São apresentadas técnicas para resolução de problemas de automatização envolvendo sistemas de eventos discretos como o controlador lógico programável, a modelagem de sistemas seqüenciais, por meio de Grafcet, técnicas de programação oriundas da experiência dos autores.

OFERTA! 10% de desconto

AUTOMAÇÃO HIDRÁULICA - 2ª EDIÇÃO

Autor: Eng. Arivelto Bustamante Fialho - 288 pág.

de R$ ~~63,00~~ por **R$ 56,70**

Este livro busca apresentar de forma clara e organizada, toda a seqüência de passos necessários para o projeto e dimensionamento de circuitos hidráulicos, ele apresenta a correta forma de dimensionar atuadores lineares e rotativos, tubulações, bombas e motores hidráulicos, análise de perda de carga (pressão) e carga térmica, dimensionamento necessário ao reservatório, circuitos série, paralelo e misto. Aborda também aplicações e dimensionamento de acumuladores e intensificadores, circuitos seqüenciais, regenerativos e sincronizados, além de uma introdução à eletrohidráulica e um apêndice com tabelas de conversão de medidas, normas e diagramas.



ESQUEMATECA - Tecnologia de Controle e Automação Industrial

Autor: Schneider Eletric (trad. Prof. Duílio M. Leite - 279 pág.

R$ 60,00



Esta obra fornece os conhecimentos de base, permite a compreensão dos esquemas de princípios e descreve os procedimentos para construir equipamentos de acordo com as normas internacionais. Sua exposição sobre eletrônica informará todas as práticas familiares às tecnologias eletromecânicas. Por outro lado, os especialistas em eletrônica poderão adquirir um bom conhecimento dos produtos eletromecânicos. Dedicado às grandes funções dos sistemas de automação - comando de potência, tratamento e aquisição de dados, diálogo homem-máquina, controladores programáveis, detectores, motores assíncronos, contatores, interruptores de posição, passando pelas normas, pela coordenação, etc.

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

OFERTA! 10% de desconto

AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Autor: Ferdinando Natale - 256 pág.

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



O assunto foi desenvolvido desde as primeiras noções dos computadores e suas aplicações, até a utilização mais elevada do Controlador Lógico Programável (CLP) com variáveis analógicas e demais aplicações. Cada capítulo apresenta teoria, exercícios resolvidos com experimentos testados e exercícios propostos, seguindo uma linguagem comum a todos os fabricantes de CLPs pela norma IEC 1131-3.

OFERTA! 10% de desconto

METROLOGIA NA INDÚSTRIA

Autores: Francisco Adval de Lira - 248 Pág.

de R$ ~~52,00~~ por **R$ 46,80**

Neste livro são apresentados os tópicos principais sobre metrologia aplicáveis não só à indústria, mas também aos setores comerciais, acadêmicos, de laboratório e serviços. É desenvolvida uma rotina que apresenta uma calibração desde a elaboração de um procedimento de medição até a emissão de um certificado. São abordados também: Confirmação Metrológica, Incerteza de Medição, Unidades SI e sua Importância, Tabelas de Conversão, Padrões e Técnicas de Medidas com exemplos simples e que podem ser adaptados às medições rotineiras de qualquer área.



OFERTA! 10% de desconto

AUTOMAÇÃO PNEUMÁTICA

Autores: Eng. Arivelto Bustamante Fialho - 248 Pág.

de R$ ~~69,00~~ por **R$ 62,10**

Destinado ao profissional de indústria, acadêmicos de engenharia mecânica e automação, este livro busca apresentar de uma forma clara uma seqüência de passos necessários ao projeto e dimensionamento de circuitos pneumáticos para aplicações do nível básico ao intermediário.

Ensina a dimensionar redes pneumáticas, atuadores lineares e rotativos, eletropneumática, as funções lógicas em pneumática de acordo com a álgebra de Boole, noções de aplicação de CLPs, além de noções de projeto de comandos combinatórios e seqüenciais.



TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS

Autores: Anselmo Eduardo Diniz, Francisco Carlos Marcos e Nivaldo Lemos Coppini - 279 Pág. **R$ 43,00**

Este é um livro fundamental para todos aqueles que estudam ou trabalham com máquinas-ferramenta e precisam conhecer todos os fenômenos do processo de usinagem. Em suas 248 páginas ele apresenta as técnicas de usinagem que podem aumentar a produtividade e competitividade das empresas, como a formação do cavaco e a geração de calor; desgaste da ferramenta e rugosidade da peça; os materiais das ferramentas; as condições econômicas de usinagem; fluidos de corte; os processos: torneamento, fresamento, furação e retificação.



PEDIDOS **SABER MARKETING DIRETO**

(11) 6195-5330, no site www.sabermarketing.com.br

Preços válidos até 10/04/2004

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA! 10% de desconto

MECÂNICA TÉCNICA E RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Autores: Sarkis Melconian - 376 Pág.

de R$ ~~78,00~~ por **R$ 70,20**

Esta obra foi idealizada com o objetivo de transmitir, com clareza e simplicidade, conhecimentos de mecânica técnica e resistência dos materiais. Indicada para estudantes e profissionais da área técnica que atuam nas diferentes modalidades da engenharia (mecânica, mecatrônica, civil, hidráulica, naval, eletrotécnica, eletroeletrônica, aeronáutica, automação ...). O conteúdo da obra foi totalmente desenvolvido no SI (Sistema Internacional). Os principais tópicos abordados são: sistemas de unidades, vínculos estruturais, equilíbrio de força, tração, compressão, treliças planas, cisalhamento, flexão, torção, flambagem. Possui exemplos e exercícios práticos.



OFERTA! 10% de desconto

CNC

Autores: Sidnei Domingues da Silva - 312 pág.

de R$ ~~69,00~~ por **R$ 62,10**

Com o objetivo de atender às necessidades do mercado, surgiu a idéia de criar uma obra de nível técnico, com uma linguagem simples e prática. Nesta obra são abordados os sistemas de programação de alguns comandos CNC mais utilizados no mercado, visando contribuir com o aumento da mão-de-obra especializada em torneamento. Os principais tópicos são: Coordenadas cartesianas e sistema de coordenadas, Introdução à programação, Funções preparatórias e auxiliares, Definição das funções preparatórias, Trigonometria aplicada, Definição do sistema de medidas, Compensação de raio de corte, Informações tecnológicas e estrutura de programação, Fluxogramas de programação, Ciclos fixos, Exemplos de programação e Ferramentas.



OFERTA! 10% de desconto

INSTRUMENTAÇÃO INDUSTRIAL

Autor: Eng. Arivelto Bustamante Fialho - 280 pág.

de R$ ~~62,00~~ por **R$ 55,80**

O leitor encontra neste livro uma exposição clara e bem estruturada de alguns dos inúmeros tópicos que compõem o vasto universo da instrumentação industrial. É analisado o princípio funcional de alguns instrumentos voltados para medição das variáveis, temperatura, pressão, força e nível, mostrando sua aplicação, bem como suas vantagens e desvantagens, além de uma rápida explicação sobre conversores A/D e D/A e sua aplicação como interface de comunicação para análise computacional de algumas dessas variáveis. A forma clara e didática com que os tópicos são abordados permite que a obra seja utilizada por acadêmicos dos cursos de engenharia, estudantes de nível técnico e professores de escolas técnicas e universidades (como material didático).



PEDIDOS
SABER MARKETING DIRETO
Disque e Compre **(11) 6195-5330**,
no site www.sabermarketing.com.br
Preços válidos até 10/04/2004

OFERTA! 10% de desconto

ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Autor: Sarkis Melconian - 376 pág.

de R$ ~~77,00~~ por **R$ 69,30**

Esta obra foi idealizada com o objetivo de transmitir, com clareza e simplicidade, conhecimentos sobre o dimensionamento dos diferentes elementos de construção de máquinas e equipamentos, para serem utilizados nas diversas modalidades da engenharia (mecânica, mecatrônica, naval, aeronáutica, eletrotécnica, automação, etc.). Os tópicos abordados são: movimento circular, torção, rendimento das transmissões, transmissões por correias, engrenagens cilíndricas e cônicas, coroa-parafuso sem fim, molas, eixos-árvore, correntes, chavetas e mancais de deslizamento. O conteúdo da obra está totalmente desenvolvido no SI (Sistema Internacional), além de possuir exemplos resolvidos e propostos.



USINAGEM EM ALTÍSSIMAS VELOCIDADES

Autores: Aldeci, Alexandre, Álisson, André, Antonio, Domenico, Fernando, Francisco, Francisco C., Franco, Herbert, Jefferson, José, Klaus, Marcio, Marco, Marcos, Reginaldo, Rolando e Silvio - 216 Pág.

de R$ ~~47,00~~ por **R$ 42,30**

OFERTA! 10% de desconto

Este livro vem preencher uma lacuna do mercado editorial brasileiro. Trata-se da primeira obra, escrita originalmente em português, que aborda esta tecnologia. É uma coletânea de artigos sobre os principais aspectos da HSM/HSC, mesclando textos de acadêmicos, profissionais que convivem com a usinagem no cotidiano e jornalistas. O resultado é uma obra abrangente, compatível com a realidade brasileira, e útil para as empresas que ainda não se decidiram pela aplicação da tecnologia. Para as que já a aplicam, aborda aspectos que vão ajudar a otimizar seus resultados.



ENERGIA EÓLICA

Autores: Ricardo Aldabó - 156 Pág. **R$ 30,00**

Este livro vem preencher uma lacuna do mercado editorial brasileiro. Trata-se da primeira obra, escrita originalmente em português, que aborda esta tecnologia. É uma coletânea de artigos sobre os principais aspectos da HSM/HSC, mesclando textos de acadêmicos, profissionais que convivem com a usinagem no cotidiano e jornalistas. O resultado é uma obra abrangente, compatível com a realidade brasileira, e útil para as empresas que ainda não se decidiram pela aplicação da tecnologia. Para as que já a aplicam, aborda aspectos que vão ajudar a otimizar seus resultados.



ENERGIA SOLAR

Autores: Ricardo Aldabó - 162 Pág. **R$ 30,00**



Este livro apresenta os conceitos e formas de aproveitamento da energia solar como fonte de geração de eletricidade, de calor e para a produção de combustível (hidrogênio). Escrito de forma concisa, ele é acessível aos leitores com conhecimentos básicos de nível médio. Traz um mínimo de fórmulas e desenvolvimentos matemáticos, visando sempre aplicação prática.

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

LITERATURA TÉCNICA

OFERTA! 10% de desconto

de R$ ~~46,00~~ por **R$ 41,40**

LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051

Autor: Denys Emílio Campion Nicolosi - 224 pág.

A proposta deste livro é enfocar o lado prático da aplicação do microcontrolador com detalhes, enfatizando o auto-aprendizado e autonomia. Para isto desenvolveu-se um material que apresenta: 22 programas prontos de laboratório de treino de instruções para autotreinamento por meio de um "PC"; 10 experiências de laboratório de hardware e software, também estruturadas para autotreinamento, sempre com um programa base que vem pronto para o estudante "rodar" juntamente com seu esquema eletrônico, tais como: Excitação de LEDS, Gerenciamento de Display de 7 Segmentos, Gerenciamento de Teclado simples, Alarme com Buzzer, Motor de Passo, saída PWM, etc. Possui também listas completas das instruções, exercícios propostos, diagramas de programação, extensa bibliografia e sites consultados da área.



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

MICROCONTROLADOR 8051 - DETALHADO

Autor: Denys Emílio Campion Nicolosi - 256 pág.

A proposta deste livro é ensinar sobre os microcontroladores da família 8051, com extenso material didático - teórico para o estudante melhorar sua competência até projetar hardware e software com boa desenvoltura. Ele contém: revisão geral detalhada de lógica e aritmética binária; circuitos lógicos e memórias; teoria específica e detalhada do microcontrolador; listas completas das instruções; exercícios propostos; diagramas de programação; extensa bibliografia e índice remissivo.



de R$ ~~59,00~~ por **R$ 53,10**

DESBRAVANDO O PIC

Ampliado e Atualizado para PIC 16F628A

Autor: David José de Souza - 272 pág.

Ele aborda desde os conceitos teóricos do componente, passando pela ferramenta de trabalho (MPLab) e aprofundando-se na linguagem de programação Assembler (MPASM). O MPLab 6.22 também é estudado, com um capítulo dedicado à simulação e debugação. Quanto ao PIC, todos os seus recursos são tratados, incluindo programação, interrupções, os timers (TMR0, TMR1, TMR2 e WDT), a EEPROM interna, comparadores, o modo de tensão de referência, o modo CCP (PWM), comunicação via USART e muito mais, acompanhados de exemplos completos e projetos propostos.



de R$ ~~39,00~~ por **R$ 35,10**

MICROCONTROLADORES AVR

Autor: Leonardo Marcilio Schunk e Aldo Luppi- 184 pág.

Este livro aborda o funcionamento da linha AVR de microcontroladores RISC da Atmel. Possui estudos detalhados sobre a arquitetura AVR, destacando o modelo AT90S1200 e seus respectivos periféricos. Possui um capítulo exclusivo dedicado à programação em linguagem assembly desse dispositivo, visando técnicas de otimização e clareza na escrita do código. São apresentadas aplicações práticas que utilizam todos os periféricos do modelo estudado e avançam gradativamente em nível de dificuldade.



de R$ ~~76,00~~ por **R$ 68,40**

MICROCONTROLADORES PIC - TÉCNICAS AVANÇADAS

Autor: Fábio Pereira- 360 pág.

Este livro é dedicado aos autodidatas e profissionais da área eletrônica que desejam expandir seus conhecimentos na área de programação e projeto com microcontroladores PIC (baseado nas versões 16F627 e 16F628). Abrange desde os conceitos básicos e conjunto de instruções até os periféricos internos e finalmente um avançado estudo de técnicas de programação e hardware. É material indispensável na biblioteca de todos que pretendem aprofundar seus conhecimentos sobre os microcontroladores PIC.



de R$ ~~76,00~~ por **R$ 68,40**

MICROCONTROLADORES PIC PROGRAMAÇÃO EM C

Autores: Fábio Pereira - 360 pág.

A proposta deste livro é abordar a linguagem C em profundidade, mas sempre tendo como foco os microcontroladores PIC e os compiladores CCS. Num total de 12 capítulos, são apresentados os princípios básicos de programação, a linguagem C, diferenças entre C ANSI e C CCS, diretivas e funções do compilador, técnicas de programação C para PICs, técnicas de otimização, tratamento de interrupções, manipulação de E/S, manipulação de timers internos, teclados, displays (incluindo módulos LCD), comunicação serial, conversão A/D (interna e delta-sigma), PWM, etc. Os exemplos são baseados nos principais PICs disponíveis atualmente: 12F675, 16F62x, 16F87x e 18Fxx2. Possui diversos exercícios de fixação e exemplos, tais como: terminal RS-232 com LCD, conversores A/D com comunicação serial, comunicação com memórias I2C, controle de brilho de led com PWM, medição de temperatura com DS18S20, teclado de 12 teclas com auto-repetição, animação em LCD com caracteres definidos pelo usuário, etc.



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

APLICAÇÕES PRÁTICAS DO MICROCONTROLADOR 8051

Autor: Vidal Pereira da Silva Jr. - 300 Pág.

O 8051, microcomputador de um só *chip*, é estudado de forma completa, desde uma introdução acessível aos iniciantes de área até exemplos completos de hardware e software com teclados, LCD, saída para impressora, conversão A/D e D/A e outros, com ênfase nos programas escritos em *assembler* e em "C".



PEDIDOS

SABER MARKETING DIRETO

Disque e Compre **(11) 6195-5330**, no site www.sabermarketing.com.br ou verifique as instruções na solicitação de compra da página 63.

Preços válidos até 10/04/2004

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

SHOPPING DA ELETRÔNICA

Mini caixa de redução



Para movimentar antenas internas, presépios, cortinas robôs e objetos leves em geral

R$ 54,00

Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

PL-551M: 2 barramentos 550 pontos.....**R$ 38,40**
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....**R$ 40,20**
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....**R$ 72,60**
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....**R$ 96,00**

BLOQUEADORES INTELIGENTES DE TELEFONE

Através de uma senha, você programa diversas funções, como:
- BLOQUEIO/DESBLOQUEIO de 1 a 3 dígitos
- BLOQUEIO de chamadas a cobrar
- TEMPORIZA de 1 a 99 minutos as chamadas originadas
- E muito mais...

APENAS R$ 48,30

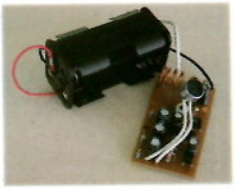


Características:
Operação sem chave
Programável pelo próprio telefone
Programação de fábrica: bloqueio dos refixos 900, 135, DDD e DDI
Fácil de instalar
Dimensões: 43 x 63 x 26 mm
Garantia de um ano, contra defeitos de fabricação.

SPYFONE - micro-transmissor

Um micro-transmissor secreto de FM, com microfone ultra-sensível e uma etapa amplificadora que o torna o mais eficiente do mercado para ouvir conversas à distância.

De grande autonomia funciona com 4 pilhas comuns e pode ser escondido em objetos como vasos, livros falsos, gavetas, etc. Você recebe ou grava conversas à distância, usando um rádio de FM, de carro ou aparelho de som.



NÃO ACOMPANHA GABINETE

R$ 49,50

MINI-FURADEIRA

Furadeira indicada para: Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc.
12 V - 12 000 RPM
Dimensões: diâmetro 36 x 96 mm. **R$ 38,00**

ACESSÓRIOS:
2 lixas circulares
3 esmeris em formatos diferentes (bola, triângulo, disco)
1 politris e 1 adaptor.
R$ 17,00



Conjunto CK-10 (estojo de madeira)

Contém: placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloreto de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa

R$ 42,00

CONJUNTO CK-3

Contém: tudo do CK-10, menos estojo e suporte para placa

R$ 35,00



MICROFONES SEM FIO DE FM

Características:
- Tensão de alimentação: 3 V (pilhas pequenas) - **Corrente em funcionamento:** 30 mA (tip) - **Alcance:** 50 m (max) - **Faixa de operação:** 88 - 108 MHz - **Número de transistores:** 2 - **Tipo de microfone:** eletreto de dois terminais **(Não acompanha pilhas)**

R$ 22,00

PONTA REDUTORA DE ALTA TENSÃO

KV3020 - Para multímetros com sensibilidade 20 KΩ/VDC.
KV3030 - Para multímetros c/ sensib. 30 KΩ/VDC e digitais.
As pontas redutoras são utilizadas em conjunto com multímetros para aferir, medir e localizar defeitos em alta tensões entre 1000 V DC a 30 KV-DC, como: foco, MAT, "Chupeta" do cinescópio, linha automotiva, industrial etc.

R$ 55,00

Monte seu próprio robô

S-CARGO OWI-936K

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



R$ 308,00 + despesas de envio (SEDEX)

28 robôs em estoque - Não acompanha baterias

MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

O OBJETIVO deste curso é preparar técnicos para reparar equipamentos da área hospitalar, que utilizem princípios da Eletrônica e Informática, como **ELETROCARDIÓGRAFO, ELETROENCEFALÓGRAFO, ULTRA-SOM, MARCA-PASSO etc.**

Programa: Aplicações da eletr.analógica/digital nos equipamentos médicos/hospitalares / Instrumentação baseados na Bioeletricidade (EEG,ECG,ETc.) / Instrumentação para estudo do comportamento humano / Dispositivos de segurança médicos/hospitalares / Aparelhagem Eletrônica para hemodiálise / Instrumentação de laboratório de análises / Amplificadores e processadores de sinais / Instrumentação eletrônica cirúrgica / Instalações elétricas hospitalares / Radiotelemetria e biotelemetria / Monitores e câmeras especiais / Sensores e transdutores / Medicina nuclear / Ultra-sonografia / Eletrodos / Raio-X

Curso composto por 5 fitas de vídeo (duração de 90 minutos cada) e 5 apostilas, de autoria e responsabilidade do prof. Sergio R. Antunes.

PREÇO: R$ 297,00 (com 5% de desc. à vista + R$ 7,50 despesas de envio) ou 3 parcelas, 1 + 2 de R$ 99,00
(neste caso o curso também será enviado em 3 etapas + R$ 22,50 de desp. de envio, por encomenda normal ECT.)

PEDIDOS: Disque e Compre (11) 6195-5330, no site www.sabermarketing.com.br
ou verifique as instruções na solicitação de compra na página 63

Preços Válidos até 10/04/2004

Missão-Marte: conheça os robôs Spirit e Opportunity

A exploração do espaço está sendo uma ótima oportunidade para demonstrar todo o grau de sofisticação que a Robótica atingiu em nossos tempos. Veja neste artigo a descrição da tecnologia que envolve a construção destes dois robôs.

Clube de Mecatrônica

Veja como é possível somar recursos e conhecimentos para promover aquele projeto de Mecatrônica difícil de sair do papel através da reunião de idéias e pessoas interessadas num mesmo assunto.

Robô RF

Apesar de radiofreqüência ser a "pedra no sapato" de muitos hobistas e estudantes, a montagem que propomos é bem simples e ideal para os leitores que desejem montar um robô sem o uso de microcontroladores.

LEGO na universidade

Conheça a experiência utilizada no laboratório da PUC-RJ pelos alunos de Engenharia Mecânica e Automação que ajudou a preparar estes futuros engenheiros para situações que eles encontrarão ao longo de suas carreiras.

As cores e a Mecatrônica em sala de aula

Idéias e sugestões da utilização da montagem proposta no artigo "Disco de Newton" para o ensino de diversas disciplinas do ensino fundamental e médio, baseado nos Parâmetros Curriculares Nacionais.

Bioengenharia: oportunidade para mecatrônicos

Conheça está área que vem crescendo continuamente no Brasil e que conta com os conhecimentos de técnicos e engenheiros dispostos a utilizar suas habilidades para a melhoria da vida dos cidadãos.

Trabalhando com polias ou roldanas

Veja como multiplicar a força de dispositivos mecânicos através das diversas combinações possíveis de polias ou roldanas.

Olho Animatrônico

Aprenda a construir um par de olhos animatrônicos, controlados por computador.

CLP-BS - Aplicação Prática

Veja como colocar o CLP-BS em uma aplicação prática no controle de uma eclusa de transição, muito utilizada em ambientes industriais.

Disco de Newton

Entenda os princípios da luz e das cores através de um projeto de fácil realização e baixo custo e que pode ser apresentado em feiras de ciências.

Microcontroladores, como iniciar?

Este artigo traz algumas dicas importantes que ajudarão o leitor que pretende iniciar seu aprendizado na área dos microcontroladores a realizar sua escolha de maneira mais simples e sem sustos.

Visão binocular e interferometria

Este artigo aborda a visão estereoscópica e interferometria, duas tecnologias que o homem utiliza há relativamente pouco tempo, mas já adotada há muito tempo pela natureza.

Conheça os transistores

Conheça o funcionamento do transistor, como é possível realizar experiências simples que permitem testá-los ou verificar seu funcionamento e como ensinar para um grupo de alunos algo sobre transistores com experiências práticas.