www.mecatronicafacil.com.br

Ano 6 - nº41 - R$ 6,50

MECATRÔNICA FÁCIL

Relé Eletrônico Multi-uso

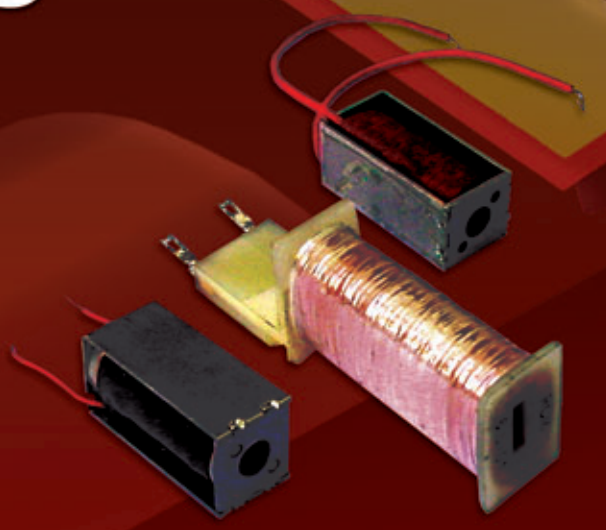
Monte um módulo capaz de operar correntes até 1000 vezes mais fracas que a nominal

Controle de Motores CC

Confira como controlar motores de corrente contínua em usos mecatrônicos

Sensor de Inclinação

Soluções para monitorar inclinações e posições de robôs e braços mecânicos



Tranformadores, Relés e Solenóides

Conheça o funcionamento, testes e aplicações desses componentes

Sinalizador de FM

Faça um transmissor emissor de bips hábil a ser captado por receptores FM de freqüências livres

ISSN 1676-0980

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

Conselho Editorial
Luiz Henrique C. Bernardes,
Newton C. Braga

Auxiliar de Redação
Erika M. Yamashita

Produção
Diego M. Gomes

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni

Publicidade
Carla de Castro Assis,
Ricardo Nunes Souza

PARA ANUNCIAR: (11)2095-5339
publicidade@editorasaber.com.br

Colaboradores
Jeff Eckert, Newton C. Braga

Capa
Arquivo Editora Saber

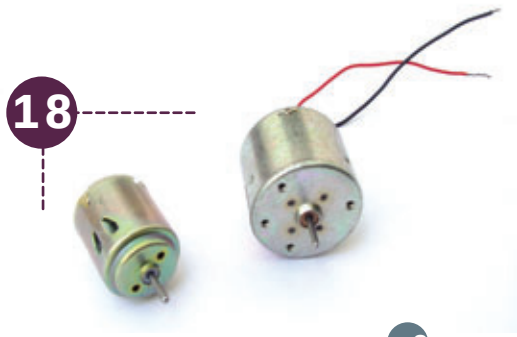
ASSINATURAS
www.mecatronicafacil.com.br
Fone: (11) 2095-5335/Fax: (11) 2098-3366
Atendimento das 8:30 às 17:30 h

Associado da:

ANER
www.aner.org.br
Associação Nacional dos Editores de Revistas

anatec
www.anatec.org.br
Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.





Notícias 2

Robonews 6

Sensor de Inclinação 9
Veja como monitor a posição de veículos ou peças mecânicas na vertical

Tranformadores, relés e solenóides 13
Especificações, teste e uso dos transformadores, relés e solenóides

Controle de Motores CC 18
Com uma simples configuração, veja como controlar motores de corrente contínua

Relé Eletrônico Multi-uso 21
Montagem e utilização de um módulo que emprega relé comum e circuito eletrônico

Sinalizador de FM 26
Transmissor emissor ideal para localização e monitoração de objetos

Efeitos especiais com Leds 24
Faça um montagem com leds que piscam aleatoriamente

Pescaria Eletromagnética 29
Confira como implementar eletromagnetismo em suas aulas através de uma montagem simples

Aplicações básicas para TRIACs 32
Neste artigo mostramos aplicações básicas, incluindo a relé de estado sólido

Aeronaves Disputam Premiação em São José dos Campos



Competição de engenharia conta com 77 equipes inscritas, entre mexicanos, brasileiros e venezuelanos.

Em sua décima edição, o desafio SAE AeroDesign será realizado entre os dias 17 e 19 de outubro no Centro Técnico Aeroespacial, em São José dos Campos (SP). No total, a competição conta com 77 equipes inscritas - 67 brasileiras, oito venezuelanas e duas mexicanas - que representam 57 instituições de ensino superior.

Entre os participantes está a equipe do Estado do Pará, conhecida como Uirapura. O projeto pesa 3,4 kg e tem capacidade de transportar 3,5 kg de carga. “Desenvolvemos um avião básico para participar de todas as etapas da competição e, assim, ver o projeto ganhar êxito”, explica a capitã da equipe, Ariely Pereira. Os integrantes da Uirapura iniciaram seus testes no mês de agosto e irão competir na classificação Regular.

O evento, organizado pela SAE BRASIL, conta com as categorias “Classe Regular” e “Classe Aberta”. Na primeira, os aviões são monomotores com cilindrada padronizada em 10 cc. O regulamento impõe restrições geométricas que estabelecem as dimensões máximas das aeronaves, que devem ser capazes de decolar em uma distância máxima delimitada, de 30,5 ou 61 m. Já a Classe Aberta não impõe tantas restrições, desde que a soma das cilindradas não ultrapasse 14,9 cc. Nesta categoria, a distância máxima de decolagem é de 61 m sendo que os estudantes de pós-graduação também podem competir.

Ao final da SAE AeroDesign, as melhores pontuações ganharão direito a representar o Brasil na SAE Aerodesign East Competition 2009, nos Estados Unidos.

Mais informações

SAE Brasil
www.saebrasil.org.br



Brasileiro é segundo colocado no desafio RoboChamps

Próxima etapa da competição de robótica simulada será a eliminação por sumô

O professor do Departamento de Sistemas e Controle do Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA, Jackson Matsuura, conquistou o segundo lugar no primeiro desafio da liga de Robótica Simulada Internacional RoboChamps, promovido pela Microsoft. A eliminatória aconteceu entre os dias 21 de abril e 24 de junho, na área de simulação da ferramenta. Para os interessados, o RoboChamps é aberto a todos amantes da robótica e baseia-se no Microsoft Robotics Developer Studio (MSRDS).

Na primeira jornada lançada, os participantes tiveram que navegar os robôs em um labirinto cheio de armadilhas. De acordo com os organizadores do evento, cerca de 6,5 mil pessoas de 77 países chegaram a fazer o download da plataforma para participar, mas apenas o brasileiro e o americano Dave Sprague, primeiro colocado, foram capazes de navegar satisfatoriamente o robô para fora do labirinto. Dave Sprague recebeu como prêmio um modelo CoreWare Corobot, no valor aproximado de U$ 3,2 mil, e Jackson Matsuura um Boe-Bot Kit, que custa cerca de U$ 210.

A próxima etapa do RoboChamps será a eliminação por sumô. Para participar, basta baixar o Microsoft Robotics Developer Studio. Entre as outras eliminatórias estão previstas a exploração do planeta Marte com um rover, programar um carro que navegue automaticamante em uma cidade composta por semáforos e tráfego, além de realizar uma missão de salvamento em um ambiente urbano após um terremoto.

A final desta competição acontecerá em Los Angeles, entre os dias 27 e 30 de outubro, durante a Microsoft's Professional Developers Conference (PDC).

FEI lança curso de Engenharia de Automação e Controle

Inscrições para o próximo ano podem ser feitas até 4 de novembro

O Centro Universitário da FEI (Fundação Educacional Inaciana) lança o curso de graduação Engenharia de Automação e Controle. A inscrição, para o total de 72 vagas, pode ser feita pela a internet, com uma taxa de R$ 50, ou nas secretarias dos campus São Bernardo do Campo e Liberdade, por R$ 60.

As aulas contarão com laboratórios de mecânica, produção, computação e eletrônica, dotados de equipamentos, como robôs industriais, para auxiliar no desenvolvimento de pesquisas e projetos.

A FEI, que já detém cursos de Engenharia Mecânica, Engenharia Eletrônica, Ciência da Computação e Engenharia de Produção, aposta em mais uma necessidade do mercado de trabalho. "O aluno ficará mais tempo com projetos do que em sala de aula e isso contribuirá para um profissional autônomo", afirma o coordenador do curso de Engenharia de Automação e Controle da FEI, Renato Giacomini.

O mercado de trabalho para o setor de Automação e Controle é vasto e conta com o setor automobilístico, TI - Tecnologia da informação, embalagens, indústria petroquímica e química. O engenheiro do ramo é capacitado a projetar e operar equipamentos para processos de indústrias.

Os profissionais desta área são responsáveis pela programação de máquinas, adaptação de softwares aos processos industriais, aplicação de sistemas mecatrônicos, automotivos e também desenvolvimento de robôs para aplicações domésticas e industriais.

Siemens e Senai ministram Curso de Automação

Parceria acontece em Joinville, Blumenau, Chapecó e Caçador

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Santa Catarina - SENAI - e a empresa Siemens promovem curso de "Sistemas de Automação de pequeno porte - Simatic S7 – 200". O curso acontece entre 9 de setembro e 4 de dezembro e percorre as cidades de Joinville, Blumenau, Chapecó e Caçador.

Aos participantes é uma oportunidade de atualizar conhecimentos em sistemas de automação industrial adotados pela indústria, além de atualização tecnológica e curricular. A carga horária é de 24 horas e conta em seu conteúdo programático com os conceitos básicos de CLP, Overview do CLP SIMATIC S7-200, Software de programação STEP 7 - Micro/WIN, como editar elementos de um programa, sistemas numéricos e tipos de dados , subrotinas, função Data Log e muito mais.

O curso será aberto a todos interessados, tendo como pré-requisito conhecimentos básicos de eletricidade e lógica de comando elétrico; sendo voltado aos usuários que atuam em projetos e services de equipamentos.

Mais informações

SENAI SC
www.sc.senai.br

Estão abertas as etapas da competição internacional de Robótica "Elevation"

Alunos do Eniac seguem para o Rio Grande do Sul para participar da competição regional

A equipe Eniac Challengers, do colégio Eniac de Guarulhos, compete entre os dias 30 e 31 de outubro a fase reginal da competição de robótica VEX Robotics Competition: Elevation, em Novo Hamburgo, RS.

O grupo já é vice-campeão mundial e pretende estar entre os seis representates do Brasil para a final, que acontecem nos Estados Unidos. O Eniac Challengers é formado por 17 estudantes do Ensino Médio. Os integrantes da equipe desenvolveram o robô a partir do kit básico entregue na inscrição do campeonato e pretendem fazer uma montagem diferente do robô Porco Espinho, com o qual disputaram na final da Vex Robotics World Championship, na Universidade Estadual da California, nos Estados Unidos.

O campeonato mundial de robótica Elevation é promovido pela organização VEX e, no Brasil, pela empresa Index, O objetivo é qualificar os estudantes a trabalharem com o sistema de robótica VEX e promover o aprendizado em áreas como ciências, tecnologia, engenharia e matemática. Já o desafio é fazer os robôs, preparados pelos próprios alunos, encaixarem bóias em hastes verticais em um suporte metálico, chamado rack.

As provas finais acontecem nos dias 30 de abril a 02 de maio de 2009, no Dallas Convention Center, no Texas. Esse evento contará com cerca de 100 equipes participantes, selecionadas ao longo das competições 'VEX Robotics' que acontecerão em diversas cidades durante outubro de 2008 a abril de 2009.

Mais informações

VEX Robotics
www.vexrobotics.com



National Instruments e LEGO Education anunciam nova plataforma de robótica

LEGO Education WeDo' utiliza software de projeto gráfico NI LabVIEW e estará disponível no início de 2009

A National Instruments e a LEGO Education anunciam parceria na área de robótica educacional com o desenvolvimento do *LEGO Education WeDo*. A plataforma de robótica utiliza tecnologia de software de projeto gráfico NI LabVIEW, da National Instruments, sendo um ambiente de desenvolvimento baseado em ícones que utiliza o método "Arrastar e Soltar".

Com o WeDo, os estudantes aprendem habilidades básicas de programação e projetam aplicações em robótica. "Combinando a interface intuitiva e interativa do software WeDo da LEGO com a experiência física de construir modelos a partir dos blocos, podemos fazer uma ponte entre os mundos físico e virtual para oferecer a experiência prática mais recente, unida à experiência de aprendizagem e exercício mental" afirma o presidente da LEGO Education no Brasil, Marcos Wesley.

A plataforma encoraja os professores a utilizar programas de ensino baseados em desafios que os estudantes devem resolver. Os alunos de países em desenvolvimento também poderão operar o software em computadores pessoais de baixo custo, tais como "One Laptop per Child XO", executando o Linux®OS, e "Intel Classmate PC", com o Windows XP. Além disso, o WeDo funciona em qualquer PC que trabalhe com Windows XP ou Windows Vista (32 bits) e Apple Macintosh 10.5.

Mais informações

National Instruments
www.ni.com/wedo

Importante

Para os interessados o LEGO Education WeDo estará disponível em Janeiro de 2009.

Robonews

Jeef Eckert



Robô Redondo

O robô normal, pode andar a esmo até cair e então alguém o levantar. Mas, sendo redondo e sem nenhum lugar externo para pegar, o Groundbot (TM) da Rotundus **(www.rotundus.se)** está sempre de cabeça para cima. Ele também pode se mover na neve ou na areia sem ter problemas e sendo hermeticamente fechado, é a prova do tempo. Ele pode sobreviver a quedas de até 3 m.

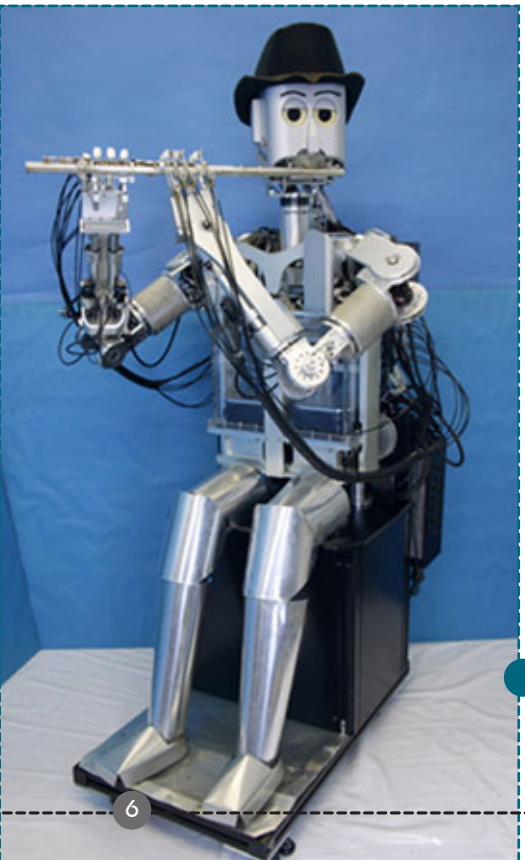
Originalmente projetado para explorar a superfície de Mercúrio, o Groundbot foi modificado para tarefas terrestres como a patrulha de áreas extensas, monitoramento de gases explosivos, e inspeção remota. Ele pode ser equipado com quatro câmeras (até 360º de campo de visão), diversos sensores, sistemas de visão noturna, microfones e alto-falantes. Provavelmente o principal destaque é o mecanismo de movimento, que se baseia na gravidade. Um pêndulo controlado é levado para perto do chão quando o robô está parado. Levantando-se o pêndulo, ele pode se movimentar em qualquer direção. Isso produz velocidades de até 10 km/s e a habilidade de enfrentar inclinações de até 20º.

Caso você esteja interessado em detalhes, o Groundbot tem 0,6 m de diâmetro, pesa 25 kg e normalmente roda de seis a oito horas sem recarga. Sua faixa de temperaturas de operação é de -30º a +40º C.



O robô móvel Groundbot para tarefas seguras. Cortesia Rotundus

Robô toca Flauta



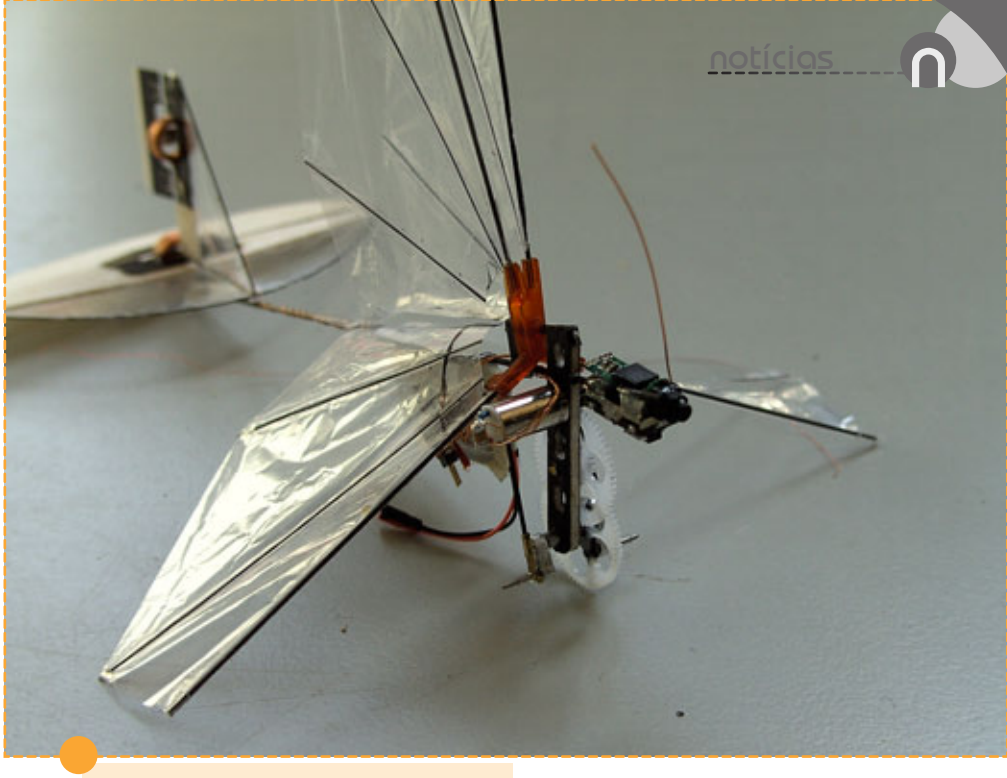
O Robô Flautista Waseda, No 4 vs

Para provar que nenhuma idéia é idiota quando se trata de obter fundos do governo, o Robô Flautista Antropomorfo, criado por Atsuo Takanishi na Universidade Waseda **(www.waseda.jp)**, está agora na sua quarta encarnação completando 18 anos de existência. O Modelo WF-4RIV (Waseda Flautista No 4 – Refined IV) tem 41 graus de liberdade e possui a "performance melhorada com mais notas naturais e transições mais suaves entre as notas".

Especificamente, os mecanismos de lábios e língua foram redesenhados para se assemelharem mais aos órgãos humanos correspondentes. E é claro, ele tem racionalizações acadêmicas. "Clarificando o controle motor humano enquanto toca flauta de um ponto de vista da engenharia... Possibilitando a comunicação com humanos num nível emocional de percepção... Propondo novas aplicações para robôs humanóides" e assim por diante. Mas imagine gastar 18 anos de sua vida nesta coisa... Para obter uma demonstração, acesse o Youtube em: **www.youtube.com/watch?v=lYDW2A5-Cbw**.

Também foi informado que está sendo iniciado o trabalho numa versão que toca saxofone, mas talvez somente para 2026 Takanishi vai aparecer com algo tão divertido, como por exemplo o Welte Orchestrion, originalmente apresentado em 1862, pesando 1500 libras, operando com rolos de música e alimentando perto de 50 tubos, baixos, tambores e triângulo. Para ouvir um, visite: **www.asapackermansion.com/orchestrion.html**.

Dragonfly V. 3



O DelFly Micro MAV. Cortesia da Delft U

Em julho, a Universidade Delft de Tecnologia (**www.tudelft.nl**) apresentou a terceira versão do sua mosca dragão (dragonfly) artificial, a DelFly Micro, um veículo aéreo miniaturizado (MAV). Pesando apenas 3 g e com uma envergadura de 10 cm, ele voa batendo asas como um inseto.

O dispositivo controlado remotamente é indicado para ser usado em vôos de observação em áreas perigosas ou difíceis de acessar, podendo também ser equipado com uma câmera miniatura de apenas 0,5 g que transmite imagens com qualidade de TV para uma estação terrestre.

Considerando que ele pode voar por aproximadamente 3 m (a 5 m/s), obviamente ainda não está pronto para a produção comercial. Mas o Micro é apenas um passo para o planejado DelFly Nano de 5 cm e pesando 1 g, que poderá se mover de forma independente utilizando software de reconhecimento de imagem, explorando como um beija-flor, ou mesmo voando para trás.

Salvo pelo Urso

Na outra extremidade do espectro de utilidades está o Robô Assistente Extração de Campo de Batalha (BEAR) desenvolvido pela Vecna Technologies **(www.vecna.com),** uma empresa criada em 1998 e operada pelos alunos do MIT, Harvard, Stanford, Yale, Princenton, Berkeley, CMU e outras instituições. Ainda no estágio de protótipo, ele é descrito como o casamento de três elementos: um corpo superior hidráulico potente, uma plataforma ágil de movimento com diferentes conjuntos de pernas e percepção dinâmica de equilíbrio (DBB).

DDB é como o robô equilibra-se nas bolas de suas ancas. De fato, o modelo é capaz de se manter de pé, balançando suas ancas e joelhos. Foi demonstrada ainda a sua habilidade para pegar um modelo humano e carregá-lo durante 50 minutos sem parar.

De acordo com a Vecna, a finalidade da cabeça de urso é confortar os soldados que podem de desligar da aparência grotesca de uma máquina.



Robô BEAR da Vecna sendo empregado no campo de batalha. Cortesia da U.S.Army

Os Veículos Elétricos estão chegando



Mais veículos elétricos, de bicicletas a caminhões estão entrando no mercado

Com a gasolina barata sendo coisa do passado, as pessoas estão pensando cada vez mais em alternativas, entre elas os veículos elétricos. Apesar deles não poderem competir ainda com os veículos de combustão interna em termos de potência, conforto e autonomia, alguns estão se tornando interessantes para o transporte local.

No nível de duas rodas está a bicicleta californiana Jackal, disponível diversos fornecedores, incluindo a **www.thunderstruck-ec.com**. Ela oferece uma performance muito melhor do que você pode esperaria. Propulsionada por um motor de 15 HP Briggs & Straton E-Tek, ela tem uma velocidade máxima de 72 km/h e uma autonomia de 32 a 40 km numa carga.

Infelizmente, ela custa US$ 3400 para o modelo standard e US$ 3700 para a versão de alta performance. Se você acha muito, deve comparar com os US$ 12500 do Xebra Truck da ZAP (para poluição zero). Este veículo de três rodas alcança 65 km/h e percorre 25 milhas com uma carga. Ele carrega duas pessoas e carga até 450 kg, e tem ainda como acessório um painel solar para carga da bateria.

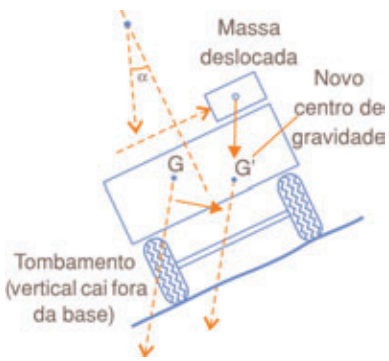
Sensor de Inclinação

Nos projetos de robótica pode ser necessário monitorar a inclinação de um robô ou mesmo a posição de um braço mecânico em relação à vertical do local. Para esta finalidade deve ser utilizado um sensor de inclinação. Existem diversas possibilidades para a implementação deste dispositivo, mas a que apresentamos neste artigo talvez seja uma das mais simples, podendo ser aproveitada inclusive com finalidades didáticas.

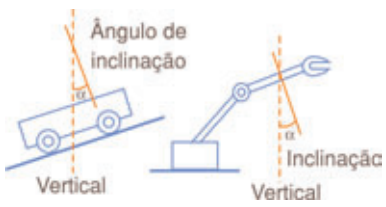
Newton C. Braga



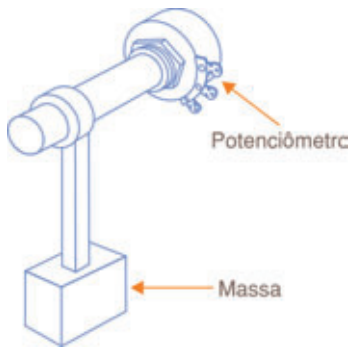
1 Sensor para o monitoramento da inclinação de um robô ou de um braço mecânico. Podemos dizer também que se trata de um "sensor de nível"



2 Deslocando-se o centro de gravidade de forma apropriada com uma massa, a partir das indicações de um sensor, é possível evitar que um robô tombe



3 Sensor de inclinação simples feito a partir de um potenciômetro rotativo comum



Para controlar efetivamente o movimento de um robô em terrenos acidentados, um sensor de inclinação é de vital importância. Este sensor pode monitorar a posição do veículo ou de uma peça mecânica em relação à vertical do local, conforme mostra a **figura 1**.

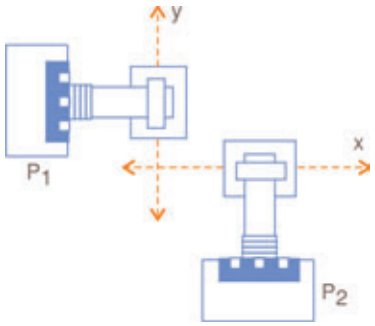
A partir do sinal obtido deste sensor é possível realimentar um circuito para modificar o torque de um motor (caso o robô deva subir uma ladeira) ou corrigir seu ponto de equilíbrio, através do deslocamento do centro de gravidade por uma massa, de modo que ele não venha a tombar, veja a **figura 2**.

Neste caso, a partir do sinal do sensor, a massa que influi na posição do centro de gravidade é movimentada de modo a eliminar o perigo de um tombamento.

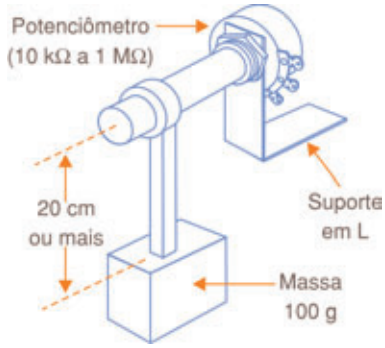
A solução que apresentamos para o sensoriamento do centro de gravidade faz uso de um potenciômetro comum. Prendendo no seu eixo um pêndulo com uma massa apropriada, o potenciômetro tem a sua resistência alterada com a posição do pêndulo que tenderá a ficar na vertical, conforme ilustra a **figura 3**.

Com dois potenciômetros, colocados em posições que façam um ângulo de 90 graus podemos detectar inclinações em dois eixos. Isso é exibido na **figura 4**, num robô que poderá detectar uma inclinação no sentido do movimento (subida ou descida) ou no sentido transversal (incli-

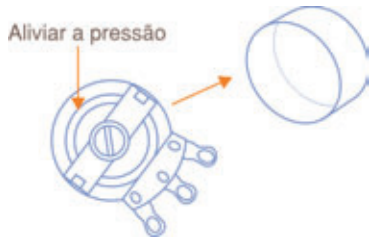
4 Dois potenciômetros em ângulo reto podem detectar inclinações em duas direções. Os sinais podem ser combinados para se obter a inclinação em qualquer direção de um plano



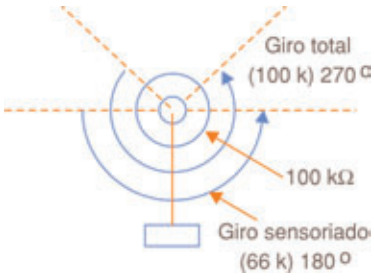
5 A montagem prática de um sensor utilizando potenciômetros lineares comuns de 10 k ohms a 1 M ohms



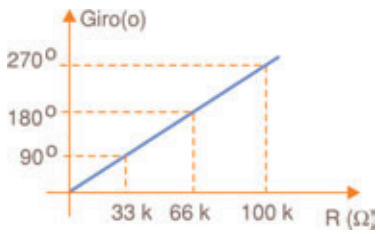
6 Aliviando a pressão do cursor do potenciômetro para obter maior sensibilidade do sensor



7 Faixa de inclinações em função da amplitude do giro do eixo do potenciômetro utilizado



8 Determinando a faixa de resistências de saída em função da inclinação para um determinado tipo de potenciômetro



nação lateral).

Para implementar este sensor, utilize um potenciômetro de 10 k ohms a 1 M ohms, do tipo linear, e um pêndulo formado por uma haste de pelo menos 20 cm com um peso de pelo menos 100 g na sua extremidade. A **figura 5** demonstra a construção deste pêndulo. O potenciômetro poderá ser preso a um suporte em L ou na própria estrutura interna do robô, devendo o montador cuidar para que exista espaço para a movimentação do pêndulo.

O potenciômetro deve ser de tipo com um deslizamento bem suave. Caso ele seja "duro", poderá ser aberto com cuidado e o cursor, que consiste num anel condutor, poderá ter sua pressão aliviada, conforme mostra a **figura 6**.

É claro que a redução da pressão não pode afetar o contato do cursor com a trilha de grafite. Assim, o ponto ideal deve ser obtido experimentalmente, e eventualmente pode-se aumentar o peso do pêndulo, se bem que isso seja crítico pois implicará também em um aumento do peso do robô.

Lembramos que este sensor funciona como uma alavanca e que, portanto, quanto maior for o comprimento do pêndulo, maior será sua sensibilidade. A faixa de resistência varrida, dependerá da amplitude maior do movimento do pêndulo, observe a **figura 7**.

Assim, no caso de um potenciômetro comum, em que a faixa de giros é de 270 graus, uma faixa de sensoriamento de 180 graus, conforme indica a **figura 8**, irá significar uma variação de resistência menor. Num potenciômetro de 100 k ohms, por exemplo, a faixa será de 66 k ohms (2/3 de 100 k).

Deve ser lembrado ainda o posicionamento do potenciômetro, de modo a termos uma resistência no centro da faixa quando o sensor estiver na posição vertical, horizontal ou que seja tomada como referência.

A Eletrônica do Sensor

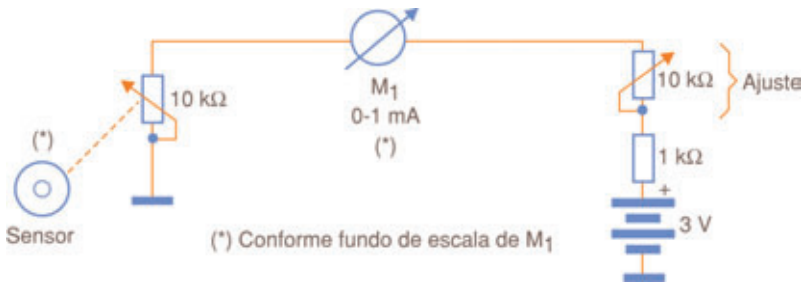
Diante de um sensor resistivo como o indicado, temos diversas possibilidades para trabalhar o sinal obtido. Partimos então dos sinais na forma analógica. Para esta finalidade, o circuito mais simples é o que faz uso de um indicador analógico (bobina móvel), que pode ser um multimetro comum, e que será ligado da forma apresentada na **figura 9**.

A corrente indicada no instrumento estará em correspondência direta com a posição do sensor. Este instrumento poderá ter uma escala diretamente graduada em termos de graus de inclinação, ou pode ser elaborada uma tabela de conversão corrente x inclinação.

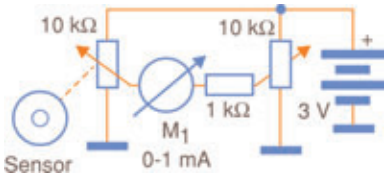
Outra possibilidade interessante é a vista na **figura 10** em que se coloca o sensor numa configuração em ponte de Wheatstone, caso em que podemos zerar a posição de equilíbrio (inclinação nula). Nesta situação, a escala do instrumento (com zero no centro) poderá ser feita em termos de graus positivos e graus negativos.

A utilização dos sinais dos sensores deste tipo, entretanto, pode justamente levar em conta o acionamento de sistemas de segurança (contra queda), booster do motor (aumentando sua força numa subida) ou ainda deslocando um centro de massa. Para fazer isso podemos contar com circuitos relativamente simples. O mais simples deles é o mostrado na **figura 11**, no qual temos o acionamento de um relé quando a inclinação atinge um certo ponto.

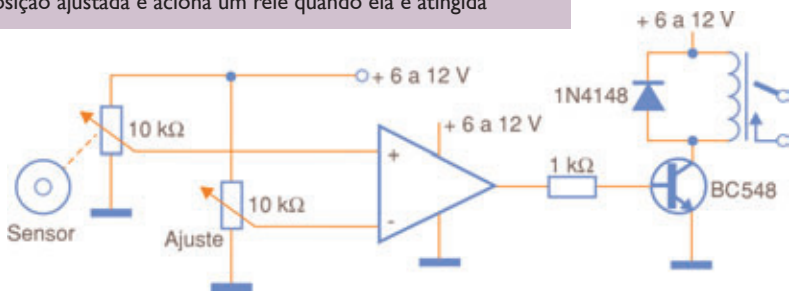
9 Circuito simples que converte os ângulos de inclinação em uma intensidade de corrente indicada pelo instrumento



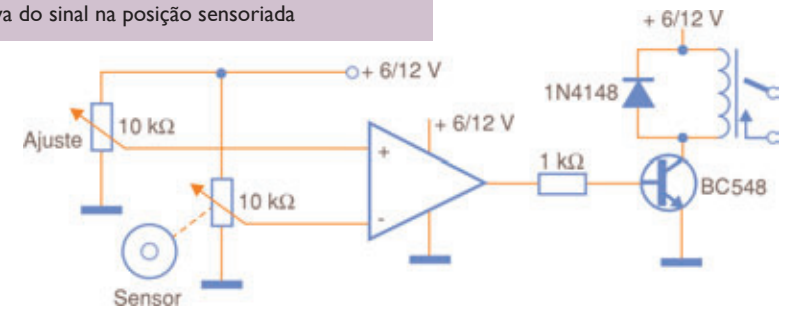
10 Circuito em ponte de Wheatstone, que permite indicações tanto de graus positivos como negativos de inclinação com um único instrumento



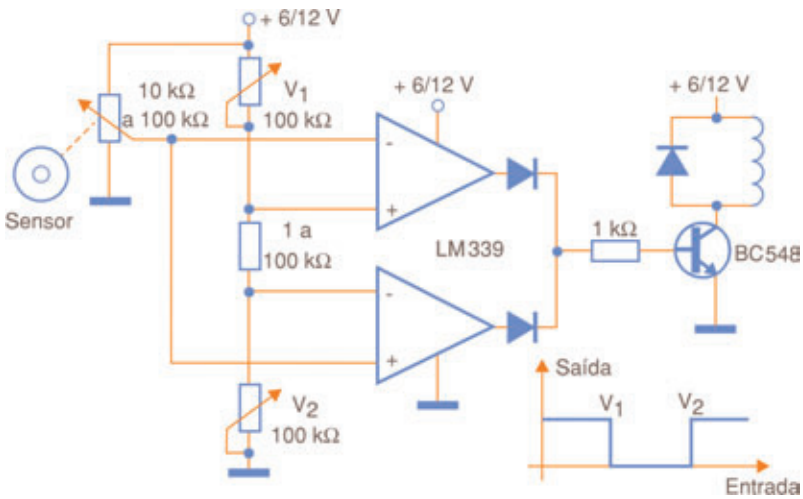
11 Circuito de acionamento de dispositivo externo que detecta a posição ajustada e aciona um relé quando ela é atingida



12 Circuito de acionamento com a transição negativa do sinal na posição sensoriada



13 Circuito sofisticado que detecta duas posições pré-ajustadas, determinando assim uma faixa de inclinações em que o sistema se mantém inativo



Usamos neste circuito um comparador de tensão, que pode ser um LM339 ou um amplificador operacional simples como o 741, onde o ponto de comutação é ajustado por um potenciômetro. A saída tanto pode ser uma tensão como também pode ativar diretamente um relé. Veja que podemos modificar o circuito para que o relé seja acionado na transição negativa do sistema, conforme ilustra a **figura 12**.

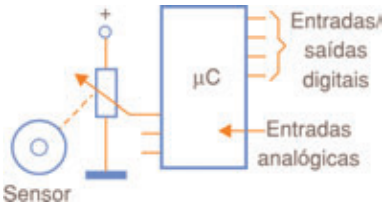
Uma opção muito interessante para um controle mais crítico é a que faz uso de um comparador de janela, desenhado de forma completa na **figura 13**.

Neste circuito, determina-se uma janela de posições em que o circuito permanece inativo, ou seja, nada acontece. No entanto, se o sensor se inclinar num sentido ou em outro (inclinação positiva ou negativa) ajustam-se em dois potenciômetros os pontos em que o circuito dispara, acionando um relé.

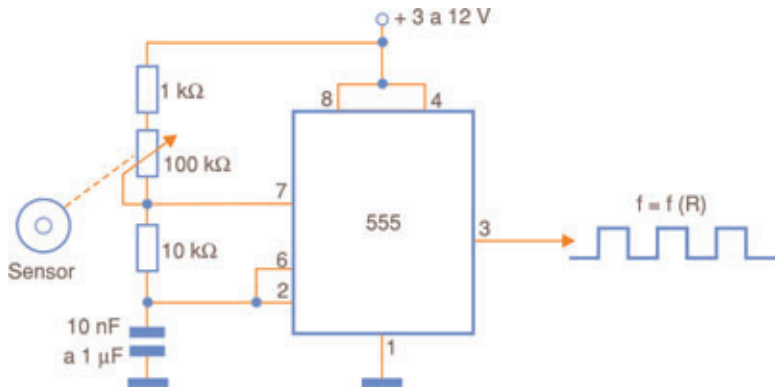
Contudo, os sinais analógicos não podem ser transmitidos facilmente para uma central de controle a não ser por fios. Para a transição dos sinais para uma central remota ou ainda para que a informação obtida seja processada por um microcontrolador, DSP ou microprocessador, os sinais obtidos devem ser convertidos para a forma digital. A maneira mais simples é a que utiliza as entradas analógicas que muitos microcontroladores possuem ou ainda por um conversor A/D, conforme exibe a **figura 14**.

Mas, se o leitor deseja uma solução mais simples, poderá usar um conversor resistência/freqüência baseado num oscilador controlado por tensão, veja na **figura 15**.

14 Utilizando a entrada analógica de um microcontrolador para detectar a posição do sensor



15 O sinal deste oscilador pode modular um transmissor e assim ser transmitido para uma estação remota de sensoriamento ou controle



Neste circuito, a freqüência de saída do oscilador está diretamente ligada à inclinação do sensor. Com o emprego de um freqüencímetro no receptor pode-se ter uma indicação remota da posição de um sensor de inclinação. Evidentemente, a pré-calibração para se obter uma tabela deve ser feita.

Em uma aplicação mais sofisticada pode-se utilizar um microcontrolador já programado para converter uma entrada de freqüência diretamente em inclinação e, mais que isso, pode-se multiplexar o sinal para que o sensoriamento de diversos sensores seja feito ao mesmo tempo. Os sinais processados também podem ser utilizados para a realização de ações que corrijam a inclinação, aumentem a potência de um motor, acionem um sistema de feios e muito mais.

Conclusão

Observe que o uso de soluções simples pode incrementar bastante um projeto de mecatrônica. Tudo depende da maneira como essa solução é implementada e dos circuitos que processam os seus sinais. O que vimos neste artigo foram algumas soluções para os que gostam de fazer suas montagens mecatrônicas e nem sempre podem contar com sensores sofisticados ou configurações mais complexas.

f



Conheça os transformadores, relés e solenóides

Newton C. Braga



Neste artigo abordaremos o modo de funcionamento, especificações, teste e uso dos transformadores, relés e solenóides. Nos projetos de mecatrônica esses componentes ocupam lugar de destaque, o que leva a necessidade de conhecê-los de forma mais profunda.

Os transformadores

Os transformadores são componentes formados por dois ou mais enrolamentos que possuem um núcleo em comum de modo que a corrente que circula por um deles possa induzir uma corrente no outro. Nessa indução a corrente tem suas características alteradas.

Assim, se tivermos um transformador com um enrolamento denominado primário, com 1000 espiras de fio, e aplicarmos 100 Volts, se o secundário tiver 100 espiras, obteremos 10 V e, se tiver 10 000 espiras, obteremos 1 000 V. A **figura 1** mostra o que ocorre.

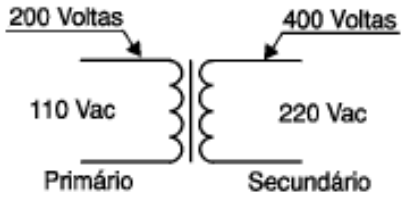
Os transformadores são utilizados para alterar as correntes e tensões em um circuito. Observe entretanto que eles não podem criar energia.

Dessa maneira, o que ganhamos em volts (V), perdemos em ampères (A), pois o produto é a potência (W) que não pode ser alterada.

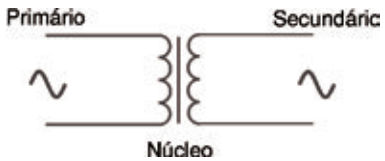
Um transformador nunca pode ser usado para aumentar ao mesmo tempo a corrente e a tensão!

Os transformadores só podem operar com sinais alternados, que tanto podem ser de baixa freqüência (como a tensão da rede de energia), como de altas freqüências (como por exemplo em fontes especiais chaveadas que operam entre 50 kHz e 500 kHz) ou ainda sinais de RF acima de 100 kHz em circuitos de diversos tipos. Veja na **figura 2** o princípio de funcionamento do transformador.

1 A relação entre espiras determina a alteração da tensão



2 Transformador comum

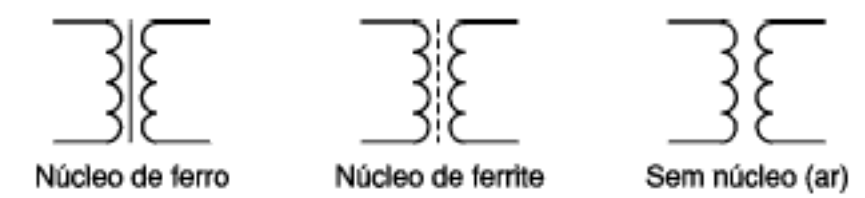


As bobinas que formam um transformador podem ser enroladas em diversos tipos de núcleos, dependendo da aplicação. Os núcleos de lâminas de ferro servem apenas para transformadores de baixas freqüências. Já os tipos de ferrite e pó de ferro servem para altas freqüências, e em alguns casos pode-se possuir até transformadores sem núcleo (núcleo de ar).

Símbolos e tipos

Os traços entre as bobinas indicam o tipo de núcleo utilizado. Na **figura 3** ilustramos os símbolos adotados para representar os transformador

3 Símbolos adotados para representar um transformador



Especificações

As especificações dos transformadores dependem da sua aplicação, ou seja, do tipo de sinal com que trabalham.

Podemos fazer a seguinte divisão:

a) **Transformadores usados em fontes:** Transformadores de alimentação. Recebem a energia da rede e a alteram para alimentar os circuitos eletrônicos. As principais características são:
- Tensão do primário - é a tensão que deve ser aplicada na entrada ou enrolamento primário para ter o funcionamento normal do transformador.
- Tensão do secundário - é a tensão que obtemos no enrolamento secundário quando aplica-se no primário a tensão de primário.
- Corrente máxima de secundário - é a corrente máxima que podemos obter no secundário do transformador. Multiplicando-se a corrente de secundário pela tensão de secundário obtemos a potência do transformador.
- Tipo de núcleo que pode ser de ferro laminado ou toroidal.

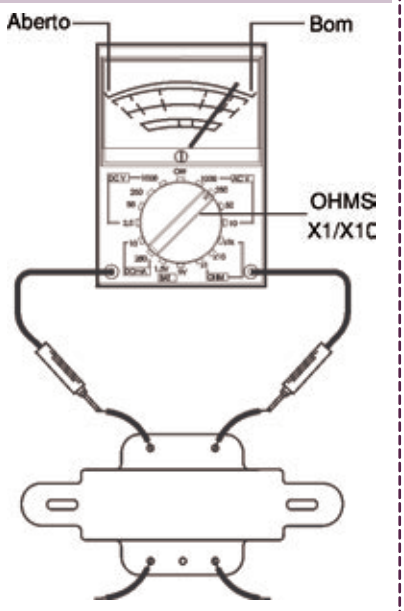
b) **Transformadores de RF:** São aplicados em circuitos de altas freqüências. As principais especificações são:
- Número de voltas dos enrolamentos e tipo de fio utilizado
- Diâmetro da forma
- Tipo de núcleo a ser utilizado e suas dimensões

Onde são usados

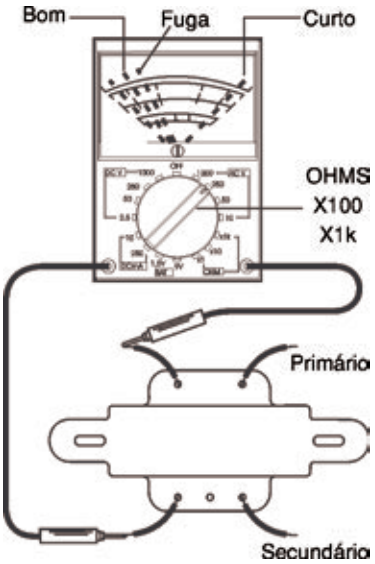
Os transformadores (de força ou alimentação) são encontrados na entrada de equipamentos eletrônicos que funcionam com a energia da rede local e que precisam de tensão mais baixa para funcionar. Como exemplo, citamos os eliminadores de pilhas, fontes, e muitos eletroeletrônicos de uso comum.

Os transformadores de baixa freqüência também podem ser encontrados dentro dos circuitos como amplificadores para modificar as características de sinais, além de outras funções. Já os de alta freqüência podem ser encontrados dentro de equipamentos como computadores, eletrodomésticos, monitores de vídeo para transformar tensões e sinais.

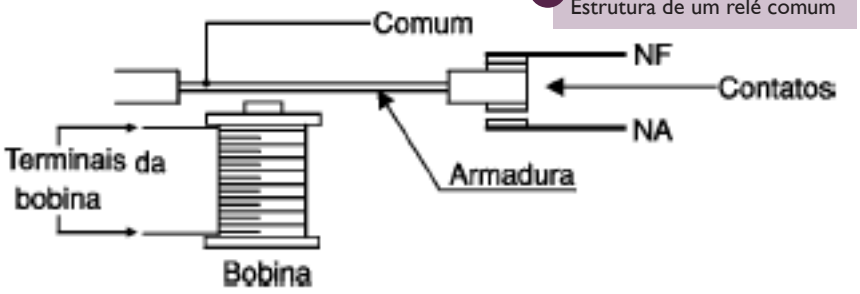
4 Testando a continuidade do enrolamento de um transformador



5 Testando o isolamento entre enrolamentos



6 Estrutura de um relé comum



Como testar

O teste mais simples de um transformador consiste em verificar se suas bobinas apresentam continuidade. Elas devem mostrar uma resistência baixa, que pode variar entre poucos ohms a no máximo algumas centenas de ohms.

Se tiverem resistências muito altas pode significar que estão interrompidas. Este teste não revela se elas possuem espiras em curto. Na **figura 4** mostramos como fazer o teste de continuidade das bobinas.

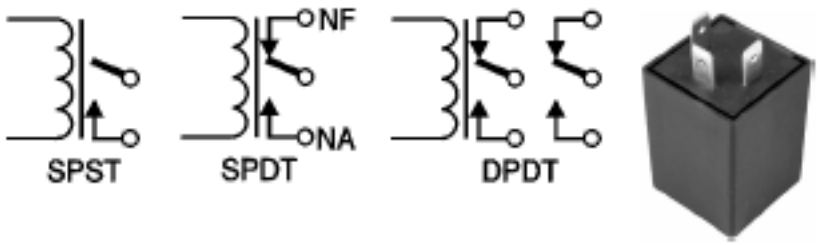
O outro teste consiste em saber se os dois enrolamentos de um transformador estão isolados. Entre eles deve haver uma resistência muito alta, acima de 100 000 ohms, exceto para os tipos denominados: "autotransformadores" que possuem ligação comum entre primário e secundário. Na **figura 5** mostramos como isso deve ser feito.

Os relés

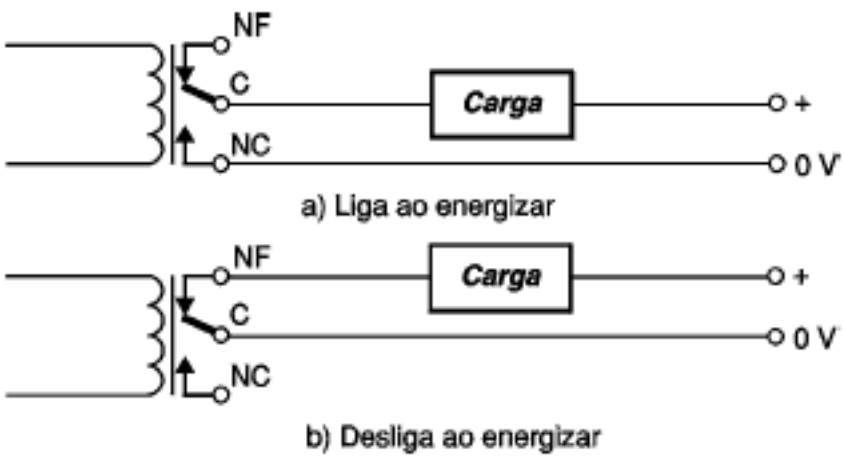
Os relés são chaves eletromagnéticas. Eles são formados por uma bobina e um conjunto de contatos que pode ser acionados pela ação do campo magnético criado por esta bobina.

Aplicando-se uma tensão na bobina ela atrairá a armadura, que é uma peça ferrosa presa aos contatos de modo que eles se movimentam, comutando assim a corrente de um circuito externo. Veja na **figura 6** a estrutura simplificada de um relé comum.

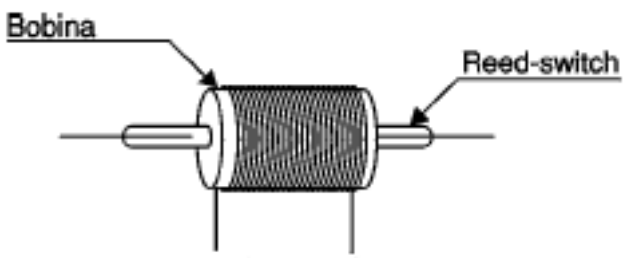
7 Símbolos usados para representar relés



8 Utilização dos contatos NA e NF de um relé



9 Um reed-relé



Os relés são usados para controlar circuitos a partir de correntes fracas ou de forma isolada. Podemos aplicar uma baixa tensão a uma bobina de relé para controlar um circuito de alta corrente que seja ligados aos seus contatos. A principal vantagem do seu uso está no fato de que o circuito controlado fica completamente isolado do circuito que o controla.

Eles podem ser encontrados em uma infinidade de tipos e tamanhos, conforme as características de suas bobinas, quantidade de contatos e intensidade da corrente que podem controlar.

Nos tipos comuns, para se obter grande sensibilidade, as bobinas são formadas por milhares de espiras de fios muito finos.

Símbolos e Aspectos

Na **figura 7** mostramos os símbolos adotados para representar diversos tipos de relés, assim como os aspectos mais comuns destes componentes.

Observe na ilustração que os contatos podem possuir as mesmas funções das chaves. Podemos ter relés com contatos simples, reversíveis e reversíveis duplos.

Existem relés que apresentam até 4 ou 6 conjuntos de contatos, dependendo da aplicação.

Um ponto importante a ser observado quanto ao uso dos relés é que nos tipos de contatos reversíveis temos as funções NA (Normalmente Aberto) e NF (Normalmente Fechado).

Quando ligamos alguma coisa entre os contatos NA e C (comum) o dispositivo controlado é alimentado quando a bobina do relé é energizada.

Por outro lado, quando ligamos alguma coisa (carga) entre NF e C, a carga externa é desligada quando o relé é energizado. Confira na **figura 8** o uso do relé de acordo com os contatos que são ligados.

Na **figura 9** temos outro tipo importante do relé que é o reed-relé. Este componente é formado por um interruptor de lâminas (reed switch) em torno do qual é enrolada uma bobina. Quando a bobina é energizada o campo magnético criado atua sobre o interruptor fazendo-o fechar seus contatos.

Especificações

Ao trabalhar com relés devemos atentar a três principais especificações:

a) **Bobina:** A bobina pode ser especificada pela tensão e corrente de operação ou ainda pela tensão e pela resistência. Conhecendo duas dessas grandezas a terceira poderá ser calculada facilmente pela lei de ohm. Por exemplo, um relé de 12 V x 50 mA tem uma resistência de bobina de 240 ohms.

R = 12 / 0,05 = 240 ohms

b) Especificações dos contatos: Precisamos saber qual é a corrente máxima que os contatos podem controlar. Uma corrente excessiva pode causar seu desgaste prematuro ou ainda sua queima.

c) Configurações dos contatos: Conforme observamos, os contatos dos relés podem ser simples mas também podem ser reversíveis duplos, triplos etc. Esta especificação é importante para o uso do relé, principalmente quando todos os elementos dos contatos são utilizados.

Onde são encontrados

Os relés são encontrados em uma infinidade de aplicações ligadas à rede de energia e sistemas de controle. Em geral são usados por circuitos que controlam cargas de potência a partir de sinais.

Por exemplo, timers acionam relés que ligam e desligam os aparelhos controlados. Controles remotos de robôs e outros dispositivos fazem uso de relés que são acionados pelos circuitos eletrônicos para ativar e desativar os motores. Pequenos relés podem ainda ser encontrados dentro de equipamentos para controlar circuitos que devem ser mantidos isolados uns dos outros.

Como Testar

Para saber se um relé está em boas condições é preciso fazer dois testes:

a) Teste da bobina: Para testar as bobinas basta verificar sua continuidade, o que pode ser conseguido por um multímetro na escala apropriada de resistências. Relés comuns têm resistências que variam entre alguns ohms a mais de 5 000 ohms conforme a tensão, sensibilidade e tipo. O teste de continuidade não revela se a bobina tem espiras em curto. Veja na figura 10 como fazer este teste.

b) Teste dos contatos: Basta medir as resistências dos contatos quando o relé está ativado e quando não está levar em conta a função (NA e NF). Um relé em bom estado deve possuir resistência nula entre os contatos quando estão fechados e infinita quando estão abertos.

Os solenóides

Os solenóides são formados por uma bobina dentro da qual pode deslizar um núcleo de material ferroso. Quando uma corrente percorre a bobina o campo magnético criado puxa o núcleo para dentro com força.

Esta força pode ser usada para acionar os mais diversos dispositivos, como por exemplo abrir e fechar uma válvula, mudar um robô de direção , acionar uma alavanca, abrir a fechadura de um portão ou ainda acionar uma armadilha.

Os solenóides podem ser encontrados em diversos formatos e tamanhos dependendo da força que devem exercer, tensão de alimentação e função na qual serão utilizados.

Existem solenóides que podem possuir sistemas de retorno com molas ou ainda recursos que permitem obter movimentos rotatórios, como os mostrados na **figura 11**.

Símbolo e aspectos

Confira na **figura 12** o símbolo adotado para representar o solenóide e os aspectos mais comuns para esse componente.

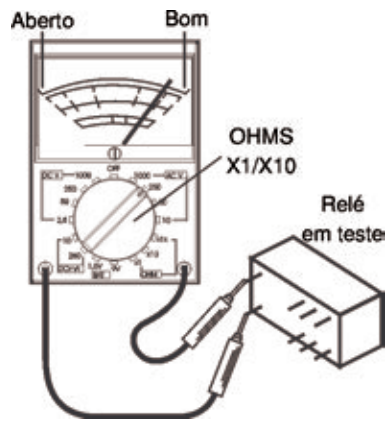
Os pequenos solenóides encontrados nos equipamentos eletrônicos são formados por milhares de espiras de fios esmaltados muito finos.

Um sistema de molas permite que o núcleo volte a posição original quando a bobina deixa de ser energizada.

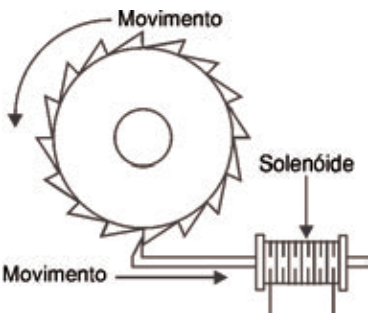
Especificações

A principal especificação de um solenóide é a tensão que deve ser aplicada nos seus terminais para que ele seja acionado. Em função dessa tensão temos a corrente drenada, a

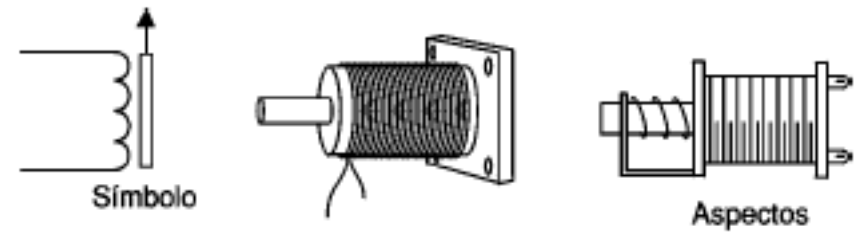
10 Testando a bobina de um relé



11 Estrutura de um solenóide rotativo



12 Símbolos e aspectos dos solenóides comuns



qual depende da resistência apresentada e força que deve exercer.

Os solenóides encontrados nos equipamentos eletrônicos podem ser tanto acionados pela tensão AC da rede de energia como tensões DC na faixa de 3 a 48 V . As correntes podem variar entre alguns miliampères até diversos ampères. Uma outra especificação importante em algumas aplicações é a força que ele exerce quando energizado.

Onde são encontrados

O leitor vai encontrar uma infinidade de solenóides não só em equipamentos eletrônicos mas em muitos equipamentos elétricos como máquinas de lavar e portões elétricos.

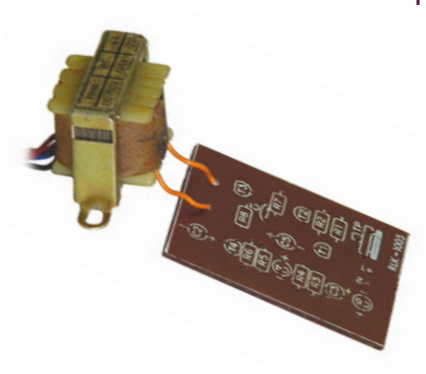
Nos equipamentos eletrônicos pequenos solenóides são utilizados para movimentar partes móveis de equipamentos como VCRs, DVDs, toca-fitas etc. Os solenóides encontrados nos equipamentos eletrônicos são pequenos e delicados sendo alimentados por circuitos eletrônicos com transistores e circuitos integrados.

Como testar

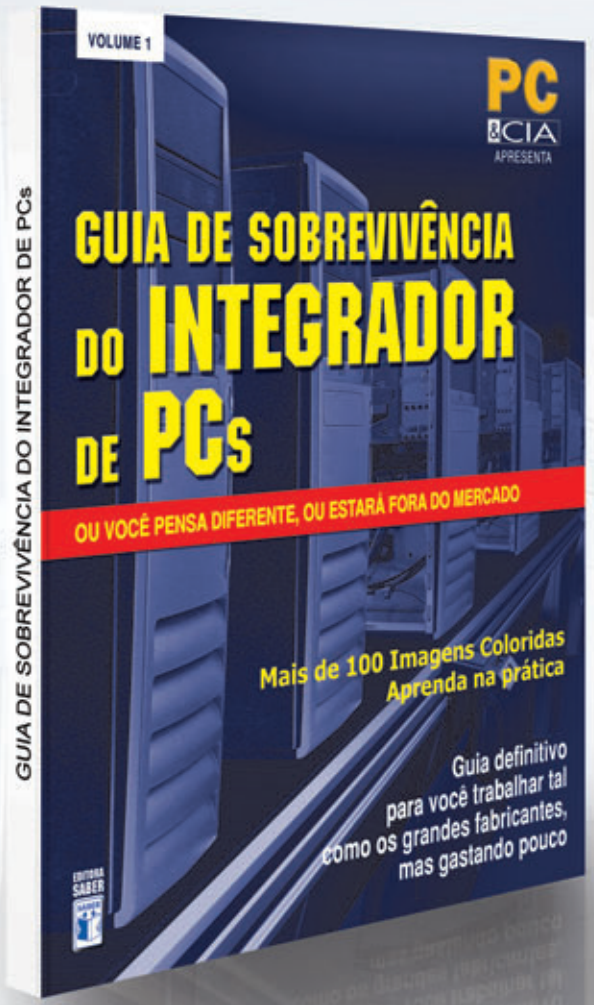
O teste elétrico básico de um solenóide consiste em verificar a continuidade de sua bobina utilizando o multímetro. Este teste, entretanto, como em qualquer bobina, não revela se ela possui espiras em curto.

O melhor teste é o de acionamento energizando o componente para verificar se é acionado.

A resistência típica das bobinas dos solenóides varia entre alguns ohms e alguns milhares de ohms, dependendo da sua tensão e força.



Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



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

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

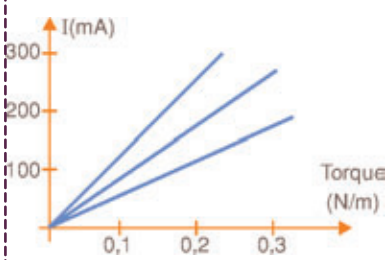
Controle de Motores CC

Newton C. Braga

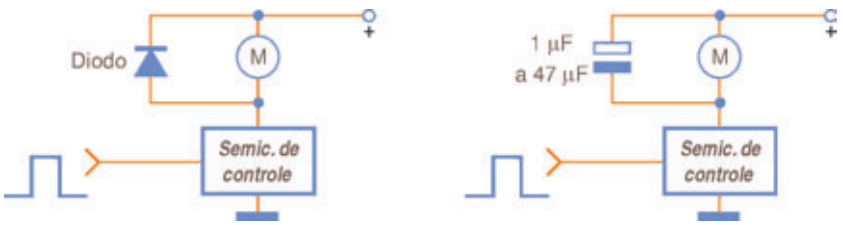


Motores de corrente contínua são utilizados numa infinidade de aplicações mecatrônicas tais como robôs, braços mecânicos, automatismos, sistemas de abertura e fechamento de portas etc. Ao lado da variedade de tipos de motores com que é possível contar para estas aplicações, igualmente ampla é a gama de circuitos que podem ser empregados para seu controle.
Neste artigo abordamos algumas configurações simples que podem ser utilizadas no controle de motores de corrente contínua de baixa tensão.

1 A corrente drenada por um motor é proporcional à força que ele faz



2 Sistemas de proteção para o dispositivo comutador



O controle de motores de corrente contínua não é tão simples, pois as características elétricas destes dispositivos não são lineares, apresentando alguns pontos que podem fazer com que os circuitos utilizados não funcionem apropriadamente.

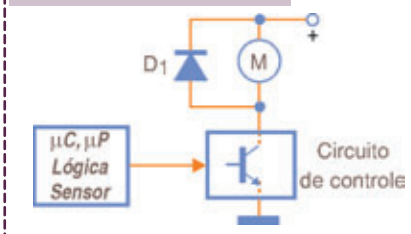
Por exemplo, além de fortemente indutivos e apresentando sistemas de comutação que geram pulsos de transientes de alta tensão, a corrente drenada por um motor varia com a carga, ou seja, com a força que eles estão exercendo em um determinado momento, conforme mostra o gráfico da **figura 1**.

Desta forma, quando usamos dispositivos semicondutores no controle de motores de corrente contínua, não devemos apenas observar se eles são capazes de suportar as correntes exigidas pelo motor, mas também as tensões inversas geradas na comutação, agregando eventualmente um elemento de proteção. A proteção mais comum é a que faz uso de um diodo ligado em paralelo, embora possamos empregar um capacitor de valor apropriado,veja a **figura 2**.

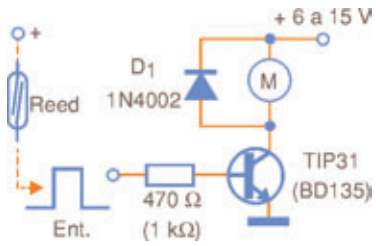
A finalidade do circuito comutador (ou de controle) é normalmente ligar e desligar o motor a partir de sinais de pequena intensidade, provenientes tanto de um microcontrolador, microprocessador, configuração lógica, comutador ou sensor, conforme ilustra a **figura 3**.

Quanto maior for a corrente drenada pelo motor e menor a intensidade do sinal de controle, maior deverá ser o ganho do circuito usado no controle. A amplificação do circuito normalmente é expressa pelo ganho de corrente. Assim, um circuito que tenha ganho 1 000 poderá controlar um motor de 1 A com uma corrente de 1 mA. O ganho exigido, evidentemente, irá depender da aplicação.

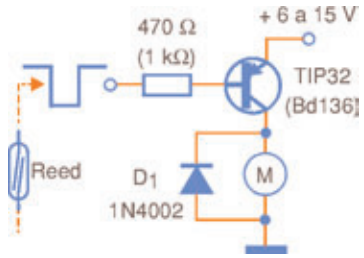
3 Ligando e desligando um motor a partir de sinais de pequena intensidade



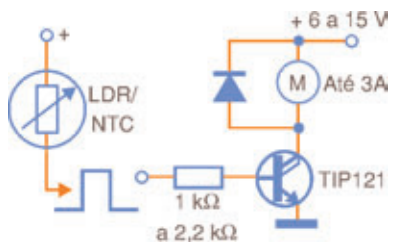
4 Circuito simples de controle utilizando um transistor NPN



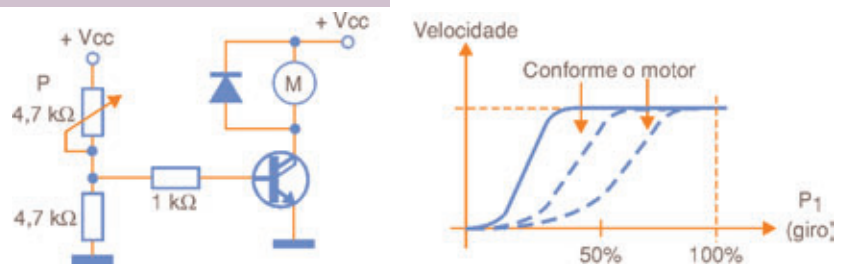
5 Circuito com transistor PNP. O acionamento ocorre no nível lógico baixo



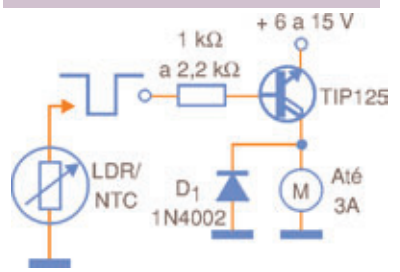
6 Circuito de alto ganho com transistor Darlington NPN



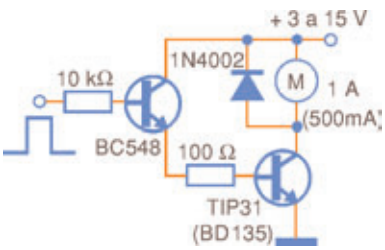
7 O circuito também pode ser empregado como um controle linear de velocidade



8 Circuito Darlington de alto ganho com transistor PNP



9 Transistores comuns NPN e PNP podem ser ligados na configuração Darlington



Devemos também levar em conta que um motor de 1 A, no momento da partida, para que seja tirado da imobilidade exigirá uma corrente maior, por exemplo, até 3 A. Por este motivo, ao escolher um circuito de controle devemos dar uma margem de segurança. Para controlar um motor de 1 A, utilizamos um circuito que, com seu ganho, possa fornecer pelo menos 2 A ao motor.

Circuito Simples com 1 Transistor NPN

Na **figura 4** temos um circuito simples que pode controlar um motor até 500 mA se utilizar o BD135, e até 1 A se for usado o TIP31. Transistores de maior corrente podem ser empregados. Como o ganho típico destes transistores é da ordem de 100 vezes, a corrente mínima de controle é da ordem de 10 mA.

Neste circuito, quando aplicamos uma tensão positiva à entrada, o motor liga. Isso significa que ele opera com o nível lógico alto de entrada. Na mesma figura mostramos como é possível fazer seu acionamento com um sensor do tipo reed. Nesta configuração, o transistor deve ser dotado de um radiador de calor.

Circuito Simples com 1 Transistor PNP

Para acionar o motor com o nível baixo, ou seja, com um sinal negativo, podemos utilizar um transistor PNP, conforme sugere a **figura 5**.

Para o transistor BD a corrente máxima do motor é de 500 mA ,e para o TIP é de 1 A. A sensibilidade é da ordem de 10 mA, o que permite a utilização de sensores como reed-switches e em alguns casos até mesmo LDRs.

Circuito Darlington NPN

Podemos obter muito maior sensibilidade com a utilização de transistores Darlington, cujos ganhos são tipicamente de 1000 vezes, como o tipo NPN indicado na **figura 6**.

Com este circuito conseguimos controlar um motor de 1 A com uma corrente de apenas 1 mA na entrada. O acionamento ocorre no nível alto e o transistor deve ser dotado de um radiador de calor. Sensores de baixa corrente como LDRs ou mesmo NTCs podem ser usados neste circuito. Veja, entretanto, que, como se trata de um amplificador linear a sua curva de resposta possibilita sua utilização como um controle analógico de velocidade.

Na **figura 7** mostramos a curva aproximada de controle se empregarmos na entrada um potenciômetro de 47 k ohms.

Circuito Darlington PNP

Podemos ter o acionamento no nível baixo, ou com tensões negativas, utilizando um transistor Darlington NPN, observe a **figura 8**.

As características são as mesmas do circuito anterior, devendo o transistor ser dotado de um radiador de calor. Transistores Darlington de maior corrente também podem ser empregados sempre levando-se em conta o ganho, para se obter a corrente mínima necessária ao acionamento. Uma possibilidade interessante é a de se usar dois transistores discretos ligados como Darlington, veja a **figura 9.**

Nesta etapa, o ganho obtido será o produto dos ganhos dos transistores associados. Por exemplo, se o ganho de um for 20 e do outro for 50, o ganho total do circuito será de 1000 vezes. Para o BC548 com ganho 200 e o BD135 com ganho 100, temos um ganho de 20 000 vezes. Uma corrente de 100 µA pode acionar um motor de 2 A.

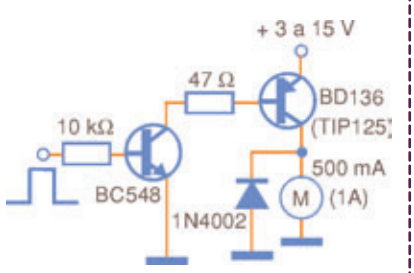
Circuito Complementar

Um circuito simples, porém muito sensível é o que faz uso de transistores complementares, ligados da forma indica na **figura 10**.

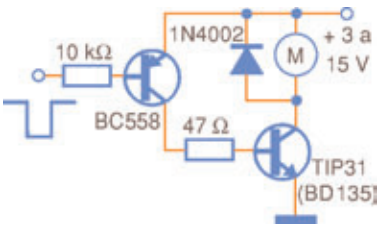
Neste circuito os ganhos dos transistores praticamente se multiplicam e obtém-se uma sensibilidade muito grande com o acionamento a partir de correntes muito fracas. Neste caso, o circuito é acionado com um sinal positivo e sua sensibilidade possibilita seu acionamento a partir de sensores como LDRs ou NTCs. O transistor de potência deverá ser dotado de um radiador de calor.

Podemos inverter o acionamento com o circuito da **figura 11**. Nele, o sinal de acionamento é negativo, isto é, com a base do transistor de entrada colocada no nível baixo.

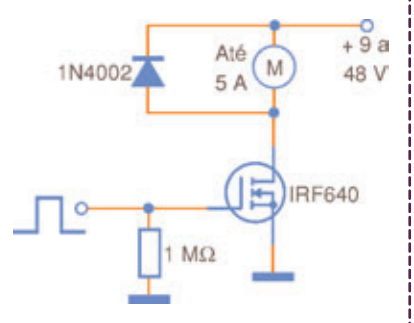
10 Circuito de alto ganho com transistores complementares



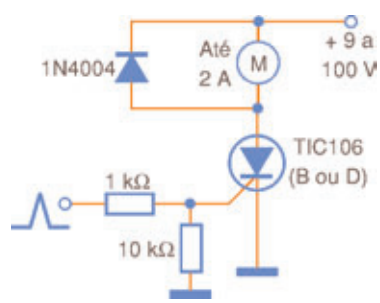
11 Circuito complementar com acionamento no nível lógico baixo



12 Circuito com MOSFET de potência



13 Circuito com SCR



Circuito com MOSFET de Potência

Os transistores de efeito de campo de potência (MOSFETs de Potência) consistem numa excelente alternativa para o controle de motores CC dada sua baixa resistência de condução e impedância de entrada extremamente elevada. No entanto, eles precisam de uma tensão maior para acionamento, o que os torna mais apropriados para aplicações em que a tensão de alimentação seja superior de 6 V.

O circuito exibido na **figura 12**, por exemplo, aciona com a entrada no nível alto e a corrente exigida é praticamente nula, pois estes dispositivos são típicos amplificadores de tensão.

A grande vantagem na utilização deste tipo de circuito está na sua capacidade de controlar correntes de vários ampères com facilidade, dependendo apenas do transistor empregado. No entanto, os transistores, dependendo da corrente, também devem ser montados em dissipadores de calor.

Circuito com SCR

Um circuito com trava pode ser elaborado com base em um diodo controlado de silício ou SCR. Neste circuito temos o disparo com um pulso positivo de curta duração. Sua amplitude deve ser da ordem de 1 V e a corrente para o TIC106 é de apenas 200 µA.

Quando o SCR dispara, ele conduz a corrente, alimentando o motor. No entanto, o SCR permanece disparado, mesmo depois do desaparecimento do pulso. Isso significa que, para desligar o circuito, devemos interromper a alimentação por um momento, ou curto-circuitar o SCR de modo que a tensão entre anodo e catodo caia a zero. Na **figura 13** temos este circuito.

Para o circuito indicado a corrente máxima do motor é de 3 A. Como há uma queda de tensão da ordem de 2 V no SCR em condução, para máxima potência, a alimentação deverá estar 2 V acima da tensão nominal do motor.

Conclusão

Os circuito que vimos neste artigo é apenas uma pequena amostra do que se pode fazer para controlar um motor de corrente contínua numa aplicação mecatrônica. Com estas configurações, motores podem ser acionados diretamente a partir de sensores, circuitos lógicos e microcontroladores. Cada um dos circuitos apresentados deve ser otimizado, com a escolha experimental dos valores dos componentes, de acordo com as características do motor e do sinal a ser usado no controle.

f

Mais informações

Para mais informações sobre este tipo de circuitos e controles de motores de todos os tipos, sugerimos a leitura do livro 'Eletrônica para Mecatrônica', de Newton C. Braga.

Relé Eletrônico Multi-uso

Montagem de um módulo que emprega relé comum e circuito eletrônico, que aumenta a sensibilidade de tal forma sendo capaz de operar com correntes até 1 000 vezes mais fracas que a nominal. Pode ser utilizado como um relé eletrônico em projetos e montagens que usem sensores sensíveis. O circuito funciona tanto com relés de 6 quanto de 12 V.

Newton C. Braga



Os relés comuns possuem sensibilidades que variam entre 10 e 100 mA, dependendo da tensão de acionamento. Essa corrente, relativamente elevada para sua operação, faz com que eles não possam ser utilizados diretamente em sensores e outros dispositivos de disparo menos sensíveis. Normalmente, o que se faz é utilizar nesses casos uma etapa de amplificação, cuja configuração é mostrada na **figura 1**.

Esta configuração tem um ganho de corrente da ordem de 100 (depende do transistor) e serve para a maioria dos projetos que temos publicado nessa revista, onde as saídas de circuitos integrados não são suficientemente potentes para excitar diretamente um relé. No entanto, em muitos projetos experimentais precisa-se usar relés, e quando isso ocorre, ficamos na dependência de um circuito excitador de bom ganho.

Por que não dispor já desse circuito montado na forma de um módulo, pronto para uso, com alimentação própria, ou eventualmente preparada para ser tirada do circuito que vai funcionar? Na verdade, este mesmo módulo pode ser usado para acionar diversos tipos de dispositivos em alarmes, automatismos, sistemas de segurança e controle dos mais diversos tipos.

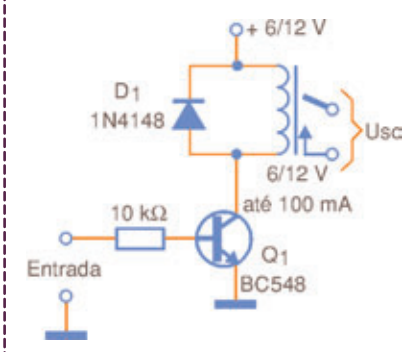
Características:

- **Tensão de alimentação:** 6 ou 12 V (conforme relé)
- **Relé usado:** 6 ou 12 V até 100 mA
- **Consumo acionado:** 10 a 100 mA (conforme relé)
- **Consumo em repouso:** 1 mA (tip)
- **Sensibilidade de entrada:** 10 a 50 µA
- **Ganho:** 1 000 (min)

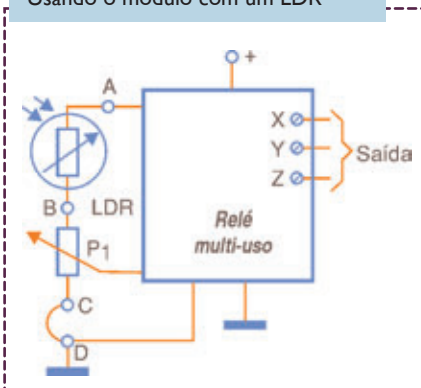
Como Funciona

Dois transistores complementares (NPN e PNP) são usados como amplificadores numa configuração em acoplamento direto. A carga do segundo transistor (Q_2) é o relé, e a entrada é feita na base do primeiro transistor (Q_1). Temos duas maneiras de fazer o acionamento do circuito, as quais dependem das ligações e dos ter-

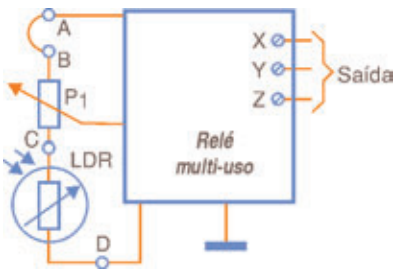
1 Configuração de uma etapa de potência para relé



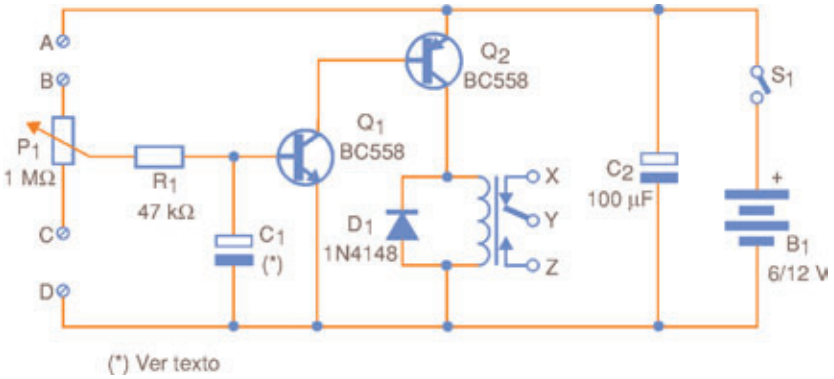
2 Usando o módulo com um LDR



3 Relé de passagem com LDR



4 Diagrama completo do relé Multi-uso



minais utilizados na entrada. Vamos supor, inicialmente, que usaremos um sensor resistivo, um LDR, por exemplo. Se ligarmos este sensor (LDR) entre os terminais A e B e interligar os terminais C e D, conforme ilustra a **figura 2**, teremos o acionamento do relé quando a resistência do sensor diminuir.

A sensibilidade poderá ser ajustada em P_1. Para um LDR isso significa que teremos o acionamento do relé quando o LDR receber luz, ou quando a quantidade de luz incidente aumentar, ultrapassando o limiar ajustado.

Se ligarmos o sensor entre C e D e interligar com um fio os pontos A e B, observe a **figura 3**, teremos o acionamento do relé quando a resistência do sensor aumentar.

Para um LDR isso significa que o relé fechará seus contatos quando a luz que incidir na superfície sensível diminuir ou ainda for cortada. A ação do circuito é rápida, mas podemos evitar que ocorra uma resposta muito rápida a variações bruscas do sinal de entrada, utilizando para isso um capacitor (C_1). Quanto maior for o valor desse capacitor, mais lento se tornará o circuito na sua ação.

Para um LDR, por exemplo, se usarmos um capacitor de 10 a 47 µF como C_1, teremos um comportamento que fará com que o circuito não responda a um flash (relâmpago) ou ainda à passagem rápida de um objeto na sua frente de modo a interromper o feixe de luz. Se utilizarmos o relé como um interruptor crepuscular essa ação lenta é interessante para evitar o seu disparo pela passagem de pássaros na sua frente, ou ainda com os relâmpagos de uma tempestade.

Sensores como NTCs, sensores de pressão e outros resistivos também podem ser usados, mas dependendo de seu valor pode ser necessário fazer a troca de P_1. Para um NTC de 10 k ohms, por exemplo, o potenciômetro deve ser reduzido para 10 k ohms.

Montagem

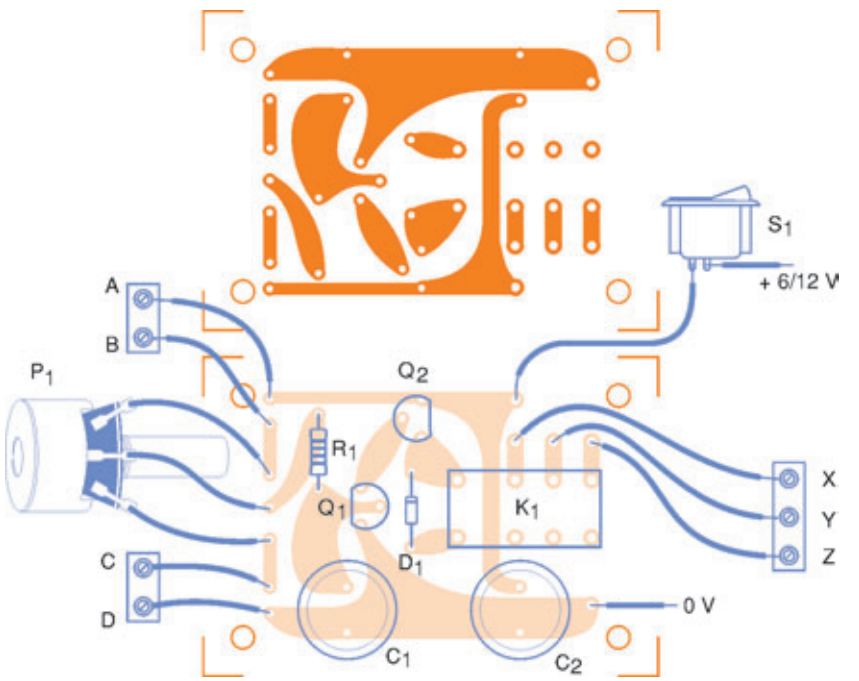
Na **figura 4** temos o diagrama completo do módulo de acionamento para um relé.

Sugerimos a utilização de uma pequena placa de circuito impresso universal com a disposição de componentes mostrada na **figura 5**.

É recomendado um relé da série MCH em invólucro DIL para a versão em placa, da Metaltex (**www.metaltex.com**), mas outros tipos de relés podem ser colocados com as devidas alterações no modo de conexão para que possam se adaptar à placa ou ainda pode ser feita uma placa especial para eles.

Para fonte de alimentação existem diversas opções como pilhas, uma fonte própria com um CI regulador de tensão 7806 ou 7812 ou ainda usar o

5 Placa de circuito impresso para o relé Multi-uso



próprio aparelho com o qual o módulo vai funcionar, como fonte de energia. O diodo e os transistores admitem equivalentes e os capacitores eletrolíticos devem ter uma tensão mínima de trabalho de 12 V. Seus valores não são críticos.

Prova e Uso

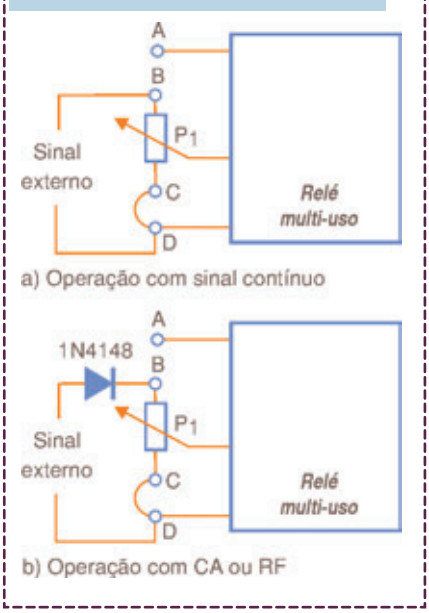
A prova de funcionamento é simples e imediata: basta ligar o módulo e tocar simultaneamente com os dedos nos terminais A e B. O relé deve fechar seus contatos, independentemente da posição de P_1. Isso poderá ser percebido pelo estalo audível do relé. Se interligarmos agora C e D com um fio e tocarmos entre A e B, deveremos ajustar P_1 até obter um determinado ponto em que, com o toque, o relé dispara.

Comprovado o funcionamento é só usar o módulo, lembrando que sensores resistivos devem ser ligados entre A e B para acionamento com a diminuição da resistência e entre C e D para acionamento com o aumento da resistência.

Para aplicação de sinais externos, faça-o entre B e D, interligando C e D, veja a **figura 6**.

Ajuste a sensibilidade ao sinal externo em P_1. Nessa configuração, a impedância de entrada do circuito é da ordem de 1 M ohms.

6 Operação com sinais externos



Lista de materiais

Semicondutores:
Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
Q_2 – BC558 ou equivalente – transistor PNP de uso geral
D_1 – 1N4148 – diodo de uso geral

Resistores:
R_1 – 47 k Ω x 1/8 W – amarelo, violeta, laranja
P_1 – 1 M Ω – potenciômetro

Capacitores:
C_1 – ver texto – 1 a 100 µF – eletrolítico
C_2 – 100 µF x 12 V – eletrolítico

Diversos:
K_1 – MCH2RC1(6V) ou **MCH2RC2 (12)** – relé – ver texto
S_1 – Interruptor simples
B_1 – Pilhas, bateria ou fonte – 6 ou 12 **V** – ver texto

Placa de circuito impresso universal ou ponte de terminais, caixa para montagem (opcional), terminais de parafusos ou bornes, fios, solda, etc.



Efeitos Especiais com LEDs

Confira o efeito de LEDs que pisca aleatoriamente. Ele pode ser utilizado na sinalização de robôs, objetos, brinquedos, árvores de natal e painéis de propaganda.
Alimentado por pilhas ou por uma fonte a versão básica possui 4 LEDs e baixo consumo.

Newton C. Braga

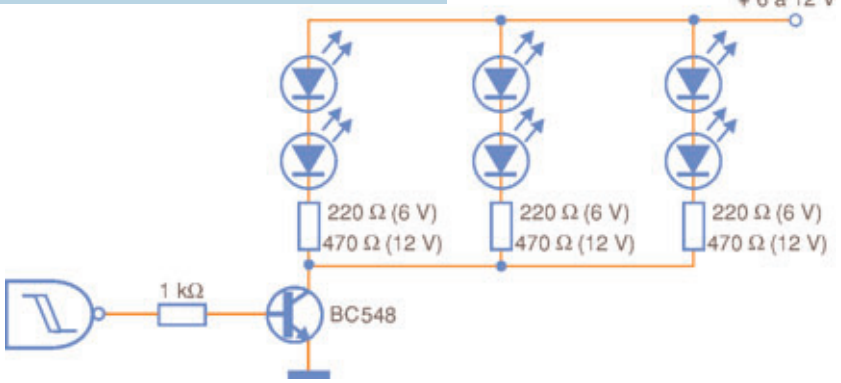


LEDs coloridos piscantes podem ser usados em uma infinidade de aplicações, destacando-se as decorativas. Quanto maior for a quantidade de LEDs, melhor será o efeito. Para conseguir o efeito de maneira aleatória existem muitos circuitos. Alguns até embutidos em tipos especiais de LEDs, mas o que escolhemos para descrever aqui é o tipo mais simples, que utiliza componentes comuns.

Usando apenas um circuito integrado de baixo custo. Este sistema em versão básica alimenta 4 LEDs, no entanto, com o acréscimo de 4 transistores de uso geral, pode-se aumentar para até 20 LEDs, ou até mesmo utilizar pequenas lâmpadas.

Apenas no caso de maior quantidade de LEDs, em lugar das pilhas deve-se utilizar fonte ou aproveitar a alimentação de uma bateria de maior capacidade. Os quatro osciladores independentes desse circuito fazem com que os LEDs pisquem de maneira aleatória, determinada apenas pelos componentes usados. Com diferentes cores pode-se obter efeitos ainda melhores.

1 Usando um transistor para excitar maior número de LEDs ou cargas de maior potência



Características:

- Tensão de alimentação: 5 a 12V
- Corrente consumida: 15 mA (tip) para cada LED
- Número de LEDs: 4 a 20
- Circuitos integrados: 1

Como Funciona

A base do projeto é um circuito integrado 4093 que consta de 4 portas NAND disparadoras de duas entradas, podendo ser utilizadas como osciladores de maneira simples.

Com apenas dois componentes por porta, um capacitor e um resistor, podemos elaborar um oscilador retangular com ciclo ativo de 50%. Isso significa que em cada ciclo, o LED permanece 50% do tempo aceso e 50% apagado.

A baixa corrente desse oscilador excita apenas um LED, mas podemos expandir essa capacidade com um transistor em cada saída, conforme mostra a **figura 1**.

Desta forma, podemos ligar de 2 a 5 LEDs em cada transistor, aumentando assim a possibilidade de uso para o efeito. Em cada oscilador, tanto o resistor como o capacitor determinam a freqüência das piscadas dos LEDs correspondentes. O resistor pode possuir valores na faixa de 100 k ohms a 2,2 M ohms, enquanto que o capacitor pode ter valores na faixa de 1 µF a 100 µF.

Se o leitor preferir alterar os valores originais do projeto, de modo a obter outras freqüências de operação, poderá fazê-lo desde que dentro das faixas de valores indicadas.

Maiores valores, tanto para os resistores como para os capacitores, implicam em menor freqüência para as piscadas. O circuito integrado poderá ser alimentado com tensões de 5 a 12 V .E os resistores, junto aos LEDs, devem ser de 330 ohms para alimentação de 5 V, 470 ohms para 6 V e 1 k ohms para 12 V.

Montagem

Na **figura 2** temos o diagrama completo da versão com 4 LEDs.

Veja na **figura 3** a disposição dos componentes em uma placa de circuito impresso. Os leitores também poderão fazer a montagem em uma placa universal com o padrão de matriz de contatos ou de outro tipo.

Para o circuito integrado o leitor poderá utilizar um soquete DIL de 14 pinos, que tanto facilitará a montagem como a troca do componente, em caso de necessidade.

Os LEDs podem ser vermelhos ou de outras cores comuns. Os resistores são de 1/8 W e os capacitores eletrolíticos devem possuir tensões de trabalho maiores do que a tensão utilizadas na alimentação. Por exemplo, para 6 V de alimentação use capacitores para 12 V ou mais.

Para a alimentação podem ser usadas pilhas de qualquer tamanho no caso de 4 LEDs. E no caso de maior quantidade é interessante usar uma fonte de alimentação apropriada.

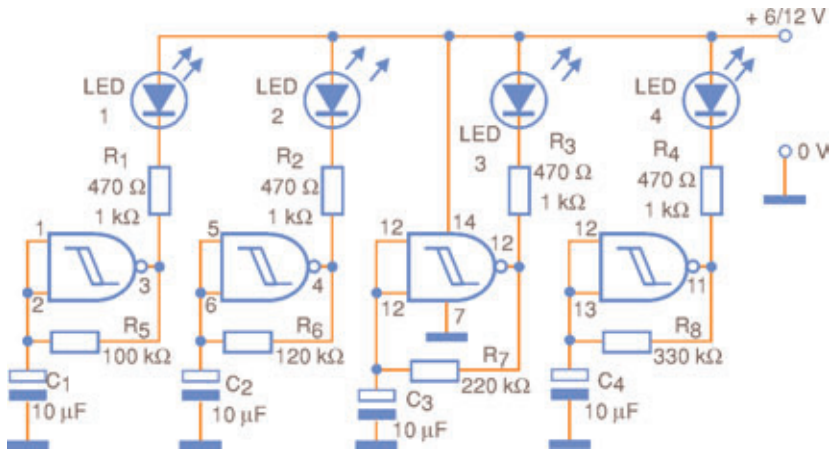
Prova e Uso

Para provar o aparelho basta ligar sua alimentação. Os LEDs devem começar a piscar imediatamente. Se algum LED não acender verifique sua polaridade, invertendo se necessário. Os LEDs podem ser ligados ao circuito através de fios até 2 metros de comprimento, desde que seja observada a polaridade desses componentes.

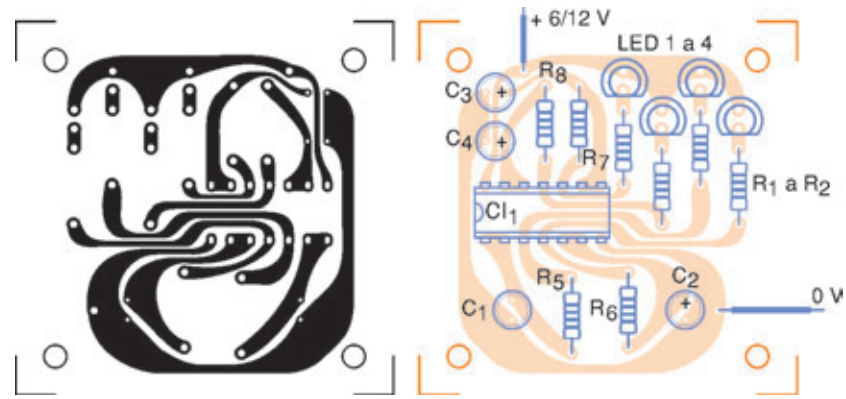
O leitor poderá montar diversos desses circuitos ligando-os a uma fonte de alimentação única, podendo obter efeitos mais interessantes.

f

2 Diagrama completo do aparelho. Podem ser montadas diversas unidades para um efeito ainda mais amplo, com 8 ou mais LEDs



3 Disposição dos componentes numa placa de circuito impresso



Lista de materiais

Semicondutores
CI-I – 4093 – circuito integrado CMOS
LED1 a LED4 – LEDs comuns de qualquer cor

Resistores
R1 a **R4** – 470 ohms x 1/8 W – amarelo, violeta, marrom
R5 – 100 k ohms x 1/8 W – marrom, preto, amarelo
R6 – 120 k ohms x 1/8 W – marrom, vermelho, amarelo
R7 – 220 k ohms x 1/8 W – vermelho, vermelho, amarelo
R8 – 330 k ohms x 1/8 W – laranja, laranja, amarelo

Capacitores
C1 a **C4** – 1 µF ou 2,2 µF – ver texto – capacitores eletrolíticos

Diversos:
Placa de circuito impresso, soquete para o circuito integrado, suporte de pilhas ou fonte de alimentação, fios, solda, etc.

Sinalizador de FM

Pequeno transmissor emissor de bips cujos sinais podem ser captados por qualquer receptor de FM em uma freqüência livre. Trata-se de um aparelho de grande utilidade no monitoramento de pequenos robôs, veículos e sondas. Outra função é a vigilância e espionagem de objetos, já que é capaz de localizá-los através de um sinal emitido.

Newton C. Braga



O transmissor sinalizador é bastante compacto e pode ser facilmente escondido em objetos de pequeno e médio porte, como em pequenos robôs, sondas, malas e pacotes.

Alimentado por pilhas, ele possui boa autonomia. Como se trata de circuito de curto alcance (100 a 200 metros), é um dispositivo ideal para localização ou monitoração de objetos em prédios e casas.

Com o transmissor escondido, pode-se localizar um objeto roubado dentro de uma fábrica, antes que seja levado do local.

Também podemos utilizar o circuito como um alarme remoto substituindo o interruptor geral S_1 por um sensor que dispara, emitindo um sinal de alerta para um receptor de FM.

Os componentes usados na montagem são comuns e não temos elementos críticos que possam dificultar sua realização. Tudo que o leitor precisa saber é fazer placas de circuito impresso segundo o padrão que damos neste artigo.

Características:

- Tensão de alimentação: 6 ou 9 Volts
- Alcance: 100 a 200 metros
- Freqüência de emissão: 88 a 108 MHz

Como Funciona

Para gerar os bips em intervalos regulares utilizamos dois osciladores com base em duas portas NAND do circuito integrado disparador 4093. A primeira porta gera o tom de áudio cuja freqüência é determinada basicamente por R_1 e C_1. O leitor poderá alterar estes componentes numa ampla faixa de valores de modo a escolher o tom que seja mais agradável.

Valores menores de C_1 produzem sons mais agudos. A segunda porta gera os intervalos entre os bips que são determinados pelo resistor R_2 e pelo capacitor C_2. Valores maiores de C_2 fazem com que tenha-se bips mais longos.

Os sinais dos dois osciladores são combinados nas outras duas portas do circuito integrado que funcionam como amplificadoras. Obtemos na saída pulsos ou bips que servem para modular a etapa transmissora.

A etapa transmissora consiste basicamente em um transistor que gera um sinal cuja freqüência depende de L_1 e CV. Ajustamos CV para que o circuito opere em uma freqüência livre da faixa de FM. Nada impede, entretanto, que alterando a bobina possa se operar na faixa de VHF. Evidentemente, o leitor deve possui um receptor capaz de sintonizar esses sinais.

A vantagem do uso da faixa de VHF está na dificuldade para o intruso localizar um sinal, e também na facilidade de encontrar uma freqüência livre para operação. A realimentação que mantém o circuito em oscilação é obtida pelo capacitor de 4,7 pF. Esse capacitor deve ser obrigatoriamente cerâmico de boa qualidade. Para a faixa de V HF reduza esse componente para 2,2 pF ou mesmo 1 pF.

Os sinais gerados pela etapa transmissora são irradiados pela antena e o comprimento desta antena depende do alcance do transmissor. Podemos usar pedaços de fio de 10 cm a 40 cm ou então uma antena telescópica. Não será conveniente usar uma antena maior para não instabilizar o circuito.

Montagem

Na **figura 1** apresentamos o diagrama completo do transmissor sinalizador.

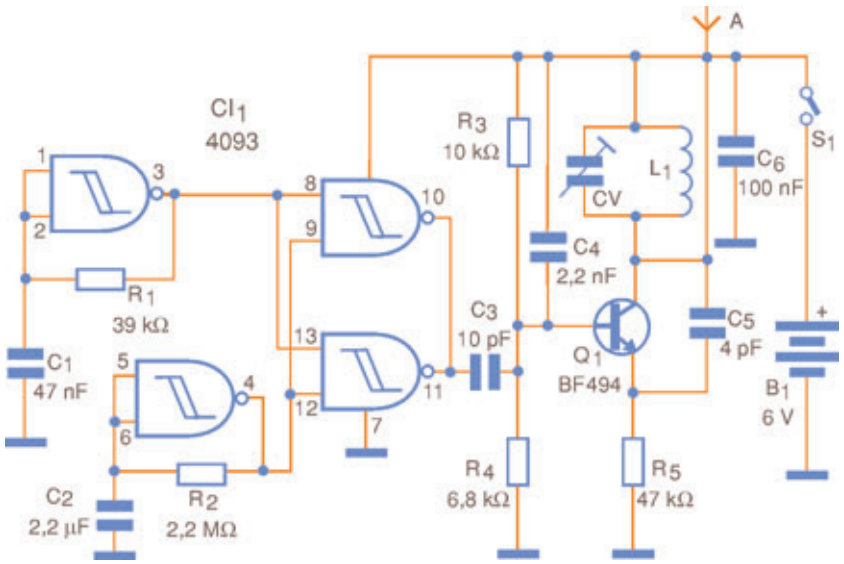
A disposição dos componentes em uma placa de circuito impresso é mostrada na **figura 2**.

Os resistores são todos de 1/8W e os capacitores devem ser cerâmicos, salvo indicações que permitam também o uso de tipos de poliéster.

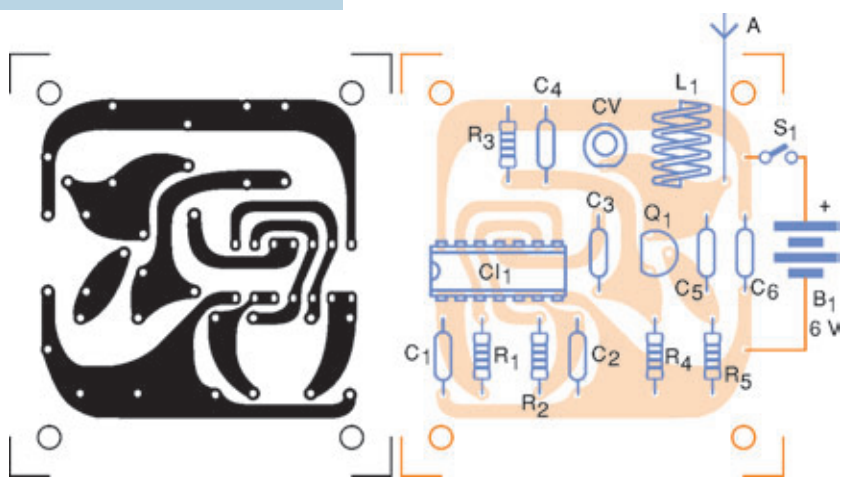
A bobina é formada por 4 espiras de fio 22 ou mesmo mais grosso com diâmetro de 1 cm sem núcleo. Para transmitir na faixa de VHF, entre 108 e 140 MHz use uma bobina de 2 ou 3 espiras do mesmo fio em forma de 1 cm. Reduza o capacitor entre o emissor e o coletor do transistor para 2,2 pF ou 1 pF.

Para a alimentação pode-se usar pilhas médias ou grandes em suporte apropriado. As pilhas grandes proporcionam uma autonomia maior. Não será conveniente usar bateria de 9V, pois o consumo do aparelho faria com que se esgotasse rapidamente. O transistor BF494 pode ser substituído por equivalentes como o 2N2222 e até de maior potência como o BD135, caso em que o circuito pode ser alimentado com tensão de até 12 V. Neste caso, o alcance pode superar a 1 km, utilizando-se uma antena apropriada e receptor bem sensível.

1 Diagrama completo do transmissor sinalizador de FM



2 Disposição dos componentes numa pequena placa de circuito impresso



Ajuste e Uso

Para ajustar o aparelho basta ligar nas proximidades um receptor de FM sintonizado em uma freqüência livre. Recomendamos sempre a utilização de receptores com sintonia analógica, visto que é mais fácil localizar e manter o sinal. Depois, cuidadosamente, ajustamos CV para que o sinal mais forte do transmissor seja captado. Deve-se ter cuidado nesta operação para não confundir sinais espúrios ou harmônicas, que são mais fracos, com o sinal fundamental que é mais forte.

O sinal espúrio some logo quando nos afastamos com o receptor. Se o leitor não gostar da tonalidade dos bips produzidos pode alterar os componentes associados conforme explicamos. Também é importante procurar freqüências que não sofram muitas interferências. Observamos que locais em que existam lâmpadas fluorescentes ou muitas estações de FM podem causar alguma dificuldade de operação para o circuito, limitando seu alcance.

Uma vez comprovado o funcionamento o aparelho pode ser fechado em uma caixa de plástico ou madeira para o uso. Outra possibilidade, são aplicações de vigilância, que consiste em instalar o aparelho no objeto vigiado, por exemplo, no fundo de uma caixa, embalagem ou mala.

A antena, deve ficar de preferência na vertical, longe de qualquer parte metálica que possa causar instabilidades de funcionamento. Não se recomenda instalar o aparelho dentro de objetos de metal.

Para localizar o objeto siga o sinal baseado no aumento de sua inten-

sidade. Uma possibilidade para ter maior precisão na localização, consiste na utilização de uma antena direcional, como mostra a **figura 3**.

Uma antena desse tipo, além de permitir que a direção exata seja determinada, também dota o receptor de maior sensibilidade, possibilitando a localização do transmissor sinalizador a uma distância maior.

3 Utilização de uma antena direcional para facilitar a localização do transmissor



Lista de materiais

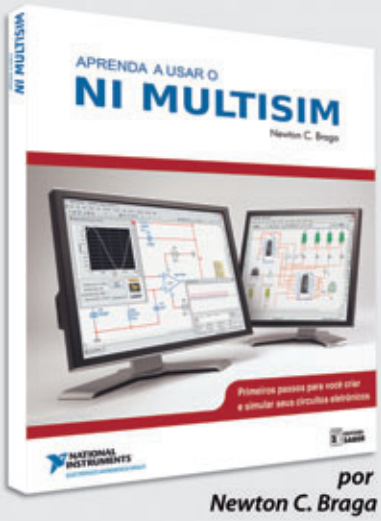
Semicondutores
CI_1 - 4093B - circuito integrado CMOS
Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor de RF – ver texto

Resistores (1/8W, 5%)
R_1 - 39k ohms - laranja, branco laranja
R_2 - 2,2 M ohms - vermelho, vermelho, verde
R_3 - 10 k ohms - marrom, preto, laranja
R_4 - 6,8 k ohms - azul, cinza, laranja
R_5 - 47 ohms - amarelo, violeta, preto

Capacitores
C_1 - 47 nF - cerâmico
C_2 - 2,2 uF/16V - eletrolítico
C_3 - 10 nF - cerâmico
C_4 - 2,2 nF - cerâmico
C_5 - 4,7 pF - cerâmico
C_6 - 100 nF - cerâmico
CV - trimmer - ver texto

Diversos:
L_1 - Bobina - ver texto
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 6 V - 4 pilhas pequenas ou médias
A - antena - ver texto

Placa de circuito impresso, soquete para o circuito integrado, suporte para pilhas, caixa para montagem

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

Newsletter Saber Eletrônica Online


Toda semana em seu e-mail com os destaques escolhidos por você!
Chega de receber inúmeros e-mails sem conteúdo que lhe interessa! Ao fazer seu cadastro, agora você pode personalizar as novidades que chegam até você!
Cadastre-se em
www.sabereletronica.com.br



Pescaria Eletromagnética

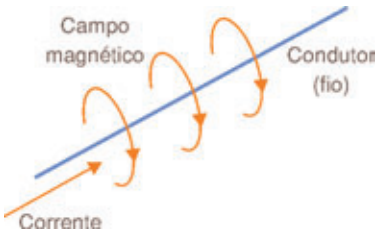
Nas escolas de nível fundamental, a busca por experimentos tecnológicos exige cuidados especiais. Além da facilidade de montagem, os princípios ensinados devem ser importantes, e mais do que isso: devem despertar o interesse dos alunos por algum aspecto diferenciado. No nosso caso, optamos pelo aspecto lúdico, com a programação de uma competição.
Veja neste artigo como implementar uma aula de eletromagnetismo com uma interessante competição entre os alunos.

Flávio Bernardini
Newton C. Braga

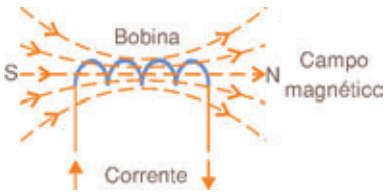
A simples montagem de um eletroímã alimentado por pilhas é adotada em muitas escolas como opção de aula prática envolvendo tecnologia. No entanto, a grande falha desta abordagem está no pouco interesse que o projeto desperta nos alunos. Assim, no Colégio Mater Amabilis de Guarulhos – SP, onde são lecionadas Mecatrônica e Tecnologia para o níveis fundamental e médio, criamos uma variante desse experimento que levou os pequenos a uma atividade muito mais atraente.

A idéia básica consiste na montagem de uma "vara de pescar" com um eletroímã na ponta para pescar peixes magnéticos, ou seja, pequenos peixes de papel ou papelão com clipes (ou pregos) que possibilitem sua atração. Simples de montar, uma

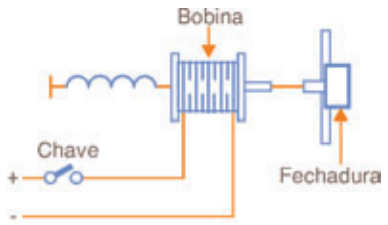
1 Campo magnético criado por uma corrente que percorre um condutor retilíneo



2 Campo magnético de um solenóide. A intensidade é maior no seu interior



3 Fechadura; quando a chave é ligada, a corrente cria um campo na bobina que atrai o êmbolo liberando a fechadura



vez que são alimentados por uma única pilha, pode-se associar o seu funcionamento ao eletromagnetismo com exemplos de aplicações práticas importantes, e de muito baixo custo, visto que o material é muito fácil de obter e de manusear.

O Princípio

A aula teórica que precede as aulas práticas aborda o princípio de funcionamento do eletroímã. O nível está de acordo com a série. Assim, no texto a seguir, descrevemos o assunto de forma a poder ser adotado para alunos da quinta à nona série do Fundamental. (O projeto pode ser implementado em uma ou duas aulas, e a competição numa aula seguinte).

Quando uma corrente elétrica passa por um fio, em sua volta aparece uma perturbação que denominamos campo magnético. Essa perturbação cria forças que atuam sobre os objetos de metal, exatamente como no caso dos ímãs. Conforme mostra a **figura 1**, o campo magnético envolve os fios e é muito fraco para podermos usá-lo para atrair coisas de metal.

Entretanto, podemos reforçar esse campo (ou perturbação) se enrolarmos o fio de modo a formarmos uma bobina, veja a **figura 2**.

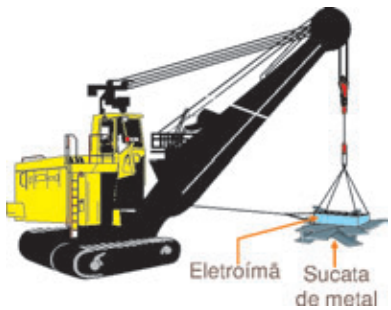
O campo concentra-se no interior da bobina e se nela colocarmos um objeto de metal apropriado, ele se magnetizará comportando-se exatamente como um ímã.

Esse princípio é usado em muitos dispositivos eletromagnéticos que usamos no dia-a-dia. As fechaduras elétricas de prédios e casas, por exemplo, possuem um dispositivo desse tipo. Quando estabelecemos a corrente, o forte campo que aparece na bobina atrai um pedaço de ferro e seu movimento abre a porta, conforme ilustra a **figura 3**.

Eletroímãs muito poderosos são utilizados para levantar sucata e chapas de ferro nas indústrias, observe na **figura 4**.

O eletroímã que montaremos é dos pequenos, pois atrai apenas pequenos objetos como clipes, preguinhos, alfinetes, etc, mas serve para mostrar como funciona. A corrente elétrica que o alimenta será obtida de uma pilha pequena.

4 Aplicação prática do eletroímã – um guindaste que levanta chapas de metal



Montagem

Na **figura 5** temos o aspecto da montagem da "varinha de pescar eletromagnética" e do peixinho de papel ou papelão. Devem ser montados pelo menos uns 20 peixinhos para a realização da competição.

Em um prego de 2 a 3 cm de comprimento enrolamos de 40 a 100 voltas de fio esmaltado fino. Esse fio poderá ser comprado por peso em casas especializadas, o que seria interessante para o caso de um escola onde muitos alunos irão fazer a montagem. 200 gramas de fio 30 a 32 servem para mais de 50 alunos. Usamos aproximadamente 5 a 6 metros de fio para cada eletroímã, conforme mostra a **figura 6**.

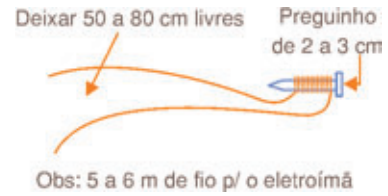
Uma outra possibilidade de se obter esse fio seria desmontando um transformador velho e retirando o fio. Veja que o fio não deverá estar queimado (escuro), e sim com a cor marrom clara, que indicando que seu isolamento de esmalte ainda está perfeito.

Lembre que um pedaço de pelo menos 80 cm desse fio deve ser deixado para ligação à pilha. A conexão a pilha deve ser feita pelo professor, uma vez que exige a soldagem. De

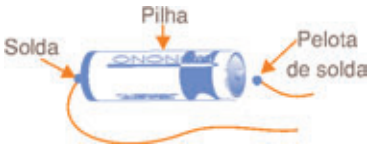
5 A vara pode ser feita com um palito de churrasco ou qualquer outro tipo de vareta. O peixinho é feito de cartolina ou papelão leve



6 Detalhes da construção do eletroímã. Use de 5 a 6 m de fio e raspe as pontas para soldar



7 Modo de fazer a conexão à pilha e de preparar a ponta do fio com uma bolinha de solda para melhor contato



acordo com a **figura 7**, colocamos uma pequena pelota de solda em uma das extremidades do fio e na outra soldamos a pilha.

Para fazer essa soldagem, a ponta do fio esmaltado deve ser raspada pois, do contrário, a solda não "pega".

A pilha será presa a uma varinha de madeira (que pode ser um palito do tipo usado para fazer churrasco), utilizando-se fita adesiva. Quando a pelotinha de solda da ponta livre do fio é encostada no pólo positivo da pilha, a corrente circula e o eletroímã atrai objetos de metal nas suas proximidades.

Lembre-se de que o consumo de energia do eletroímã é elevado. Assim, você só deverá ligá-lo no momento em que for usá-lo pois, do contrário, a pilha se esgotará rapidamente. Faça os testes!

A Competição

A idéia é verificar quem "pesca" mais peixinhos de um recipiente em que exista uma certa quantidade deles e os leva até um outro recipiente num tempo determinado pelo professor.

Outra possibilidade consiste em simplesmente colocar-se alunos em grupos junto a um recipiente com diversos peixinhos e, num intervalo de tempo pré-determinado, verificar quem pesca mais.

Pode-se também colocar peixinhos de cartolina de diversas cores, atribuindo-se pontos conforme as cores e, dar como vencedor aquele que pescar peixinhos com o maior número de pontos somados.







Lista de materiais

- 5 a 6 metros de fio esmaltado fino (30 ou 32 AWG)
- 1 pilha pequena
- Solda
- Vara de madeira de 30 a 50 cm
- Fita adesiva
- Cartolina para os peixinhos
- Clipes ou preguinhos para os peixinhos

Mais informações

No portal da Mecatrônica Atual (**www.mecatronicaatual.com.br**), os leitores podem ter acesso a mais fotos da competição entre os alunos do Colégio Mater Amabilis de Guarulhos.

Aplicações básicas para TRIACs

Os TRIACs, com sua capacidade de controlar correntes alternadas de alta intensidade, são cada vez mais usados no controle de equipamentos que tenham motores ou cargas alimentadas pela rede de energia. Eles podem, em muitos casos, substituir os relés com vantagens, mas é preciso saber como fazer isso. Neste artigo mostramos algumas aplicações básicas dos TRIACs, incluindo a de relé de estado sólido, muito empregada nas aplicações industriais.

Newton C. Braga



Os TRIACs são dispositivos semicondutores da família dos Tiristores, sendo capazes de conduzir a corrente nos dois sentidos.

Com um TRIAC é possível controlar correntes alternadas intensas a partir de sinais externos relativamente fracos que podem ser gerados por sensores, circuitos de todos os tipos ou chaves de baixa capacidade de corrente.

No entanto, como todo o semicondutor de ação rápida existem algumas características que devem ser consideradas quando se usa um TRIAC numa aplicação e que podem implicar em diferenças quando comparamos este tipo de dispositivo a um relé comum de contatos mecânicos ou mesmo a uma chave comutadora manual.

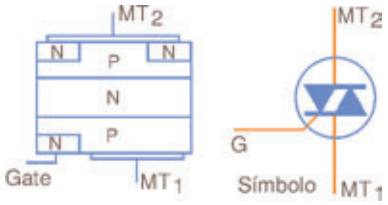
Neste artigo vamos discutir algumas das aplicações do TRIAC e também analisar estas características de comutação que o tornam um dispositivo que necessita de cuidados especiais nas aplicações.

O TRIAC

O TRIAC é um dispositivo semicondutor de quatro camadas da família dos tiristores, tendo a estrutura básica mostrada na **figura 1**.

Se bem que possamos compará-lo a dois SCRs ligados em paralelo e contrafase com um gate comum, na prática seu comportamento não equivale a esta configuração.

1 Estrutura e símbolo do TRIAC



Polaridade de MT2	Comporta (gate)	Quadrante de operação (modo)
+	+	I+
+	-	I-
-	+	III+
-	-	III-

Um TRIAC apresenta a curva característica mostrada na **figura 2**.

Para disparar o TRIAC existem 4 possibilidade ou 4 modos que dependem do quadrante em que ele vai funcionar, conforme mostra a tabela:

As sensibilidades nos diferentes modos de operação variam, sendo os modos I+ e III- aqueles em que se obtém mais sensibilidade.

Nos casos típicos, a corrente típica necessária ao disparo nestes quadrantes pode ser de 4 a 5 vezes menor do que aquela exigida para o disparo nos outros quadrantes.

Por este motivo, na maioria das aplicações práticas, os TRIACs são usados com circuitos de disparo nestes quadrantes.

Vantagens e Desvantagens

Quando usados como relés, os empregados apresentam tanto desvantagens como vantagens em relação aos relés de contatos mecânicos.

As vantagens:

a) **Não há repique**: quando os contatos de um relé abrem ou fecham, eles levam uma fração de segundo para completar esta operação, e durante este intervalo fortes variações da corrente podem ser geradas. Em cargas fortemente indutivas, estes repiques podem causar a geração de pulsos de alta tensão, e em muitos circuitos também são geradas interferências eletromagnéticas (EMI), conforme exemplifica a **figura 3**. Num TRIAC o estabelecimento da corrente ou sua interrupção ocorrem de forma constante.

b) **Não há formação de arco**: nos relés de contatos mecânicos que controlem cargas fortemente indutivas a abertura do circuito pode fazer com que tensões muito altas sejam geradas provocando o aparecimento de faiscas ou arcos. Estas faiscas ou arcos reduzem a vida útil dos contatos causando posteriormente falhas de funcionamento. Nos circuitos com Triac isso não acontece.

c) **Não existem partes móveis**: os relés possuem parte móveis que estão sujeitas a falhas de funcionamento, o que não sucede no caso dos TRIACs.

d) **Maior velocidade:** os contatos mecânicos precisam de um tempo muito maior para abrir ou fechar o circuito do que os TRIAC. A velocidade de operação destes Triacs é muito maior.

e) **Maior rendimento:** os relés exigem mais potência aplicada à bobina do que o TRIAC à comporta para comutar uma carga de determinada potência. Isso ocorre porque nos relés é preciso haver uma força mecânica mínima aplicada aos contatos para mantê-los firmes, fechados, a qual determina a corrente de disparo. No TRIAC a potência necessária ao disparo é menor.

Desvantagens:

a) **Maior sensibilidade a sobrecarga:** os TRIACs são mais sensíveis a uma sobrecarga do que os relés. Eles podem queimar-se com muito mais facilidade.

b) **Sensível a curto-circuito:** os TRIACs são danificados com muito mais facilidade do que os relés se ocorrer um curto-circuito no circuito da carga que está sendo controlada.

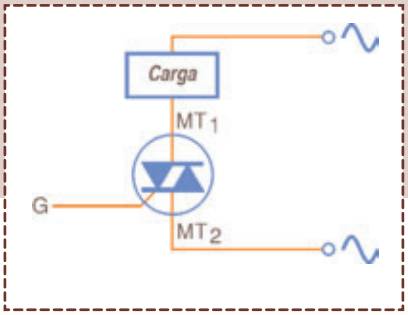
c) **Disparo por transientes:** os TRIACs são muito mais sensíveis a transientes no circuito de disparo que pode levar a um falso disparo. Os relés, por exigirem mais potência e por serem fortemente indutivos são menos sensíveis a estes transientes.

d) **Queda de tensão maior:** nos relés a queda de tensão nos contatos é praticamente nula e portanto quase nenhuma potência é dissipada. Nos TRIACs existe uma queda de tensão da ordem de 2 V no disparo que faz com que tanto potência seja dissipada na forma de calor que também uma certa perda seja introduzida no circuito.

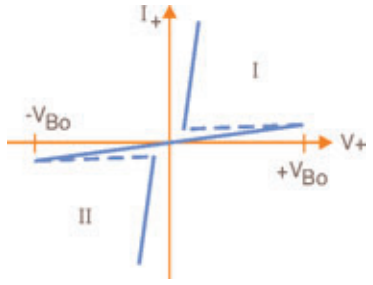
e) **Falha de comutação:** os TRIACs podem falhar ao ligar ou desligar sob determinadas condições o que é mais difícil de acontecer com os relés.

f) **Necessidade de dissipador de calor:** pela queda de tensão que ocorre na condução, os TRIACs precisam ser montados em dissipadores de calor cujas dimensões dependem da potência da carga controlada.

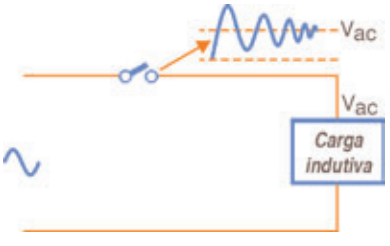
Os TRIACs são dispositivos semicondutores de potência que controlam a corrente nos dois sentidos. Num triac temos 3 terminais denominados MT1, MT2 e G (terminal principal 1, terminal principal 2 e gate), conforme mostra a figura A.
O terminal MT2 normalmente é ligado à carga, o MT1 à terra e o sinal de controle a comporta. Tipos com correntes de alguns amperes a mais de 100 amperes são comuns. Uma das séries mais usadas em aplicações gerais é a TIC, que começa com o TIC206 para 2 amperes e vai até o TIC263 para 25 ampères.



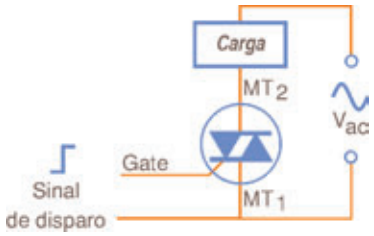
2 Curva caracteristica de um TRIAC



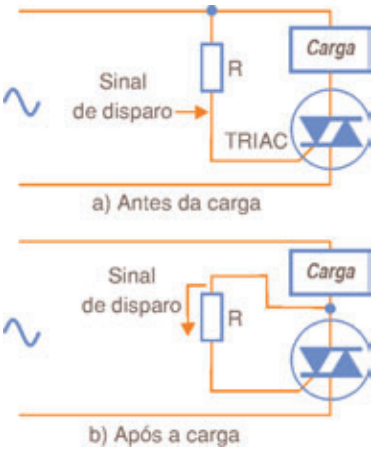
3 Repique devido a carga indutiva



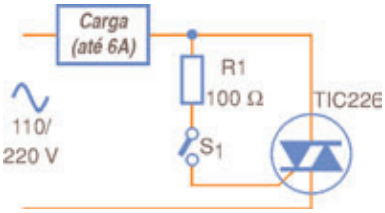
4 Aplicação típica de um TRIAC



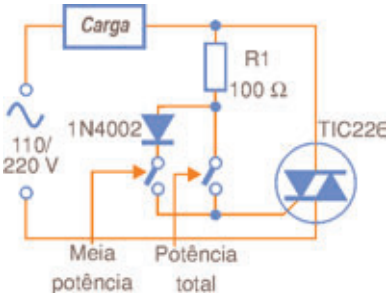
5 Com o sinal de disparo antes ou após a carga



6 Aplicação prática com TRIAC série TIC



7 Pulso de disparo em metade dos semiciclos de tensão CA



g) Isolamento: não há isolamento elétrico entre o circuito de disparo e o circuito controlado. Para que este isolamento seja obtido, é preciso usar circuitos adicionais tais como transformadores de disparo, opto-acopladores, etc.

Aplicações

Na aplicação, típica o TRIAC tem a carga ligada em série com o terminal MT_2 enquanto que o sinal de disparo é aplicado entre a comporta e o terminal MT_1 que está aterrado, veja na **figura 4**.

O sinal para o disparo pode ser retirado antes ou depois da carga, conforme mostra a **figura 5**.

Com este procedimento temos a operação nos quadrantes I+ ou III+ em que se obtém maior sensibilidade.

a) Interruptor de Potência

Uma primeira aplicação prática para um TRIAC como os da série TIC é apresentada na **figura 6**.

Neste circuito a corrente de disparo é limitada pelo interruptor (S_1) ficando em algumas dezenas de miliampères.

Podemos colocar em lugar do interruptor um reed-switch, um reed-relay ou outro sensor mecânico de baixa corrente.

O TRIAC deve ser dotado de radiador de calor compatível com a potência da carga que deve ser controlada.

b) Interruptor de meia onda

Na **figura 7** temos uma aplicação interessante em que o pulso de disparo é aplicado em somente metade dos semiciclos da tensão alternada da rede de energia.

Com isso, temos a aplicação de metade da potência na carga a ser controlada. Podemos usar esta configuração para ter duas potência num chuveiro, num elemento de aquecimento ou numa lâmpada incandescente.

Outra aplicação é como controle de duas velocidades para um motor universal.

c) Chave remota isolada

Uma aplicação muito interessante para TRIACs e com utilidade na indústria é o interruptor remoto seguro usando um TRIAC, que é mostrado na **figura 8**.

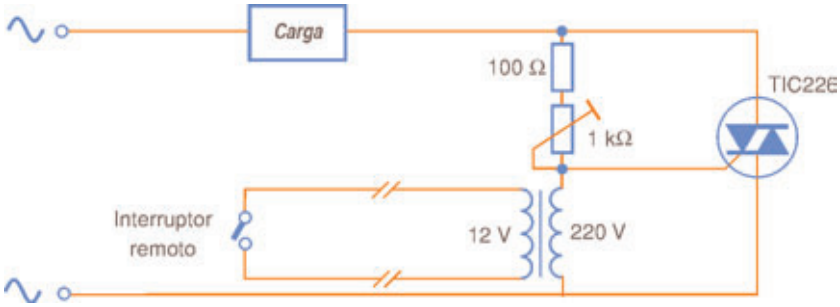
Neste circuito, ajusta-se o trimpot para que a tensão aplicada a comporta do TRIAC fique no limiar do disparo quando o interruptor remoto está aberto.

Quando o interruptor é fechado ele põe em curto o enrolamento de baixa tensão do transformador levando-o a se refletir no enrolamento primário como uma queda de impedância. Isso faz com que a tensão na comporta do TRIAC suba e ele dispare alimentando a carga.

Vantagens importantes podem ser citadas para este circuito:

- A corrente no interruptor de controle é muito baixa assim como a tensão.
- O circuito do interruptor é totalmente isolado do circuito de carga pelo transformador.
- O interruptor pode ser colocado em lugar remoto conectado por fios comuns de baixa corrente.

8 Chave remota isolada



d) Usando Optoacoplador

Os acopladores ópticos oferecem uma opção importante para os projetos que envolvem o uso de triacs como relés de estado sólido.

Com o emprego destes acopladores adicionamos o isolamento entre o circuito de controle e o circuito controlado que é uma das desvantagens do uso do TRIAC sozinho, em relação aos relés comuns, conforme já vimos.

Para este tipo de aplicação existem acopladores ópticos que utlizam como elementos sensíveis optodiacs, ou seja, diacs sensíveis à luz, como no caso do MOC3010 (110 V) e MOC3020 (220 V).

Conforme revela a **figura 9**, estes dispositivos, têm características de disparo que os tornam ideais para levar os TRIACs à condução rapidamente, aumentando assim sua eficiência.

Para as aplicações práticas, existem duas famílias de optodiacs da Motorola que são extremamente importantes para os projetistas.

A primeira é a do MOC3010 para a rede de 110 V a qual pode controlar diretamente TRIACs da série TIC de até 32 ampères ou mesmo mais, conforme mostra a **figura 10** .

Para a rede de 220 V, controlando os mesmos TRIACs mas com tensões maiores, temos a série MOC3020 que é exibida na **figura 11**.

O disparo é obtido quando uma corrente de 8 mA no MOC3010 (ou 15 mA no MOC3020) circula pelo diodo emissor de infravermelho (LED) do acoplador.

Nas mesmas famílias lá acopladores mais sensíveis como o MOC3012 para 110 V que precisa de apenas 3 mA no LED e o MOC3023 que precisa de 5 mA nos circuitos de 220 V.

Estas características permitem que estes acopladores sejam disparados diretamente pela saída de circuitos lógicos digitais das famílias TTL e CMOS sem a necessidade de etapas de amplificação de corrente.

EMI

A comutação rápida dos TRIACs passando da condução para a não condução em tempos extremamente curtos faz com que interferência eletromagnética (EMI) seja gerada podendo afetar equipamentos de telecomunicações, rádios, televisores, etc nas proximidades.

Normalmente, os sinais gerados pelos circuitos com TRIACs possuem um espectro de interferência que tem as características mostradas na **figura 12**, com a intensidade irradiada diminuindo muito acima dos 30 MHz.

Para amortecer os pulsos de altas frequências que são gerados pelos TRIACs existem diversas técnicas que podem ser adotadas para se evitar problemas com este tipo de componente.

Sufixos

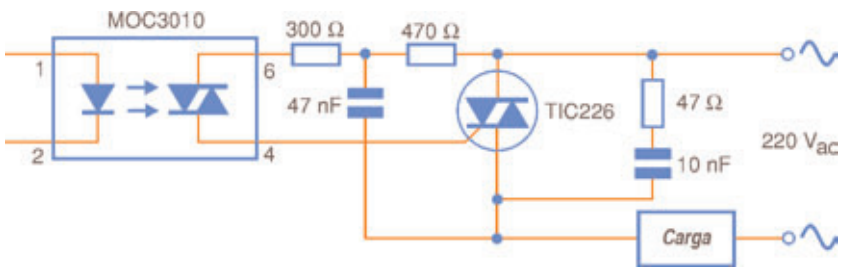
Para os triacs da série TIC os sufixos na forma de letras indicam a tensão de pico de trabalho conforme indica a seguinte tabela:

Sufixo	Tensão de Trabalho
Y	30 V
F	50 V
A	100 V
B	200 V
C	300 V
D	400 V
E	500 V
M	600 V

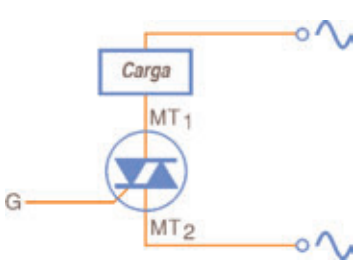
12 Intensidade irradiada X freqüencia



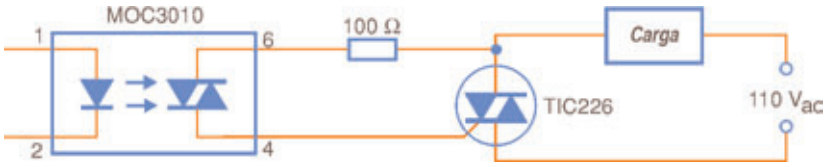
11 Opto-disc MOC 3020 para a rede de 220V



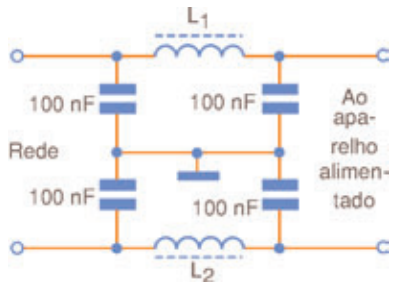
9 Opto-diac para uso no disparo de TRIAC



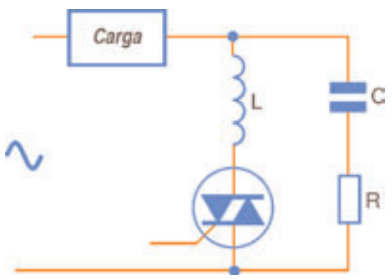
10 Opto-disc MOC 3010 para a rede de 220V



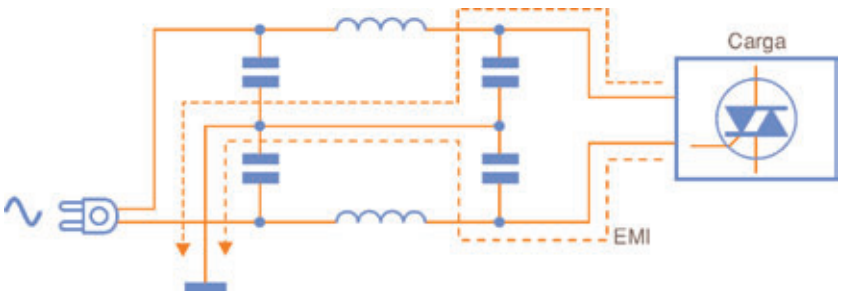
13 Circuito de filtros usado em eletrodomésticos

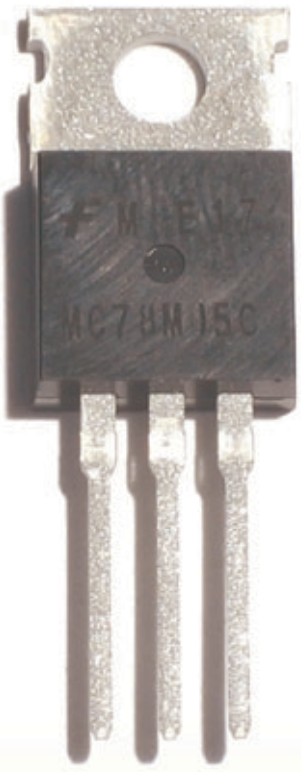


15 Filtro RLC em série-paralelo com o TRIAC



14 Ligação do filtro antes da carga com TRIAC





TRIAC - SCR

Na **figura 13** temos um primeiro circuito de filtro bastante comum em eletrodomésticos que evita que a interferência gerada se propague pela linha de alimentação chegando a outros equipamentos ligados à mesma rede ou mesmo evitando que esta linha funcione como antena irradiando os sinais.

As bobinas normalmente são formadas por algumas espiras de fio de espessura compatível com a corrente do equipamento num núcleo de ferrite que pode ser (ou não) toroidal.

Os núcleos toroidais, em especial, são muito mais eficientes neste tipo de aplicação.

Os capacitores usados são de poliéster, com tensão de trabalho de pelo menos 200 V na rede de 110 V e pelo menos 400 V na rede de 220 V.

A ligação à terra para oferecer um percurso aos sinais de alta freqüência é muito importante para aumentar a eficiência do filtro.

Veja que sem o terra, os capacitores poem em curto os sinais enquanto que com o terra o sinal é desviado para a terra, conforme ilustra a **figura 14**.

Um outro tipo de filtro é visto na **figura 15** que é formado por uma rede RLC em série-paralelo com o TRIAC.

Este circuito amortece os pulsos gerados na comutação do Triac evitando que eles gerem sinais irradiados ou que se propaguem pela rede de alimentação até outros equipamentos.

A bobina é formada por 70 espiras de fio esmaltado num bastão de ferrite. O fio usado deve estar de acordo com a intensidade de corrente no circuito.

Este tipo de filtro é recomendado para cargas inferiores a 1 kW.

Conclusão

O uso de TRIACs oferece soluções importantes para projetos de eletrodomésticos e aplicações industriais. Porém, devemos estar atentos para as deformações que a presença de um dispositivo deste tipo pode causar na forma de onda da energia fornecida a outros equipamentos de uma instalação e que podem trazer problemas como os que abordamos quando tratamos disso no artigo “True RMS”.

Isso significa que todos os projetistas que pretendam usar TRIACs no controle de potências elevadas devem estar atentos aos picos e transientes que eles podem gerar e tomar as devidas precauções para que não venham a influenciar no funcionamento de outros equipamentos.

O próprio emprego do TRIAC também implica em se obervar até que ponto a maneira como ele controla uma carga é eficiente.

Com as indicações que demos neste artigo o leitor já tem uma idéia do que deve observar e, se for necessário, procurar literatura adicional.

f