www.mecatronicafacil.com.br

Ano 6 - nº40

MECATRÔNICA FÁCIL



Motor experimental com reed-switch

Neste artigo mostramos um projeto de motor experimental de fácil manuseio e sem a necessidade de soldagem

Robcom: Robô de competição

Com a republicação deste artigo, você poderá realizar uma guerra de robôs bem econômica

Controle de potência usando SCRs

Exercite sua imaginação com a descrição de alguns blocos de projetos baseados em SCRs

Transdutores piezoelétricos

Faça uma pequena brincadeira com este circuito e ainda conheça suas características através de algumas experiências

Sensores piroelétricos e as lentes de Fresnel

Veja como funcionam os sensores de presença em detectores de incêndio e alarmes

ISSN 1676-0980

VENHA FAZER PARTE
DA REVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA NO BRASIL!



TENHA ACESSO AO MELHOR
CONTEÚDO DA ÁREA DE ELETRÔNICA
PAGANDO R$ 48,00 / ano
(Apenas R$ 4,00 / mês)

www.sabereletronica.com.br



Seção do leitor 3

Notícias 4

Robonews - USA 7

Robcom – Construa um robô de competição 10

Respondendo a pedidos dos leitores republicamos o Robô de Combate, feito a partir de uma montagem econômica

por Newton C. Braga

Motor experimental com reed-switch 20

Aprenda a montagem de um motor experimental feita a partir do reed-switch

por Newton C. Braga



Sensores piroelétricos e as lentes de Fresnel 23

Veja como funcionam e como implantá-los em alarmes e detectores de incêndio

por Newton C. Braga

Transdutores piezoelétricos 26

Confira sua funcionalidade e como usá-los em seus experimentos de telefone, rádio de galena, transmissor, gerador de ruídos e sirene

por Newton C. Braga

Controle de potência usando SCRs 30

Descrição de alguns blocos de projetos baseados em SCRs

por Newton C. Braga



Seção do Leitor



Robo Octa-1: MF01 e MF38

"O colégio técnico no qual leciono a disciplina "Projeto Mecatrônico" é assinante da revista Mecatrônica Fácil, e por sugestão de um dos alunos matriculados no curso, o projeto do Robô Octa 1 veiculado na 1ª edição da revista foi adotado como 'projeto de conclusão do curso'.

O fato é que desenvolvemos o projeto ao longo do semestre e compramos os componentes listados na matéria. Agora, a 45 dias da formatura da turma, um dos alunos perdeu o exemplar, o que está prejudicando a conclusão de seu projeto.

Tentei então, através do site: **www.sabermarketing.com.br** adquirir outro, porém o mesmo não está mais disponível e gostaria de contar com o apoio de vocês, se possível."

Gilmar Tavares
Professor de Mecatrônica
Colégio Batista Mineiro
Ouro Branco – MG

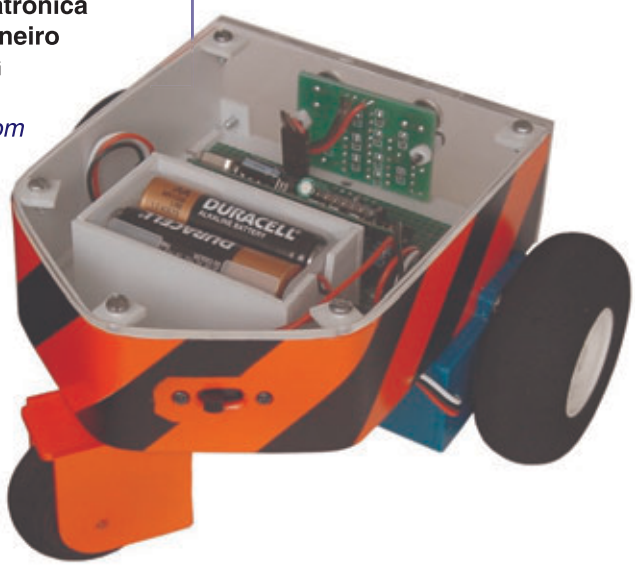
Professor, com grande prazer informamos que este artigo foi republicado recentemente em nossa revista, devido a constantes solicitações de nossos leitores, sobre os exemplares já esgotados. Peça para seu aluno que procure o artigo no exemplar nº 38 da Mecatrônica Fácil.

Linguagem Ladder para Basic Step M8 e M16 - MF35

"Ao ler o artigo 'Programação em Linguagem Ladder para Basic Step M8 e M16', publicado na revista Mecatrônica Fácil nº 35, me interessei pelo projeto. Gostaria de saber se o cabo de comunicação tem esquema de ligação com o PC e onde posso encontrá-lo?"

Nadson Argolo
Salvador -BA

*Caro leitor, não existe esquema de ligação com o PC. A concexão é feita através da porta serial (DB-9) e informamos que este cabo não poderá ser construído pelo leitor. O cabo utilizado no artigo "Programação em Linguagem Ladder para Basic Step M8 e M16"" pode ser adquirido na loja Tato Equipamentos (**www.tato.ind.br**).*



Curso de Eletrônica Digital de Newton C. Braga

"Ao ir na banca de jornais encontrei uma reedição do Curso de Eletrônica Digital do autor Newton C. Braga, nº 1. Gostaria de saber se é somente esta edição ou se existe a nº 2, e caso haja, como faço para adquirir um exemplar?"

Niraldo Goretti Filho
Juiz de Fora - MG

*Niraldo, o livro Curso de Eletrônica Digital foi reeditado e não possui continuação. Caso queira adquiri-lo, entre em contato com nossa loja Saber Marketing (**www.sabermarketing.com.br**), ou, se preferir faça através do telefone 011- 2095-5330. O livro está disponível em nossa loja pelo o preço de R$ 18,90 + frete.*

Controle de Motor CC pela porta serial do PC - MF37

Ao ler uma parte da revista , edição 37, encontrei uma matéria que muito me interessa . A matéria chama-se "Controle de motor CC pela porta serial do PC" e cita que o código pode ser obtido pelo site Mecatrônica Atual, na seção Downloads, porém não o encontrei. Seria possível providenciarem este código para mim?

André Algarte

Olá André, atendendo ao seu pedido o download já está disponível em nosso portal de Mecatrônica (**www.mecatronicaatual.com.br**),entre e confi ra!



Créditos: Banco de mídia por José Paulo Lacerda

Olímpiada do Conhecimento 2008

ocorre em Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná

Alunos dos cursos técnicos do Senai participam do maior torneio de educação profissional da América Latina

Eletrônica Industrial, Mecatrônica, Mecânica Geral, Robótica, entre outros cursos estarão presentes na Olimpíada do Conhecimento deste ano. A competição ocorre a cada dois anos e tem como objetivo incentivar os estudantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e também avaliar os métodos de educação aplicados nas escolas.

Para participar da olimpíada os interessados devem possuir e dominar as qualidades de um profissional, possuindo todas as habilidades e conhecimentos das novas tecnologias para solucionar situações semelhantes as do mercado de trabalho.

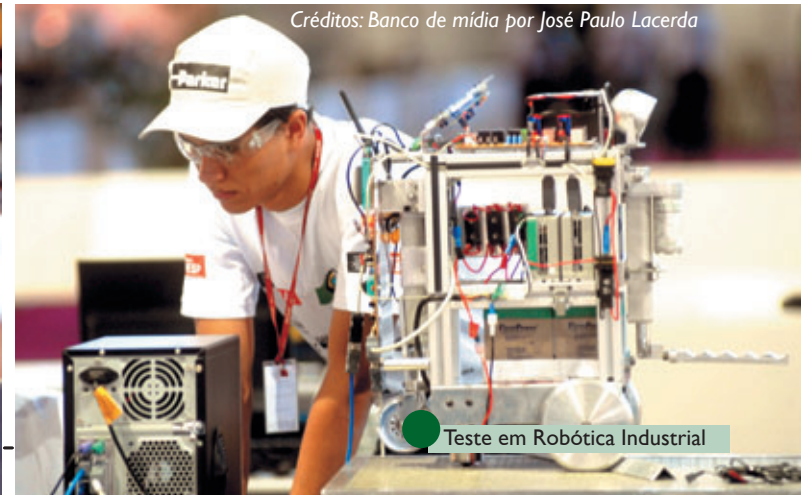
Os competidores precisam passar pelas etapas escolares, estaduais e nacional, com avaliações que contemplam provas de planejamento, processo de execução, produto e qualidades pessoais. "Ao serem selecionados na etapa estadual, os alunos iniciam, de imediato, um processo de treinamento que aprofunda os conhecimentos acumulados no curso", afirma o coordenador-executivo da Olimpíada do Conhecimento, Antonio Carlos Dias.

Em Blumenau as provas vão acontecer de 11 a 14 de junho, no Parque Vila Germânica, e para os visistantes de Porto Alegre as provas poderão ser vistas no Centro de Exposições da FIERGS em 24 a 27 de julho. A expectativa de Blumenau para 2008 é receber 30 mil pessoas e reunir 182 alunos competidores. Já Curitiba se prepara para ser o palco de 14 provas do setor industrial na Universidade Positivo entre os dias de 13 a 16 de agosto, contando que todos os estados participarão da prova de robótica móvel.

Tanto Porto Alegre, Blumenau, quanto Curitiba terão eventos paralelos, como o Inova Senai que trará trabalhos de docentes e alunos de todo o país. Os ganhadores da competição, organizada pelo Senai, representarão o Brasil no *WorldSkills International* junto com mais 45 países no intercâmbio tecnológico em 2009, no Canadá.


Créditos: Banco de mídia por José Paulo Lacerda

Alunos Everton Toigo e Felipe Mendonça da Trindade na disputa de mecatrônica


Créditos: Banco de mídia por José Paulo Lacerda

Teste em Robótica Industrial



Maratona de Eficiência Energética premia ganhadores com Veículos Fiat

A quinta edição da 'Maratona de Eficiência Energética' premiou os ganhadores das Universidades Anhembi Morumbi e Santa Maria com veículos da Fiat Automóveis e motores da FPT para uso didático. A competição ocorreu entre os dias 24 e 26 de julho, no Kartódromo de Interlagos, e contou com 28 carros elétricos e à gasolina.

O desafio lançado para os estudantes foi o de criar veículos que sejam ecológicos e mais econômicos, transformando as aulas teóricas em pura diversão. A categoria "Gasolina" ficou para a equipe Errba 3, da Universidade Anhembi Morumbi, com a meta de 343,17 km/l. O piloto, Ricardo Casemiro Anthero, participa pela terceira vez consecutiva da competição. "Desde a minha primeira participação, ganhei muito conhecimento, desenvolvi habilidades e aprendi a trabalhar em equipe. No ano passado tivemos dificuldades com o Errba 2, mas não desistimos, superamos e conquistamos o 1º lugar na prova", afirma o aluno.

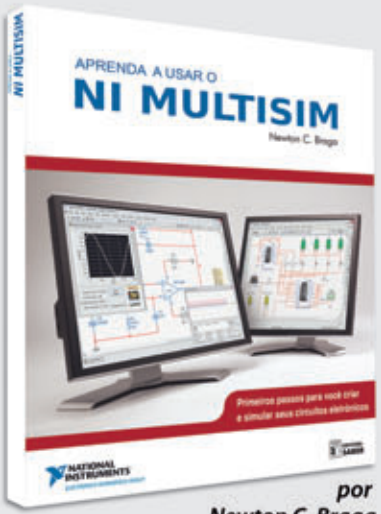
Já o primeiro e segundo lugares da categoria "Elétrico" em mobilidade sustentável foram conquistados pela EESM-03, da Santa Maria, que percorreu com uma bateria de moto 125 cc (12 V-6 Ah). A comemoração das equipes aconteceu em grande estilo ao som da música tema de Ayrton Senna.

Para 2009, a Maratona de Eficiência Energética inovará com a abertura da categoria "Biocombustíveis" em parceria com o fabricante de motores Yanmar.



Loja Virtual
www.sabermarketing.com.br

O caminho para ser um profissional melhor começa aqui!



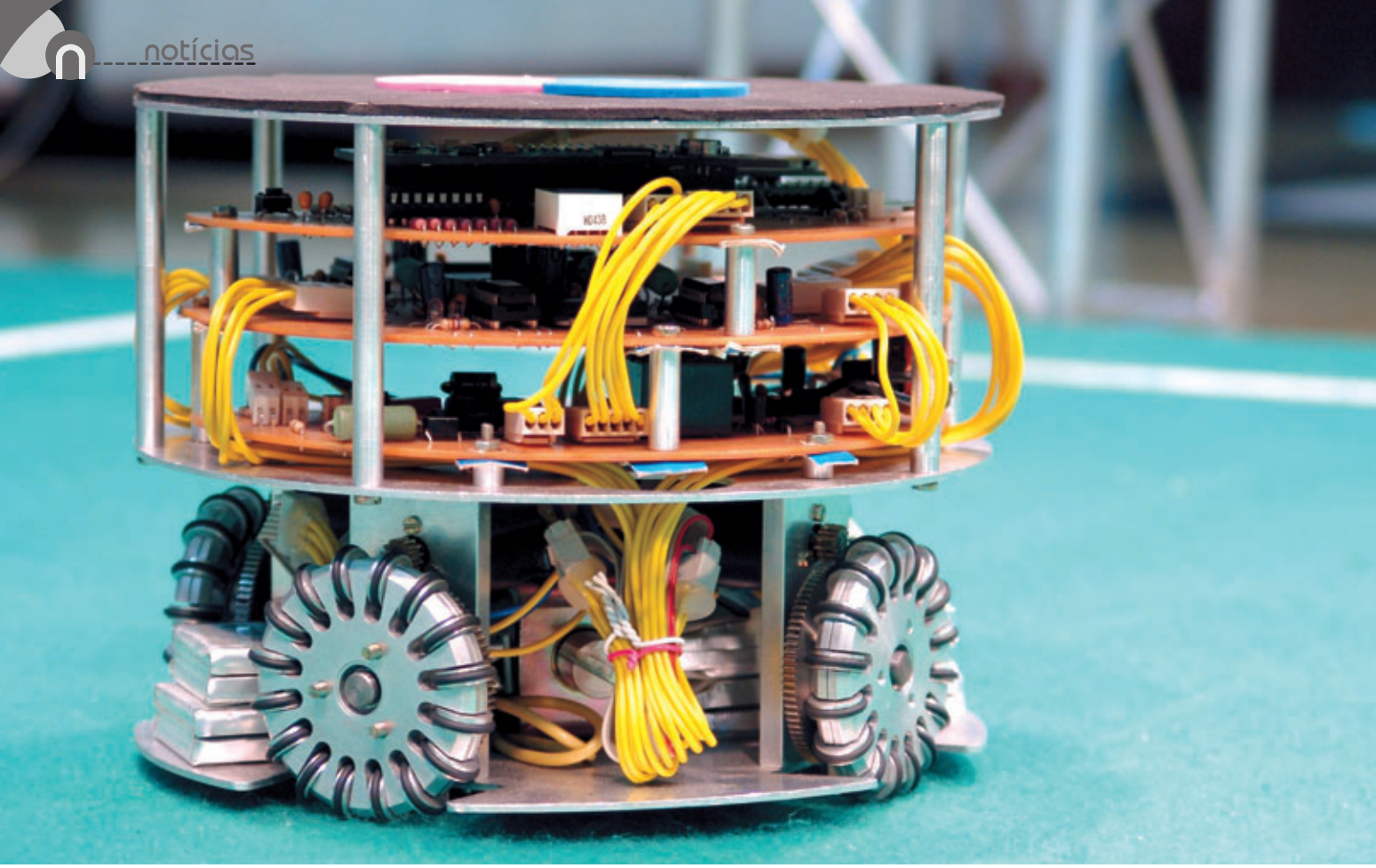
por Newton C. Braga

O NI Multisim é indispensável ao desenvolvedor de circuitos eletrônicos. Este livro passa pelos primeiros passos para quem precisa se familiarizar com o software. É um programa tanto para os iniciantes e estudantes, como para os profissionais que desejam dominar um software de grande potencial para a criação de projetos em sua empresa; é o primeiro simulador de circuitos interativo do mundo. Não é preciso ser um especialista em SPICE para poder usá-lo.

de R$50,00 por R$45,00

promoção por tempo limitado

Pedidos: (11) 2095-5330
www.sabermarketing.com.br



FEI desenvolve robô para estrear na Competição Brasileira de Robótica

Como um bom brasileiro, robô chuta e dribla para disputar partidas de futebol

Os projetistas do robô, desenvolvido para a Competição Brasileira de Robótica, são estudantes dos cursos de Ciência da Computação, Engenharias Elétrica e Mecânica do centro universitário da Fundação Educacional Inaciana (FEI). A invenção possui quinze centímetros de altura e formato cilíndrico, sendo capaz de chutar, andar em todas as direções sem precisar virar e até de driblar os adversários.

Projetado para participar na categoria Small Size, o robô é composto por cincos motores e quatro rodas, que garantem a estabilidade e aceleração mais uniforme, além de contar com quatro baterias, sendo cada uma de 7,4 volts. “Trabalhamos há um ano no projeto e ele poderá permitir à FEI participar em eventos internacionais”, diz o professor e coordenador do curso de Ciência da Computação da FEI, Flávio Tonidandel.

A Competição Brasileira de Robótica (CBR) tem como objetivo fazer com que estudantes e pesquisadores de Robótica Móvel interajam, e ainda despertar interesse pelas áreas de Ciência e Robótica. Os participantes ganham, além da experiência desenvolvida ao longo dos desafios, medalhas, certificados e passagens para participarem de competições mundiais, pela Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

A final da Competição Brasileira de Robótica será realizada junto com a Competição Latino-Americana de Robótica e Olimpíada Brasileira de Robótica em Salvador, Bahia, entre os dias 25 e 30 de outubro deste ano. As fichas de inscrição para a OBR já podem ser efetuadas, variando por modalidades, entre os dias 14 de abril e 29 de agosto de 2008.

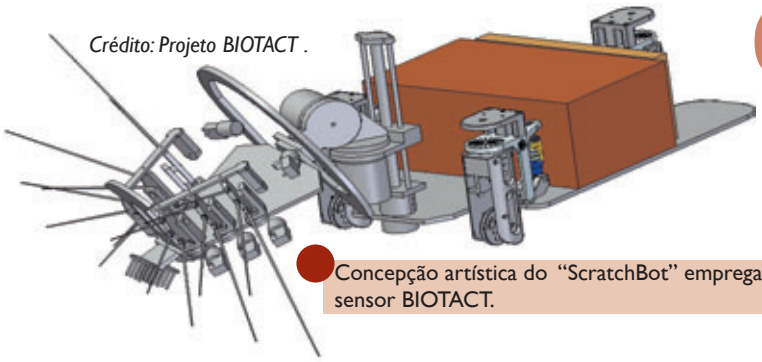
Saiba mais:
http://obr.ic.unicamp.br

Robonews USA



Jeff Eckert

Nova tecnologia de toque



Crédito: Projeto BIOTACT .

Concepção artística do "ScratchBot" empregando o sensor BIOTACT.

Um dos problemas da robótica consiste em colocar nas máquinas o sentido do toque, e para resolver isso: o que poderia ser melhor para aprendizagem do que o sensível amigo rato? No *site* da BIOTACT (*BIOmimetic Technology for vibrissal Active Touch*, **www.biotact.org**) você pode encontrar o projeto criado pela União Européia envolvendo nove grupos de pesquisa em sete países.

A meta é emular a maneira que mamíferos como ratos e mussaranhos etruscos podem movimentar seus bigodes para frente e para trás para colher informações de suas vizinhanças. Assim, um robô que tenha centenas de sensores na forma de bigodes pode ser capaz de procurar, identificar e seguir objetos que se movam, mesmo em lugares em que a visão de máquinas seja problemática.

O desafio é desenvolver novos métodos biométricos computacionais e tecnologias que permitam implantar isso. Para essa finalidade o consórcio foi dotado de uma verba de 11,8 milhões de dólares em 4 anos, o que parece ser suficiente.

Showcase de Robôs

No começo, parecia com tribos germânicas unindo um fetiche curioso de *linkar* robótica com campos ostensivos de diferentes áreas como sociologia, filosofia e arte. Foi na robótica, no décimo aniversário da conferência Roboexotica, que recentemente veio à luz.

De acordo com o criador do evento, baseado em Viena (**www.roboexotica.com**): "Até recentemente, nenhuma atenção fora dada para se discutir publicamente as regras da robótica como um *index* para a integração das inovações tecnológicas com o *Lebenswelt* (ambiente), ou para documentar a crescente ocorrência do hedonismo na comunicação homem-máquina". Pense nisso!

Mas, você pode parar de se preocupar, pois a Roboexotica pretende preencher esse vácuo. Ela consiste geralmente numa série de eventos (exibições, conferências, *workshops*, música e apresentação de filmes) espalhados por vários locais de Viena. Este ano, depois de 4 seções na Áustria, ela será apresentada em São Francisco (EUA).



Créditos: Roboexotica.com.

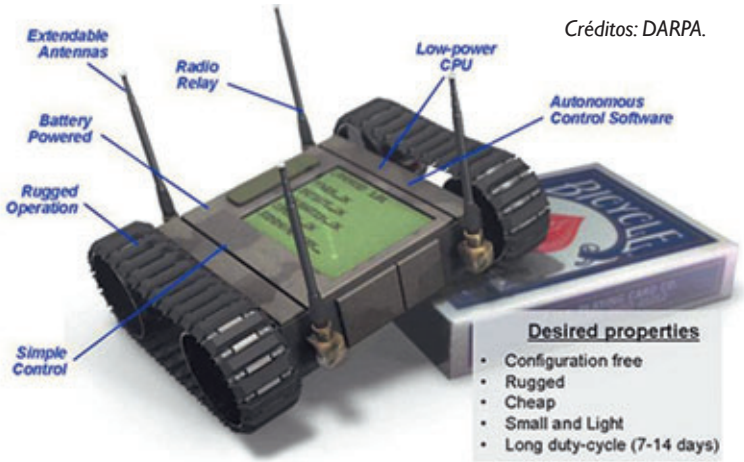
Um participante da Roboexotica 2007.

Mini-robôs de rede

O iRobot irá aproveitar fundos do governo americano para ser desenvolvido, sendo que a verba conta com até US 3 milhões durante três anos, do *Defense Advanced Research Projects Agency* (**www.darpa.gov**). Com o financiamento, a empresa vai produzir o robô LANdroid, encontrado no *site* (**www.irobot.com**).

Ele é um dispositivo repetidor portátil de comunicações e, de acordo com o contratante, "este robô vai ser pequeno o bastante para que um simples combatente de infantaria possa carregar diversos robôs baratos (a ponto de serem descartados) e robusto o suficiente para ser usado em combate, adequadamente esperto para detectar de modo autônomo e evitar obstáculos, ao mesmo tempo que navega em ambiente urbano".

O objetivo é possibilitar a operação de redes em áreas urbanas onde construções ou outros objetos possam operar as operações sem fio. Em operação, cada um dos pequenos robôs vai se movimentar até encontrar um local apropriado para funcionar como um nodo, e então comunicar-se com o resto da equipe de robôs para formar uma rede. Se um deles for destruído, os outros ajustarão suas posições para manter o sistema funcionando.



Créditos: DARPA.

Uma visão do que um robô LANdroid pode parecer.

Robô ajuda na endoscopia

O dispositivo focalizado é o EndoAssist, um manipulador endoscópico robótico oferecido pela Prosurgics Ltd. Usado em cirurgia invasiva torácica e abdominal, ele é útil para diversas aplicações em cirurgia geral. Seu destaque é que o cirurgião controla os ângulos da câmera simplesmente movimentando sua cabeça. Por exemplo: vire a cabeça para a esquerda e a câmera também se move.

Você ainda pode buscar detalhes, aplicar o *zoom*, ou mesmo modificar a visão em qualquer direção. Para mais detalhes, consulte no endereço: **www.prosurgics.com/prosurgics_endoassist.htm**.



Créditos: Prosurgics.

O manipulador robótico EndoAssist.

O abutre raramente vem para casa descansar

Em um nível mais celestial, a DARPA está financiando uma competição para desenvolver um veículo aéreo não tripulado que deverá bater recordes de resistência. O pássaro drenará 5 kW de energia, carregará 450 kg de peso e ficará no ar por pelo menos 5 anos, permanecendo em seu espaço 99% do tempo e ao mesmo tempo, combatendo ventos encontrados nas altas altitudes, que estarão na faixa de 18 000 a 27 000 metros.

O objetivo é proporcionar missões de inteligência, vigilância, reconhecimento e comunicação em locais de interesse. Os contratantes para a fase 1 são a *Aurora Flight Sciences* (**www.aurora.aero**), Boeing (**www.boeing.com**) e a Lockheed Martin (**www.lockhedmartin.com**).

Uma variedade de abordagens para a propulsão, incluindo as de soldar e combustão interna, deverão ser consideradas, no entanto, também estão em pauta a propulsão nuclear e recursos mais leves do que o ar. O projeto vencedor deverá estar com os padrões do espaço, não com os da aviação, uma vez que somente um "pseudo-satélite" deve ser capaz de demandar esses recursos.

A oferta da Aurora deve ser baseada no projeto Odysseus, que usa energia solar durante o dia e a armazena para a noite. Ele combina três aeronaves numa estrutura em Z de 150 metros.

A Boeing espera elaborar um projeto baseado no existente Britânico Zewphyr de alta altitude em parceria com a QinetiQ (**www.qinetiq.com**). A Lockheed Martin também trabalha no projeto.

Os competidores têm 12 meses para mostrar os seus projetos iniciais para a análise da DARPA. A fase 2 terminará com três meses de vôos de teste de um demonstrador em subescala. A fase final será de 1 mês de testes com um veículo em tamanho real.

Uribot opera no aeroporto de Kobe

Ultimamente, a mais estranha aplicação da robótica é o Dasubee, um robô projetado especificamente para limpar vasos sanitários. Um exemplar já está em operação no aeroporto de Kobe, no Japão.

Um astuto observador deverá notar que ele se parece com um elefante. O projetista Susumu Kanai revelou que seu projeto foi inspirado na tromba do paquiderme, que se assemelha a um poderoso canhão de água, empregado pelo robô. As orelhas são as mãos e os olhos são botões de partida e parada. O pequeno chapéu amarelo é um tanque de 50 litros.

Usando um detergente antibacterial especialmente desenvolvido, o Dasubee pode limpar um vaso sanitário em apenas 10 segundos. Se você ainda está relutante em comprar um, considere que ele também possui recursos para limpar o chão. Você poderá comprá-lo por 9 500 dólares.



Dasubee, o robô urinal e seu orgulhoso operador.

ROBCOM

Construa um robô de competição

Clássicos da Mecatrônica Fácil
Atenção! Este artigo foi originalmente publicado na edição #9

Montagem absolutamente econômica ao alcance de todos.

Newton Braga



Descrevemos a montagem de um robô de combate empregando material improvisado (de sucata) sem nenhum componente crítico. Ideal para ser usado em cursos dos níveis fundamental e médio, e também técnicos, com elementos que podem ser associados tanto às disciplinas normais do currículo como introduzindo conceitos de tecnologia bastante atuais. O que mais se destaca no projeto é o aspecto lúdico, já que os robôs podem participar de combates em duplas ou de guerras com duas equipes se digladiando. Veja neste artigo como você e seus amigos podem realizar uma guerra de robôs ou ainda implementar esta fantástica atividade em sua escola.



1 Movimentos do ROBCOM.



Chave	Movimento
A↑	↻
B↑	↺
AB↑	↑
AB↓	↓
A↑B↓	↻
A↓B↑	↺

2 Arena de combate.



Se os temas "robótica"

e "mecatrônica" já estão em alta em todos os níveis de ensino, a Guerra de Robôs tem um destaque ainda maior com a realização inclusive de competições internacionais de altíssimo nível.

No entanto, quando se fala em Guerra de Robôs, o primeiro obstáculo que todos lembram é a inacessibilidade da tecnologia que um verdadeiro robô de combate deve possuir. Custo elevado, peças que não podem ser encontradas com facilidade e conhecimento de uma tecnologia que não está ao nosso alcance (senão dos estudantes mais avançados de cursos técnicos e engenharia) é o que logo vem à mente.

Isso já ocorreu quando tivemos que enfrentar o desafio de montar um veículo mecatrônico que estivesse ao alcance até mesmo dos estudantes de escolas de nível fundamental, sem tecnologia dominada ou recursos técnicos de um laboratório.

A criação do VM-1, publicado na Edição Número 3 desta revista, foi o resultado desse projeto.

Entretanto, não ficamos apenas nesse veículo. Nosso desafio seguinte foi fazer justamente o mesmo com um robô de combate. Trabalhamos no projeto com os nossos alunos do Colégio "Mater Amabilis", de Guarulhos - SP, e o resultado é o ROBCOM que agora descrevemos neste artigo.

Usando peças absolutamente acessíveis, dando as possibilidades de criação sobre um projeto básico (altamente recomendada pelos parâmetros do ensino moderno), chegamos a um pequeno robô de combate que pode ser montado e controlado por estudantes até mesmo das últimas séries do ensino fundamental. O custo total estimado de cada robô, incluindo os componentes eletrônicos, não deverá superar os R$ 30,00.

ROBCOM - Um robô "de briga"

A idéia básica do ROBCOM é a de um pequeno veículo (robô) controlado por um cabo de 3 metros de comprimento, que pode realizar qualquer movimento comandado por um *joystick*, o qual é formado por duas chaves de 3 posições.

Na posição de repouso, os motores do robô não são alimentados e ele permanece em repouso.

Pressionando-se os dois botões para a frente, o robô avança em linha reta, e pressionando-se os dois para trás o robô recua em linha reta. Quando pressionamos um botão apenas para frente, o robô avança virando para a esquerda (ou direita) conforme o botão. Se pressionarmos um botão para trás, o robô recua girando para a esquerda ou para a direita. Uma curva, ou manobra de giro, sem sair do lugar, pode ser obtida pressionando-se um botão para frente e o outro para trás.

Tudo que foi dito é mostrado na **figura 1**.

Fica claro que pelo manuseio dos botões com habilidade, o operador pode realizar qualquer movimento com o robô. Mas, e a idéia do combate?

A idéia é simples: vamos prender em cada robô um balão de borracha e montar na sua parte frontal (ou lateral) agulhas de até 10 cm de comprimento. Limitamos o número de agulhas a quatro, e proibimos de se proteger o balão com anteparos para um combate de habilidade.

A finalidade da "briga" a de que, num combate entre dois robôs, um deles tenha de estourar o balão do outro!

Um aperfeiçoamento que pode ser introduzido no projeto, isso para cursos mais avançados, é colocar um sistema de interruptores de lâmina ou mesmo sensores fotoelétricos de tal forma que no momento em que o balão for estourado a alimentação seja cortada, e o robô "morra", não mais se movimentando.

A competição pode ser realizada em uma "arena" formada por 4 sarrafos de 2,5 ou 3 m, conforme ilustra a **figura 2**.

As regras adicionais incluem a proibição dos combatentes entrarem na arena ou puxarem os veículos pelos fios.

Para uma guerra, uma arena de 6 x 3 metros poderá ser elaborada, com dois exércitos, cada qual carregando bexigas de uma cor diferente. O "mata-mata" deverá terminar apenas quando um ou mais robôs com bexigas de uma cor permanecerem, determinando o exército vencedor.

O ROBCOM – Descrição do robô

Para tornar o robô muito acessível optamos pelo controle via cabo e pela transmissão por acoplamento direto do motor às rodas, evitando assim o uso de caixas de redução.

Deve-se levar em conta que um sistema de transmissão via rádio, além do custo elevado, esbarra no problema das dificuldades de ajustes, interferências e ainda na questão de se encontrar uma freqüência diferente para cada um dos participantes, principalmente se eles forem muitos.

a) Parte elétrica

Para a parte elétrica temos um circuito muito simples onde usamos chaves reversíveis de 3 posições, conforme apresentamos na **figura 3**.

Cada uma das chaves controla (por um cabo de 4 x 26 (4 fios AWG 26) bem flexível) os dois motores que ficam montados no veículo.

As chaves são fixadas numa caixinha juntamente com as quatro pilhas pequenas que propulsionam o veículo.

A parte importante da montagem eletrônica é mostrar como podemos controlar os motores (sentido de rotação), invertendo o sentido da corrente através das chavinhas.

b) Parte mecânica

Na **figura 4** vemos o robô na sua versão básica que, conforme já salientamos, pode admitir variações dentro de regras que sejam estabelecidas pelos que organizarem uma eventual competição.

As rodas traseiras são formadas por dois CDs colados em rodinhas de carrinhos de brinquedo com movimento livre. Para a transmissão do movimento, o eixo do motor é encostado diretamente na borda do CD.

Dessa forma, temos uma redução natural da velocidade e um aumento de torque dado justamente pela relação entre o diâmetro do CD e o diâmetro do eixo do motor.

Para melhorar a eficiência do sistema de propulsão adotamos três medidas:

1. Colocamos uma pequena "luva" no eixo do motor, que nada mais é do que um pedaço de capa de fio plástico rígido ou mesmo um tubinho plástico.

2. Recobrimos o CD com uma espécie de "pneu", que pode ser feito envolvendo-o com fita isolante comum ou colando um pedaço de borracha de tubo de *nylon* ou outro material semelhante a borracha.

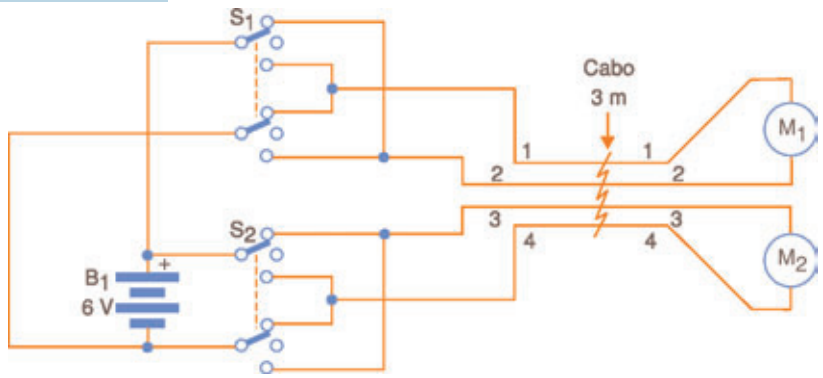
3. Montamos o motor em um suporte flutuante (móvel) com um elástico para pressioná-lo sobre o CD.

Na **figura 5** ilustramos como a suspensão móvel é feita, garantindo que o motor não trave devido às pequenas excentricidades na montagem da roda.

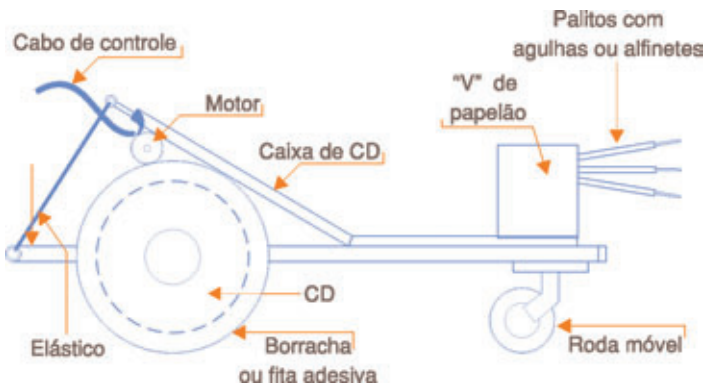
A roda dianteira é do tipo "livre", podendo ser obtida de cadeiras de escritório, móveis, etc., sendo encontrada a um custo bastante baixo em casas de materiais de construção e material elétrico.

O chassi poderá ser feito de papelão, madeira ou plástico. Caixas de CDs resultam em excelentes materiais para a montagem do chassi e da própria suspensão do motor.

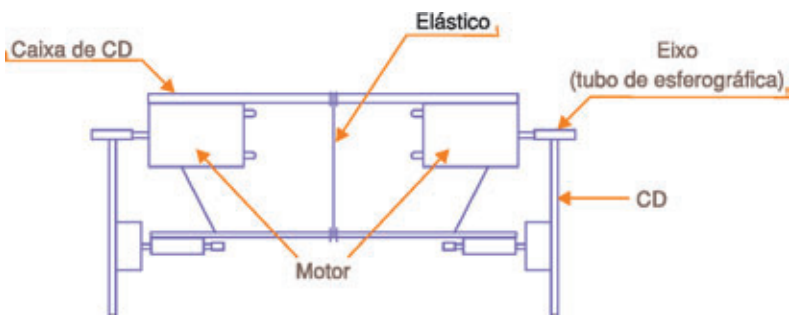
3 Circuito elétrico.



4 Características mecânicas.



5 Detalhes dos sistemas de propulsão.



Montagem passo-a-passo

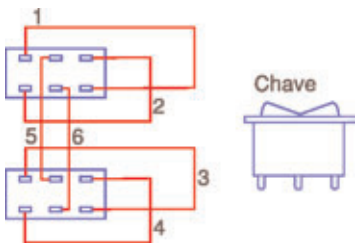
A implementação, principalmente com finalidades pedagógicas, exige um detalhamento completo do processo de montagem, especialmente para treinamento de professores.

Montagem da Parte Elétrica

a) Ligação das Chaves

As chaves devem ser fixadas numa caixinha plástica que irá ser-

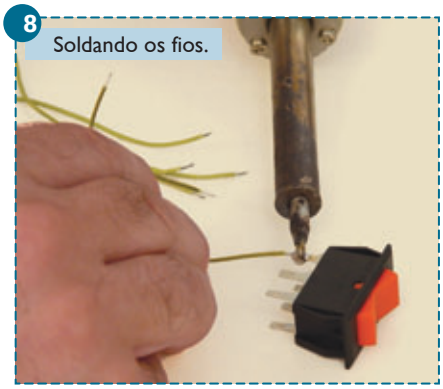
6 Ligações das chaves (esquema).



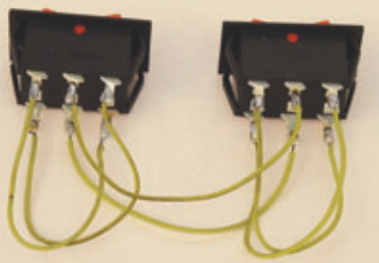
7 Fios cortados e chaves



8 Soldando os fios.



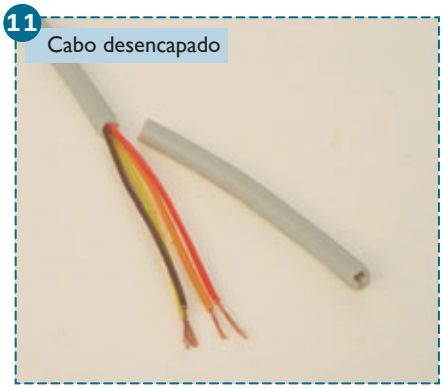
9 Ligações das chaves.



10 Desencapando o cabo.



11 Cabo desencapado



vir de controle remoto. A caixa deve ser furada para que as chaves se encaixem e haja lugar para colocar as pilhas. Uma saboneteira de plástico serve perfeitamente para essa finalidade.

Começamos por soldar os 6 fios de aproximadamente 5 cm da forma exibida nas **figuras 6** a **9**.

b) Preparação do Cabo

O cabo é preparado cortando-se aproximadamente 7 cm da capa que o recobre nas duas extremidades, usando-se para isso um estilete. Nessa operação, vista nas **figuras 10** e **11**, deve-se tomar o máximo cuidado para que os 4 fios internos não sejam danificados. Guarde os pedaços de capa de fio, pois eles servem para prender o eixo das rodas - veja parte mecânica.

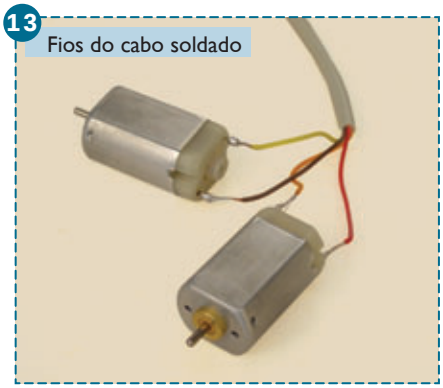
As pontas dos fios internos devem ter 0,5 cm descascados para soldagem.

Os cabos desse tipo possuem condutores com cores diferentes que devem ser identificados com os números 1,2,3 e 4 (marque em um papel as cores correspondentes para não fazer confusão depois).

12 Soldando os fios do cabo ao motor.



13 Fios do cabo soldado



c) Soldagem do Cabo aos Motores

Os fios 1 e 2 serão soldados a um dos motores, enquanto os fios 3 e 4 serão soldados ao outro motor. Posteriormente, se os motores ficarem com sentidos invertidos bastará inverter a ligação dos fios de um deles. As **figuras 12** e **13** revelam como isso deve ser feito.

O cabo deve ser preso junto à base móvel para se evitar que eles forcem os terminais dos motores ,em caso de um puxão mais forte.

d) Soldagem do Cabo às Chaves

O próximo passo consiste na soldagem dos fios do cabo às chaves. Veja nas **figuras 14** e **15** a correspondência da numeração dos fios. Não faça trocas, pois se isso ocorrer, o robô não irá funcionar.

e) Circuito elétrico

Veja na **figura 16** a montagem da fiação.

Teste da Parte Elétrica

Terminando de montar o circuito elétrico, já é possível fazer um teste de funcionamento. Para isso, coloque pilhas no suporte. Apertando os dois botões para a frente, os dois motores devem girar no mesmo sentido. Se isso não ocorrer, inverta os fios de um deles. Se algum motor não funcionar ou o dois, verifique todas as ligações,

se as soldas estão corretas ou se você não cortou acidentalmente os fios do cabo.

f) A caixa de controle

Com o teste realizado será possível fechar as chaves e o suporte de pilhas na caixa de controle. Com isso, essa fase da montagem estará terminada.

Parte Mecânica

a) Montagem do Chassi

O chassi pode ser feito de papelão, plástico ou madeira com as dimensões aproximadas indicadas: de 25 cm x 12 cm. Uma solução alternativa interessante é usar duas caixinhas plásticas de CD montadas em oposição, conforme ilustra a **figura 17**.

Para o caso do papelão devem ser previstas abas, que irão dar maior resistência mecânica ao conjunto.

b) Roda Frontal

Na parte frontal deve ser fixada a roda livre. Há duas possibilidades, conforme o tipo de roda adquirida. Algumas possuem 4 furos para fixação por parafuso, enquanto que outras possuem apenas um pino. Nas **figuras 18** e **19** mostramos a fixação de uma roda com quatro furos, usando dois, no caso do chassi feito com caixas de CD.

A furação é feita colocando-se uma caixinha sobre a outra na posição em que as tampas abrem para lados opostos e marcando-se com uma caneta hidrográfica o local de dois furos (não será necessário usar os quatro).

Feita a marcação, use a ponta de um ferro de soldar aquecido para fazer os furos, tirando (depois) as rebarbas do plástico com um estilete. A roda é presa com parafusos de 3/4 “x 1/4” ou próximo disso, com porcas e arruelas.

Uma folha de metal rígido ou mesmo plástico é colada na parte de baixo do chassi de modo a evitar que ele dobre. As **figuras 20** e **21** mostram esta parte da montagem.

O importante na escolha da roda é que ela seja a mais leve e mole possível para poder acompanhar os movimentos rápidos do robô.

c) Rodas Propulsoras

As rodas propulsoras são feitas com CDs comuns.

Inicialmente colocamos em torno de cada CD fita isolante para servir de “pneus”, de modo a aumentar a aderência do robô em relação ao solo e a própria transmissão de movimento pelo motor (**figura 22**)

Em cada CD colamos uma rodinha de plástico e o eixo tirado de um carrinho de brinquedo. A roda plástica da outra extremidade é retirada, veja as **figuras 23** e **24**.

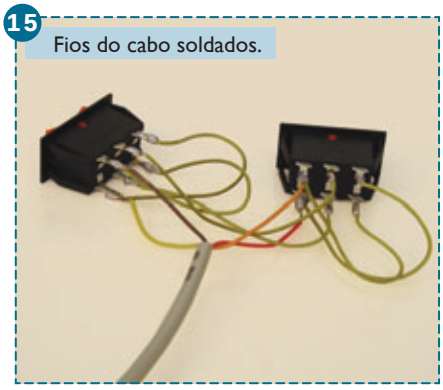
O ponto crítico nessa fixação é que a centralização da rodinha no CD deve ser perfeita. Se houver excentricidade, a roda poderá jogar afetando a mobilidade do robô.

Devemos cuidar também para que o eixo escolhido não seja muito curto (deve ter pelo menos 4 cm) de maneira

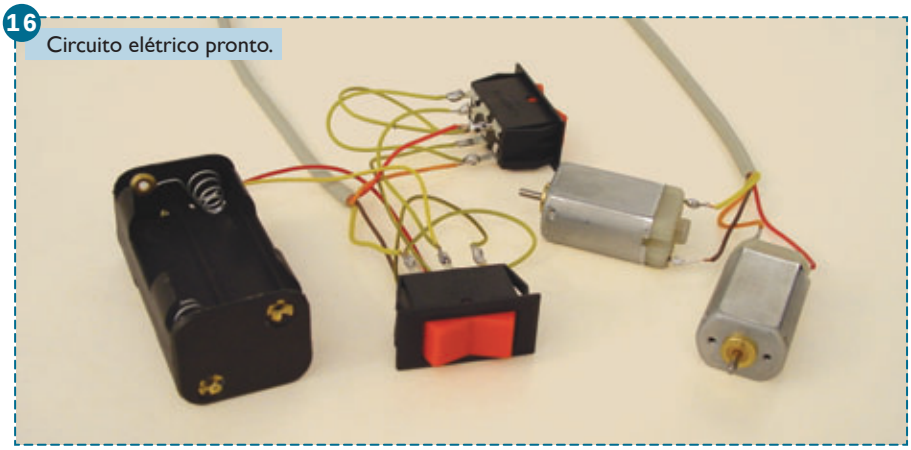
14 Soldando os fios do cabo das chaves



15 Fios do cabo soldados.



16 Circuito elétrico pronto.



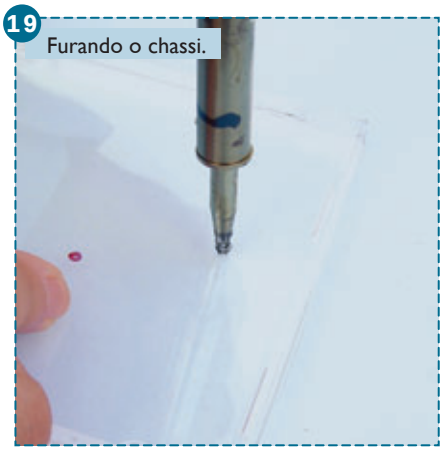
17 Caixas de CDs.



18 Roda livre.



19 Furando o chassi.



20 Inserindo chapa de metal.



21 Chassi com a roda livre.



22 Fazendo um pneu com a fita isolante.



23 Colando um roda de brinquedo no CD.



24 Rodas e eixos do ROBCOM.



25 Material para a fixação das rodas.



26 Peças de fixação.



que as rodas fiquem firmes, não "jogando" com o movimento do robô.

d) Fixação das Rodas Propulsoras

Para a fixação usamos dois pedaços de canudinhos de refresco, que são cortados de modo a deixar aproximadamente meio centímetro do eixo de cada roda livre.

Cortamos depois pedaços de papelão nas formas indicadas nas **figuras 25** e **26** e os colamos na base do robô da forma apresentada na **figura 27**.

O canudinho que vai servir de bucha para a passagem do eixo das rodas é colocado entre os pedaços de papelão. Deve-se cuidar para que a sua fixação seja tal que não impeça o movimento das rodas e que não fique nenhum jogo.

Nas extremidades do eixo são colocados dois pedacinhos de capa de fio (que podem ser aproveitados do cabo - veja parte elétrica) para impedir que ele escape. A **figura 28** mostra esta fase da montagem.

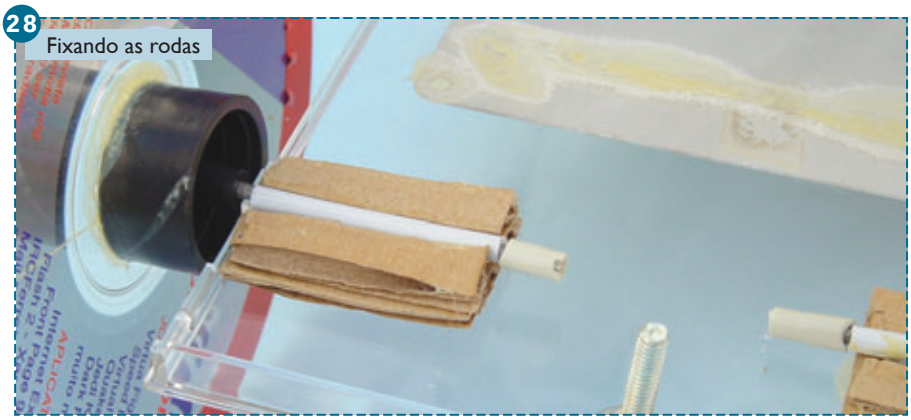
e) Preparação da Base Articulada e Fixação do Motor

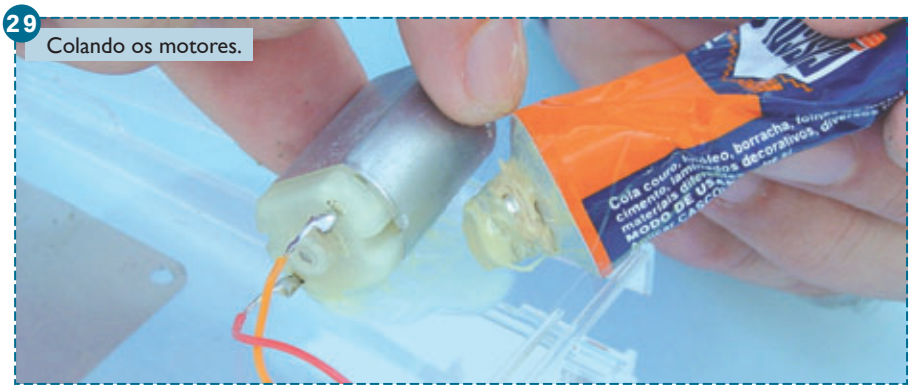
Os motores são fixados na base articulada, que no nosso caso é a tampa móvel da caixa de CD, de modo que eles tenham apenas os eixos apoiados nas rodas propulsoras. A pressão do eixo sobre as rodas propulsoras é garantida por um elástico, conforme revelam as fotos. (**Figuras 29** e **30**)

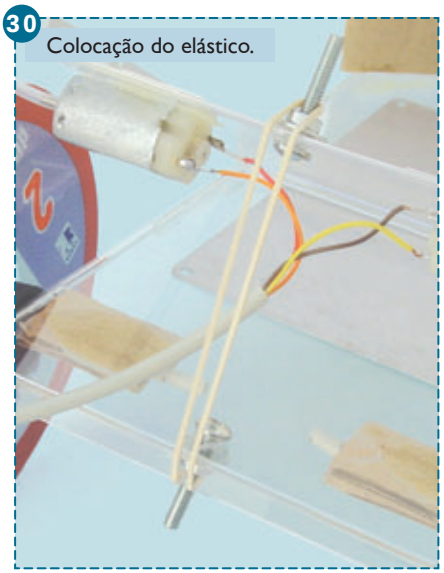
Um ponto importante, ao se colar os motores é que eles devem ser alinhados com as rodas CDs de modo que seus eixos se apoiem exatamente sobre elas, sem o perigo de escapar. Observe que no eixo de cada motor colocamos um "prolongador", que nada mais é do que um pedacinho de tubo de tinta de caneta esferográfica vazia.

Esse sistema tem a vantagem de não forçar o motor, mesmo em função de balanços da roda devidos a


27 Peças de fixação das rodas coladas no chassi.


28 Fixando as rodas


29 Colando os motores.


30 Colocação do elástico.

desalinhamentos ou excentricidade, como também de evitar travamentos ou mesmo problemas, caso o robô venha a travar num combate.

O motor irá girar em falso, sem perigo de haver uma sobrecorrente capaz de causar sua queima.

Essa parte articulada terá o local para se colocar um parafuso com porca para prender o elástico. O furo para esse parafuso é feito com o soldador.

Na parte inferior não articulada do CD fazemos outro furo, onde um novo parafuso prenderá a outra extremidade do elástico (ver **figura 30**).

Para evitar puxões do fio, que podem rompê-lo ou fazer com que se soltem dos motores, o cabo pode ser preso ao conjunto com a ajuda de uma braçadeira, ou outro recurso equivalente.

f) Armas e Balão

As armas consistem de agulhas de tricô ou de costura de no máximo 10 cm de comprimento que podem ser fixadas em um anteparo na parte frontal, conforme ilustram as **figura 31** a **33**.

Será importante, caso o robô seja manuseado por estudantes, que no transporte as agulhas fiquem protegidas com canudinhos plásticos para evitar acidentes.

No robô original usamos 3 agulhas, mas existe a possibilidade de se utilizar mais e que estas possam ser fixadas em outras posições além da indicada. Duas na frente e duas nas laterais, por exemplo.

O balão deverá ser fixado no centro do robô de modo a ficar voltado para trás. (**figura 34**)

Note na **figura 35**, um exemplar da caixa de controle.

Teste Final de Funcionamento

O teste final de funcionamento consiste em verificar se o robô se move corretamente nas direções desejadas e com boa agilidade. Deve-se ter atenção para com o motor, verificando se o eixo não escapa durante o movimento ou se ele não trava.

Treino e combate

Evidentemente, antes de partir para um combate, os operadores dos robôs devem passar por um bom treino que lhes garanta total controle sobre todos os movimentos.

O combate é realizado numa arena formada por 4 sarrafos de 3 metros de comprimento, ou próximo disso.

Em uma primeira possibilidade os robôs são colocados dois a dois, e fazem uma luta simples onde um deve estourar o balão do outro. Aquele que tiver o balão estourado é desclassificado, ficando o outro para a luta seguinte. Com eliminatórias simples, pode-se chegar ao grande campeão.

No final do combate, os competidores poderão ser divididos em dois "exércitos" cada qual com balões de uma cor.

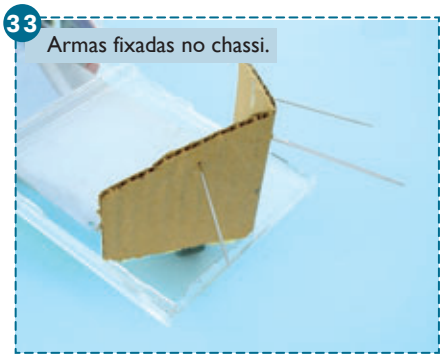
31 Anteparo de papelão.



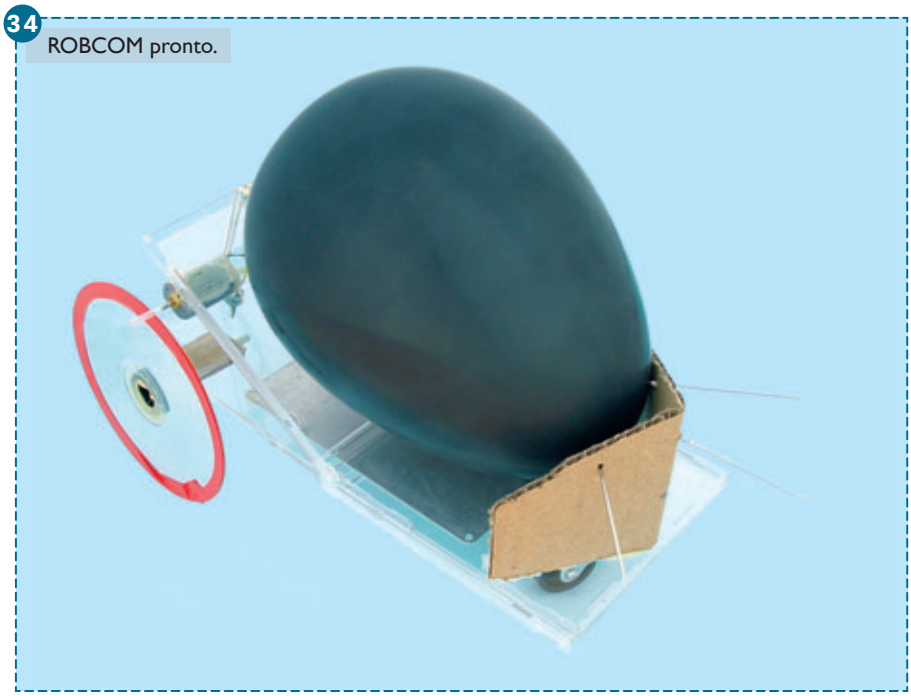
32 Agulhas fixadas ao anteparo



33 Armas fixadas no chassi.



34 ROBCOM pronto.



35 Caixa de controle.



Em um processo de "mata-mata", ganhará a batalha o exército que ficar com um ou mais balões intactos da mesma cor.

Outra competição

Uma outra competição que pode ser realizada com os robôs para medir a habilidade no controle é uma corrida de obstáculos, onde cada competidor tem que dirigir seu veículo por entre cones sem bater. Cada um terá o tempo cronometrado e vencerá aquele que fizer o percurso em menor tempo e com menos faltas.

PCNs – Agregando valor ao currículo do ensino médio e fundamental

Uma das exigências do ensino moderno é justamente agregar tecnologia ao aprendizado das disciplinas tradicionais. A possibilidade de se fazer isso com material simples e de baixo custo, acrescentando-se ainda o desenvolvimento das habilidades manuais (com ênfase à coordenação motora fina), é algo extremamente atraente. Assim, a inclusão de um projeto como este pode ser facilmente realizada no ensino de diversos temas curriculares importantes ligados a Ciências (do ensino fundamental) e Física (do ensino médio) com destaque para os seguintes temas:

- Funcionamento do motor elétrico
- Circuito elétrico simples e inversão do sentido de circulação da corrente
- Velocidade e movimento
- Transmissão de movimento
- Conceito de redução de velocidade e aumento de torque - redução
- Inércia
- Estratégia e controle
- Conversão de energia (elétrica em mecânica).

f

Lista de materiais:

a) Parte Elétrica:

M_1, M_2 - Motores de corrente contínua de 6 V (Mabuchi ou equivalente) - Observação: os dois motores devem ser iguais

S_1, S_2 - Chaves de 2 pólos x 3 posições - de contato momentâneo

B_1 - 4 pilhas pequenas

Diversos: 3 metros de cabo 4 x 24 AWG, 1 metro de fio comum, suporte de 4 pilhas, solda, etc.

b) Parte Mecânica

1 base de madeira, plástico ou papelão de 25x12cm
1 caixa de CDs
2 CDs
1 roda livre (de cadeira)
Papelão grosso
Canudinho de refresco
Rodinha e eixo de carrinho de brinquedo de até 3 cm de diâmetro
Quatro agulhas de até 4 cm de comprimento
Um balão de borracha
Elástico
Parafusos e porcas de 1" x 1/4" ou 3/4" x 1/8"

A estrutura de plástico do ROBCOM

José Francci Júnior

No projeto do robô de combate procuramos seguir o conhecimento de estruturas modulares reutilizáveis, portanto, criamos um módulo motriz em forma de caixa contendo os motores e mais o espaço livre para, eventualmente, acomodar caixas de pilhas ou baterias.

As duas rodas livres em eixos de metal estão fixadas a estruturas tipo viga "T" invertidas, que também poderão ser utilizadas em projetos futuros. Optamos por duas rodas livres para explorar ao máximo a mobilidade do conjunto - é possível executar giros de 360º com os motores invertidos sem que o robô saia do lugar.

As peças exclusivas desse projeto são o escudo de proteção da bexiga e a lança com os agulhões; foram construídas com ênfase na resistência, pois sofrem impactos durante o combate e devem permanecer íntegras.

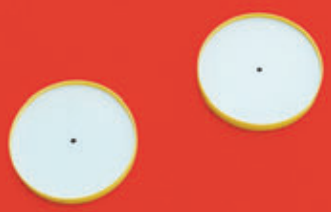
As chaves e as pilhas foram instaladas na caixa de comando construída em chapa de plástico poliestireno de 2 mm. Resolvemos deixar as pilhas na caixa de comando para que o robô, mais leve, tenha maior agilidade. O cabo de comando foi preso firmemente à estrutura por uma braçadeira de plástico para evitar danos nas soldas durante as manobras.

Toda a construção foi executada com plástico poliestireno de 1 mm (peças amarelas) e 2 mm (peças brancas) com os módulos parafusados entre si para permitir futuras desmontagens. É isso aí pessoal, não é difícil, mãos à obra!

1 Construção do módulo motriz.



2 Construção das rodas principais.



3 Construção da caixa de comando.



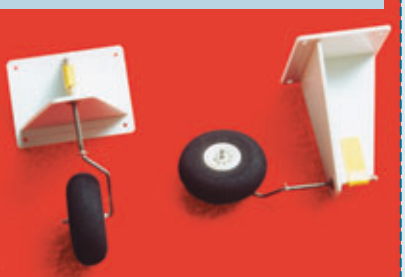
4 Detalhe das vigas de suporte das rodas livres.



5 Detalhe das rodas livres construídas a partir de roda de aeromodelo de 1 polegada e meia, com eixo de metal e suspensão.



6 Detalhe das rodas livres, note o reforço com cinta de chapa de plástico poliestireno de 1 mm.



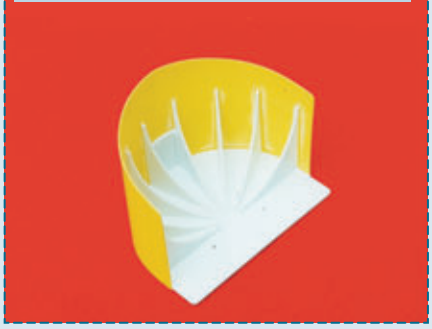
7 Chassi completo do robô de competição.



8 Detalhe da braçadeira de plástico que fixa o cabo de comando no chassi.



9 Construção do escudo de proteção da bexiga.



10 Detalhe da construção da lança; note que os agulhões foram fixados com massa epóxi.



11 O conjunto escudo e lança.



12 Detalhe da instalação da caixa de comando. O cabo de comando foi fixado à caixa com cola de silicone.



13 Caixa de comando completa.



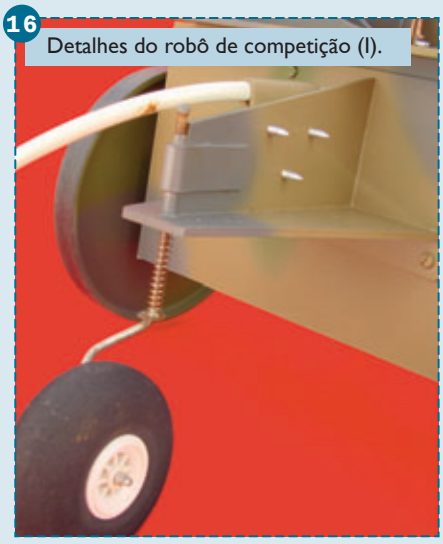
14 Robô de competição completo sem pintura.



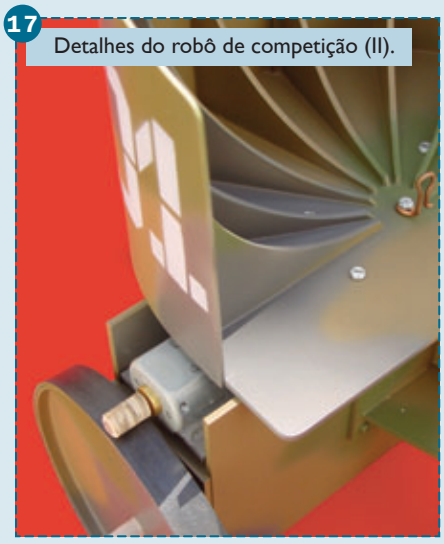
15 Robô de competição completo sem pintura (II).



16 Detalhes do robô de competição (I).



17 Detalhes do robô de competição (II).



18 Robô de competição completo pintado.



Motor experimental com reed-switch

Trazemos, agora, um projeto bastante interessante que pode ser elaborado a partir de um reed-switch e um motor experimental muito simples que funciona com pilhas. Descrevemos neste artigo a montagem desse motor experimental.

Newton C. Braga

O projeto de motor experimental com *reed-switch* é ideal para implementação como atividade paralela (tema transversal) de Ciências nos cursos fundamentais. Sua simplicidade e o fato de se trabalhar com material fácil de manusear, sem a necessidade de soldagens, são atrativos que devem ser considerados.

O princípio de funcionamento desse motor é o mesmo da maioria dos pequenos motores de corrente contínua encontrados em aplicações domésticas e brinquedos.

Na **figura 1** temos sua estrutura básica: uma bobina gira entre os pólos de um ímã e a cada meia volta um sistema de escovas comuta a corrente de modo que, com sua inversão, as forças magnéticas mantenham o motor em movimento.

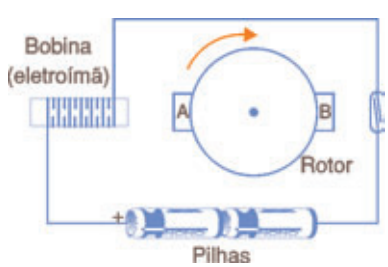
Nosso motor opera segundo o mesmo princípio: forças magnéticas criadas pela corrente que passa através de uma bobina. No entanto, em lugar de fazermos a bobina girar e manter o ímã fixo, desenvolvemos uma disposição diferente que ficará clara ao analisarmos como ele funciona.

Funcionamento

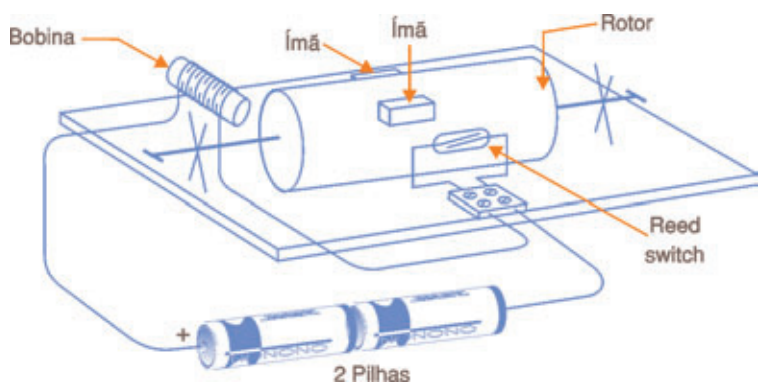
Conforme mostra a **figura 2**, temos um rotor que pode ser feito com um pedaço de cabo de vassoura ou mesmo dois copos de plástico, em que dois ímãs permanentes pequenos são presos.

Esses dois ímãs são obtidos de motores de brinquedos, ou podem ser ímãs de geladeira.

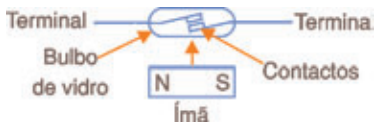
1 Estrutura básica do motor



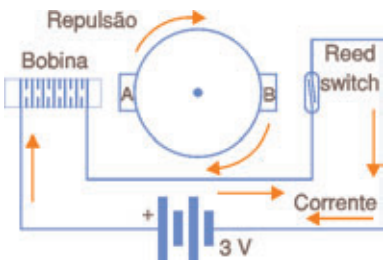
2 Exemplo de rotor experimental



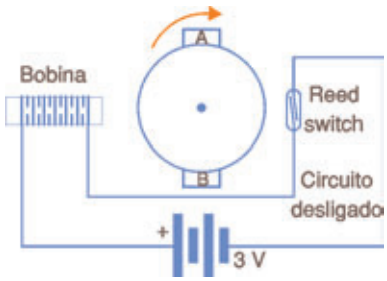
3 Interruptor de lâminas



4 Posição inicial do motor



5 2ª posição do motor, após girar



Uma bobina é colocada de modo que seu campo possa atuar sobre esses ímãs e do lado oposto do rotor temos um *reed-switch*.

O *reed-switch* nada mais é do que um interruptor de lâminas que funciona com a ação de um campo magnético, observe a **figura 3**.

Quando aproximamos um ímã de um *reed-switch*, o campo magnético imanta as lâminas que se aproximam fechando os contatos do circuito e deixando a corrente circular.

No caso de nosso motor, temos as seguintes fases para o seu funcionamento, partindo da **figura 4**:

a) Com o motor na posição da figura 4, o ímã (B) atua sobre o *reed-switch* de modo que ele fecha seus contatos, e com isso deixa uma corrente fluir pela bobina. Essa corrente cria um campo magnético de tal polaridade que repele o ímã (A) que se encontra nas suas proximidades. Então o motor começa a girar, indo para a posição ilustrada na **figura 5**.

b) Tão logo o ímã (B) se afasta do *reed-switch*, a corrente no circuito é interrompida, mas o motor continua girando a partir do impulso dado no momento anterior. Isso ocorre até que ele atinja a posição da **figura 6**.

c) Na posição da figura 6, o imã (A) agora está diante do *reed-switch*, atuando sobre ele de modo que o circuito seja novamente fechado. Uma corrente pode então circular pela bobina criando um campo magnético. Essa corrente é tal que o campo gerado repele o ímã (B) que se encontra diante dela. O motor continua a girar, indo até a posição da **figura 7**.

d) Da mesma forma que na fase anterior, o motor gira até esta posição por inércia, pois o *reed-switch* é aberto desligando a corrente tão logo o ímã (A) saia da sua frente.

O movimento continua a ocorrer dessa forma enquanto houver tensão disponível para produzir o campo magnético quando, então, o *red-switch* é fechado.

Veja que o ponto crítico na montagem desse motor é colocar os ímãs com as polaridades certas para que eles sejam repelidos quando a bobina é energizada. Isso significa que você precisa verificar antes qual é a posição em que acontece a repulsão e saber onde estão os pólos dos ímãs que você está usando.

Montagem

Na **figura 8** temos o diagrama eletrônico do motor.

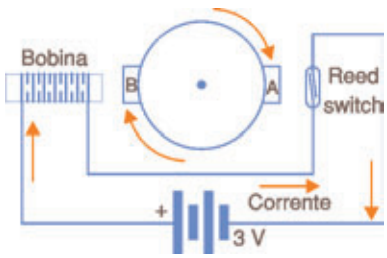
Na **figura 9** a disposição dos diversos componentes da montagem.

O eletroímã pode ser montado enrolando-se de 100 a 300 espiras de fio esmaltado fino (28 a 32 AWG) em um parafuso ou prego de 3 a 5 cm de comprimento. Um parafuso será melhor, pois ele poderá ser fixado mais facilmente através de dois pequenos "L" de papelão.

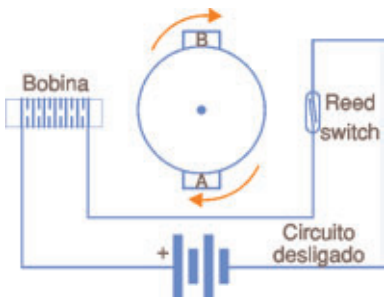
O *reed-switch* pode ser de qualquer tipo comum de baixo custo com dois contatos normalmente abertos. Ele pode ser fixado em uma ponte de terminais de parafusos ou mesmo colado numa base de madeira ou papelão na posição apropriada.

O rotor pode ser feito de madeira, copos plásticos ou qualquer material que resulte em um cilindro de 3 a 5 cm de diâmetro e de 5 a 10 cm de comprimento.

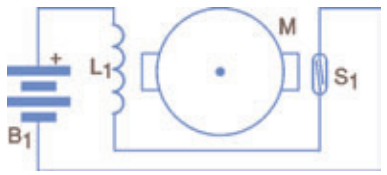
6 3ª posição do motor, que continua girando



7 4ª posição do motor, que continua a girar



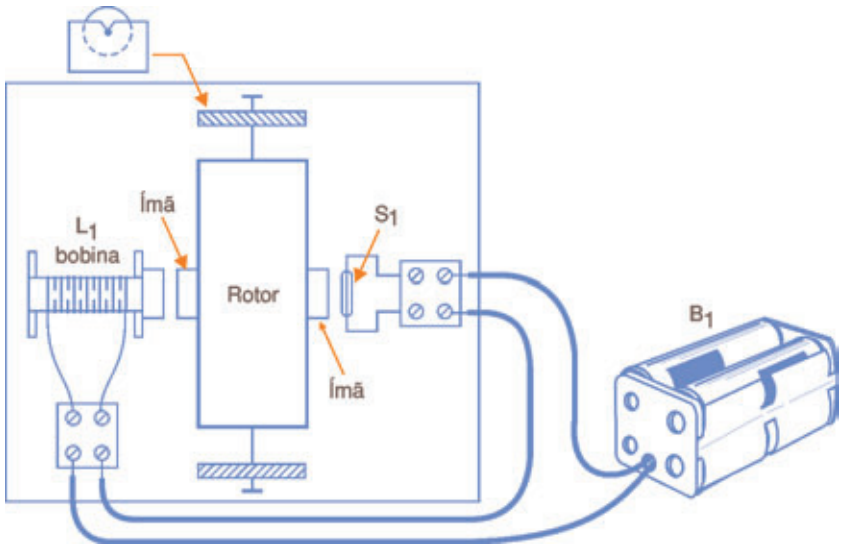
8 Diagrama eletrônico do motor



Os eixos podem ser dois alfinetes, pregos ou ainda um fio metálico rígido que atravesse o conjunto. Esse eixo pode ser apoiado em dois suportes de papelão, plástico ou madeira.

Todo o conjunto pode ser montado sobre uma base de plástico ou madeira de 15 x 15 cm ou maior.

9 Disposição dos componentes na montagem



Para as 4 pilhas pequenas é utilizado um suporte comum. A polaridade da ligação vai determinar a atração ou repulsão dos ímãs conforme sua polaridade.

Feita a montagem, verifique se o cilindro gira livremente com o peso dos ímãs bem distribuído, e se os ímãs passam bem próximos tanto da bobina quanto do *reed-switch* quando o cilindro gira.

Prova e Uso

Para provar o motor, coloque o cilindro inicialmente na posição em que ele fique com os ímãs alinhados com o eletroímã e com o *reed-switch*. As pilhas devem estar no suporte. Nesse momento, uma força deve se manifestar colocando-o em movimento. Ajude o movimento inicial com um pequeno impulso.

Se o motor parar, observe a polaridade dos ímãs ou das próprias pilhas. Com a polaridade invertida, o cilindro tende a estancar seu movimento quando os ímãs se alinham com a bobina e *reed-switch*.

Comprovado o funcionamento, seu motor experimental está pronto para ser usado em demonstrações.

Temas Transversais

Os motores elétricos podem ser encaixados no currículo de Ciências em diversos pontos.

Um deles consiste no estudo da conversão de energia, onde podemos explicar de que modo podemos obter energia mecânica a partir de energia elétrica. Procurar depois enumerar quais são os aparelhos encontrados em casa que empregam motores elétricos é um interessante trabalho de pesquisa para o ensino fundamental.

Para o ensino médio, podemos encaixar a montagem do motor como atividade relacionada com o eletromagnetismo e magnetismo, onde campos e correntes podem ser analisados na prática. Indo além, pode-se explorar os conceitos de torque e velocidade.

Nos dois casos, os conceitos de potência e conservação da energia podem ser explorados com a profundidade que cada nível de conhecimento dos alunos permita. f

Lista de materiais

B_1 - 6 V – 4 pilhas pequenas ou 3 V – 2 pilhas pequenas
S_1 - Reed-switch
L_1 - Bobina (eletroímã) – ver texto

Diversos:
Dois ímãs pequenos (perferivelmente retangulares - barra), suporte de pilhas, cilindro de plástico ou madeira, base de montagem, fios, barra de terminais, etc.



Sensores piroelétricos e as lentes de Fresnel

Os sensores piroelétricos permitem obter a "visão infravermelha" dos robôs. No entanto, eles precisam de elementos adicionais para operar e um deles é a lente de Fresnel. Veja, como funcionam os sensores, essas lentes e como elas são usadas em conjunto com os sensores piroelétricos de infravermelho (sensores de presença) em alarmes e detectores de incêndios.

Newton Braga



1 Emissão de radiação infravermelha pelo corpo



2 Câmera com visão infravermelha Sony Cyber-shot DSC-H9



Os sensores piroelétricos operam com a radiação infravermelha muito fraca que é emitida por qualquer corpo que se encontre a uma temperatura acima do zero absoluto.

É o caso de pessoas, que tenham os seus corpos aquecidos a uma temperatura maior do que a do meio ambiente, consistindo assim numa fonte emissora de radiação infravermelha, conforme mostra a **figura 1**.

Se pudéssemos ver a radiação infravermelha, uma pessoa pareceria "acesa" no escuro. É isso o que ocorre justamente quando usamos os visores noturnos ou câmeras com visão infravermelha, como o exemplificado na **figura 2**.

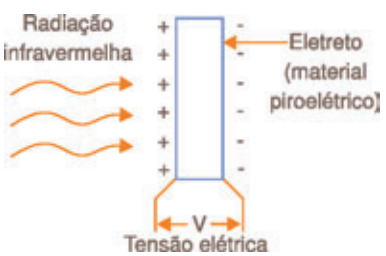
Os sensores piroelétricos têm como elemento básico um material que libera cargas elétricas quando recebe radiação infravermelha.

De acordo com a **figura 3**, a incidência de raios infravermelhos faz com que as faces do material fiquem carregadas com polaridades opostas.

Para termos um sensor eficiente basta, então, colocar esse material num encapsulamento que seja transparente aos raios infravermelhos e agregar um circuito amplificador, uma vez que as cargas liberadas são muito pequenas para acionar um circuito comum.

Na **figura 4** temos um sensor típico que faz uso de transistores de efeito de campo, visto que eles podem ser controlados pelas cargas elétricas liberadas pela radiação infravermelha.

3 Polaridades opostas nas faces do material

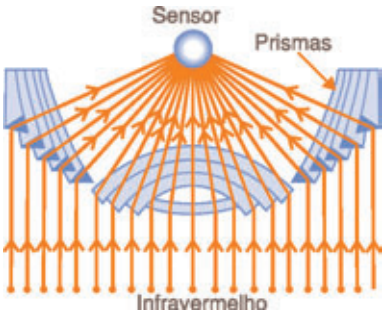


Esse é o tipo de sensor que encontramos em portas automáticas e para a detecção de intrusos. Contudo, os

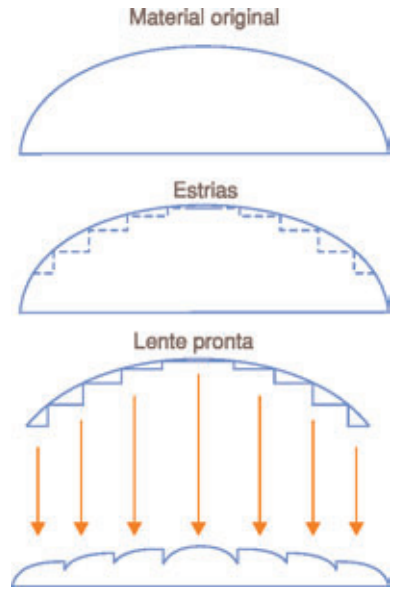
4 Sensor DG-85, da Paradox



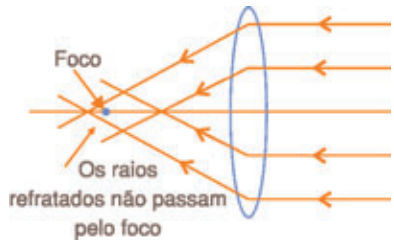
5 Lentes plásticas com estrias diversas



6 Concentração da radiação incidente num único foco pela lente com estrias



7 Dificuldade no uso de lentes comuns grandes



sensores precisam de alguns recursos adicionais para funcionar.

As Lentes de Fresnel

Diante dos sensores de alarmes e abertura de portas que utilizam sensores piroelétricos encontramos lentes plásticas arredondadas as quais possuem diversas estrias. (**figura 5).**

Estas peças são denominadas Lentes de Fresnel e cumprem com uma função importante no funcionamento dos sensores.

Explicaremos a seguir, o que são essas lentes, o que pode dar um excelente material inclusive para os estudantes de engenharia mecatrônica e mesmo de física.

As aplicações

Quando se deseja detectar movimento ou ainda radiação de fontes de infravermelho muito fracas, é importante usar lentes com pequena distância focal e grande abertura.

Materiais comuns, entretanto, como o vidro ou mesmo o cristal, não podem ser utilizados no caso da radiação infravermelha por apresentarem grandes perdas.

Isso ocorre principalmente na faixa dos 6 aos 14 μm (micrômetros), que é justamente a faixa onde os sensores usados nestes aparelhos operam.

Porém, materiais como o polietileno, que possuem propriedades de condução melhores na faixa dos infravermelhos, não podem ser moldados de modo a formar uma lente comum.

O que se faz então é utilizar uma lente com estrias, em que a sua distância e inclinação são calculadas de acordo com o índice de refração do material de modo a concentrar a radiação incidente em cada uma num foco único, conforme ilustra a **figura 6**.

Cada estria funciona como uma "microlente" que pode dirigir a luz captada para um foco.

Pelas suas dimensões esta lente pode ser extremamente fina, eliminando-se a problema da absorção do material que afetaria o seu desempenho na faixa dos infravermelhos.

Nos sensores modernos estas lentes são projetadas por computadores de modo a garantir que a luz desviada por cada estria seja dirigida diretamente para o foco, obtendo-se assim uma imagem muito mais precisa para o objeto que está diante dela.

A principal vantagem deste tipo de lente está no fato de que as suas dimensões dependem apenas da quantidade de estrias usadas no projeto.

Nas lentes comuns, quanto maior for a dimensão, mais crítica se tornará sua elaboração, pois a curvatura deve ser mantida dentro de limites rígidos de precisão para que a energia captada seja dirigida para o foco, veja a **figura 7**.

As pessoas que possuem telescópios sabem como é crítico obter um bom instrumento que tenha uma objetiva grande (para pode captar mais luz, e portanto, ter a capacidade de permitir a observação de objetos de menor brilho).

No caso das lentes de Fresnel basta repetir as estrias, tendo-se apenas o cuidado de modificar a direção em que a luz seja refratada de modo a incidir no foco e obter com isso lentes de qualquer tamanho.

Na prática, entretanto, existe um limite para as dimensões da lente e portanto para a quantidade de radiação que ela pode captar. Não se recomenda que o seu diâmetro seja maior que a distância focal.

A radiação incidente em regiões para além deste limite, simplesmente reflete de volta para a lente.

Fórmulas e Projetos

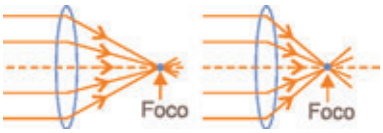
Uma lente é definida como um dispositivo que possui propriedades refratoras que permitem seu uso para coletar raios paralelos de radiação (visível ou infravermelha), concentrando-os num único ponto denominado foco.

O foco será tanto mais próximo da lente quanto maior for seu "poder" refrator, observe a **figura 8**.

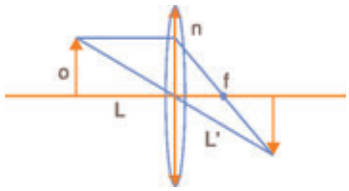
A distância focal é definida como a distância entre o ponto focal e o centro da lente.

Esta distância pode ser calculada pela seguinte fórmula:

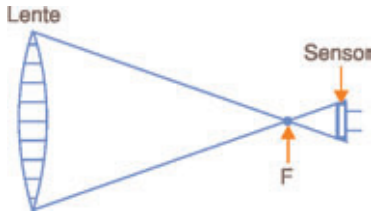
8 Foco mais próximo em lentes mais refratora



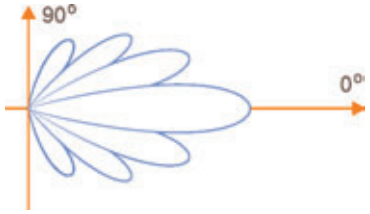
9 Distância focal f de uma lente



10 Montagem do sensor no foco da lente



10 Cobertura zonal da lente



1/f = (n-1) x (1/r)

Onde:
f é a distância focal
n é o índice de refração da lente (1,5 para o polietileno)
r é o raio de curvatura da lente no seu centro.

Além disso , a posição do objeto e da imagem podem ser calculadas por outra fórmula:

1/f = 1/L' - 1/L

As distâncias envolvidas nesta fórmula são dadas na **figura 9**.

Lentes de Fresnel Multi-elementos

Para serem empregadas com sensores piroelétricos são colocadas lentes de Fresnel multi-elementos de polietileno, que favorecem a captação de energia na faixa da radiação infravermelha.

Como cada elemento tem a radiação detectada refratada em uma direção que depende da posição do objeto focalizado, a passagem diante da lente de um objeto que se movimenta, faz com que ocorra um processo de modulação na radiação presente no foco, gerando assim o sinal no elemento sensor que o circuito precisa para acionar um circuito externo.

Isso significa que um sinal relativamente forte pode ser gerado no momento em que qualquer fonte de radiação infravermelha se mover diante do sensor que esteja no foco de uma destas lentes, conforme exibe a **figura 10**.

Nesta figura mostramos a montagem típica de um sensor no foco da lente de modo a se obter o seu funcionamento correto.

Nela também indicamos o modo de se montar uma lente de 15 elementos da Philips Componentes diante de um sensor como o RPY97 (Philips), que possibilita a cobertura de uma distância até 12 metros com uma abertura de 90 graus volumétricos.

Na **figura 11** mostramos um gráfico que apresenta a cobertura zonal nominal desta lente numa aplicação típica em um sensor piroelétrico.

Observe que o "modo de visão" desta lente apresenta estrias onde temos faixas em que a sensibilidade é máxima.

É por este motivo que este tipo de lente não serve para aplicações ópticas que envolvam a captação de detalhes de uma imagem, mas apenas o direcionamento de radiação.

Conclusão

As lentes de Fresnel são elementos fundamentais para o funcionamento dos sensores piroelétricos.

Sem elas, a quantidade de radiação captada pela pequena superfície do sensor não seria suficiente para se obter a sensibilidade desejada em uma aplicação prática.

Da mesma forma, somente com este tipo de lente pode-se obter a precisão necessária e a sensibilidade com uma radiação que, normalmente, não pode ser trabalhada com lentes comuns de vidro.

f



Transdutores piezoelétricos

Os transdutores piezoelétricos podem ser encontrados em diversos formatos e com muitas aplicações práticas possíveis. Na verdade, os tipos mais comuns são muito baratos e até podem ser aproveitados de equipamentos fora de uso.
Veja neste artigo como funcionam esses transdutores e como fazer algumas experiências bastante interessantes, utilizando-os.

Newton C. Braga

Piezoeletricidade

Existem materiais, denominados piezoelétricos, que, quando submetidos a uma deformação mecânica, geram cargas elétricas que aparecem em suas faces, como mostra a **figura 1**.

Da mesma forma, se esses materiais forem submetidos a uma tensão elétrica, eles sofrem uma deformação mecânica, ou seja, podem curvar-se, alongar-se ou mudar sua espessura, conforme ilustra a **figura 2**.

O cristal de quartzo é um material que apresenta essas propriedades, podendo ser usado, por esse motivo, para gerar sinais elétricos de freqüência fixa. De fato, se um cristal de quartzo for excitado eletricamente, ele tende a vibrar numa única freqüência, de forma precisa, dada pelas suas dimensões e o formato em que ele é cortado.

Cristais como o visto na **figura 3** são usados para controlar a freqüência de osciladores em relógios, transmissores, computadores, instrumentos eletrônicos, de modo a se obter um sinal preciso.

Cristais com freqüências que vão de algumas dezenas de quilohertz a centenas de megahertz podem ser encontrados nos equipamentos eletrônicos de todos os tipos.

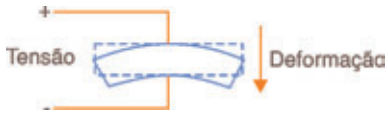
Um outro tipo de material piezoelétrico, com grande gama de aplicações na eletrônica, é a cerâmica de Titanato de Bário.

Além de ser mais barata, ela pode ser fabricada facilmente em diversos formatos e é fisicamente muito resistente. Essa cerâmica é usada principalmente na fabricação de transdutores semelhantes aos da **figura 4**.

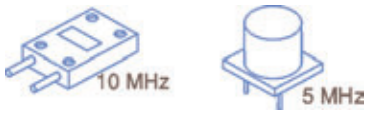
1 Cargas elétricas



2 Deformação mecânica



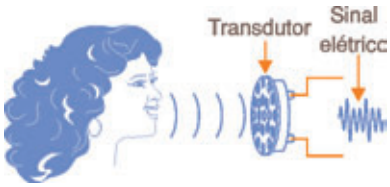
3 Cristais



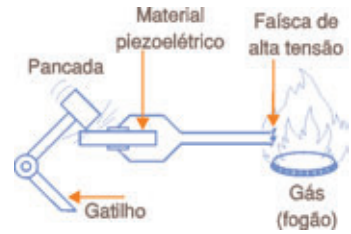
4 Transdutores de cerâmica



5 Conversão de vibrações sonoras em sinais elétricos



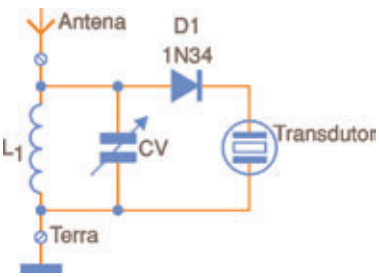
6 Exemplo de aplicação para gerar altas tensões



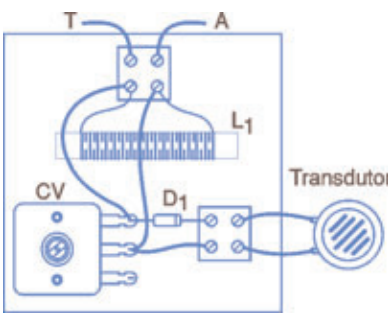
7 Ligação de 4 transdutores em paralelo



8 Circuito completo do rádio



9 Aspecto da montagem



Quando aplicamos um sinal de áudio nas pastilhas de titanato de bário elas vibram na mesma freqüência, transformando esses sinais em sons.

Transdutores sonoros de aviso em computadores, brinquedos, equipamentos de consumo, etc usam esses transdutores, quer seja na forma direta de pastilhas quer seja na forma de cápsulas.

Se o sinal aplicado vier de um amplificador, por exemplo, o transdutor funcionará como um fone de ouvido.

Mas, esses transdutores também funcionam de forma inversa, captando vibrações ou sons. Assim, se falarmos diante de um transdutor deste tipo, ele vai converter as vibrações sonoras correspondentes ao som em sinais elétricos, conforme exibe a **figura 5**. O transdutor operará como um microfone.

Acoplado a um objeto, ele poderá também ser usado para detectar vibrações mecânicas.

Finalmente, existe uma aplicação interessante que é a de gerar altas tensões. Se a uma cerâmica de titanato de bário acoplarmos um sistema que lhe dê uma boa pancada quando acionarmos um gatilho, poderemos gerar faíscas que alcançam os 4 000 volts ou mais, conforme mostra a **figura 6**.

Esse sistema é utilizado em acendedores de fogão bastante eficientes.

Mas, para os leitores, será interessante empregar os transdutores em alguns experimentos que podem até ser usados nas escolas, como temas transversais para o estudo de ciências ou ainda como atividade para as eletivas que envolvam tecnologia.

Projetos

Para os experimentos que vamos descrever a partir de agora recomendamos o uso de transdutores cerâmicos (piezoelétricos) do tipo visto na **figura 4**.

O leitor, entretanto, deve ter cuidado para não confundir transdutores magnéticos (que têm o mesmo formato em alguns casos) e que não servem. Os transdutores piezoelétricos são leves e podemos ver pelas aberturas o cristal interno. Os tipos magnéticos são pesados.

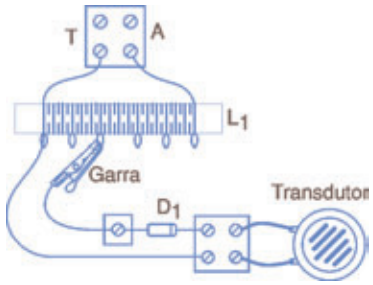
1. Telefone

A descrição completa de um telefone usando 4 transdutores foi feita na revista Eletrônica Total número 102.

O projeto consiste em se ligar em paralelo quatro transdutores, de modo que dois funcionem como fones e dois como microfones, numa disposição igual à da **figura 7**.

Veja que não há distinção entre qual vai funcionar como fone ou como microfone, pois cada transdutor opera nos dois modos.

10 A seleção das estações pode ser feita por tomadas



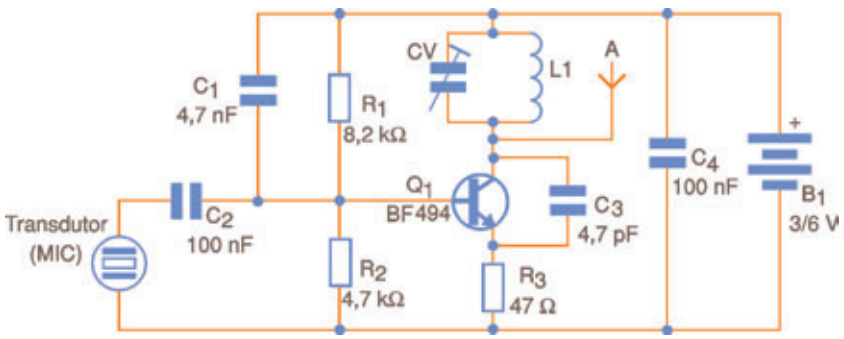
O cabo que interliga os dois aparelhos pode ter até 50 metros, sem problemas. Quando falamos em qualquer microfone, os sinais são enviados aos outros transdutores. No fone do receptor podemos, então, ouví-lo claramente.

O circuito não precisa de energia, pois a eletricidade que corresponde ao sinal é gerada pelo próprio transdutor que funciona como microfone.

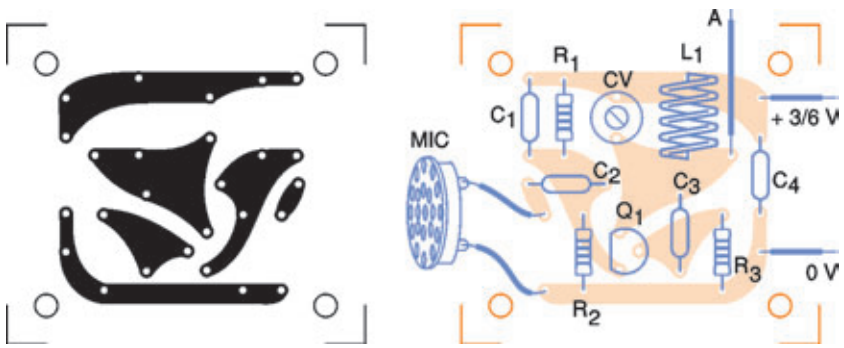
2. Rádio de Galena

A sensibilidade de um transdutor piezoelétrico é tão grande que ele pode transformar em som audível os fracos sinais captados de uma estação próxima por um fio esticado. Este é o princípio de funcionamento dos rádios de galena ou rádios de cristal, que não precisam de energia (pilhas ou força) para funcionar.

11 Circuito de transmissor para a faixa de FM



12 Montagem do transmissor FM em PCI



O que fazemos é colocar um circuito ressonante para sintonizar as estações de ondas médias locais, uma antena de pelo menos uns 5 metros e um diodo para detectar os sinais. O fone piezoelétrico é o elemento final do circuito. Na **figura 8** temos o circuito completo do rádio.

A bobina é feita enrolando-se 100 espiras de fio comum fino ou fio esmaltado 26 ou 28 AWG num tubo de PVC ou cabo de vassoura. Na **figura 9** vemos o aspecto final da montagem, feita numa base de plástico ou madeira.

O capacitor variável, onde é feita a sintonia das estações, é aproveitado de um rádio transistorizado de AM fora de uso.

Uma opção interessante para quem não quiser usar esse componente consiste em se fazer diversas tomadas na bobina e fazer a seleção das estações por ligações nessas tomadas, conforme mostra a **figura 10**.

O diodo detector pode ser de qualquer tipo de germânio como o 1N34, 1N60, etc.

A antena consiste num pedaço de fio esticado (mesmo encapado) com pelo menos 8 metros de comprimento, e a ligação à terra é feita simplesmente segurando-se na ponta do fio-terra.

À noite, quando a propagação dos sinais é melhor, até mesmo estações distantes poderão ser captadas.

3. Transmissor

Na **figura 11** ilustramos o circuito de um pequeno transmissor para a faixa de FM que usa um transdutor piezoelétrico como microfone.

O alcance desse transmissor pode chegar aos 50 metros em campo aberto. A sensibilidade do microfone é suficiente para que conversas nas proximidades possam ser captadas com facilidade.

Na **figura 12** temos o modo de se fazer a montagem desse transmissor numa pequena placa de circuito impresso.

A bobina é formada por 4 voltas de fio esmaltado AWG 22 ou 24 ou mesmo fio comum rígido fino. Como antena é utilizado um pedaço de fio rígido de 15 a 30 cm de comprimento.

O *trimmer* é usado para fazer a sintonia. Com uma pequena chave gira-

mos o seu parafuso até captar o sinal em um ponto livre da faixa de FM.

4. Gerador de Ruídos

Trata-se de um experimento muito simples que mostra como converter energia elétrica em som, produzindo um forte ruído num transdutor.

O que fazemos é gerar alta tensão com um transformador e aplicá-la num transdutor, conforme exibe a **figura 13**.

Esfregando a ponta do fio na lima, é gerada uma corrente pulsante que induz no secundário do transformador uma alta tensão também pulsante. Os pulsos aplicados ao transdutor geram um forte ruído.

O transformador pode ser de qualquer tipo com primário de 110 V ou 220 V, que será ligado ao transdutor, e secundário de 6 a 12 V com qualquer corrente.

Uma brincadeira que pode ser feita com este circuito consiste em se esconder o transdutor em algum lugar (no quarto de um amigo) e acioná-lo à distância durante à noite, conforme sugere a **figura 14**.

5. Sirene

Na **figura 15** temos um circuito de uma sirene intermitente com base no circuito integrado 4093.

Os tons podem ser ajustados em P_2 e P_3 enquanto que a velocidade da intermitência é ajustada em P_3.

A montagem deste circuito numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 16**.

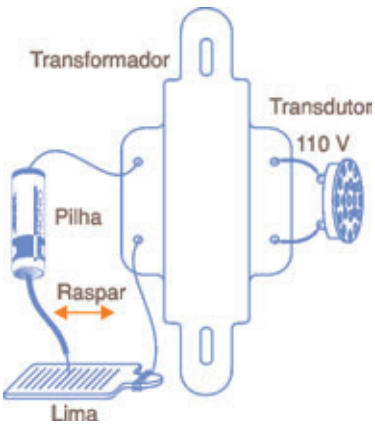
Conclusão

Os transdutores piezoelétricos consistem em uma excelente alternativa para a reprodução de som e mesmo como microfones, substituindo os alto-falantes comuns.

Sua grande vantagem é que a alta impedância permite que eles sejam excitados diretamente pela saída de circuitos integrados CMOS e seu rendimento pode até ser maior.

Além disso, eles são menores e mais sensíveis, podendo ser excitados com muito menor potência, o que é importante, principalmente nas aplicações em que a fonte de energia é formada por pilhas e baterias.

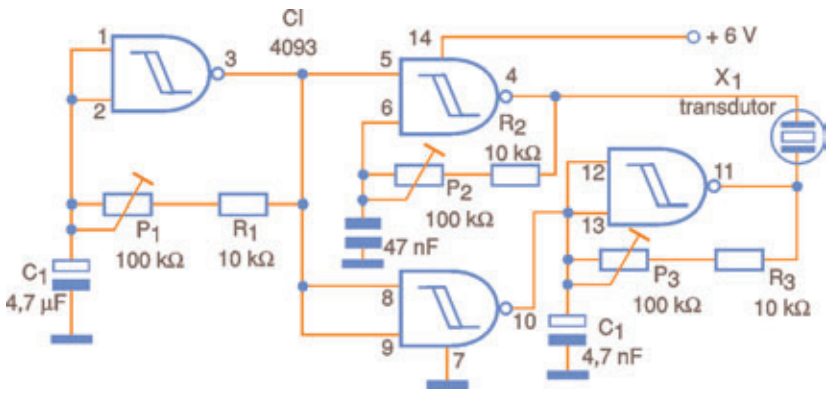
13 Aplicação de alta tensão no transdutor



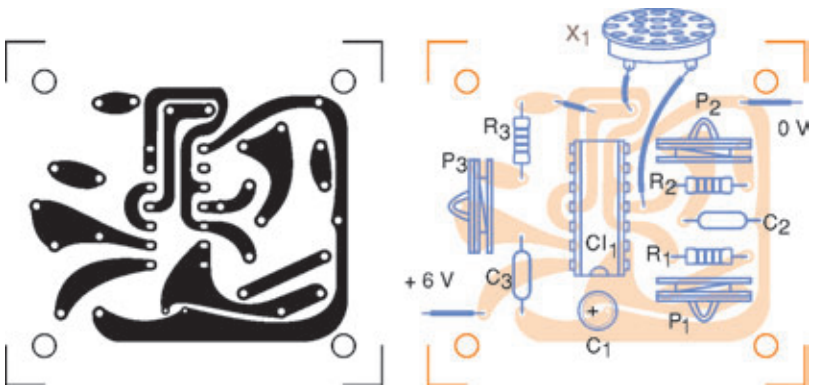
14 Brincadeira com o circuito



15 Circuito de sirene intermitente



16 Montagem do circuito em PCI



Controle de potência usando SCRs

Existem diversos dispositivos semicondutores da família dos tiristores que se prestam ao desenvolvimento de projetos de robótica, mecatrônica e automação. De fato, a característica principal desses dispositivos é justamente poder controlar potência elevadas, alguns em circuitos de corrente contínua ou alternada, enquanto outros possuem características de resistência negativa que os tornam ideais para o disparo de dispositivos de potência.
Neste artigo vamos descrever alguns blocos de projetos que se baseiam em um desses dispositivos, no caso SCRs, TRIACs, etc. Os blocos descritos são apenas alguns dos muitos que podem ser desenvolvidos pelo leitor imaginoso.

Newton C. Braga

O SCR

SCR é o acrônimo de *Silicon Controlled Rectifier* ou Diodo Controlado de Silício. Trata-se de um dispositivo semicondutor da família dos tiristores que têm o símbolo, estrutura e circuito equivalente exibidos na **figura 1**.

Como o símbolo do SCR sugere, trata-se de um diodo que possui um terminal de disparo ou comporta. Quando disparado, ele pode conduzir a corrente num único sentido, determinado pelo diodo equivalente.

Para disparar um SCR é preciso aplicar uma tensão positiva à comporta. Tomando como base o circuito equivalente, vemos que essa corrente de comporta polariza a base do transistor NPN que, ao conduzir, realimenta o transistor PNP através de sua base. Dessa forma, com a condução do transistor PNP, temos a realimentação do NPN, travando o circuito no estado de plena condução, ou seja, os dois transistores equivalentes saturam. Assim, mesmo que a corrente inicial que disparou o SCR desapareça, o processo de realimentação mantém o SCR ligado. Para desligar o SCR temos duas possibilidades:

1. Estabelecendo um curto-circuito entre o anodo e o catodo de modo que os dois transistores deixem de conduzir, visto que a tensão aplicada cai a zero. Pressionando uma chave em paralelo com o SCR podemos estabelecer esse curto, desligando o tiristor.
2. Interrompendo a alimentação do circuito por um momento. Neste caso, o SCR desliga por falta de alimentação no circuito.

Os SCRs comuns são dispositivos muito sensíveis, podendo ser disparados por correntes que vão de fração de miliampère a alguns miliampères. Tipos comuns como os da série 106

(TIC106, MCR106, C106, etc) podem controlar correntes de 3 a 4 ampères a partir de correntes de disparo da ordem de 100 µA com tensões entre 1 e 2 V.

Para saber mais sobre outros componentes da família dos tiristores, sugerimos o nosso "Curso Básico de Eletrônica", livro publicado pela Editora Saber.

Usando o SCR

Os SCRs podem ser usados tanto em circuitos de corrente contínua (DC) como alternada (AC). Nos circuitos DC devemos lembrar que, após o disparo, o SCR se mantém conduzindo mesmo depois de desaparecer aquele. Nos circuitos de corrente alternada (AC) o comportamento é diferente. Uma vez disparado, o SCR se mantém em condução até o instante em que a tensão do semiciclo passe por zero, conforme mostra a **figura 2**.

Depois de disparar um SCR é preciso manter uma corrente mínima através dele, para que ele se mantenha em condução. Essa corrente é denominada corrente de manutenção (*holding current*) e está na faixa de alguns miliampères para os SCRs comuns.

Um outro ponto importante que envolve as características de um SCR, a ser considerado nos projetos é que, ao conduzir, ocorre uma queda de tensão da ordem de 2 V entre o seu anodo e catodo. Nos circuitos que operam com tensões altas, como os ligados à rede de energia, essa queda pode ser ignorada.

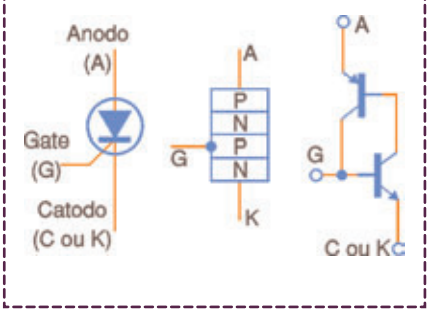
Blocos básicos usando SCRs

Os blocos são baseados nos SCRs mais comuns em nosso mercado, que são os da série 106. Para aplicações que exijam maiores correntes do que esse dispositivo pode controlar, os tipos da série TIC226 e mais elevados são os indicados.

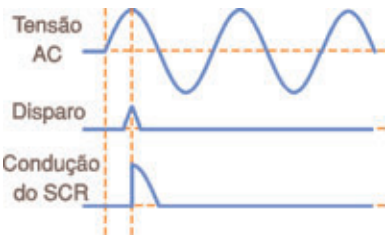
Lembramos que devem ser feitas otimizações, com eventuais alterações de valores de componentes, para casar as características dos circuitos com as cargas que devem ser controladas. O leitor deve fazer experiências até obter o melhor desempenho.

Também é importante saber que, quando controlando correntes intensas, o SCR deve ser montado em radiador de calor.

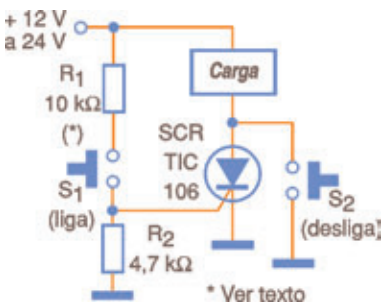
1 SCR: símbolo, estrutura e circ. equivalente



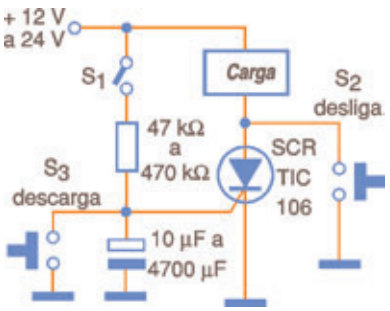
2 Comportamento do SCR em circuito CA



3 Circuito chave liga-desliga com SCR



4 Ativação da carga com retardo de alguns minutos



1. Chave liga-desliga com SCR

Com o bloco ilustrado na **figura 3**, é possível ligar e desligar uma carga de corrente contínua a partir de dois interruptores ou sensores separados. Cargas até 3 A podem ser controladas por este circuito.

Quando S_1 é fechado por um instante o SCR dispara, permanecendo em condução mesmo depois que S_1 abra. Para desligar o circuito é preciso fechar S_2 por um instante.

Observe que a corrente de disparo deste circuito (através de S_1) é muito baixa, dependendo apenas de R_1, mas a corrente de desligamento (através de S_2) é a corrente da carga. Quando escolher os sensores para esta aplicação, leve em conta este fato.

Deve ser considerada ainda a queda de tensão através do SCR, da ordem de 2 V. Assim, se a carga precisar receber 6 V, a alimentação do circuito deverá ser feita com pelo menos 2 V a mais. No circuito dado como exemplo, que opera com tensões de 6 a 150 V, o SCR deve ser dotado de dissipador de calor, e R_1/R_2 são selecionados pela seguinte **tabela 1** (valores sugeridos).

2. Chave com retardo

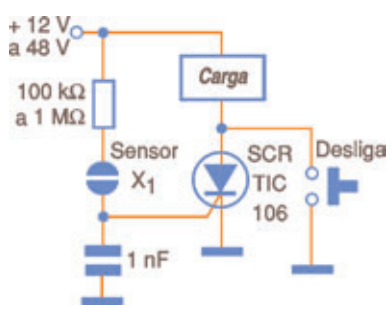
SCRs de grande sensibilidade como os TIC106, MCR106, etc, podem ser disparados a partir de correntes muito baixas. Isso significa que resistências de valores elevados podem ser usadas numa rede RC para o disparo com retardo.

Assim, usando um resistor de 100 k ohms, como no circuito apresentado na **figura 4**, podemos ativar uma carga com um retardo que pode chegar a alguns minutos.

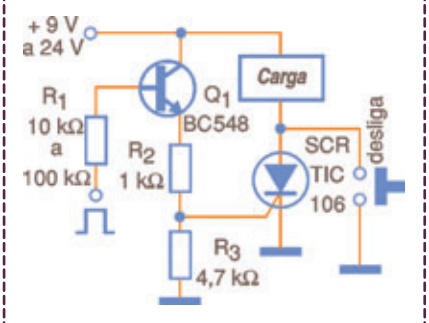
T1 Valores sugeridos para R_1 e R_2

Tensão de Alimentação	R_1	R_2
6 a 12 V	1 a 10 k ohms	150 ohms a 4,7 k ohms
12 a 24 V	4,7 k a 47 k ohms	1 a 10 k ohms
24 a 48 V	10 k a 100 k ohms	4,7 k ohms a 47 k ohms
48 a 100 V	22 k a 100 k ohms	10 k ohms a 47 k ohms
100 a 150 V	47 k a 150 k ohms	22 k ohms a 100 k ohms

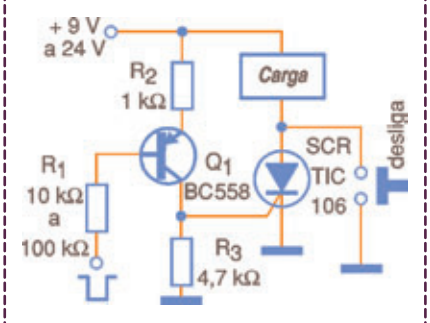
5 Circuito para uma aplicação típica de chave de toque



6 Disparo do SCR com pulsos positivos fracos



7 Disparo do SCR c/ pulsos negativos, alternando a entrada do circuito



O tempo máximo que pode ser obtido depende do resistor que está limitado a uns 220 k ohms ou pouco mais, e pela qualidade do capacitor utilizado. Capacitores de valores elevados tendem a apresentar fugas e, com isso, se comportam como divisores de tensão, impedindo que a tensão necessária ao disparo seja alcançada.

Para desligar o circuito é preciso pressionar S_2 por um instante. Lembre-se que a corrente nessa chave é a mesma da carga.

3. Chave de toque utilizando SCR

SCRs muito sensíveis como os da série 106 podem ser disparados até pela tênue corrente que circula pelos dedos de uma pessoa, quando esta toca em sensores. Esses SCRs também podem ser disparados por sensores de elevada resistência como sensores de umidade, sensores de pressão feitos com esponjas condutoras, sensores de temperatura baseados em diodos polarizados no sentido inverso, e muito mais.

Para uma aplicação típica temos o bloco visto na **figura 5** em que o sensor X_1 é formado por duas chapinhas de metal que devem ser tocadas simultaneamente.

O capacitor ligado a este circuito, com valores entre 1 nF, e 100 nF serve para eliminar ruídos caso o fio do sensor tenda a captá-los. Para evitar essa captação de zumbidos, o cabo até o sensor deve ter menos de 2 metros de comprimento ou então ser blindado.

Para se obter um ajuste de sensibilidade ao disparo pode ser ligado um *trimpot* ou potenciômetro de 100 k ohms a 1 M ohms entre a comporta e o terra do circuito.

4. Disparo com pulsos positivos

SCRs de baixas sensibilidades, ou ainda SCRs comuns podem ser disparados com sinais muito fracos, empregando o circuito mostrado no bloco da **figura 6**.

O resistor de base do transistor depende da fonte de sinal, podendo ser alterado para se obter a melhor condição de disparo. Dependendo da aplicação, esse resistor pode ter valores tão altos quanto 1 M ohms. Da mesma forma, o resistor de 2,2 k ohms, pode ter seu valor aumentado para se obter maior sensibilidade. Esse circuito dispara o SCR quando um pulso positivo é aplicado à base do transistor.

Na condição indicada, a corrente necessária ao disparo de um TIC106 pode chegar a um valor tão baixo como 1 µA. Sensores resistivos de altas resistências podem ser usados diretamente ligados na entrada deste bloco.

5. Disparo de SCR com pulsos negativos

Uma forma simples de se disparar um SCR com pulsos negativos, por exemplo, aterrando-se a entrada do circuito, é a indicada na **figura 7**.

Nesta configuração, quando o transistor está saturado, ou seja, com um sinal positivo aplicado à sua base (nível alto), a comporta do SCR está aterrada e com isso ele se mantém desligado. Quando o sinal de entrada desaparece ou ainda vai ao nível baixo, o transistor é cortado e, assim o resistor R_3 pode polarizar a comporta do SCR de modo a dispará-lo.

Uma vez disparado, o SCR pode ser desligado através de S_1. Os valores dos resistores podem ser alterados em função da sensibilidade do SCR e das características do sinal de entrada. Com os valores mostrados no circuito, ele é compatível com saídas TTL e CMOS.

6. Proteção Crowbar

A finalidade deste circuito é acelerar a queima de um fusível quando a corrente ultrapassa certo valor. A ação rápida do SCR é responsável pela queima do fusível. Essa aplicação é importante porque se a corrente ultrapassa muito pouco certo valor, o tempo que o fusível demora para se aquecer e queimar pode ser longo demais para impedir que danos ocorram no circuito.

O circuito proposto é ilustrado na **figura 8** onde a corrente de disparo é determinada pelo valor de R, segundo a seguinte fórmula:

$$R = V / I$$

Onde:

V é a tensão de disparo do SCR, normalmente entre 0,8 e 1,2 V para os tipos da série 106.

R é o valor do resistor de proteção (volts)

I é a corrente de disparo (ampères)

Atenção

Nunca alimente esse circuito a partir da rede de energia usando fontes sem transformadores. O toque no sensor pode causar choques perigosos.

Quando o SCR dispara ele põe em curto o circuito, fazendo com que o fusível de proteção queime. Com a abertura do fusível, a carga deixa de receber alimentação.

7. Proteção contra sobrecorrente

Em lugar de queimar um fusível, podemos fazer com que o SCR atue sobre um relé, cortando a alimentação do circuito que deve ser protegido. Isso é conseguido com o circuito dado na **figura 9**.

Quando a corrente ultrapassa um certo valor que depende de R (ver cálculo no bloco anterior), o SCR dispara e energiza o relé K_1. Observe que a carga está ligada nos contatos NF do relé, o que significa que ela se mantém alimentada quando o relé está desenergizado.

Com o disparo do SCR, e conseqüentemente do relé, a carga é desligada e o LED 1 acionado, avisando que houve uma condição de sobrecorrente. Os valores de R_1 conforme a tensão do circuito, são dados na tabela junto ao diagrama.

Para rearmar o circuito basta desligar e religar a alimentação, depois de remover a causa da sobrecorrente, é claro. O SCR não precisa ser montado em radiador de calor, uma vez que a corrente no relé é muito baixa.

8. Flip-Flop R-S usando SCR

Um problema notado nos blocos anterior é que uma vez disparado, o SCR assim se mantém indefinidamente mesmo depois que o pulso de disparo tenha desaparecido. Para religar o circuito usando uma chave, esta chave deve ser capaz de manusear a corrente da carga, o que pode ser inconveniente em algumas aplicações.

A possibilidade de se ligar e desligar cargas em circuitos com SCRs utilizando sensores de baixas correntes é conseguida com o uso de um *flip-flop R-S*, conforme exibido na **figura 10**.

O SCR1 é ligado pressionando-se momentaneamente S_1 (que pode ser substituída por qualquer sensor). Para desligar o circuito é suficiente pressionar S_2 por um momento. Quando SCR1 está ligado, o capacitor permanece carregado, já que o lado do SCR está no potencial de terra e o lado do SCR2 está com uma tensão positiva.

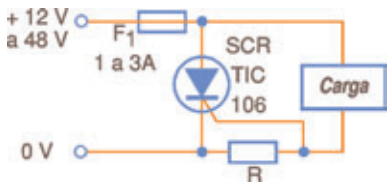
No momento em que S_2 é pressionada, o SCR2 liga e com isso o capacitor é colocado em curto, descarregando-se. A corrente de descarga funciona como um curto-circuito entre o anodo e o catodo de SCR1, desligando-o. Para ligar o SCR1 novamente, basta pressionar S_1. Agora, com SCR1 ligado, o capacitor é colocado novamente em curto, desligando o SCR2.

O valor do capacitor a ser usado neste circuito depende da aplicação (características da carga e tensão de alimentação), ficando normalmente entre 1 e 10 µF. Capacitores polarizados não devem ser empregados nesta aplicação, porque eles se carregam e descarregam com polaridades opostas. Deve ser colocado um capacitor despolarizado.

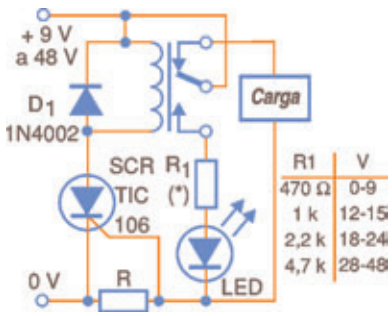
SCRs em circuitos de corrente alternada

Os SCRs podem ser usados em circuitos AC também. Apenas devemos lembrar que eles desligam quando a tensão passa por zero nos finais de cada semiciclo.

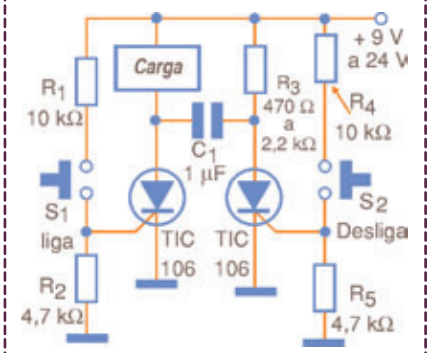
8 Circuito de proteção *crowbar*



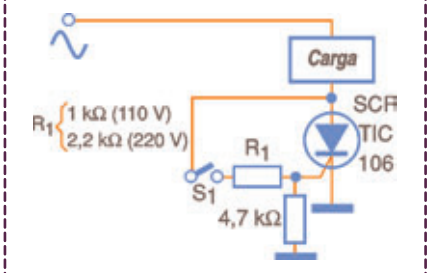
9 Circuito de proteção contra sobrecorrente



10 *Flip-flop* RS usando SCR



11 Circuito de chave AC c/ SCR



Nas aplicações descritas nos próximos blocos, o circuito pode ser alimentado a partir do secundário de um transformador e, em alguns casos, diretamente a partir da rede de energia. Devemos entretanto , observar que:

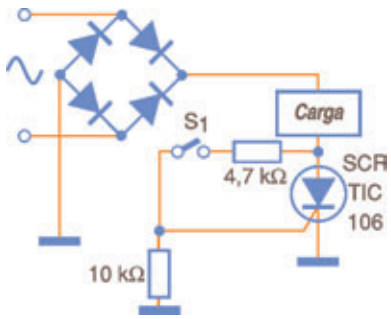
1. O SCR deve ser capaz de operar com o pico de tensão e a corrente presente no circuito.
2. Nas aplicações alimentadas diretamente pela rede de energia devemos tomar cuidado com os isolamentos, de modo a evitar choques perigosos.
3. Se apenas um SCR for usado sem mais recursos (pontes) apenas um dos semiciclos será controlado. Teremos um controle de meia onda.

9. Chave AC simples

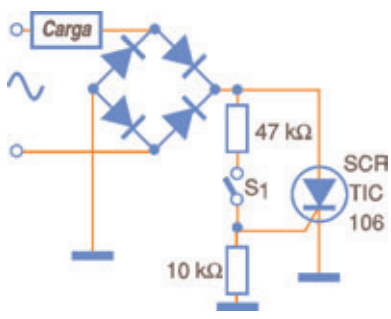
O circuito mostrado na **figura 11** pode ser utilizado para ligar e desligar uma carga de corrente alternada, usando uma chave ou sensor com baixa capacidade de corrente (menor do que a carga que deve ser controlada).

O diodo serve para evitar que pulsos de disparo negativos sejam aplicados ao SCR, quando ele estiver

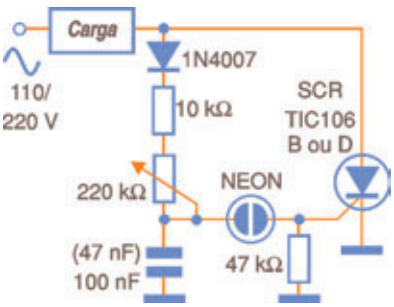
12 Chave AC de potência (onda completa)



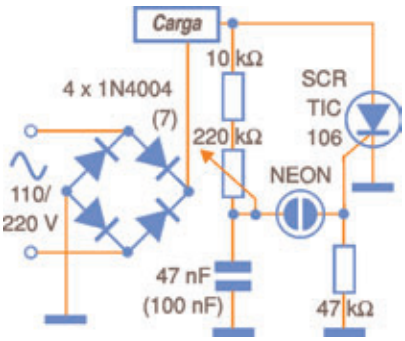
13 Chave AC de potência (II)



14 Circuito para *dimmer* ou controle de velocidade



15 *Dimmer* de onda completa



inversamente polarizado. Isso poderia causar sua queima.

Veja que, como apenas metade dos semiciclos são conduzidos, a carga recebe apenas metade da potência média para a qual foi especificada, quando alimentada diretamente por uma rede de corrente alternada. O valor do resistor R_1 depende da tensão da rede. Os valores dados junto ao diagrama são para SCRs da série TIC106.

O SCR deve ser dotado de radiador de calor, de acordo com a intensidade da corrente exigida pela carga.

10. Chave AC de potência de onda completa (I)

A inconveniência de se controlar apenas metade dos semiciclos da tensão alternada da rede de energia que ocorre com um SCR num circuito de controle comum, como o mostrado no bloco anterior, pode ser contornada com o circuito apresentado no bloco da **figura 12**.

Usamos uma ponte de diodos para obter uma tensão alternada pulsante que só tenha pulsos positivos de tensão e, com isso, tenha dois semiciclos em cada ciclo para controlar. Os diodos utilizados nesta ponte devem ser capazes de trabalhar com a corrente da carga e ter tensões de acordo com a alimentação.

Os valores de componentes mostrados na figura são para a rede de 110 V. Alterações devem ser feitas proporcionalmente se a tensão do circuito for outra. O SCR deverá ser dotado de um radiador de calor. Veja que S_1 pode ser um sensor de baixa corrente.

Observamos ainda que se o circuito for alimentado pela rede, não existindo isolamento, precauções contra choques devem ser tomadas.

T2 Características de SCRs comuns

Tipo	Vdrm	Corrente	Corrente de manutenção	Corrente de disparo	Tensão de disparo
TIC106-Y	30 V	3,2 A	5 mA	60 µA	0,6 V
TIC106-F	60 V	3,2 A	5 mA	60 µA	0,6 V
TIC106-A	100 V	3,2 A	5 mA	60 µA	0,6 V
TIC106-B	200 V	3,2 A	5 mA	60 µA	0,6 V
TIC106-D	400 V	3,2 A	5 mA	60 µA	0,6 V
MCR106-1	30 V	4,0 A	5 mA	200 µA	1,0 V
MCR106-2	60 V	4,0 A	5 mA	200 µA	1,0 V
MCR106-3	100 V	4,0 A	5 mA	200 µA	1,0 V
MCR106-4	200 V	4,0 A	5 mA	200 µA	1,0 V
MCR106-6	400 V	4,0 A	5 A	200 µA	1,0 V
TIC126-B	200 V	8 A	70 mA	5 mA	0,8 V
TIC126-D	400 V	8 A	70 mA	5 mA	0,8 V

11. Chave AC de potência de onda completa (II)

Uma outra forma de se obter um controle de onda completa, com a conexão da carga antes da ponte de diodos, é a ilustrada na **figura 13**.

O princípio de operação deste bloco é exatamente o mesmo do bloco anterior, assim como as especificações dos componentes usados. O SCR também deve ser montado em radiador de calor. Veja na **tabela 2** o SCR apropriado para a sua aplicação.

12. Dimmer e controle de velocidade

O bloco exibido na **figura 14** pode funcionar tanto como um controle de brilho para lâmpadas incandescentes ou de aquecimento para um elemento resistivo, como controle de velocidade para um motor universal.

Trata-se de uma das configurações mais tradicionais usando SCR, se bem que seja um controle de meia onda.

Nesse circuito, quando começa um semiciclo da tensão da rede de energia, o capacitor C_1 carrega-se numa velocidade que depende do ajuste de P_1 e R_1. A constante de tempo desse circuito, formado pelo potenciômetro, resistor e capacitor, determinará então o instante do disparo do SCR no semiciclo.

Se o SCR disparar no início do semiciclo, teremos um ângulo de condução maior e com isso, maior potên-

cia aplicada à carga. Se o disparo for no final do semiciclo, o ângulo de condução será menor, e a potência aplicada também. Desta forma, pelo ajuste de P_1 podemos controlar a potência aplicada à carga.

Veja que entendemos por ângulo de condução, o ângulo durante o qual o SCR conduz e não o ângulo de retardo no disparo.

Na prática, será preciso encontrar o valor ideal de C_1 que proporcione o controle na faixa de potências desejadas de modo a compensar as tolerâncias dos demais componentes. Isso é necessário para que não ocorram faixas de "ajuste morto" no potenciômetro.

A lâmpada néon poderá ser substituída por um *diac*, para melhor desempenho do circuito. O SCR deve ser montado num radiador de calor.

Esse circuito tem suas vantagens, podendo ser usado numa ampla gama de aplicações, mas também possui alguns pontos negativos como:

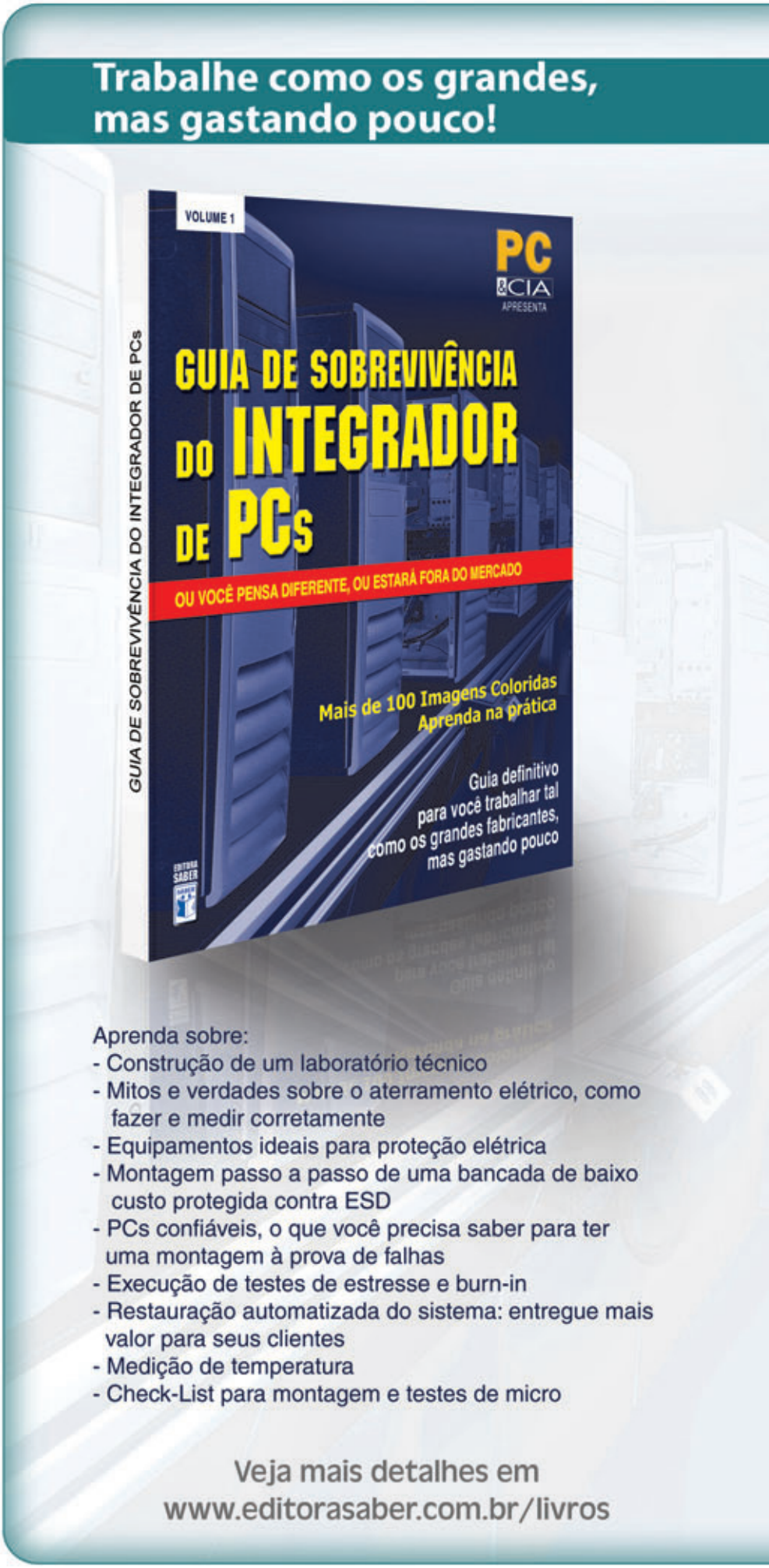
- A comutação rápida do SCR gera ruídos que podem se propagar pelo espaço ou pela própria rede de energia, causando interferências em rádios e televisores. Esse problema pode ser evitado com o uso de filtros.
- Apenas os semiciclos positivos são controlados, de modo que a faixa de potências aplicada à carga variará de 0 a 50%. O bloco seguinte elimina esse problema.

13. Dimmer de onda completa

Na configuração de *dimmer* com SCR também podemos fazer uso de uma ponte de diodos para obter o controle de onda completa, observe o circuito da **figura 15**.

O princípio de operação deste circuito é exatamente o mesmo do bloco anterior, com a diferença apenas de que a faixa de controle será próxima de 0 a 100%.

Tanto este circuito como o anterior podem operar na rede de 110 V como 220 V, havendo apenas necessidade de se encontrar o valor ideal de C1 para a faixa ideal de controle. f



LITERATURA TÉCNICA

Que não pode faltar em sua biblioteca



Segurança de Redes em Ambientes Cooperativos

A segurança da informação possui influência cada vez maior no sucesso dos negócios. Para aplicar a melhor estratégia de defesa, é preciso conhecer os principais riscos e ataques realizados por hackers, além de entender os principais conceitos de segurança e tecnologias, mecanismos e protocolos disponíveis para a proteção.

R$ 81,00

LANÇAMENTO



Como Construir um Compilador Utilizando Ferramentas Java
Autor: Márcio Eduardo Delamaro

R$ 69,00



SQL - Curso Prático
Autor:
Celso Henrique Poderoso de Oliveira

R$ 42,00



Java Guia do Programador
Autor: Peter Jandl Junior

R$ 119,00



UML - Uma Abordagem Prática
Autor: Gilleanes T. A. Guedes

R$ 69,00



Reading on Info Tech – 2ª edição
Autor: Demóstene Marinotto

R$ 39,00



Programando em C++
Autor: Joel Saade

R$ 79,00



Manutenção de micros na prática
Autor: Laércio Vasconcelos

R$ 99,00



Montagem e Configuração de Micros
Autor:
Laércio Vasconcelos

R$ 39,00



Aprenda ASP.NET AJAX em 15 Passos
Autor: Roque Fernando Marcos Sousa

R$ 53,10



CorelDRAW X3 - Interagindo com as Ferramentas
Autor:
Carlos Alberto Garcia

R$ 74,70



Informação em Marketing
Autor: Alexandre Luzzi e Maria Tereza Garcia

R$ 63,00



Web Interativa com Ajax e PHP
Autor: Juliano Niederauer

R$ 62,00

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

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