www.mecatronicafacil.com.br

Ano 7 - nº53 - R$ 6,50

SABER

MECATRÔNICA FÁCIL

O RÁDIO NO TERCEIRO REICH



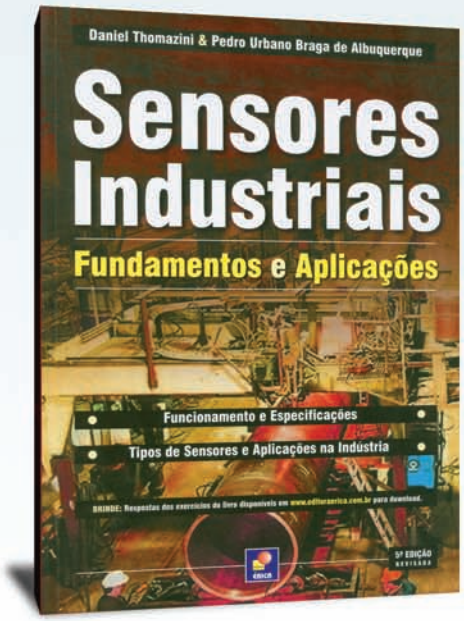
LEDs Rítmicos

Faça suas luzes piscarem no ritmo da música

Alerta Vermelho

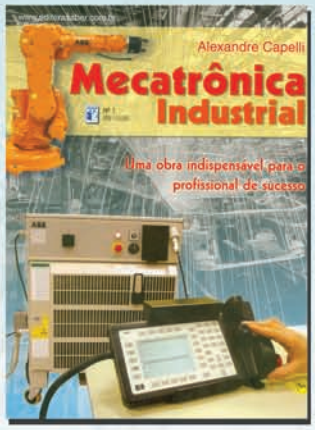
Construa uma sirene igual à da série "Jornada nas Estrelas"

ISSN 1676-0980



Sensores Industriais
Fundamentos e Aplicações

Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo. Destaca os sensores de fim de curso do tipo chave, de nível por radiação, de posição, acelerômetros, presença, ópticos, velocidade, temperatura, pressão, nível, vazão, tensão, corrente, potência, umidade, gases e pH. Traz uma lista de exercícios propostos para fixação do assunto.



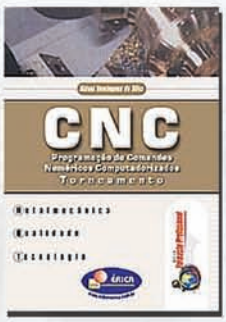
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



O conteúdo dessa obra refere-se aos sistemas de Gerenciamento Eletrônico dos motores Diesel, e basicamente estão apresentados de forma cronológica. Pretende colaborar com os Técnicos que atuam com motores de ciclo Diesel, discorrendo sobre funcionamento, Características, Regulagens, Diagnósticos.

Confira outros livros em nossa loja virtual











novasaber
www.novasaber.com.br

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi
MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

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

Editor Técnico
Natália F. Cheapetta

Redação
Daniele Aoki,
Thayna Santos

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni

Colaboradores
Newton C. Braga

Capa
Arquivo

PARA ANUNCIAR: (11)2095-5339
atendimento@mecatronicafacil.com.br

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

Mande suas dúvidas, comentários e críticas para
atendimento@mecatronicafacil.com.br

Associado da:
anatec
www.anatec.org.br

Associação Nacional das Editoras de
Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.

editorial

A Segunda Guerra Mundial, mesmo após 65 anos, ainda é lembrada por muitas pessoas. Não só pela dor e sofrimento que alguns grupos religiosos e sociais passaram, mas também pela forma como o Chanceler alemão da época, Adolf Hitler, monopolizou o poder e manipulou a população alemã.

Uma de suas máquinas de propaganda foi um receptor popular que utilizava apenas três válvulas e dificultava a sintonização de qualquer sinal que viesse de fora do território alemão. O artigo "O Rádio na Alemanha de Hitler" apresenta o VR301: um simples rádio que ajudou no desenvolvimento de tecnologias usadas até hoje, como a do forno de micro-ondas.

Também nesta edição, publicamos a terceira versão do VM-3: um Veículo Mecatrônico que, após uma hélice como elemento propulsor e um sistema de propulsão por engrenagens, agora pode ser acionado por *Laser Pointer*.

Este primeiro número da Mecatrônica Fácil, de 2010, vem cheio de projetos e novidades para o mundo da eletrônica e mecânica. Desejamos a todos os leitores, um ótimo ano e uma boa leitura!

Natália F. Cheapetta



índice

20

Robonews 02

Transmissor para sinalização 06
Monte um circuito que opera na faixa FM com alcance de 100 metros.

Mini Projetos 10
Três simples projetos de som.

LEDs Rítmicos 13
Circuito faz luzes piscarem no ritmo da música.

Alerta Vermelho 16
Aprenda a construir a sirene de perigo das naves da série Star Treck.

O Rádio na Alemanha de Hitler 20
Conheça o volksempfänger: primeiro receptor popular alemão.

Desenvolvimento de projetos 23
Descubra novas metodologias que podem ser aplicadas em sala de aula.

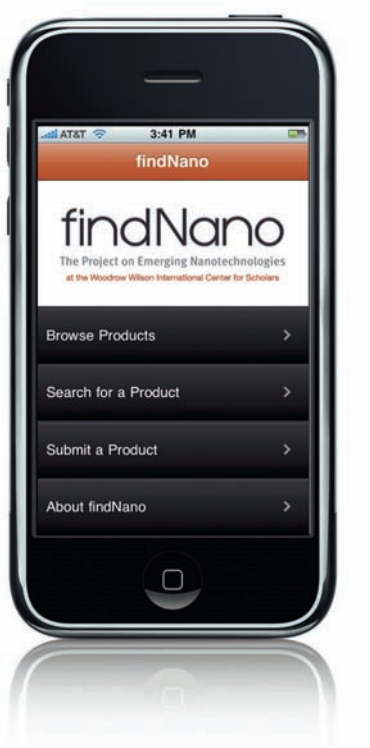
Construção do Veículo Mecatrônico 3 26
Terceira versão: acionamento por Laser Pointer.

Quatro projetos educacionais 30
Seleção de projetos simples para alunos e professores.

Circuitos Inteligentes 36
Definição de inteligência e quais circuitos podem ser usados para reproduzi-la.

Robonews

Descubra quais produtos usam nanotecnologia!



Um aplicativo de iPhones e iPod Touchs já pode descobrir quais produtos utilizaram nanotecnologia na sua fabricação. O *findNano*, desenvolvido pelo Projeto sobre Nanotecnologias Emergentes, permite que usuários naveguem por uma lista com mais de 1.000 produtos de consumo para conhecerem quais possuem tecnologia de nanomateriais.

A lista contém produtos eletrônicos, esportivos e até brinquedos. O findNano também disponibiliza a interação com o usuário final. Utilizando uma câmera de vídeo, eles podem enviar informações sobre produtos que não constam no inventário, para que assim os organizadores possam atualizá-lo. Para isso é necessário enviar fotos, o nome do produto e local onde os consumidores podem encontrá-lo. Esta lista, desde 2006, é referência do próprio Projeto sobre Nanotecnologias Emergentes.

O aplicativo não chama somente a atenção dos aficcionados por tecnologia e curiosos, mas também de órgãos de defesa do consumidor e do trabalhador, que procuram maiores estudos para avaliar se estes produtos terão consequências na saúde humana.

O findNano é gratuito e pode ser adquirido no iTunes App Store.

China prepara Olimpíadas de Robôs para 2010



A vida de um robô nunca esteve tão agitada como atualmente. A China planeja a realização de uma Olimpíada de Robôs na cidade de Harbin, local-sede do instituto de tecnologia de pesquisas sobre futebol de robôs. O acontecimento, sem data prevista, deverá conter 16 modalidade diferentes e as inscrições serão limitadas. Apenas os robôs humanoides, com dois braços e duas pernas, poderão participar.

As categorias agregam desde atletismo, modalidade também aplicada nas nossas olimpíadas, até atividades mais apropriadas para máquinas, como limpeza de ambientes. Os organizadores acreditam que mais de 100 universidades ao redor do mundo vão marcar presença.

Além dos jogos da China, outras competições estão marcadas e algumas já foram realizadas. É o caso da *RoboGames*, esportes para robôs, em abril de 2010, nos Estados Unidos e a *Roboexotica*, premiação de habilidades cotidianas como fazer drinques, acender cigarros e conversar com clientes de bares, que aconteceu em dezembro de 2009.

E como não era de se espantar, um dos esportes mais difundidos no mundo, o futebol, também tem seus times robóticos. A Copa do Mundo de Robôs de 2009 contou com a participação 400 times de 35 países diferentes e a edição de 2010 acontecerá em Cingapura. Outro evento desse tipo será organizado pela Federação Internacional de Futebol de Robôs.

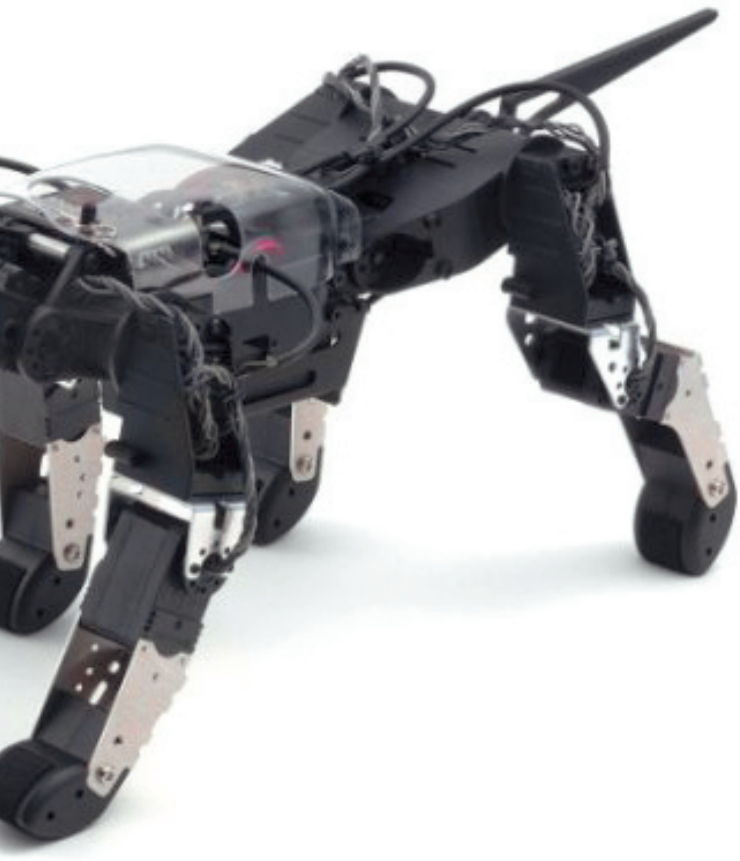
Animal robotizado: HPI apresenta G-Dog

O melhor amigo do homem recebe outras versões de robô. Após o *Aibo* da Sony, outro cachorro robótico, criado por uma desenvolvedora japonesa, HPI, está para nascer. Batizado de *G-Dog*, o canino é alimentado por uma bateria de 7,2 volts e poderá ser controlado através de um controle remoto.

Como qualquer outro cãozinho verdadeiro, o G-Dog senta, e caminha, entre outras funções. Mede aproximadamente 375x135x190 mm e pesa 570 gramas. Possui 9 servomotores que trabalham suas articulações. O valor gira em torno de 69,500 ienes, moeda japonesa. No Brasil, o preço chega aos R$ 1500,00.

Para quem deseja adquirir um amigo mais em conta, *Spok* também está disponível. Seu diferencial é o tipo de produto usado na fabricação. Enquanto o G-Dog é visualmente robotizado, o canino Spok é totalmente de pelúcia. Seus movimentos foram desenvolvidos com técnicas robóticas, pela empresa brasileira Candide.

Spok consegue interagir com as crianças, cantando, respondendo perguntas e contando piadas. Também consegue reconhecer 3 mil timbres de voz e sotaques diferenciados. O brinquedo é recomendado para maiores de três anos e custa cerca de R$ 199,00 de acordo com o fabricante.



Exploração espacial terá nova geração robotizada

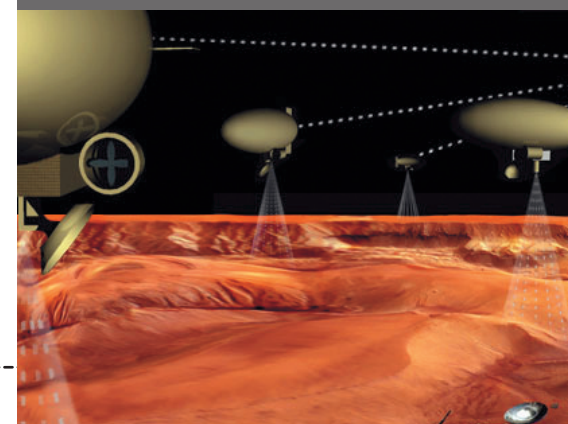
O cientista e professor de Microeletrônica da Universidade do Arizona, em Tucson, Wolfgang Fink, acredita que múltiplos robôs descartáveis de baixo custo serão capazes de tomar suas próprias decisões e trabalhar em grupo, em locais distintos, como as montanhas de Titã.

Fink e membros da sua esquipe estão desenvolvendo softwares autônomos capazes de comandar estes robôs-geólogos e robôs-astronautas. O objetivo da pesquisa é fazer com que eles trabalhem em conjunto. Cada robô deve atuar como membro de uma equipe, podendo adaptar-se, quando necessário, para completar a missão.

Dentre esses comportamentos, também incluirá a identificação de áreas para pesquisas, priorizar áreas que deverão ser estudadas, reconhecer riscos e tomar as atitudes corretas para contorná-los.

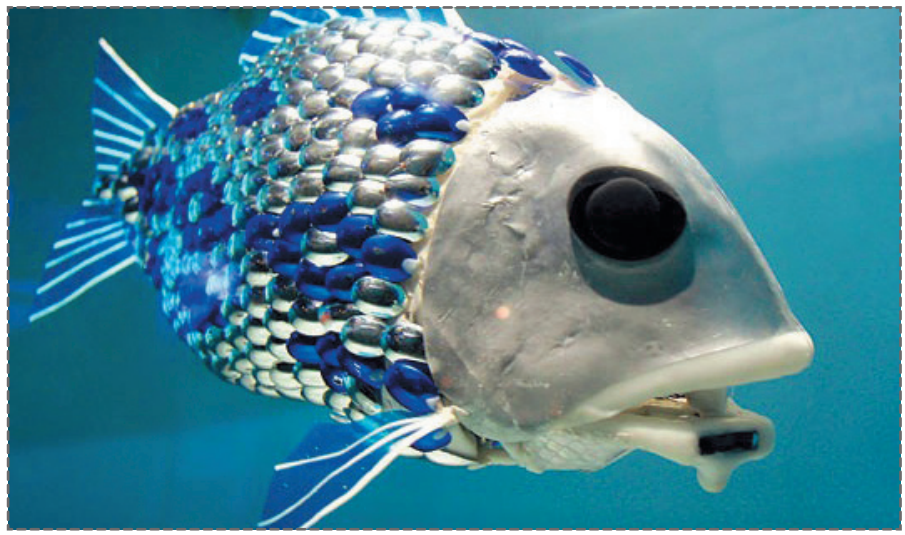
Com a independência da equipe de robôs e o comando no centro da Terra, as missões espaciais serão enriquecidas. As ações dos robôs poderão ser imediatas a algum acontecimento como, por exemplo, uma tempestade de areia. Tudo através de seus sensores que captam fenômenos como estes.

Para a exploração de Titã, uma sonda orbital vai circular ao redor da lua, captando uma visão global. Abaixo, um balão vai obter a visão das montanhas, lagos e canais. Enquanto isso, jipes robóticos, ou robôs aquáticos explorarão os detalhes da superfície. Esta sonda poderá se comunicar com o balão e este por sua vez com os exploradores da superfície.



Robonews

Peixe-robô ajuda a desvendar o mar!



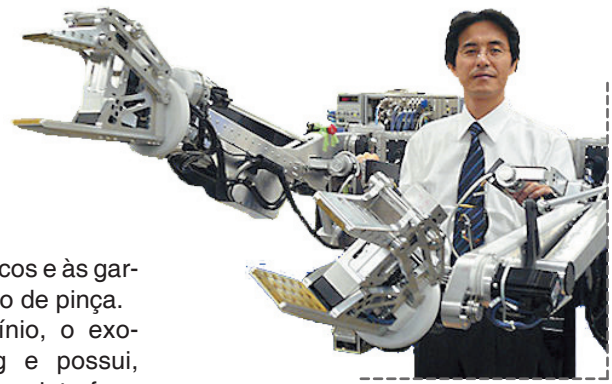
Cientistas e pesquisadores da Universidade de Essex, Inglaterra, desenvolveram um peixe-robô capaz de ajudar nas descobertas ecológicas dos mares e oceanos.

Os movimentos realistas são resultados de barbatanas de polímeros eletroativos que reagem com a tensão que passa através dos peixes. O robô aquático também é equipado com sensores químicos que lhe permitem pesquisar águas, coletar informações, medir a quantidade e a fonte de poluição, tanto de óleo quanto derrames químicos.

Os dados serão enviados para a central através de um transmissor sem fio, instalado no corpo do peixe. Com isso, os especialistas esperam compreender melhor as mudanças que afetam mares e oceanos.

O interessante é que sua aparência autêntica vem com os aspectos positivos e negativos. O peixe consegue se misturar bem entre outros seres aquáticos, sem perturbar o ambiente. Porém, há a preocupação do robô aquático terminar em uma rede de pesca, assim como outros da mesma espécie. Por causa disso, um sistema de rastreamento foi implantando em seu corpo. Um campo eletromagnético o afasta de qualquer ameaça, tais como barcos comerciais, obstáculos humanos e até tubarões.

Exoesqueleto da Panasonic



Alguém se lembra do filme Aliens de 1986? Pois bem, o novo projeto de exoesqueleto para aumento de força possui um *design* semelhante – e o mesmo nome – do equipamento utilizado por Sigourney Weaver para se defender das feras do espaço.

O *Power Loader,* desenvolvido pela Activelink, uma divisão da Panasonic sediada em Kyoto, permite que o usuário seja capaz de levantar 100 kg com mínimo esforço graças a seus 18 motores eletromagnéticos e às garras hidráulicas em formato de pinça.

Construído em alumínio, o exoesqueleto pesa 230 kg e possui, segundo a fabricante, uma interface simples e intuitiva que permite ao usuário "sentir" o robô enquanto ele se movimenta.

Por enquanto, o Power Loader é apenas um protótipo, mas a empresa tem planos de colocá-lo no mercado até o ano de 2015.

As aplicações mais apropriadas para o aparelho são na construção, e no resgate de vítimas de desastres como desabamentos, mas também podem incluir a indústria ou qualquer outra área que envolva transporte de cargas pesadas.

Nova forma de locomoção pessoal

O Instituto Nacional Japonês de Ciência Industrial Avançanda e Tecnologia (*Japan's National Institute of Advanced Industrial Science and Technology – AIST*) demonstrou seu dispositivo "Unit-type-Micro-Mobility", na Exibição Internacional de Robôs 2009, em Tókio.

Segundo Toshinobu Takei, pesquisador do AIST, o protótipo deslizante é, na verdade, uma versão mecânica do "takeuma", um antigo palafitas de bambu que as crianças usavam para brincar no Japão, antes de suas vidas serem consumidas por telefones celulares e videogames.

Cada aparelho contém uma roda, três aceleradores, giroscópios e pesa aproximadamente 5 kg (11 pounds). A velocidade máxima é 25 mph, ou cerca de 11,17 m/s. O protótipo patina automaticamente quando o usuário se inclina para a frente.

Ainda em fase de desenvolvimento, este nova forma de mobilidade já possui uma vantagem: é menor que o Segway, famoso veículos de duas rodas utilizados pelos seguranças de supermercado. Será este o substituto do patinete?



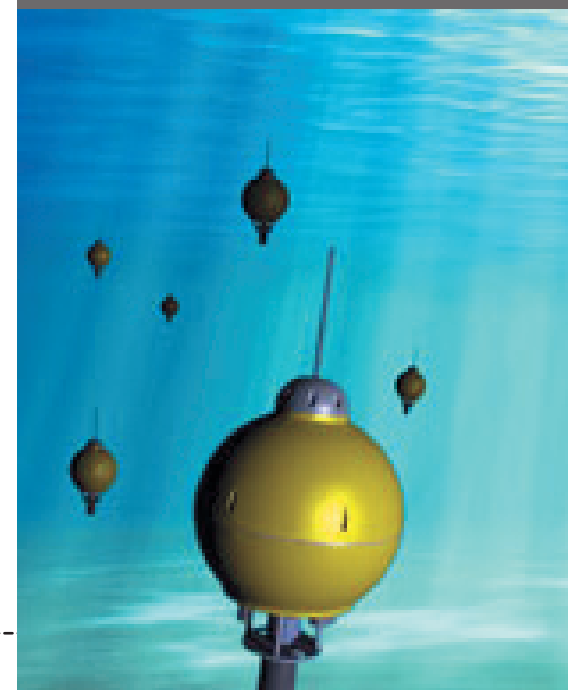
Novos robôs submarinos vão explorar Oceano Atlântico

Com o intuito de explorar o Oceano Atlântico e rastrear detalhes dos processos que influeciam a vida de pequenos e importantes organismos marinhos, cientistas do Instituto Scripps de Oceanografia, nos Estados Unidos, estão desenvolvendo robôs submarinos capazes de explorar os oceanos.

Estes novos robôs aquáticos vão documentar padrões de circulação e propriedades físicas e químicas das profundezas, além de coletar novos dados e amostras das regiões costeiras. Eles terão progresso tecnológico contínuo, tornando-se, assim, mais avançados dos que os já existentes.

Para isso, os robôs serão miniaturizados, permitindo com que monitorem pontos onde pode haver reprodução da vida marinha, detectem fenômenos e identifiquem vazamentos de petróleo ou outras substâncias.

O enxame de submarinos robóticos será monitorado por uma central, similar a uma bola de futebol. Coletivamente, serão capazes de monitorar a mensuração dos fluxos e a absorção de carbono nos oceanos. Na primeira fase de testes, 6 robôs serão lançados acompanhados por seus respectivos 20 filhotes.



Transmissor para Sinalização

Newton C. Braga*

A emissão via rádio de um sinal de aviso ou alerta pode ser interessante em diversas situações. Podemos citar como exemplo o caso de alarmes remotos, detectores de eventos, ou ainda a passagem de animais ou pessoas por um local, ou mesmo quando um robô encontra uma situação imprevista.
O circuito que descrevemos é simples de montar e opera na faixa de FM com um alcance na versão básica da ordem de 100 metros. Este alcance, entretanto, pode ser aumentado com a troca de alguns componentes, conforme indicação a ser dada no próprio texto.

O projeto que apresentamos aqui encontra uma variedade muito grande de aplicações práticas.

Basicamente, trata-se de um transmissor de FM que emite um sinal intermitente (bip) quando acionado. Acoplando-se este transmissor a sistemas de alarmes, sensores e outros dispositivos é possível elaborar diversos projetos importantes como por exemplo:

- Aviso de intrusos ou alarme remoto, quando recebemos um sinal em um rádio FM a partir do disparo de sensores.
- Detector de eventos, acusando a operação de armadilhas, fechaduras de portas, etc. por meio da emissão do sinal.
- Monitor de temperatura, pressão e outras grandezas físicas com a utilização de sensores e circuitos de disparos apropriados.
- Demonstrações, como curiosidade ou para experiências diversas envolvendo radiotransmissão e radiorrecepção em feiras de ciências e outros eventos.

O aparelho pode ser alimentado por tensões de 6 a 12 volts a partir de pilhas ou bateria.

Com a troca do transistor original Q1, BF494, por um 2N2218 ou mesmo BD135, a alimentação pode ser elevada para 12 V e com isso o alcance aumentará para até mais de 500 metros.

Evidentemente, o alcance vai depender também das condições locais para propagação do sinal, interferências, assim como da existência de obstáculos e inclusive da sensibilidade do receptor usado.

Características:

- Tensão de alimentação: 6 a 12 volts
- Consumo: 10 a 50 mA
- Frequência dos bips: 0,1 a 1 Hz
- Tom dos bips: 10 a 1000 Hz
- Frequência de transmissão: 88 a 108 MHz
- Alcance: 100 metros (tip) – com o BF494

Como funciona

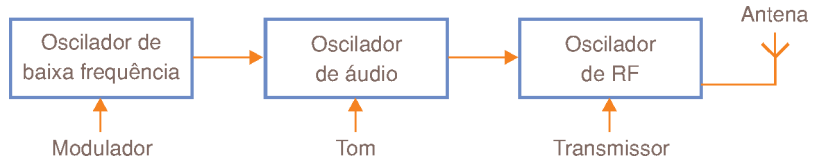
Na **figura 1** temos o diagrama de blocos do nosso transmissor, a partir do qual daremos as explicações sobre o funcionamento.

O primeiro bloco consiste em um oscilador de frequência muito baixa elaborado em torno de uma das portas do circuito integrado CMOS 4093.

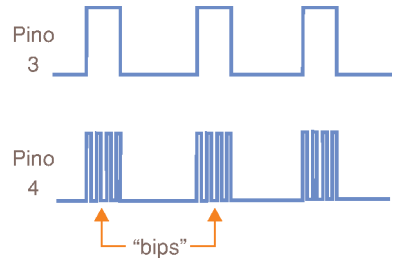
Acesse

www.newtoncbraga.com.br

1 Diagrama de blocos de transmissor



2 Forma de onda na saída do circuito



Esse circuito tem um ciclo ativo determinado pela relação entre a resistência ajustada em P_1 e R_1. Assim, podemos alterar a frequência dos pulsos em P_1 e sua duração será fixa dependente de R_1.

A forma de onda obtida na saída deste circuito é mostrada na **figura 2**.

O segundo bloco, também elaborado em torno de uma porta NAND do 4093, consiste num oscilador de áudio em que a frequência é determinada por C_2 e R_3. Esse circuito gera o tom dos bips que vão ser transmitidos. O oscilador é controlado pelo anterior de modo a se obter no pino 4 do CI pulsos de áudio de curta duração.

Os sinais destes dois bocos são aplicados à base de um transistor que opera como um oscilador de alta frequência. Neste circuito, a frequência é determinada por L_1 de CV e os resistores R_7 e R_9 polarizam a base do transistor.

Para maior potência, quando usamos os transistores BD135 ou 2N2218, no caso de uma alimentação de 12 V no resistor R_6 deve ser alterado para 56 ohms x 1 W.

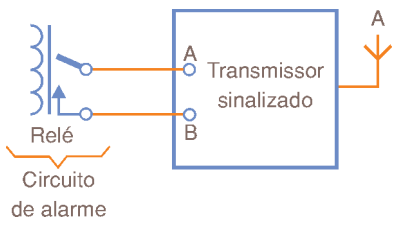
O circuito que vai controlar o transmissor deve ser ligado no lugar de S_1.

Ligando os contatos de um relé entre os pontos X e Y, por exemplo, conforme ilustra a **figura 3**, podemos ativar o tom intermitente do transmissor quando o relé fechar.

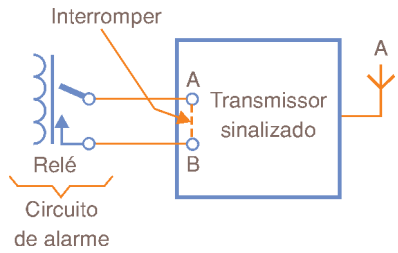
Uma idéia interessante é manter a portadora no ar com o circuito alimentado e ativar apenas o oscilador CMOS quando algum dispositivo sensor externo for disparado. Isso pode ser feito com as conexões exibidas na **figura 4**.

Na **figura 5** indicamos como usar um LDR para ativar o tom ou

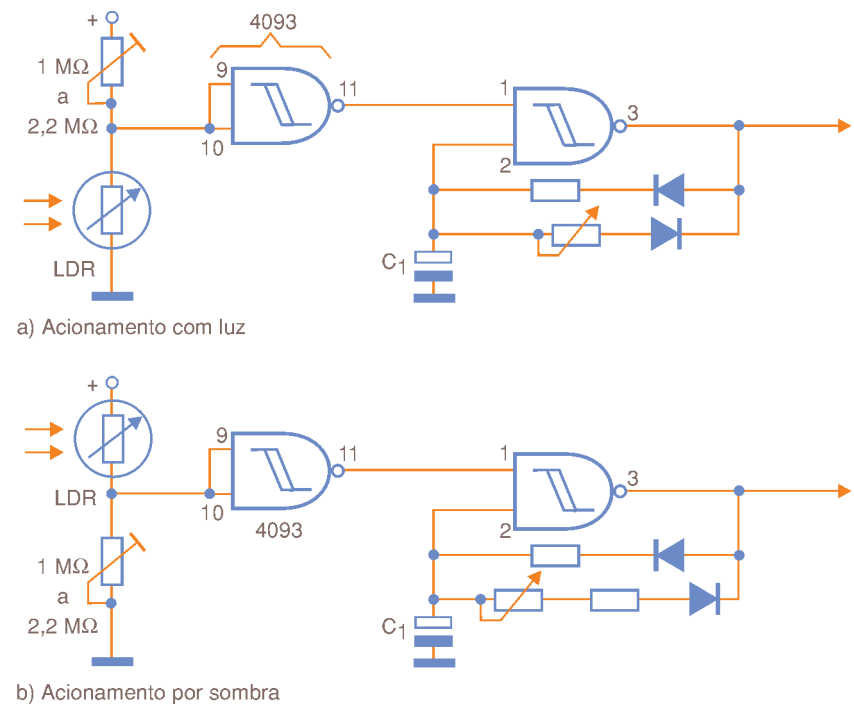
3 Uso de um relé p/ controlar o transmissor



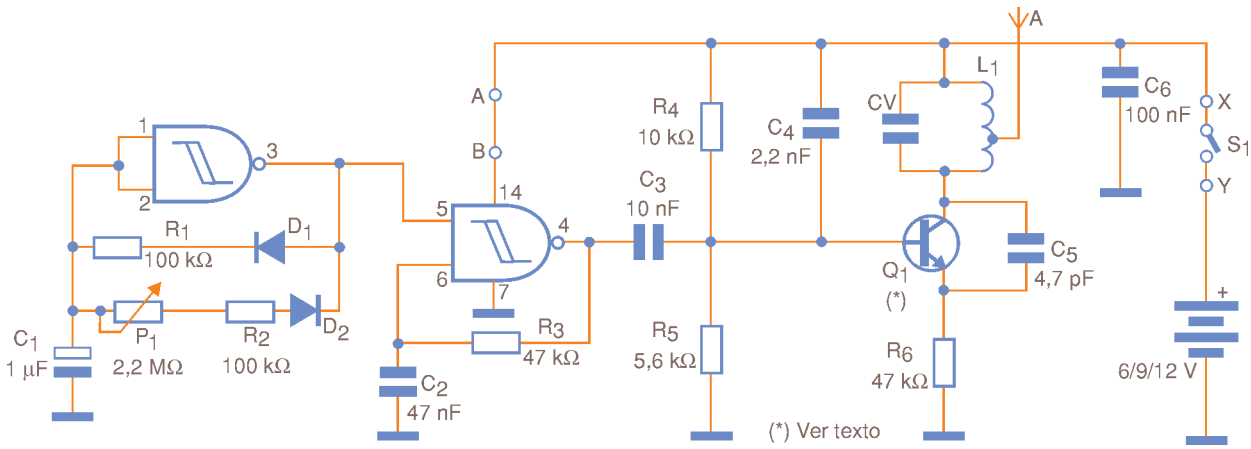
4 Mantendo a portadora no ar e ativando apenas o oscilador CMOS



5 Utilização de LDR em duas condições de acionamento



6 Diagrama completo do aransmisor



desativá-lo quando luz incidir neste componente, ou ainda quando ela for cortada.

Para operação por longos períodos recomendamos o uso de uma bateria recarregável, ou ainda de uma fonte de alimentação fixa.

Montagem

Começamos por dar o diagrama completo do transmissor na **figura 6**. Observe os pontos de conexão dos dispositivos externos.

A versão em placa de circuito impresso, mais estável e mais compacta, indicada aos leitores que tenham os recursos para sua elaboração pode ser observada na **figura 7**.

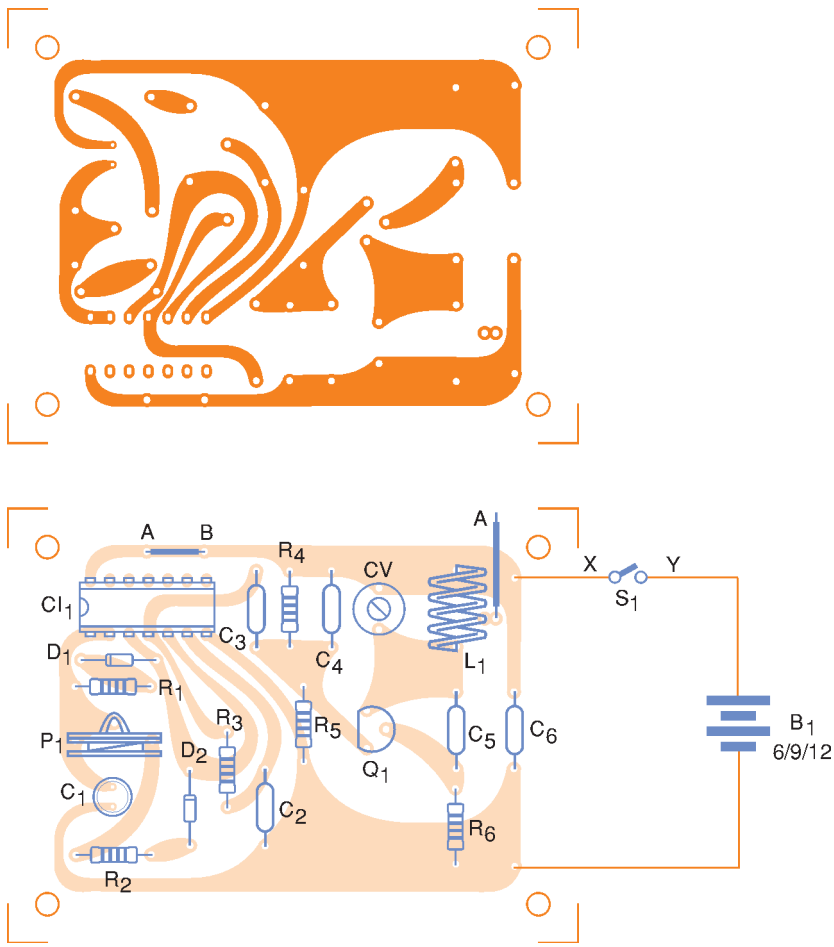
A bobina L_1 consta de 4 a 5 voltas de fio comum em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. Use um lápis como referência para enrolar esta bobina.

A antena será ligada na segunda ou terceira espira desta bobina.

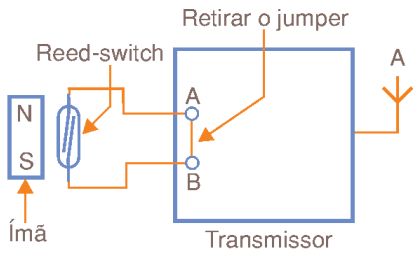
Podemos utilizar como antena um pedaço de fio rígido comum de 30 cm a 1 metro de comprimento, ou mesmo uma antena telescópica comum.

Nos dois casos o melhor funcionamento e alcance se obtém quando a antena fica em posição vertical longe de qualquer objeto, principalmente daqueles de metal que podem instabilizar o circuito e reduzir seu alcance.

7 Montagem do transmissor em PCI



8 Ativação do circuito através de um reedsd-switch



Observe com cuidado as posições dos transistores na montagem.

Os resistores são de 1/8 W ou maiores, e no setor de alta frequência em torno de Q_1 só devem ser usados capacitores cerâmicos.

A ligação de B1 tem polaridade a ser observada e o conjunto cabe todo numa pequena caixa plástica. Não utilizae caixa de metal.

Prova de uso

Inicialmente, ligue nas proximidades do transmissor um rádio de FM a médio volume sintonizando-o em torno de 100 MHz em um ponto em que não hajam estações operando. Depois, atuando sobre CV, você deverá captar o sinal mais forte do transmissor.

Poderão aparecer vários sinais em diversos pontos do ajuste, mas somente um deles será o mais forte e o que dará o maior alcance. Você o identificará facilmente afastando-se com o receptor. O mais forte não desaparece logo.

Captando o sinal, ajuste P_1 para obter a emissão dos bips na frequência desejada. Se não gostar do tom, altere R_3.

Dependendo da aplicação, você poderá ligar os contatos de um relé ou sensores nos pontos indicados.

Na **figura 8** indicamos como ativar o circuito usando um reed-switch como sensor. A aproximação de um ímã do reed-relé aciona o setor de modulação, havendo então a produção dos bips.

Comprovado o funcionamento, ao instalar o aparelho procure encontrar a melhor posição da antena.

Para a versão de 12 volts com transistores de maior potência será importante usar bateria ou fonte, uma vez que o consumo maior esgotaria as pilhas comuns rapidamente.

Se não conseguir o alcance desejado, ou ainda a frequência de operação, ou altere a bobina reduzindo uma volta, ou ainda o capacitor C6, que pode ter valores entre 4,7 e 10 pF.

Lista de materiais:

Semicondutores:
CI_1 – 4093 – circuito integrado CMOS
D_1, D_2 – 1N4148 – diodos de uso geral de silício
Q_1 - BF494 ou BF495 - transistor NPN de RF

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1, R_2 - 100 k Ω - marrom, preto, amarelo
R_3 - 47 k Ω - amarelo, violeta, laranja
R_4 – 10 k Ω – marrom, preto, laranja
R_5 – 5,6 k Ω – verde, azul, vermelho
R_6 - 47 Ω - amarelo, violeta, preto
P_1 – 2,2 k Ω - trimpots ou potenciômetros

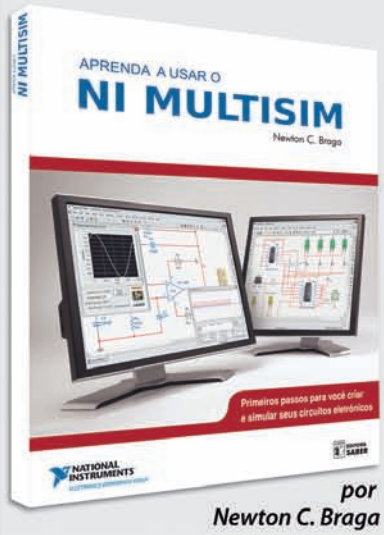
Capacitores:
C_1 - 1 µF/12V - eletrolítico
C_2 - 47 nF - cerâmico ou poliéster
C_3 – 10 nF - cerâmico ou poliéster
C_4 – 2,2 nF – cerâmico
C_5 – 4,7 pF - cerâmico
C_6 - 100 nF - cerâmico

Diversos:
S_1 - Interruptor simples
CV - trimmer 3-30 pF ou próximo disso
B_1 - 6V a 12V - pilhas, bateria ou fonte
L_1 - Bobina - ver texto
A – antena – ver texto

Placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou conector de bateria, caixa para montagem, botões para o potenciômetro (se usado), conectores para os sensores, fios, solda, antena telescópica, etc.

Loja Virtual

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.

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

Mini Projetos

Reunimos nesta seção projetos simples e rápidos, muitos dos quais utilizando componentes de sucata ou de baixo custo. São projetos ideais para iniciantes, para serem usados como temas transversais do ensino fundamental e médio, ou mesmo para aprender eletrônica. Desta vez reunimos 3 projetos simples de som

Newton C. Braga*

Metrônomo usando Relé

Essa montagem utiliza somente componentes passivos consistindo numa excelente sugestão para trabalhos escolares, aulas e para dar rítmo a instrumentos musicais.

Um metrônomo marca o compasso musical ou o rítmo de ginástica, emitindo pulsos sonoros audíveis. O circuito apresentando emite cliques compasados cuja frequênia depende de C_1.

Conforme podemos ver pelo circuito, este metrônomo não possui controle de frequência, mas ele pode ser acrescentado, consistindo em um potenciômetro de 47 ohms de fio em série com S_1. Na **figura 1** temos o circuito completo do metrônomo.

O alto-falante pode ser de qualquer tipo, de 4 ou 8 ohms, e a alimentação é feita com uma tensão de 6 V obtida de 4 pilhas comuns de qualquer tamanho.

Acesse

www.newtoncbraga.com.br

Na **figura 2** temos o aspecto real da montagem.

O relé usado é de 6 V, porém podem ser usados relés para outras tensões desde que a fonte de alimentação tenha a tensão correspondente. Na montagem, observe a polaridade da bateria B_1 e do capacitor eletrolítico. Esse componente deverá ter uma tensão de isolamento de pelo menos 6 V.

Som Intermitente Integrado

O circuito apresentado pode ser instalado em alarmes, brinquedos, sistemas de aviso, robôs e muito mais. Sua alimentação pode ser feita com 4 pilhas ou bateria de 9 V.

A tonalidade do bip é determinada por C_2 e os intervalos em que eles são produzidos é determinado por C_1. Esses componentes, juntamente com R_1 e R_2, podem ser alterados para se modificar essas frequências.

O transdutor é uma cápsula piezoelétrica de alta impedância, permitindo-se também o uso de cápsulas teleônicas ou cerâmicas. Na **figura 3** temos o diagrama completo do aparelho.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 4**.

Os resistores são de 1/8 W e os capacitores podem ser cerâmicos ou de poliéster. Para provar o aparelho é só ligar a alimentação.

Lanterna com Sirene

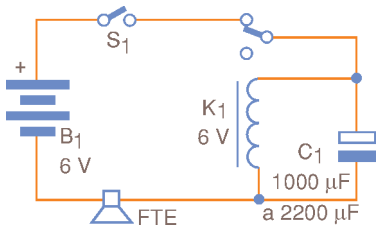
Se você possui uma lanterna velha, talvez sem uso, sabe que o principal problema que esse tipo de aparelho apresenta é a deterioração dos contatos internos, normalmente em vista do vazamento das pilhas.

Lista de materiais - 1:

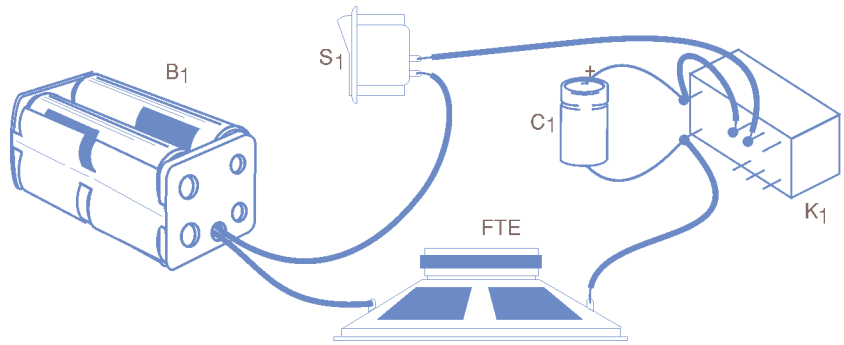
K_1 – MCH2RC1 – Relé de 6 V – Metaltex
B_1 – 4 pilhas comuns
S_1 – Interruptor simples
C_1 – 1 000 µF a 2 200 µF – capacitor eletrolítico
FTE – 4 ou 8 Ω – alto-falante comum

Diversos:
Suporte de pilhas, fios, solda, etc.

1 Esquema elétrico do netrônomo



2 Aspecto da montagem do metrônomo



Outro grave problema que inutiliza muiras lanternas comuns depois de algum tempo, é o interruptor que deixa de operar, provocando falhas e até mesmo impedindo que a lâmpada acenda.

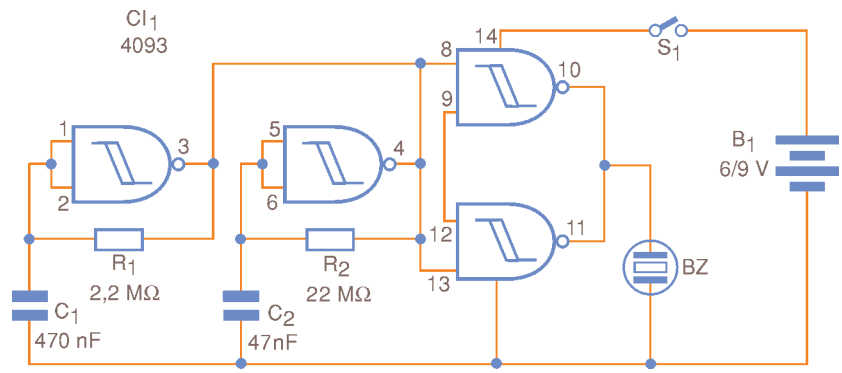
Utilizando alguns componentes eletrônicos e mais um circuito, o leitor não só pode aproveitar partes de uma velha lanterna, montando uma nova, como também dotar o novo aparelho de uma sirene de aviso.

A lanterna proposta pode ser alimentada tanto por 2 pilhas como por 4 pilhas, dependendo da lâmpada aproveitada.

É claro que, se você se interessar apenas pela parte elétrica da lanterna ou da sirene, nada impede que elas sejam montadas separadamente.

O princípio de funcionamento de uma lanterna é muito simples: temos apenas três elementos no circuito que são a fonte de energia (pilhas), o interruptor geral (S_2) e a lâmpada L_1.

3 Diagrama elétrico do aparelho

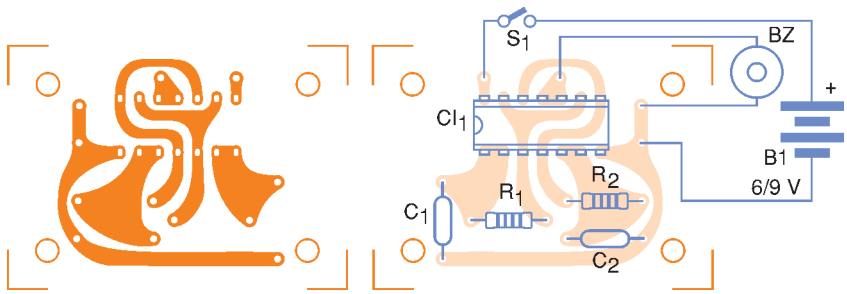


Lista de materiais - 2:

CI_1 – 4093 – circuito integrado
R_1 – 2,2 M Ω x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, verde
R_2 – 33 k Ω x 1/8 W – resistor – laranja, laranja, laranja
C_1 – 470 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
C_2 – 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
Bz – Transdutor piezoelétrico Metaloplástica MP-10 ou equivalente
S_1 – Interruptor simples
B_1 – 6 ou 9 V – 4 pilhas ou bateria

Diversos:
Placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou conector de bateria, caixa para montagem, fios, solda, etc.

4 Montagem dos componentes em placa de circuito impresso



Uma falha nos elementos desse circuito impede que a lâmpada acenda. No nosso caso, vamos substituir o componente mais crítico desse circuito, que é o interuptor S_2, por um aproveitado de qualquer aparelho eletrônico fora de uso, ou adquirido para essa finalidade.

Esse tipo de interruptor tem a vantagem de fornecer um contato elétrico muito mais seguro e durável.

A parte eletrônica é formada por um oscilador de dois transistores que tem a freqüência controlada pela carga e descarga do capacitor C_1. Quando apertamos S_1, o capacitor se carrega lentamente e o som sobe em frequência, e quando soltamos ele se descarrega fazendo com que o som se torne cada vez mais grave até desaparecer.

O circuito pode funcionar com 3 V (2 pihas) e com 6 V (4 pilhas), fornecendo bom volume em um pequeno alto-falante. Não usamos interuptor para a sirene, já que, quando S_1 está desapertado, o consumo de energia é desprezível.

Recomendamos apenas que, se a lanterna ficar muito tempo fora de uso, as pilhas deverão ser retiradas do suporte.

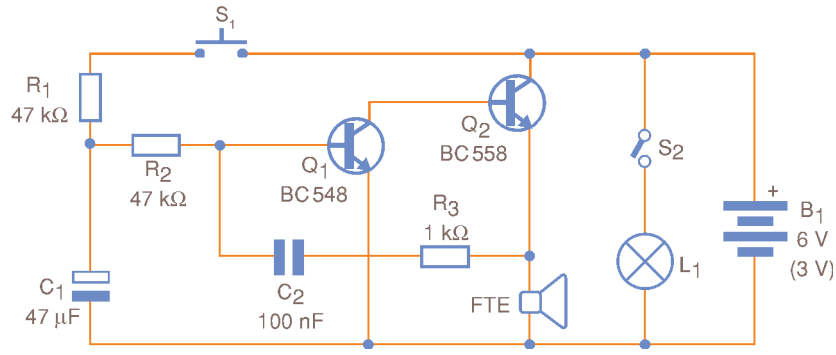
Para maior durabilidade ou potência também recomendamos que sejam usadas pilhas médias ou grandes, conforme a lanterna original de onde a lâmpada foi aproveitada. Se for comprar essa lâmpada, dê preferência a uma de lanterna de 3 V ou 6 V, para 2 ou 4 pilhas, portanto. Na **figura 5** temos o circuito completo da lanterna com sirene. Na **figura 6** exibimos a montagem da lanterna com sirene feita com base numa ponte de terminais.

Para testar o aparelho é só colocar as pilhas no suporte e verificar se a lâmpada acende e se o alto falante emite som quando pressionamos e soltamos S_1 Na **figura 7** mostramos uma sugestão de montagem usando uma caixa plástica Patola (**www.patola.com.br**) e o refletor original da lanterna da qual a lâmpada foi retirada.

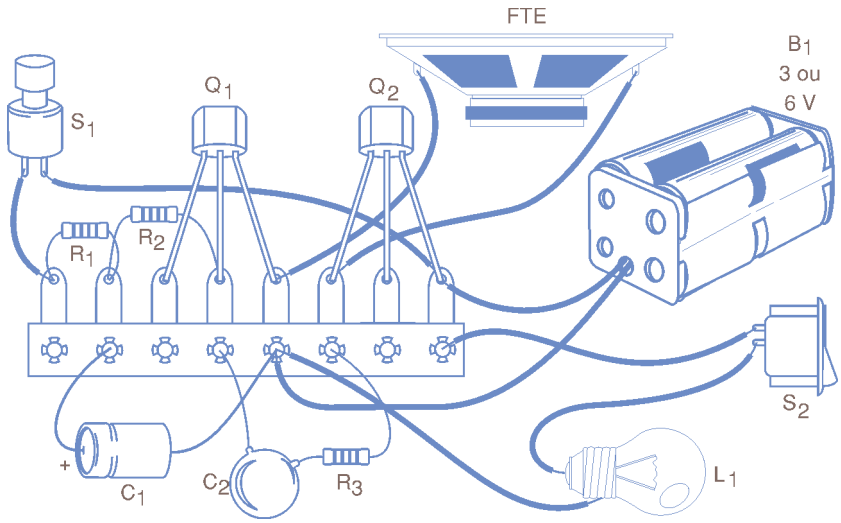
Lista de materiais - 3:

Q1 – BC548 – transistor NPN de uso geral
Q2 – BC558 – transistor PNP de uso geral
FTE – 4 ou 8 Ω – alto-falante de 5 a 10 cm
S1 – Interruptor de pressão NA
S2 – Interruptor simples
R1, R2 – 47 k Ω x 1/8 W – resistores – amarelo, violeta, laranja
R3 – 1 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
C1 – 47 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
C2 – 100 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
B1 – 2 ou 4 pilhas – ver texto
X1 – Lâmpada de lanterna – ver texto
Diversos:
Ponte de terminais, suporte de pilhas, refletor de lanterna, caixa plástica para montagem, fios, solda, etc.

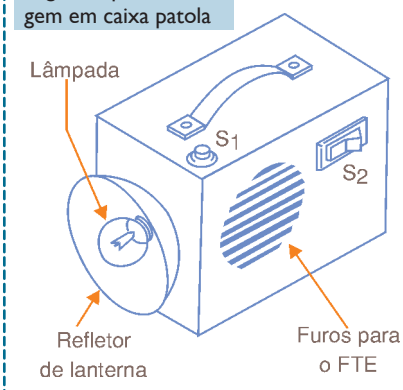
5 Esquema elétrico da lanterna c/ sirene



6 Montagem da lanterna em ponte de terminais



7 Sugestão para montagem em caixa patola



LEDs Rítmicos

Ligando-se este circuito na saída de qualquer aparelho de som, um conjunto de LEDs irá piscar ao ritmo da música. Como o circuito pode funcionar com tensões de 6 a 12 V, ele pode ser adaptado até mesmo no carro. Em um boneco ou pequena árvore de natal, ele proporcionará um efeito de luz diferente.

Newton C. Braga*

Sistemas de luzes rítmicas empregam normalmente lâmpadas incandescentes de alta potência. No entanto, muitos equipamentos de som possuem o mesmo efeito no painel, mas usando LEDs comuns. A montagem de um circuito de LEDs rítmicos é simples, uma vez que são poucos os componentes necessários.

O circuito que descrevemos neste artigo pode acionar até 20 LEDs ligados em paralelo. Na nossa versão básica estamos ligando 3 LEDs apenas.

A potência do equipamento de som que o circuito exige para seu funcionamento é extremamente baixa, não causando qualquer efeito sobre a qualidade final do som.

Como funciona

O sinal de áudio retirado de um dos alto-falantes do equipamento de som é levado a um transformador, que serve para casar sua impedância com a entrada do circuito e proporcionar um bom isolamento. O isolamento é importante para garantir segurança.

Se algo for mal com o circuito, ocorrendo um curto ou a queima de algum componente, isso não se refletirá no equipamento de som que está sendo usado como fonte de sinal.

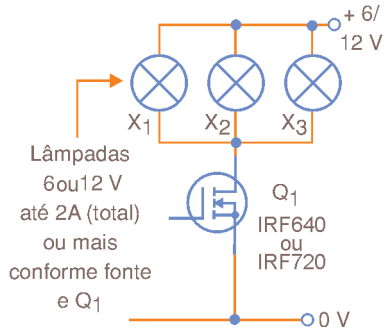
Do transformador o sinal passa para um potenciômetro, onde se faz o ajuste do ponto de funcionamento do circuito em função da intensidade do som. Esse ajuste deve ser utilizado sempre que se alterar o volume do equipamento de som.

Do cursor do potenciômetro, o sinal passa por um retificador e, dele, para a base de um transistor de efeito de campo de potência. O transistor controla a corrente que vai circular pelos LEDs, conduzindo e deixando de conduzir em função da intensidade do sinal.

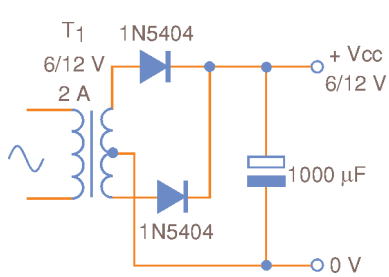
O transistor usado é um MOSFET de Potência, um componente que, com um sinal de muito pequena intensidade, pode controlar correntes muito intensas (de vários ampères).

Assim, se o leitor quiser, em lugar dos LEDs poderá até ligar lâmpadas de 6 ou 12 V, conforme a alimentação

1 Ligação de lâmpadas no lugar dos LEDs



2 Fonte de alimentação 6/12 V



com correntes algo elevadas, até uns 2 A no máximo, para o MOSFET usado, conforme mostra a **figura 1**.

Na verdade, qualquer MOSFET pode ser colocado neste circuito, ficando apenas em sua dependência a quantidade máxima de LEDs.

Os LEDs são comuns, de qualquer cor. Ligaremos resistores de 470 Ω em série com cada um se a alimentação for de 6 V, e de 1 k Ω se a alimentação for de 12 V.

Para alimentar o circuito no caso de uma aplicação doméstica poderá ser usada a fonte ilustrada na **figura 2.**

Montagem

Começamos por fornecer o diagrama do aparelho, sem a fonte de alimentação, na **figura 3**.

A placa de circuito impresso para a sua montagem pode ter a disposição de trilhas exibida na **figura 4**.

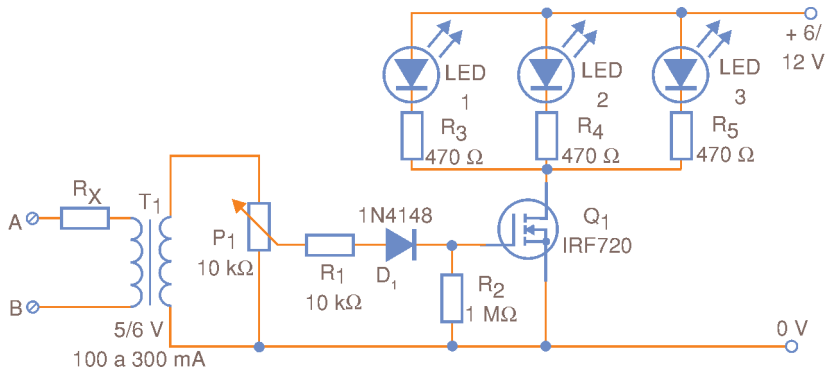
Qualquer FET de potência da série IRF pode ser utilizado no circuito. Os LEDs podem ser de qualquer cor e o diodo D_1 é de uso geral. O transformador será do tipo usado em fonte de alimentação com um primário de 110 V ou 220 V, e tensões de secundário de 5 ou 6 V e corrente na faixa de 100 mA a 300 mA. Esse secundário será ligado na saída do alto-falante do equipamento de som.

O resistor Rx dependerá da potência do equipamento de som no qual o aparelho será ligado, conforme informa a **tabela 1**.

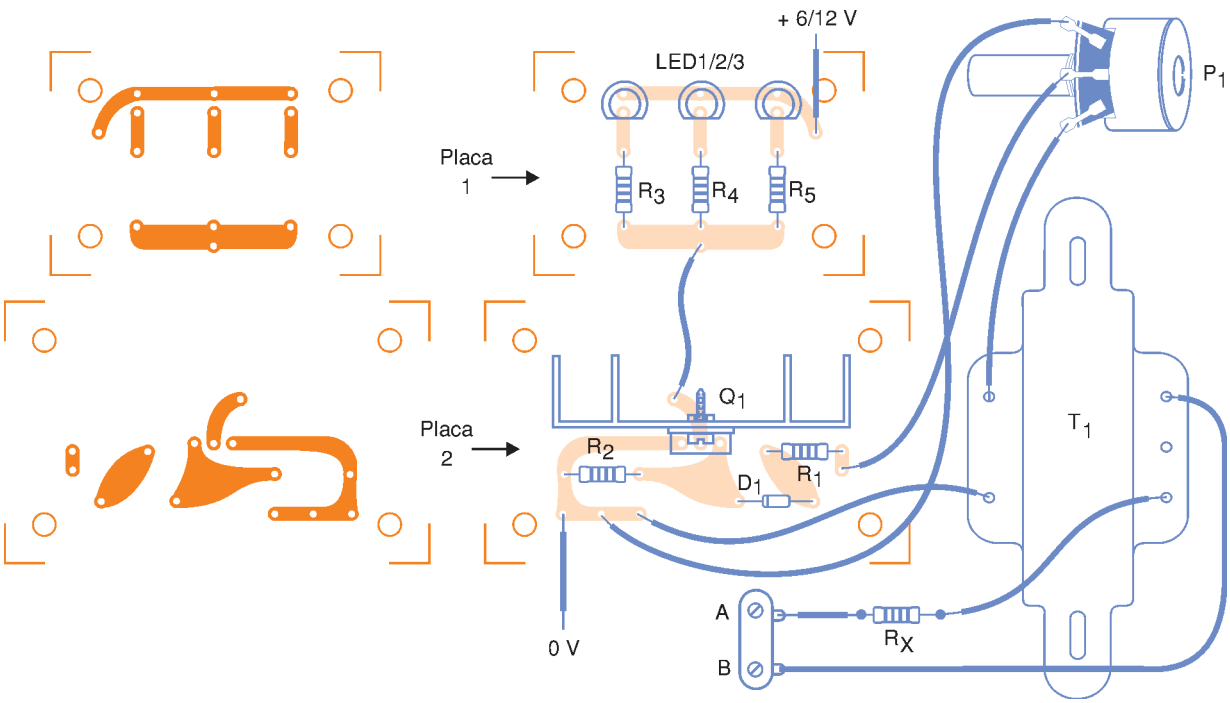
Para mais de 20 LEDs montados em paralelo, o transistor precisará ser dotado de um pequeno radiador de calor.

O conjunto pode ser colocado numa pequena caixa juntamente com os LEDs, ou ainda os LEDs podem ser

3 Diagrama elétrico do aparelho de LEDs rítimicos



4 Montagem dos componentes em placa de circuitos impresso



instalados remotamente num painel ou em outro local em que se deseje o efeito, conforme mostra a **figura 5**.

Prova e Uso

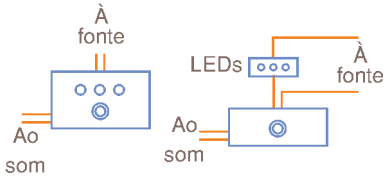
Ligue o circuito na saída de um dos alto-falantes de qualquer equipamento de som, veja na **figura 6**.

Ligue o equipamento de som entre 1/4 e 1/3 de seu volume total e alimente o sistema de LEDs rítmicos.

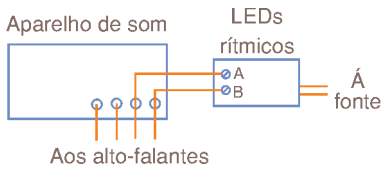
Ajuste P_1 até o ponto em que os LEDs começam a piscar com a música. Se quiser que os LEDs respondam apenas aos sons mais graves ou tenham uma resposta de frequência diferenciada, ligue em paralelo com R_2 um capacitor entre 1 nF e 47 nF. Obtenha o melhor valor experimentalmente.

Comprovado o funcionamento, é só usar o aparelho. Sempre que mudar o volume do equipamento de som será necessário reajustar P_1.

5 Opções para colocação dos LEDs



6 Ligação dos LEDs rítmicos na saída do AF.



T1

Potência do Aparelho de som (rms)	Rx
até 5 W	10 ohms x ½ W
5 a 20 W	22 ohms x 1W
20 a 50 W	47 ohms x 1W
50 a 100 W	100 ohms x 1 W
acima de 100 W	220 ohms x 2 W

Lista de materiais:

Semicondutores:
Q_1 – IRF640, IRF720, etc – qualquer Power MOSFET
LED_1 a **LED_3** – LEDs comuns de qualquer cor
D_1 – 1N4148 – diodo de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
Rx – ver tabela
R_1 – 10 k Ω – marrom, preto, laranja
R_2 – 1 M Ω – marrom, preto, verde
R_3 a R_5 – 470 Ω para 6 V – amarelo, violeta, marrom ou 1 k Ω para 12 V – marrom, preto, vermelho
P_1 – 10 k Ω – potenciômetro lin ou log

Diversos:
T_1 – Transformador – ver texto

Placa de circuito impresso, fonte de alimentação ou 4 pilhas médias, fios, solda, etc.





Alerta Vermelho

Newton C. Braga*

Um circuito solicitado pelos leitores que acompanham a série "Jornada nas Estrelas" é o Alerta Vermelho, a sirene que é acionada quando a nave Star Trek se encontra em perigo. Não se trata de circuito complexo, de modo que o leitor poderá usar a nossa versão no seu alarme de carro, em sua casa, ou até mesmo para chamar a atenção em eventos ou peças teatrais.
Veja neste artigo como montar o seu próprio "Alerta Vermelho", com um som de deixar em pé as orelhas do Dr. Spock.

Quem acompanha a antiga série de TV Star Trek (Jornada nas Estrelas), agora repetida em canais a cabo, sabe que um dos momentos mais emocionantes dos episódios ocorre quando a nave se encontra em perigo e o Alerta Vermelho, uma sirene de aviso, é acionada.

Pois bem, para os leitores que desejam montar um circuito eletrônico que imita o Alerta Vermelho, temos uma solução baseada em componentes absolutamente comuns.

Como uma sirene tem diversos tipos de aplicações práticas, vai aqui a sugestão para usar o projeto em alarmes, sistemas de aviso ou até mesmo em peças teatrais.

O circuito pode ser alimentado com tensões de 6 V a 12 V e tem uma potência sonora.

Como Funciona

A sirene Alerta Vermelho é formada por dois osciladores, sendo um deles que determina a modulação (cadência dos toques) e o outro que determina o som final propriamente dito.

No nosso projeto usamos dois osciladores com o conhecido circuito integrado 555.

O primeiro, de muito baixa frequência, tem sua frequência de operação determinada por R_1, R_2 e C_3.

O sinal retangular obtido na saída desse oscilador passa por um circuito com três transistores, que modifica sua forma de onda de modo a se obter uma modulação crescente do oscilador final que caracteriza o som da sirene original.

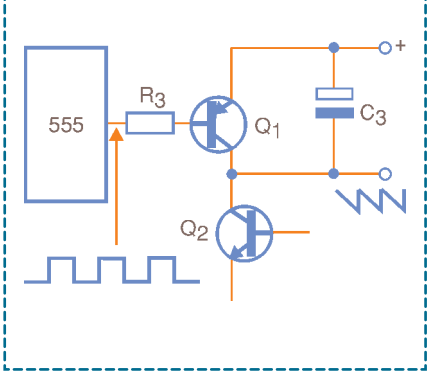
O sinal adquire então uma forma de onda dente-de-serra invertida,

1 Ilustração da nave Enterprise

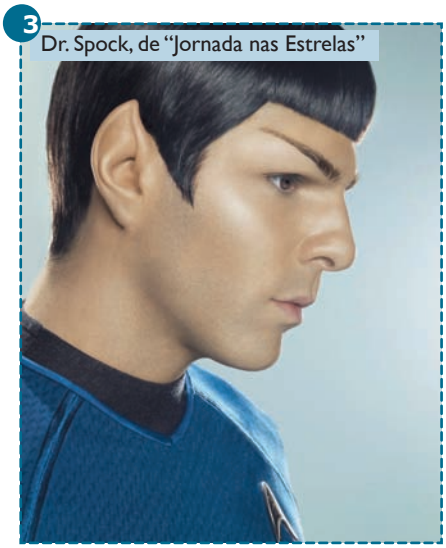


Acesse
www.newtoncbraga.com.br

2 Sinal dente-de-serra invertido



3 Dr. Spock, de "Jornada nas Estrelas"



conforme mostra a **figura 2**, passando por um circuito de amplificação com mais um transistor.

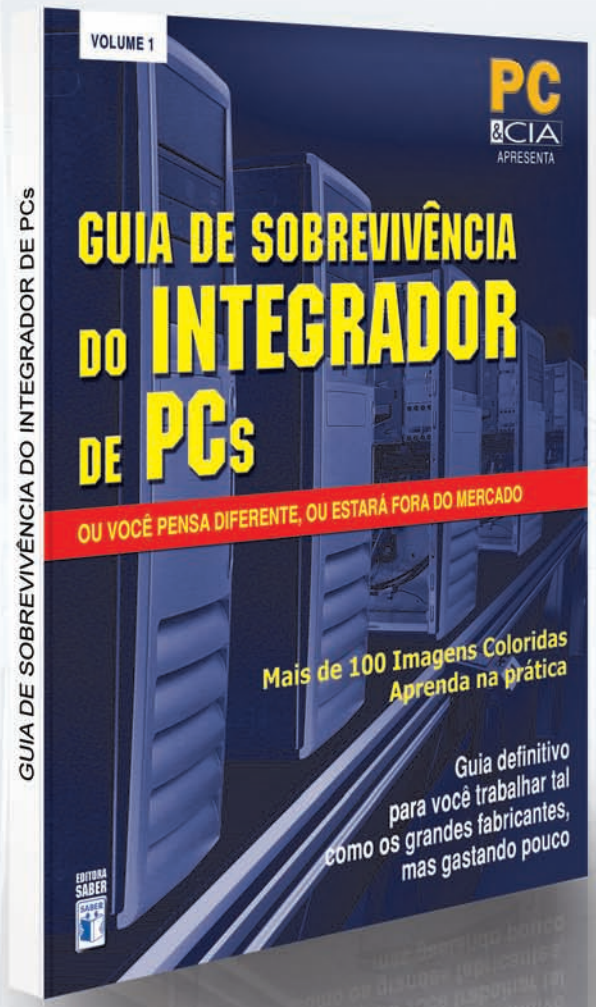
O sinal obtido modula o oscilador de áudio através de seu pino de modulação de frequência (pino 5). A frequência central desse oscilador é determinada por R_6, R_7 e C_4.

Na prática, pequenas alterações desses resistores e capacitores de tempo podem ser necessárias para se conseguir a maior aproximação possível do som gerado com o original, isso para compensar as tolerâncias dos componentes.

O sinal final consiste, então, num tom modulado que tem as mesmas características do som gerado pela sirene do filme. Em uma aplicação simples podemos usar um amplificador pequeno para obter a reprodução do som num alto-falante.

No entanto, na nossa versão damos uma etapa com boa potência de saída para excitar um alto-falante de pelo menos 10 cm, com alimentação de 6 a 12 V.

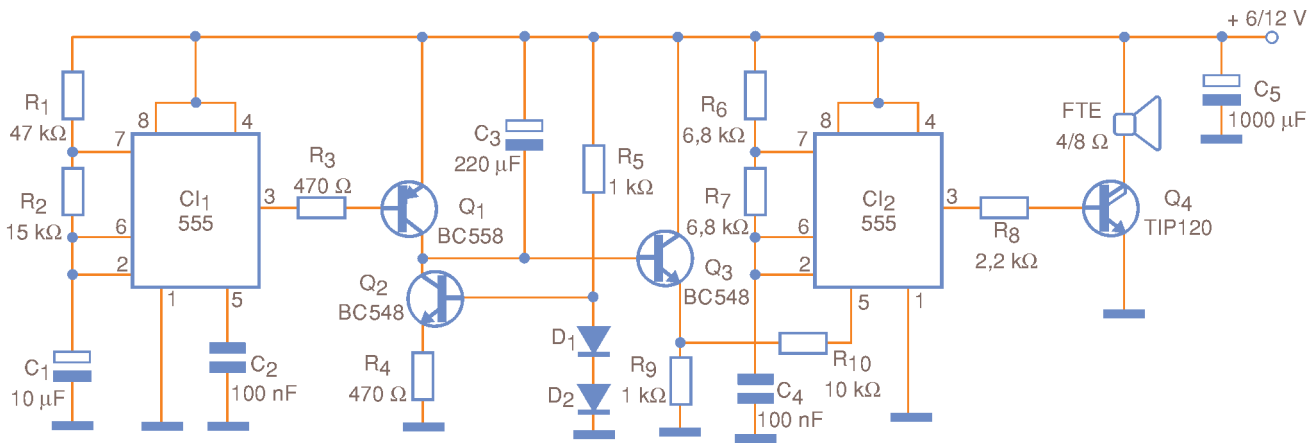
Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



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.novasaber.com.br

4 Circuito completo da sirene Alerta Vermelho



Montagem

Na **figura 4** damos o circuito completo da sirene Alerta Vermelho.

Os circuitos integrados são os 555 comuns, mas há a possibilidade de se substituir esses dois componentes por um 556 que é a versão do duplo 555.

Os transistores são comuns de uso geral, assim como os diodos, admitindo equivalentes. Os resistores e capacitores usados também são de valores comuns.

O transistor de potência deve ser dotado de um radiador de calor. Para esse transistor existem duas possibilidades: o uso de equivalentes Darlington ou o uso de FETs de potência, que serão ligados conforme ilustra a **figura 5**.

Também existe a possibilidade de se aplicar o sinal a um amplificador externo.

Nesse caso, o cabo de conexão à entrada do amplificador deve ser blindado para que não ocorra a captação de zumbidos. A fonte também deve ter boa filtragem para que roncos não ocorram.

Prova e Uso

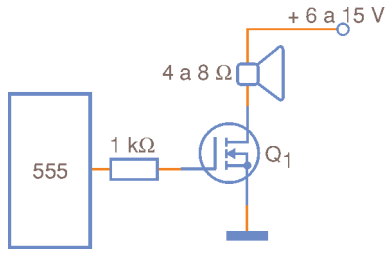
Ligue na saída do circuito um alto-falante de boa qualidade com pelo menos 10 cm de diâmetro. Alimente o circuito a partir de fonte entre 6 e 12 V.

O som reproduzido deverá imitar o Alerta Vermelho. Se estiver muito diferente, altere os valores dos resistores indicados no texto. Pode tentar usar *trimpots* para um ajuste, se quiser.

Comprovado o funcionamento, é só fazer a instalação defnitiva do dispositivo em alarmes ou outros sistemas.

Em um sistema de alarme, a alimentação da sirene será controlada pelos contatos do relé. Num sistema comum, o acionamento será feito por um interruptor de pressão em série com a alimentação. f

5 Opção com FET de potência

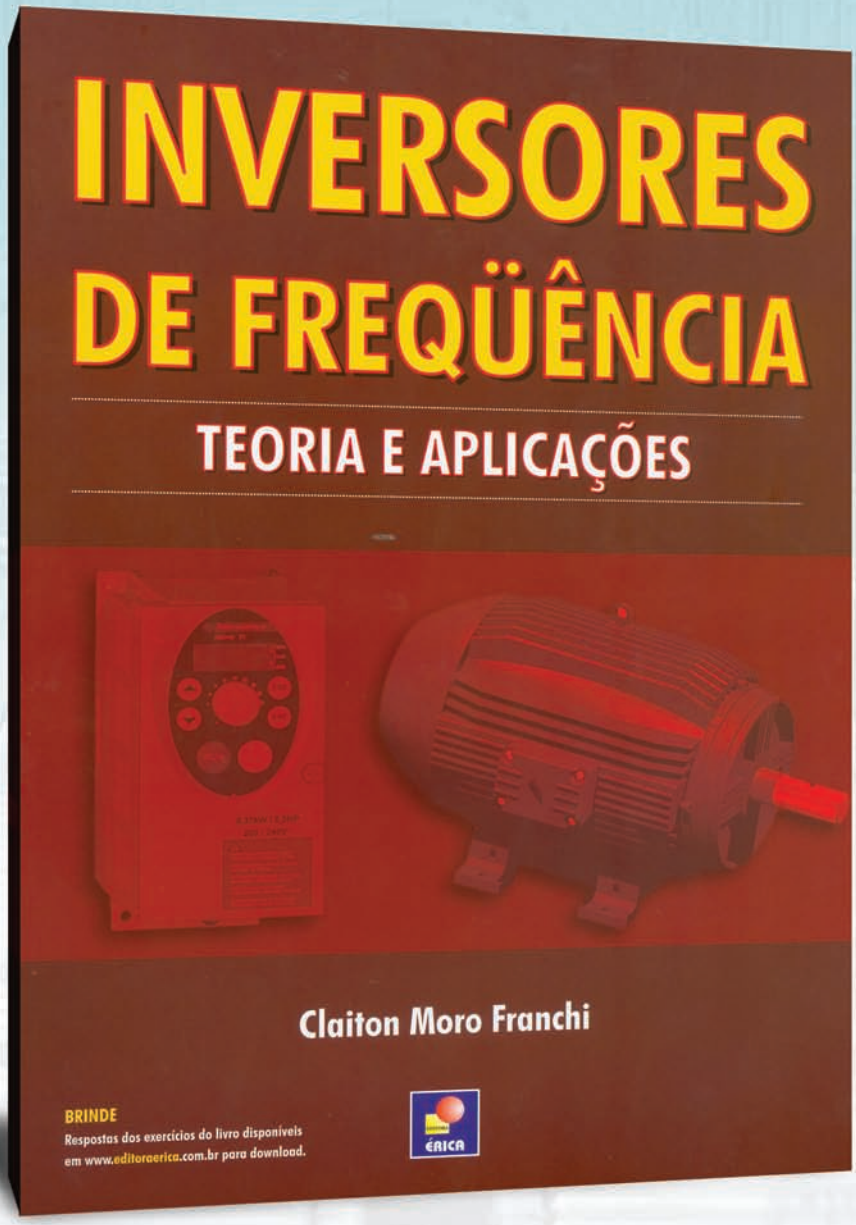


Lista de materiais:

CI_1, CI_2 – 555 – circuito integrado – timer
Q_1 – BC558 – transistor PNP de uso geral
Q_2, Q_3 – BC548 – transistores NPN de uso geral
Q_4 – TIP120 – transistor NPN Darlington de Potência (ver texto)
D_1, D_2 - 1N4148 – diodos de silício de uso geral
R_1 – 47 kΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta laranja
R_2 – 15 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, verde, laranja
R_3, R_4 – 470 Ω x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, marrom
R_5, R_9 - 1 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
R_6, R_7 – 6,8 kΩ x 1/8 W – resistor – azul, cinza, vermelho
R_8 – 2,2 kΩ x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, vermelho
R_{10} – 10kΩ x 1/8 W – resistor morrom, preto, laranja
C_1 – 10 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
C_2, C_4 – 100 nF – capacitor de poliéster
C_3 – 220 µF x 16 V - capacitor eletrolítico
C_5– 1 000 µF x 16 V – capacitor eletroítico
FTE – 8 Ω x 10 cm – alto-falante
F_1 – 2 A – fusível (recomendado se a sirene for usada em carros)

Diversos:
Caixa para montagem, fonte de alimentação, placa de circuito impresso universal ou matriz de contatos, radiador de calor para o transistor de potência, fios, solda, etc.

O Mais Vendido de 2008



Com uma linguagem clara e objetiva aborda os conceitos básicos dos inversores de frequência, seus princípios de funcionamento, controles escalar e vetorial, características de instalação, aplicações e uma descrição detalhada dos seus parâmetros.
Exercícios são propostos ao final de cada capítulo para facilitar a compreensão e a fixação dos assuntos abordados. Fornece um apêndice que mostra os transdutores de velocidade, fundamentais para o controle de velocidade com inversores de frequência.

novasaber
www.novasaber.com.br

O Rádio na Alemanha de Hitler

O período do domínio nazista na Alemanha certamente é uma época que deve ser esquecida pelos crimes que foram cometidos e pelos sofrimentos passados por muitas pessoas. No entanto, existem aspectos históricos que não devem ser esquecidos, principalmente os que levaram ao desenvolvimento de tecnologias que até hoje utilizamos como, por exemplo, a dos fornos de microondas. Na Alemanha nazista, o rádio também teve uma história bastante interessante que deve ser conhecida pelos nossos leitores.

Newton C. Braga*

Saiba mais:

Museu do Rádio: **www.rundfunk-museum.fuerth.de/german/tour-03.htm**
Old Radio World: **www.oldradio-world.de/volks.htm**
Radios: **www.r-a-d-i-o-s.de/ve/en_ve1.html**
Antik Radio: **www.antik-radio.de/radio/gemeinschaft.htm**
Bunker Museum: **www.bunkermuseum-hansa.de/Historiche%20Radio**

Acesse

www.newtoncbraga.com.br

Todo o poder que o governo nazista tinha sobre seu povo deviase a uma máquina de propaganda fantástica que tinha a capacidade de convencer a todos de que tudo que se fazia era certo.

Isso incluía não só a impossibilidade do cidadão comum saber o que se passava fora das fronteiras nazistas, como também a utilização de meios que cancelavam quaisquer tipos de informações externas que pudessem afetar os objetivos daquele governo.

Assim, Hitler se empenhou em criar coisas que fossem específicas para uso do povo alemão, como o "carro do povo" que deu origem ao conhecido Volkswagen, e da mesma forma tratou de desenvolver receptores de rádio que pudessem levar a todos os lares alemães a sua propaganda, sem conseguirem entretanto, sintonizar com facilidade sinais que viessem de fora.

E ele fez isso de uma forma muito bem feita. Tudo começou em 1933 quando Hitler se tornou Chanceler da Alemanha e iniciou um trabalho de radiodifusão de propaganda organizado pelo Ministro do Interior Frick e um membro da AS chamado Hadamowsky.

Frick foi posteriormente julgado e condenado no tribunal de Nuremberg pelos crimes de guerra, tendo sido enforcado.

Assim, em abril de 1933, engenheiros do Heinrich Hertz Institute, sob o comando do professor Leithäuser, mapearam toda a Alemanha, analisando as intensidades de campo em cada local, chegando à conclusão que bastava um receptor muito simples para se ter a cobertura de todo o território com estações localizadas, e esses receptores teriam dificuldades em receber qualquer sinal que viesse de fora.

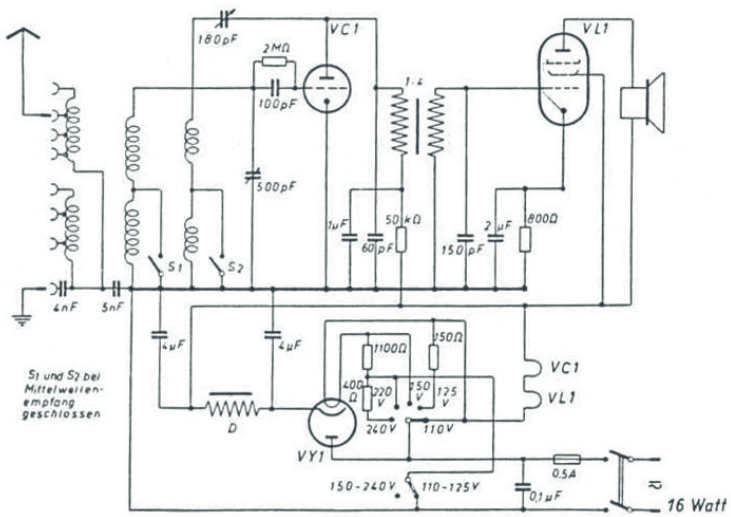
Surgiu, então, o conceito de um receptor popular (*volksempfänger* em alemão) que poderia ser fabricado em massa e distribuído para toda a população. Tudo isso foi acompanhado de severas leis que proibiam todos de sintonizarem qualquer emissora estrangeira. As punições para esses casos iam de 5 anos de prisão à pena de morte.

O receptor, bastante simples, pois usava uma configuração regenerativa e apenas três válvulas, recebeu o nome de VR301, cuja propaganda é mostrada na **figura 1**.

1 Propaganda da Alemanha nazista apreogando as maravilhas do receptor VE301, ainda muito cobiçado pelos colecionadores



2 Diagrama do VE301 obtido na internet, em um dos muitos sites de colecionadores

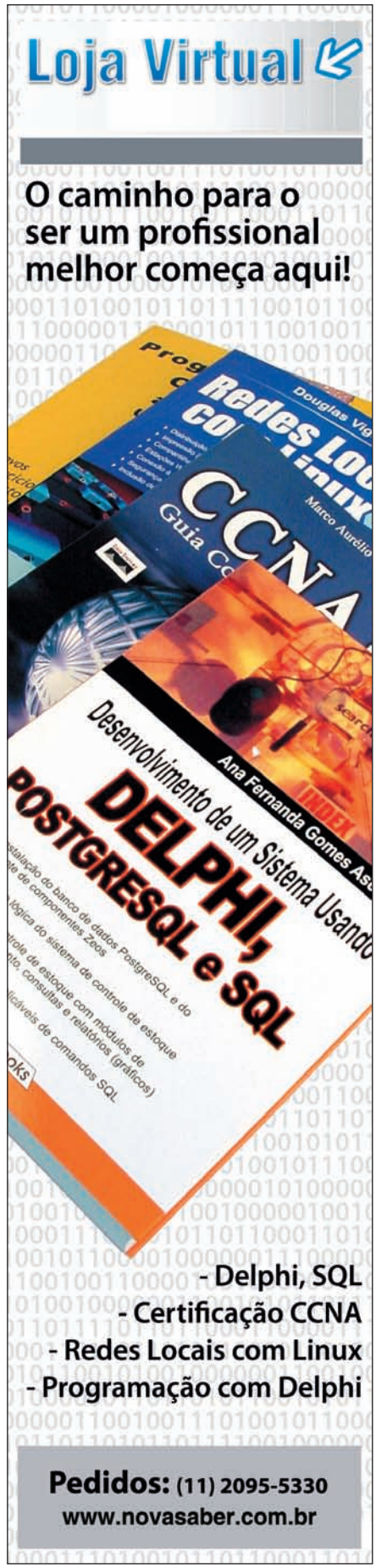


Gemeinschafts-Empfänger VE 301 GW

Evidentemente, como qualquer receptor da época, o VE301 era totalmente baseado em válvulas, com um circuito relativamente simples que lhe garantia a sensibilidade necessária para receber as estações locais em ondas médias e longas, mas com pouca sensibilidade para receber estações mais afastadas, pelos motivos que já explicamos anteriormente.

O VE301 foi apresentado ao povo alemão na Radio Fair em Berlim em agosto de 1933, tendo sido criado por Otto Griesing. O emblema nazista, uma águia, foi criado por Walter Maria Kersting, sendo colocado em todos os receptores.

O VE301 era produzido em diversos formatos e modelos, mas com o mesmo circuito interno, que é ilustra-



3 Válvulas do VE301



do na **figura 2**. Observe as válvulas RGN354 (retificadora de meia onda), a REN904 (triodo amplificado) e a RES1064 (pentodo de saída).

Conforme podemos ver, temos uma fonte de alimentação com uma válvula retificadora de meia onda, alimentada diretamente pela rede de energia. Nesse diagrama, o circuito é alimentado por duas tensões, com retificação direta, mas haviam circuitos para várias tensões com transformador dotado de primário com derivações.

Na internet encontramos diversos circuitos que, em muitos casos, são adaptações que possibilitam seu funcionamento com as tensões das redes atuais de energia.

Duas válvulas pentodo eram empregadas na parte "ativa" do circuito. A primeira formava uma etapa regenerativa que recebia os sinais do circuito de sintonia, formado por um conjunto de bobinas que podia ser selecionado conforme a faixa recebida.

Na **figura 3**, as válvulas RGN354 e RES1064 usadas no receptor. Detalhe curioso é a presença de apenas 3 pinos na válvula retificadora de meia onda.

Dois capacitores variáveis eram usados nessa etapa. Um para fazer a sintonia propriamente dita, e outro para ajustar a regeneração de modo a se obter o maior ganho.

O sinal detectado por essa etapa passava através de um transformador de acoplamento à etapa seguinte, onde uma segunda válvula fazia a amplificação de áudio entregando o sinal a um alto-falante.

Naquela época eram usados alto-falantes "de campo" com bobinas de alta impedância, o que permitia sua conexão direta ao anodo da válvula, sem a necessidade de um transformador de saída.

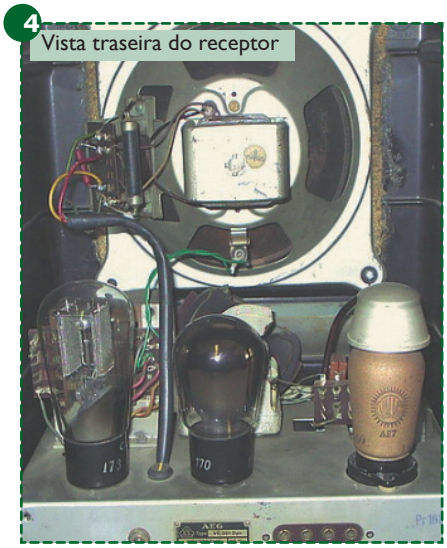
Esses alto-falantes, em lugar do íma permanente, tinham uma bobina que gerava o campo magnético para a bobina móvel que, então, era excitada pelos sinais ou diretamente ou a partir de um transformador.

Na **figura 4** temos um receptor desse tipo visto por trás.

Na **figura 5** exibimos outro cartaz de propagando do receptor, que apenas no ano da pré-produção vendeu 100.000 unidades.

Finalmente, vemos na **figura 6** um receptor de colecionador, restaurado e mostrado na internet. Observamos que o emblema nazista desses receptores foi retirado por motivos óbvios, uma vez que em certos países sua presença é proibida.

4 Vista traseira do receptor



5 Cartaz anunciando o "receptor do povo" (volksempfänger)



6 Recepetor restaurado





Desenvolvimento de projetos

Newton C. Braga*

Para o desenvolvimento de qualquer projeto educacional é preciso usar um método apropriado que leve a resultados coerentes e práticos, além de ajudar na formação do pensamento científico. Neste artigo focalizamos as metodologias adotadas e como utilizá-las de modo adequado nas escolas

Nas escolas de nível fundamental e médio, e também nos cursos técnicos, quando se fala em educação tecnológica é fundamental dar uma atenção especial às duas metodologias que podem ser adotadas atualmente: metodologia científica e metodologia de engenharia.

As metodologias não descrevem somente o modo como o problema é abordado, mas também todos os passos que devem ser dados para sua resolução e documentação. Em especial, essa documentação é muito importante pois ela relata as diversas etapas, possibilitando consultas, retornos para correção de erros ou adoção de novas abordagens.

A seguir, visando principalmente os trabalhos para feiras de ciências e engenharia, trabalhos escolares e de conclusão de cursos trataremos dos dois métodos que citamos acima.

Esse métodos devem ser aproveitados inclusive quando se desenvolve um plano de pesquisa para uma empresa, quer seja na caracterização ou avaliação de um novo material como na criação de novos produtos.

Método Científico ou de Engenharia

Quando um projeto visa entender a natureza ou as atividades humanas através da obtenção e aplicação de um conjunto de conhecimentos científicos, esse projeto é um projeto de ciências. Por outro lado, quando utiliza conhecimentos científicos para aplicá-los e coisas ou processos que visam fornecer recursos que facilitem ou ajudem nas atividades humanas, esse é um projeto de engenharia.

Por exemplo, um trabalho que objetive identificar novas formas de vida ou descobrir novos comportamentos para uma determinada espécie de material é um projeto científico. Ao passo que um projeto que busque utilizar novas formas de vida (vegetais) na criação de produtos ou que procure desenvolver máquinas com os novos materiais é um projeto de engenharia.

A abordagem das pesquisas nos dois casos é diferente, levando aos métodos de engenharia e aos métodos científicos que detalhamos a seguir.

Acesse

www.newtoncbraga.com.br

Em todos os casos, entretanto, é fundamental que o pesquisador ou o engenheiro tenha uma documentação completa de tudo o que faz. Para essa finalidade adota-se o que se denomina comumente de " diário de bordo", onde idéias, esboços do projeto e resultados das etapas de trabalho são anotados.

O Método Científico

Primeiro passo:

O primeiro passo ao se abordar um problema pelo método científico é enunciar o problema, ou a afirmação. Para isso devem ser respondidas três perguntas básicas:

- Qual é a finalidade ou objetivo do projeto?
- Posso detalhar de forma exata o que pretendo fazer ou descobrir? O que estou tentanto descobrir?
- Existe alguma pergunta científica que o projeto visa responder? Qual é ela?

Segundo passo:

Uma vez que as três perguntas anteriores tenham sido respondidas, o próxima passo consiste em se criar uma hipótese. Essa hipótese é o detalhamento do modo como o projeto servirá para se chegar ao objetivo proposto. Para isso há, também, três perguntas que devem ser respondidas:

- De que modo o projeto pode chegar à demonstração do objetivo?
- É possível ter uma idéia dos resultados que serão obtidos durante as fases de experimentação?
- É possível provar o que se deseja através dos resultados dos experimentos? Por quê e como?

Um ponto importante a ser observado nessa etapa do projeto é que o procedimento para a comprovação da hipótese deve ser tal que ele possa ser repetido exatamente da mesma forma, bastando para isso que se consulte o modo como ele foi realizado e se utilize os mesmos materiais sob as mesmas condições.

Material Usado

Antes de iniciar um projeto é importante listar os materiais usados, com suas características detalhadas para que, na eventualidade de se precisar repetir os experimentos que levaram aos resultados relatados, eles possam ser obtidos com facilidade.

Observação e Análise

As observações de tudo que ocorre durante todas as fases do projeto devem ser anotadas detalhadamente. Se possível, pode-se até incluir nessa documentação fotos digitais. Essas fotos serão de utilidade em uma apresentação do trabalho ou mesmo no relatório.

Uma vez que todas as observações sejam feitas e anotadas, será preciso fazer sua análise. Devem ser dadas então as explicações sobre tudo que ocorreu durante o experimento, dos procedimentos para a realização aos dados obtidos.

É a partir desse momento que os dados podem ser reunidos de forma coerente para reforçar as suas conclusões, levando aos resultados esperados.

Conclusão

Com todos os dados reunidos e analisados é possível chegar às conclusões que levarão à comprovação das afirmações feitas no primeiro item, ou seja, à comprovação da hipótese.

Nessa etapa existem ainda alguns pontos importantes que podem ser incluídos. Um deles é agregar valor ao projeto, explicando sua importância para a ciência, e em segundo lugar, a proposição de novos experimentos para se avançar nos estudos sobre a hipótese proposta, ou mesmo reforçar sua validade.

O Método de Engenharia

Nesse ponto temos um aspecto mais prático do desenvolvimento de um projeto, pois ele leva a uma aplicação imediata com a criação de dispositivos ou tecnologias que podem ser usadas com finalidade prática, conforme explicamos no início do artigo.

No método de engenharia as etapas de desenvolvimento de um projeto têm algumas diferenças em relação ao método científico. Essas etapas são basicamente as seguintes, que descrevemos adiante.

Justificar as necessidades do projeto

Para isso o pesquisador ou desenvolvedor do projeto deve observar o mundo que o cerca e, nele, focalizar o problema que pretende resolver, tendo em conta sempre as suas necessidades, eventuais melhorias em relação ao que já existe e um ponto muito importante em nossos dias: o impacto que isso pode ter no meio ambiente e na própria sociedade.

Definição do Problema

Uma vez que seja observada a necessidade de que algum tipo de solução envolvendo engenharia seja dado para um problema, este deve ser definido de maneira clara. Para isso, será importante responder às seguintes perguntas:

- É possível definir o problema?
- Como fazer sua descrição de forma exata com a sua colocação numa forma específica?

Procura da solução

Desde que o problema seja definido de forma exata com a sua localização dentro das possibilidades científicas e tecnológicas disponíveis, deve-se partir para uma abordagem objetiva das possíveis soluções que ele deve ter.

Para isso será preciso propor soluções que possam resolvê-lo e analisá-lo, verificando suas possibilidades, seus pontos fortes e fracos e também seu impacto no meio ambiente e na sociedade.

Como o projeto tem de ser realizado de maneira prática será preciso avaliar as eventuais dificuldades que possam ocorrer na sua implementação, por exemplo, a utilização de materiais caros ou indisponíveis, a realização de experimentos em locais remotos ou inacessíveis, etc.

Uma ideia interessante seria listar todas as possibilidades de soluções, atribuindo-lhes notas de 0 a 5 em relação a sua viabilidade. A alternativa com maior soma de pontos seria a mais viável (desde que ela não tenha algum item que a desclassifique – nota 0, por exemplo).

Seleção da Melhor Alternativa

Depois disso, feita uma avaliação das possíveis soluções, pode-se selecionar aquela que se julgue melhor e é logico, justificar de forma concisa a sua escolha. O "diário de bordo" é de

extrema importância para a anotação de tudo isso.

A solução escolhida deve, então, ser detalhada e apresentada ao pesquisador ou grupo encarregado de sua implementação.

Implementação

A implementação consiste em se fabricar um ou mais protótipos da solução de modo que ele(s) possa estar disponível para teste, verificação e uso.

Essa implementação também deve ser dividida em etapas conforme a natureza do projeto. Por exemplo, no caso de um projeto mecatrônico, deve-se separar as etapas de projeto e montagem da parte eletrônica, as etapas de projeto da parte mecânica e, finalmente, ter uma terceira etapa em que elas são unidas de modo a funcionar conjuntamente.

Assim sendo, na parte eletrônica pode-se contar hoje com softwares como o Multisim (NI – National Instruments – www.ni.com) que podem fazer o projeto de circuitos eletrônicos, incluindo algumas partes mecânicas, e realizar sua simulação e teste de funcionamento.

Teste

Uma vez que um ou mais protótipos da solução adotada sejam montados, eles precisam ser testados. Para essa finalidade, uma programação de testes deve ser criada de modo a se verificar todos os possíveis pontos fracos da solução ou se ela atende a todas as necessidades previstas no projeto.

Essa é uma fase crítica que deve ser registrada em seu mínimos detalhes. Ela será muito importante para uma análise posterior.

Análise e conclusão

Uma vez que o projeto tenha sido testado, podemos chegar à conclusão que permite saber se tudo que fizemos está aprovado ou se é preciso resolver alguns problemas. Caso eles ocorram, devem ser analisados e resolvidos com uma volta posterior aos testes.

Caso todos os problemas já tenham sido solucionados, então podemos elaborar a conclusão final que deve responder às seguintes perguntas:

- O projeto resolveu o problema proposto?
- O projeto é viável em termos de aplicação prática como relação custo/benefício, dificuldades de industrialização, aceitação, uso, etc?
- Será possível melhorar o projeto ou desenvolver novas versões? Nessas novas versões, o que poderia ser mudado?
- O que deve ser feito a seguir para que o projeto se torne uma realidade?

Conclusão

O que vimos até agora mostra muito bem as diferenças entre as duas abordagens, sendo o artigo especialmente dirigido aos que pretendem realizar trabalhos de pesquisa educacional, para demonstrações em feiras ou mesmo para a criação de um produto simples.

Na engenharia os procedimentos são os mesmos, mas devem ser mais detalhados e realizados com mais cuidado. Serve, entretanto, para o leitor já ter uma idéia de como fazer uma pesquisa ou desenvolver um projeto de engenharia, com uma grande probabilidade de êxito.

Acrescente-se a tudo isso um ponto muito relevante que é a autocrítica: antes de começar um projeto, pergunte-se: estou realmente preparado para realizá-lo? Tenho todos os conhecimentos necessários a isso? Caso contrário, onde devo procurar as informações que preciso e com a ajuda de quem devo contar?

Henry Ford, que tinha uma formação muito simples (só cursou o primário) uma vez arguido sobre a razão de seu sucesso, respondeu que “não necessitava de conhecimentos específicos sobre todos os assuntos, muito mais importante do que saber como resolver um problema, era saber quem poderia fazê-lo da melhor maneira possível e contratá-lo para isso...” .

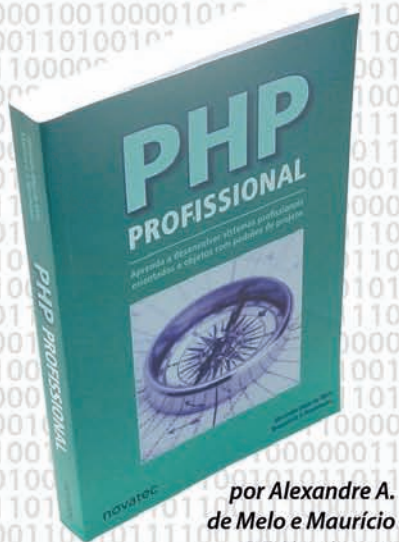
Ford se cercou dos melhores especialistas em cada assunto importante para seu negócio, e teve o sucesso que hoje vemos na marca de seus automóveis.

Loja Virtual

O caminho para o ser um profissional melhor começa aqui!



por Ivan L. Magalhães e Walfrido B. Pinheiro



por Alexandre A. de Melo e Maurício G.F. Nascimento

Pedidos: (11) 2095-5330

www.novasaber.com.br

Construção do Veículo Mecatrônico 3
(Acionamento por Laser Pointer)

Na revista Mecatrônica Fácil nº 2, de janeiro de 2002, publicamos um interessante carrinho de corrida controlado por um feixe de luz que fez grande sucesso em escolas de nível médio, escolas técnicas e mesmo cursos de engenharia que o montaram e realizaram competições.
Algum tempo depois saiu uma segunda versão deste veículo que, mudando o sistema de propulsão, também fez muito sucesso.
Chegamos finalmente à terceira versão VM-3 que, montada e testada em competição realizada no Colégio Mater Amabilis de Guarulhos no final de outubro de 2009, se revelou muito interessante e promissora. É esta a versão que descreveremos neste artigo.

Newton C. Braga*

Na sua versão inicial, o Veículo Mecatrônico VM-1 utilizava uma hélice como elemento propulsor. A hélice, construída com um CD comum, aquecido e dobrado, proporcionava boa propulsão, mas exigia bastante habilidade na construção. Competições com esta versão foram realizadas com sucesso, como mostram as fotos publicadas na edição da época desta revista e que também podem ser vistas no Fotolog do *site* do autor. A **figura 1** mostra detalhes do primeiro veículo.

Na segunda versão, publicada em edição posterior, com o nome VM-2, o sistema de propulsão passou a ser por engrenagens, sendo portanto um pouco mais trabalhoso para montar, mas mesmo assim, fez grande sucesso e ainda continua fazendo. As fotos que podem ser vistas no site do autor comprovam isso. Na **figura 2** temos detalhes da construção desta versão.

Nas duas versões, entretanto, o circuito eletrônico se manteve. Utilizamos para elas um acionamento por LDR num circuito bastante simples com um transistor Darlington de potência, conforme exibido na **figura 3**.

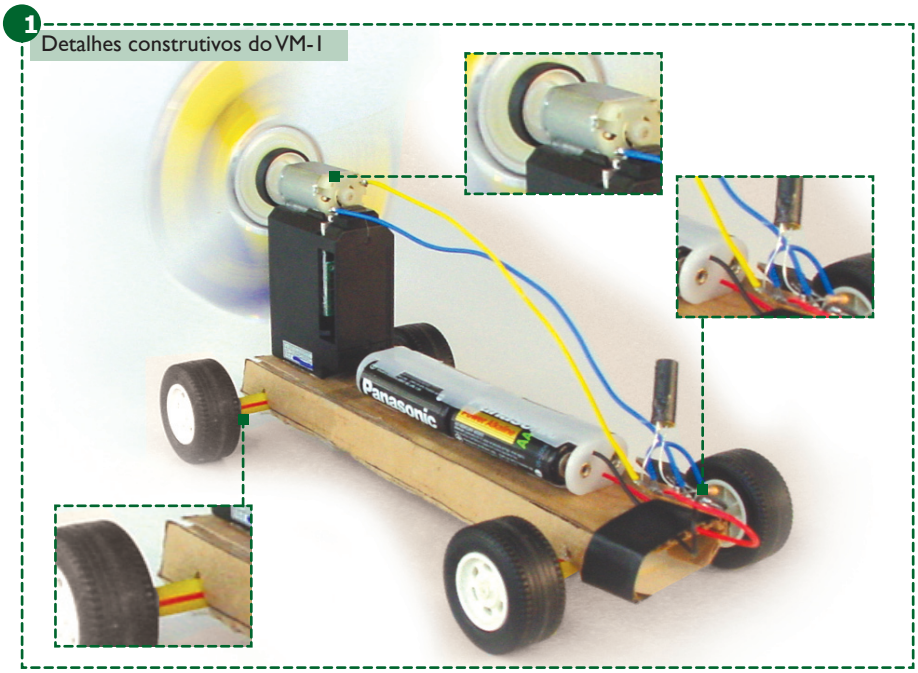
Com aquele circuito, o sensor (LDR) precisava se manter iluminado para que o motor se mantivesse funcionando. Assim, tínhamos duas sugestões para as competições: usar uma lanterna para acompanhar o veículo no percurso, quando o competidor deveria focalizar a sua luz no LDR ou então, cobrir o sensor, e na hora da partida descobri-lo para que a própria luz ambiente realizasse o acionamento.

Na terceira versão do Veículo Mecatrônico, fizemos modificações tanto na propulsão como no circuito eletrônico. Começamos então por tratar do circuito eletrônico.

O Circuito Eletrônico do VM-3

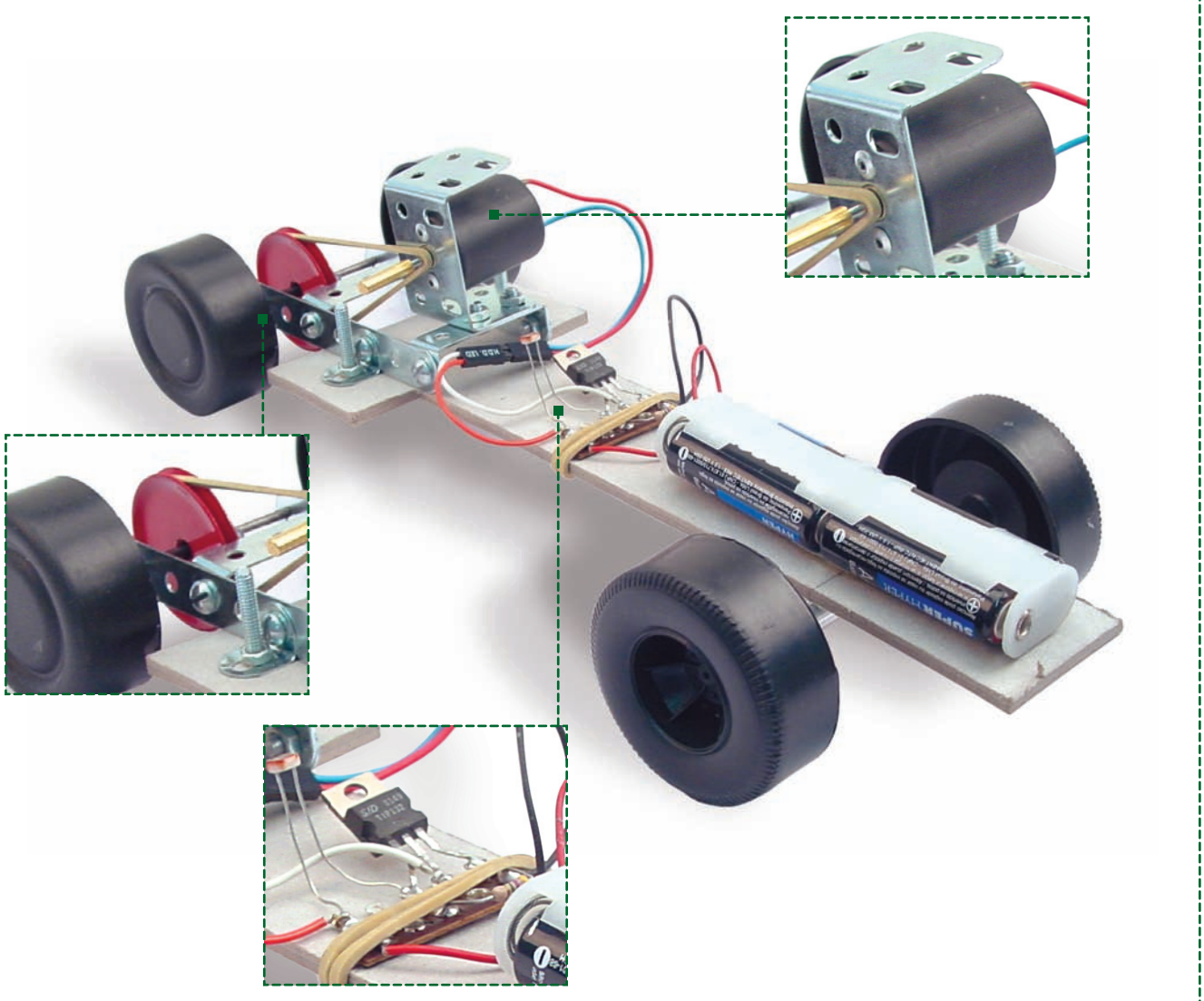
Nesta terceira versão do VM-3 substituímos o transistor Darlington por um SCR. Isso significa que basta um pulso de luz no sensor para que ele dis-

1 Detalhes construtivos do VM-1



Acesse
www.newtoncbraga.com.br

2 Detalhes construtivos do VM-2



pare e mantenha o motor do veículo em funcionamento por tempo indeterminado. Assim, na competição, podemos colocar os competidores a uma certa distância do carrinho (com a alimentação ligada) e no momento da partida, eles deverão "acertar" com seus *Laser Pointers* o sensor para obter a largada.

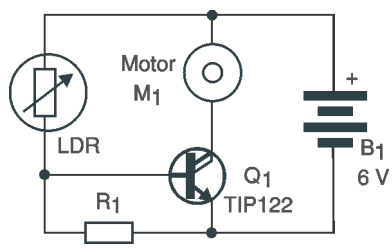
A vantagem disso é que, dada a largada, é por conta do carrinho atravessar o percurso combinado até a linha de chegada. Normalmente fazemos a competição com um percurso de meia ou ¾ de uma quadra de vôlei ou basquete.

Como Funciona

O LDR é um sensor de luz que deixa passar a corrente elétrica em função do grau de iluminação de sua superfície sensível. Quando o LDR é iluminado, uma corrente flui por este componente polarizando a comporta do SCR. A comporta ou *gate* (g) de um SCR é o seu terminal de controle. Quando o SCR é polarizado ele dispara (conduz), funcionando como uma chave que liga, alimentando o motor. Com luz no LDR o motor funciona porque o SCR dispara, mas mesmo depois que a luz desaparece, ele se mantém disparado. Para desligar é preciso cortar a alimentação por um instante. Isso pode ser feito, desligando-se as pilhas que estão no suporte (afaste uma delas e depois coloque-a de volta). Veja que a velocidade máxima do motor não depende da intensidade da luz, conforme mostra o gráfico da **figura 4**.

Uma vez disparado, o SCR mantém a corrente máxima no motor.

3 Circuito eletrônico do VM-1 e do VM-2



Lembre-se que os SCRs possuem uma certa resistência ao dispararem, o que faz com que uma certa perda de tensão ocorra neles. Assim, no caso do SCR que usamos esta perda

foi da ordem de 1,7 V. Isso significa que alimentando-se o motor com 6 V, só chega 4,3 V ao motor, mas isso ainda é suficiente para fazê-lo rodar com boa força. O motor utilizado no nosso projeto funciona bem com tensões de 3 V a 6 V, e até mesmo com um pouco mais.

Este tipo de controle é empregado em diversos equipamentos de alta tecnologia. Os alarmes que disparam quando alguém interrompe um feixe de luz, o sistema que acende automaticamente as luzes das ruas quando escurece, e sistemas de iluminação automática que acendem lâmpadas alimentadas por baterias quando falta luz são alguns exemplos de aparelhos que funcionam segundo o mesmo princípio de controle fotoelétrico do carrinho que vamos montar.

O circuito completo desta versão é apresentado na **figura 5**.

O SCR é do tipo 2N5064, um SCR pequeno, mas de boa potência e extremamente sensível. Este SCR pode conduzir correntes até 800 mA quando disparado, o que é mais do que suficiente para alimentar o pequeno motor de 6 V (4 pilhas).

R_1 determina a sensibilidade ao disparo. Notamos que em lugares claros, será melhor obter o ajuste trocando este componente por um *trimpot* de 100 kohms. A montagem do LDR deve ser feita num tubinho opaco, dada sua sensibilidade.

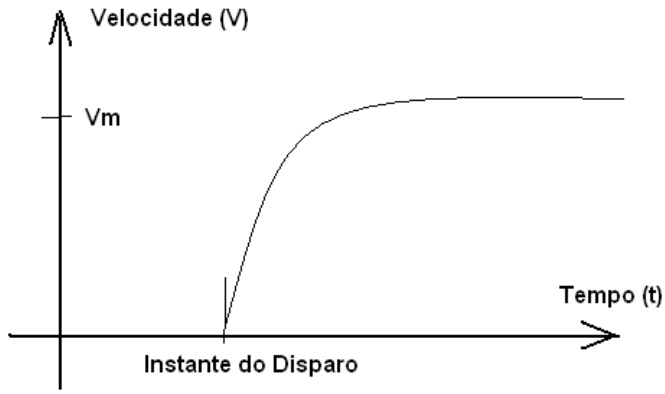
O C_1 serve de filtro para o motor: para que o motor ao enviar uma corrente inversa não venha a travar o SCR.

O LDR é do tipo redondo comum pequeno e a alimentação vem de 4 pilhas pequenas em seu suporte. Na **figura 6** temos a montagem do circuito numa ponte de terminais, que é a versão mais recomendada para alunos do ensino médio. Para alunos de cursos técnicos e de engenharia a versão em placa de circuito impresso é a melhor.

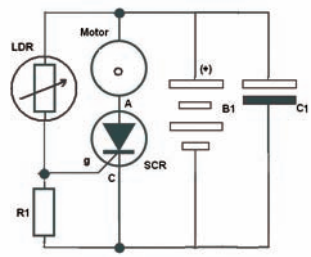
Teste de Funcionamento

- Tampe o LDR de modo que ele não receba luz.
- Coloque as pilhas no suporte
- Deixando bater luz no LDR ou iluminando-o com o Laser Pointer, o motor deve girar
- Para rearmar, tire e coloque uma pilha no suporte.
- Se o circuito tender a disparar sozinho, ou seja, ficar muito sensível, troque o resistor pelo de 220 kohms (vermelho, vermelho, amarelo)
- Se o motor não girar, “esfregue” as pilhas no suporte de modo a melhorar seu contato.

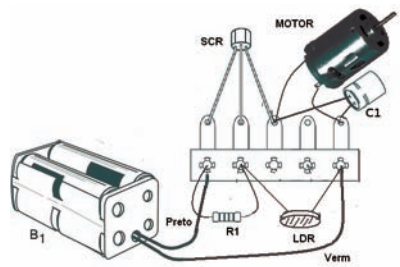
4 Velocidade do motor x tempo



5 Circuito eletrônico do VM-3



6 Montagem do circuito em ponte de terminais

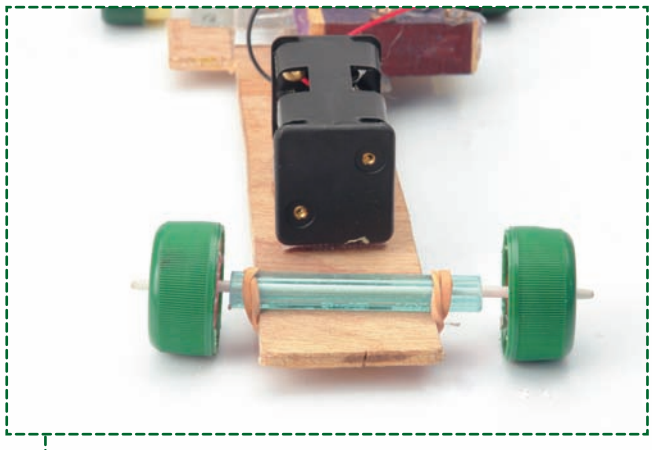


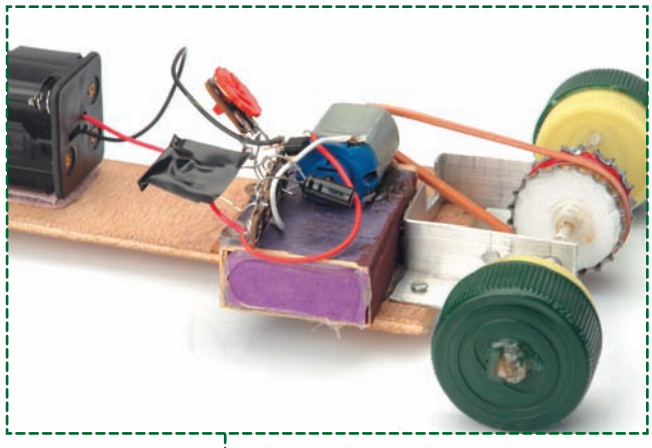
A Parte Mecânica

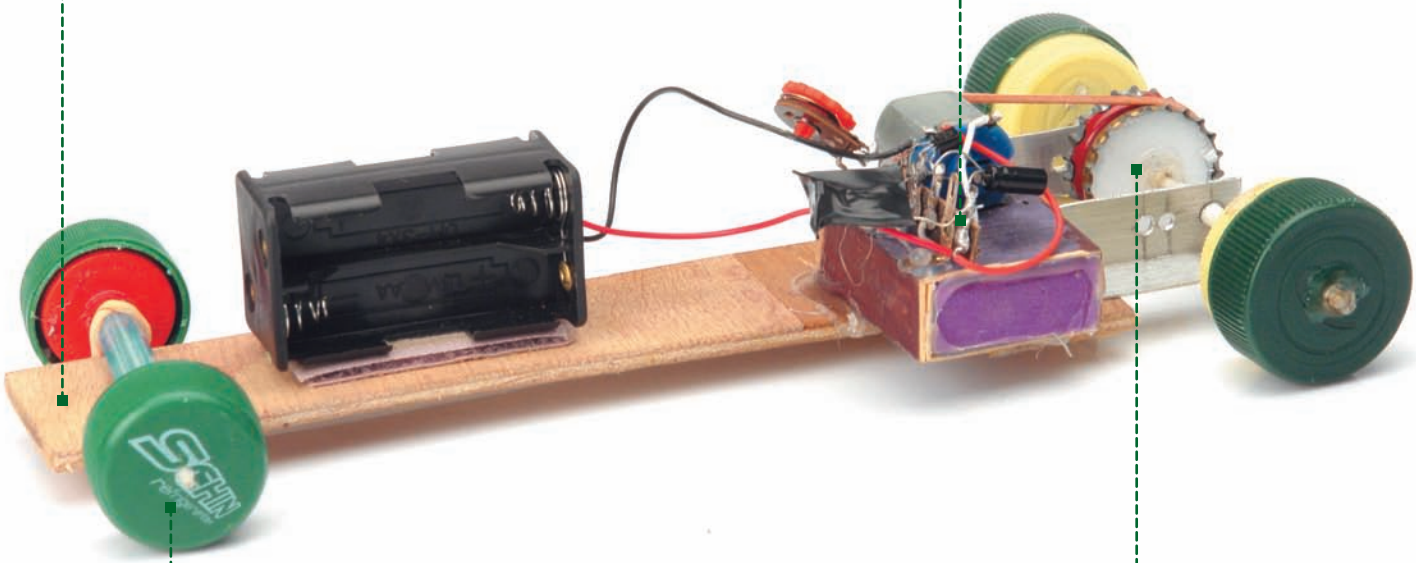
A parte mecânica pode ser a mesma do VM-1 ou do VM-2. Nas ilustrações o Prof. Flávio Bernardini mostra uma sugestão de montagem bem interessante. O material usado por ele tinha tampinhas de garrafas PETs para montar as rodas, e um chassi a base de papelão duro. Uma caixa de fósforo foi utilizada de base para o motor, que através de um simples elástico transferia para um par de tampinhas de garrafa de vidro a rotação do motor. Estas tampinhas estão presas no mesmo eixo que as rodas traseiras, este eixo é feito com espetinhos de churrasco. A parte do eixo traseiro que se conecta ao chassi, são pedaços de trilhos de cortina, que foram dobrados e furados.

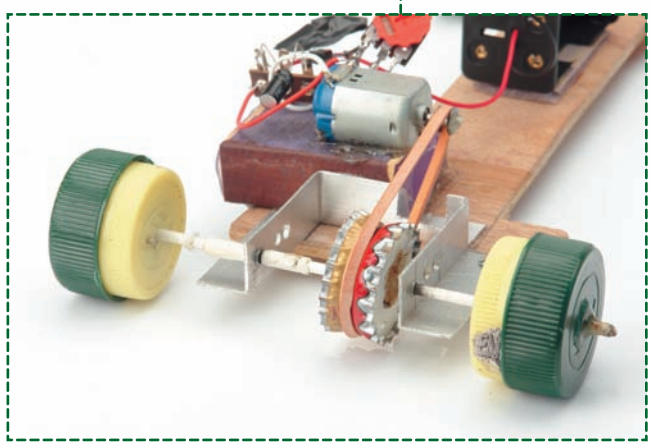
O eixo dianteiro é um tubinho de caneta serrado que fica preso ao chassi por elástico, por dentro deste tubinho passa um espetinho de churrasco que prende as rodas, que também são de tampinhas de garrafa PETs.

O circuito é preso na caixa de palitos de fósforos ao lado do motor e o suporte de pilhas é preso ao chassi, distribuindo assim o peso de forma homogênea pelo carrinho. f











4 Projetos Educacionais

Newton C. Braga*

Existem muitas montagens eletrônicas simples que, tanto podem ser usadas em trabalhos científicos, como em apresentações em feiras de ciências ou eventos culturais. Alguns projetos também são interessantes para ajudar em experiências científicas ou temas transversais de cursos de física ou química do nível médio e fundamental. Podemos citar como exemplos fontes de alimentação, geradores de campos elétricos e magnéticos e muitos outros. A seguir, damos uma seleção de projetos simples que podem ser usados por estudantes e professores com as mais diversas finalidades.

O uso de recursos tecnológicos no ensino médio e fundamental tem sido estimulado pelas autoridades do setor de educação. De fato, existem muitos recursos de tecnologia eletrônica acessíveis aos professores, simples e seguros, que podem ajudar muito como temas transversais do ensino regular de ciências como a física, química ou mesmo ciências humanas. Estimular o professor a realizar esse tipo de montagem e com isso adquirir conhecimentos básicos de tecnologia eletrônica não é difícil, como poderemos perceber pelos projetos simples que passamos a descrever.

Usina de Força

Este projeto serve para mostrar como funcionam as usinas de energia elétrica, convertendo energia mecânica em energia elétrica. O leitor pode usá-lo para demonstrações em feiras de ciências, em trabalhos escolares sobre o assunto ou com outras finalidades. Para o projeto o único material mais caro é o dínamo de bicicleta, mas se alguém dispuser de um poderá "emprestá-lo" somente para fazer a experiência, já que ele será simplesmente fixado através de parafusos, sem sofrer qualquer modificação que impeça que ele seja empregado em sua função original.

A ideia básica é fazer girar o dínamo com uma roda de madeira forrada com uma tira de borracha na sua borda e fixada numa base conforme mostrado nos desenhos, mas o leitor poderá imaginar qualquer outro meio de girar o dínamo como, por exemplo:

- A partir de uma queda de água
- A partir do vento com uma hélice
- A partir de um motorzinho a vapor

Na **figura 1** temos o circuito que serve para alimentar três LEDs que acenderão com a energia produzida, e eventualmente um pequeno motor.

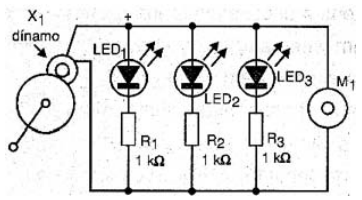
Evidentemente, o dínamo precisará ser girado no sentido certo para que os LEDs acendam pois eles são componentes polarizados. Na **figura 2** vemos a disposição dos LEDs numa pequena ponte de terminais. O mesmo circuito pode ser montado com base em outras técnicas como, por exemplo, numa matriz de contatos.

Qualquer LED pode ser usado mas tenha cuidado com sua posição pois se forem invertidos eles não acenderão. Não recomendamos o uso de lâmpadas pequenas, pois como a tensão dessas lâmpadas é fixa e o dínamo gera uma tensão que depende de sua velocidade, um descontrole da rotação, o que facilmente pode ocorrer, vai queimá-las.

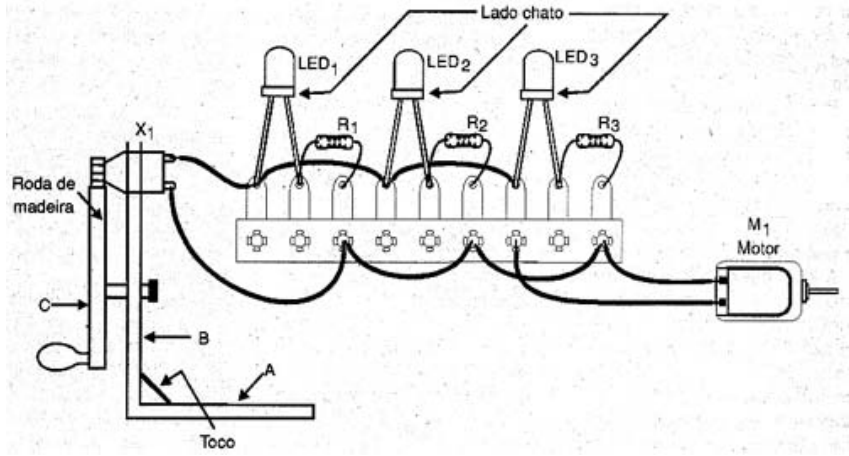
Acesse

www.newtoncbraga.com.br

1 Diagrama do experimento para acionamento de 3 LEDs e um motor (M1)



2 Montagem do experimento com base numa pequena ponte de terminais isolados.



Se os LEDs acenderem com muito brilho, o que pode significar uma sobrecarga, aumente os resistores para 1,5 kohms ou mesmo 2,2 kohms. Para uma montagem mais bonita, use LEDs de cores diferentes, inclusive LEDs brancos, que já estão disponíveis no mercado com certa facilidade. Uma sugestão é montar maquete de uma pequena cidade e colocar os LEDs no alto de pequenos postes simulando o sistema de iluminação pública, e alguns deles em casinhas. O dínamo pode alimentar facilmente mais de 20 LEDs, o que daria um bom efeito para um trabalho de maquete.

Obs.: em lugar do dínamo pode ser usado um pequeno motor de corrente contínua do tipo que usa ímã permanente. Outros motores não funcionarão, pois não possuem os imãs internos para gerar os campos. Os pequenos motores, entretanto, não têm tanta potência como os dínamos, o que significa que a quantidade de LEDs que pode ser alimentada é menor.

O que explicar?

Este trabalho está diretamente relacionado com a conversão de energia (física) e distribuição de energia elétrica nas cidades (uso da energia).

Lista de materiais 1:

LED1, LED2, LED3 - LEDs comuns de qualquer cor
R_1, R_2, R_3 - 1 k ohms - resistores de 1/4 W - marrom, preto, vermelho
M_1 - Motor de 6V (de algum brinquedo elétrico)
X_1 - Dínamo de bicicleta

Diversos:
Ponte de terminais, base de madeira, fios, solda, etc.

Como tema transversal para ciências e física, o projeto admite diversas abordagens como:

- Procure nos livros de física o princípio de funcionamento dos dínamos e prepare um cartaz explicando.
- Mostre que a quantidade de energia gerada depende da força mecânica, portanto não se cria energia, mas apenas se faz sua transformação (princípio da conservação da energia)
- Explique as diferenças entre corrente contínua e corrente alternada.

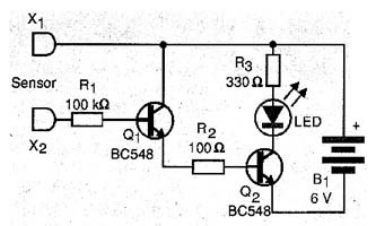
Sensor de umidade

Este sensor de umidade pode ser usado em experiências em que se pretenda detectar a presença de umidade ou mesmo de água. Outra aplicação interessante é na verificação do estado de tecidos ou papéis, se estão perfeitamente secos. O circuito é extremamente sensível fazendo com que o LED acenda com resistências de muitos megohms o que significa um grau de umidade muito baixo nos objetos testados, mas existente. O consumo de energia na condição de espera (LED apagado) é tão baixo que omitimos o interruptor geral, pois não há necessidade de desligar a fonte de alimentação nestas condições.

Na **figura 3** temos o diagrama completo do sensor.

Os dois transistores ligados em acoplamento Darlington garantem uma excelente sensibilidade. Podemos usar qualquer transistor NPN de uso geral, mas devemos ter o cuidado para que nenhuma dos dois transistores apresente fugas, pois isso faria

3 Diagrama do sensor de umidade

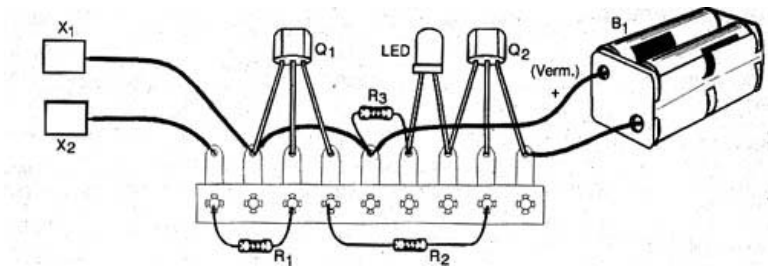


Lista de materiais 2:

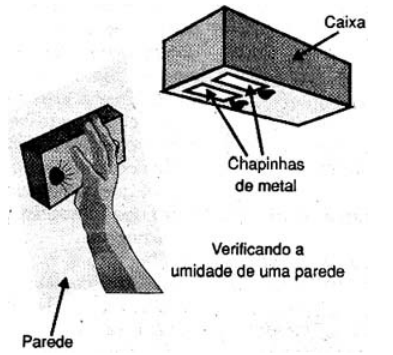
Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
LED - LED vermelho ou de qualquer cor comum
X_1, X_2 - sensores - ver texto
R_1 - 100 k Ω x 1/4 W - resistor - marrom, preto, amarelo
R_2 - 100 Ω x 1/4 W - resistor - marrom, preto, marrom
R_3 - 330 Ω x 1/4 W - resistor - laranja, laranja, marrom
B_1 - 6V - 4 pilhas pequenas comuns

Diversos:
Suporte de pilhas, ponte de terminais, suporte para o LED (opcional), caixa para montagem, fios, solda, etc.

4 Montagem do aparelho numa pequena ponte de terminais isolados



5 O sensor pode ser instalado numa pequena caixa de plástico ou madeira



com que o LED ficasse permanentemente aceso mesmo sem umidade presente nos sensores.

Com o aparelho ligado e sem nada tocando nos sensores o LED deve ficar apagado completamente, o que é um sinal de que tudo está bem com os transistores e o restante do circuito.

Na **figura 4** vemos a disposição dos componentes numa ponte de terminais que pode ser facilmente instalada no interior de uma caixa plástica.

O LED é vermelho comum e fica no painel da caixa, podendo ser usado para sua fixação um suporte. Os resistores são de 1/8 W ou maiores e os sensores podem ser duas plaquinhas de metal colocadas no fundo da caixa, conforme mostra a **figura 5**.

Essas plaquinhas devem entrar em contacto com o objeto do qual se deseja testar a umidade. Para usar o aparelho para detectar o nível de água de um reservatório ou ainda um vazamento podemos usar sensores como indicado na **figura 6**.

A fonte de alimentação para o aparelho consiste de 4 pilhas pequenas comuns, instaladas num suporte apropriado. Para usar o aparelho, basta encostá-lo no objeto do qual se deseja verificar a umidade. O objeto não deve ser condutor. Se o LED acender o objeto está úmido e quanto maior for, a umidade, maior será o brilho do LED. Se encostarmos os sensores numa parede, por exemplo, podemos ter a indicação de que a umidade detectada é causada por algum vazamento de uma canalização de água ou esgoto. Quando não usado por longos intervalos, é conveniente tirar as pilhas do suporte.

O que explicar?

Água contendo sais minerais ou impurezas dissolvidas é condutora de eletricidade. Assim, a umidade presente em certos objetos os torna condutores. Essa condutividade é detectada pelo aparelho que descrevemos. Professores e estudantes podem se basear neste fato para explicar o princípio de funcionamento do aparelho e além disso:

- Mostre quimicamente porque a umidade dos objetos somado à presença de impurezas (sujeira) faz com que a água seja condutora e que o aparelho detecta justamente esta condutividade.
- Mostre que colocando os dedos no sensor o LED acende, indicando que a umidade da pele mais a presença de substâncias condutoras no nosso corpo fazem com que a corrente seja conduzida.
- Explique que a corrente no sensor é extremamente baixa e, por isso, não existe perigo algum de choque.

Obs.: substituindo os sensores por duas pontas de prova teremos um excelente provador de continuidade que serve para inúmeras experiências de física.

Relé experimental

Eis um projeto interessante pra feiras de ciências ou mesmo demonstrações que envolvem eletrônica mas não usam componentes. Sim, isso mesmo, todas as partes deste projeto podem ser obtidas a partir de material de sucata. Nem todos os leitores têm acesso fácil a uma loja de componentes eletrônicos e, além disso, existem aqueles que gostariam de montar algum tipo de componente experimental para aprender seu princípio de funcionamento como também demonstrá-lo em uma feira. O que descrevemos é a montagem de um simples relé que pode ser usado para controlar alguns circuitos sem muito compromisso. Com ele o leitor mostra que a energia fornecida por uma simples pilha é suficiente para controlar um circuito de alta potência ligado à rede de energia. Esse circuito de demonstração pode ser uma lâmpada ou um ventilador, por exemplo. Na **figura 7** temos o circuito em que ele é utilizado.

Os pormenores da montagem do relé experimental são mostrados na **figura 8**.

As peças de metal são obtidas recortando-se com muito cuidado uma lata de óleo comestível. Nos contatos de contactos elétricos a tinta que recobre a lata deve ser bem raspada, pois ela é isolante. O eletroímã, feito num parafuso, é enrolado com fio esmaltado fino (32 ou próximo disso) obtido de algum transformador ou outro componente fora de uso. Enrolamos de 300 a 1 000 voltas de fio para obter uma boa sensibilidade. Todo o conjunto deve ser montado numa base

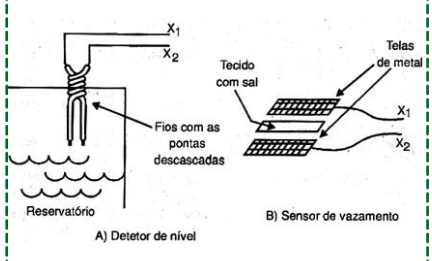
Lista de materiais 3:

B_1 - 1,5 Volt - 1 pilha - ver texto
S_1 - Interruptor simples
K_1 - Relé experimental - ver texto
X_1 - Lâmpada de 5 a 40 watts para a rede de energia

Diversos:
Cabo de força, fios esmaltados, suporte de pilhas, lata e material para o relé, solda, etc.

6

Usando como sensor de nível e sensor de vazamento.



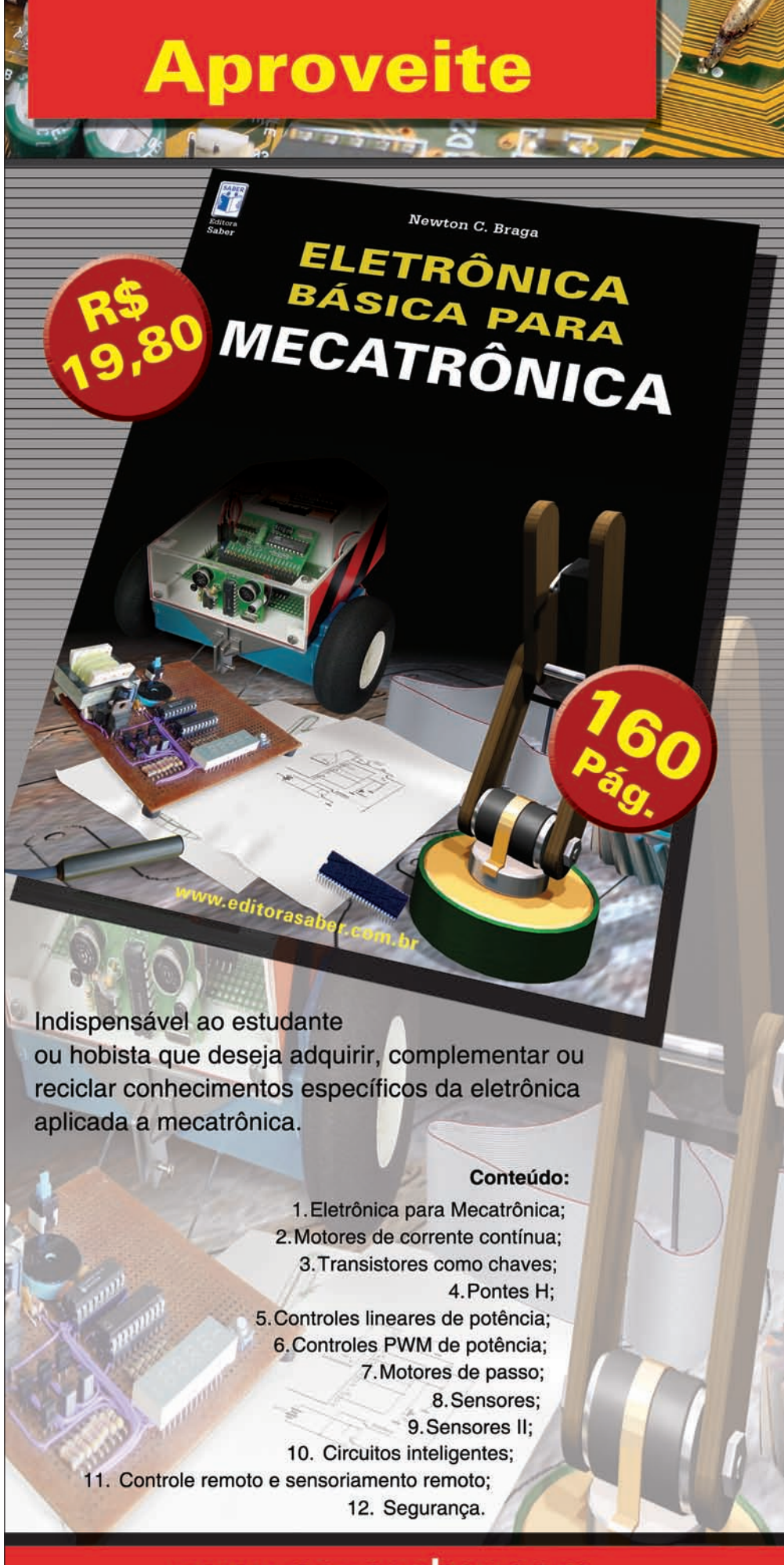
de madeira como mostrado na própria figura. Para provar e usar o circuito partimos do circuito da figura 7. A lâmpada é ligada entre os terminais A e B que funcionam como um interruptor. O leitor entretanto deve tomar o máximo cuidado com as ligações, que devem ser bem isoladas, pois o circuito controlado está conectado à rede de energia e por isso existe o perigo de choques. Para acionar o circuito podemos usar uma ou duas pilhas pequenas, médias ou grandes. Use o relé em curtos intervalos de tempo, pois com a pilha ligada o eletroímã aquece e a própria pilha esgota-se rapidamente. Ajuste a distância das lâminas em aproximadamente 1mm de modo a obter a maior sensibilidade. Se houver tendência dos contactos "grudarem", afaste-os um pouco.

O que explicar?

Os relés são usados numa infinidade de aplicações eletrônicas como chaves eletromecânicas. Os relés podem ser encaixados no currículo do ensino de física como tema transversal do eletromagnetismo. Os relés podem ser encontrados em diversos aparelhos de uso doméstico e industrial e até mesmo no carro. Você pode pesquisar e explicar os seguintes temas relacionados com os relés

- Explique o princípio de funcionamento dos relés.
- Veja como funcionam os eletroímãs.
- Dê exemplos de aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos comuns que usam relés.
- Arranje um relé comum e analise-o, desmontando-o se necessário.

Aproveite



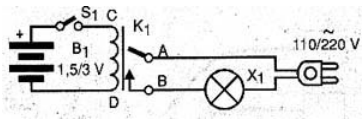
Indispensável ao estudante ou hobista que deseja adquirir, complementar ou reciclar conhecimentos específicos da eletrônica aplicada a mecatrônica.

Conteúdo:

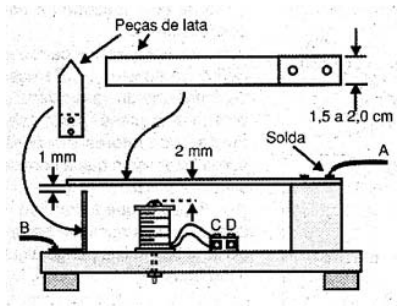
1. Eletrônica para Mecatrônica;
2. Motores de corrente contínua;
3. Transistores como chaves;
4. Pontes H;
5. Controles lineares de potência;
6. Controles PWM de potência;
7. Motores de passo;
8. Sensores;
9. Sensores II;
10. Circuitos inteligentes;
11. Controle remoto e sensoriamento remoto;
12. Segurança.

www.novasaber.com

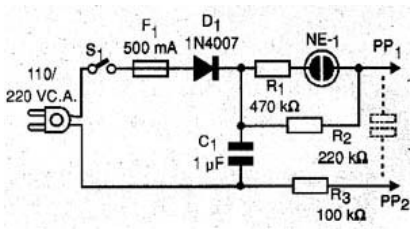
7 Circuito do relé experimental



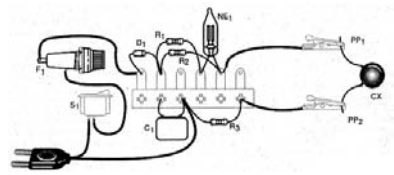
8 Diagrama do teste de isolamento



9 Montagem do relé experimental utilizando material de sucata



10 Montagem do teste de isolamento numa ponte de terminais



Teste de isolamento

Com este aparelho é possível verificar o estado de capacitores de alta tensão como os de poliéster e cerâmicos, e outros com tensão de trabalho de pelo menos 200 V se a rede for de 110 V, e 400 V se a rede for de 220 V. O teste permite ainda detectar falhas de isolamentos em cabos, conectores, etc. quando então uma lâmpada néon acende. Mesmo uma resistência de dezenas de megohms é suficiente para fazer com que a lâmpada acenda, indicando a anormalidade do componente. O circuito opera com uma corrente extremamente baixa, e como está ligado diretamente à rede de energia deve merecer atenção do montador, no sentido de se isolar bem todas as suas partes. A montagem numa caixa fechada é recomendada e sua ligação deve ser sempre feita ao componente em teste com o plugue fora da tomada.

Na **figura 9** temos o diagrama completo deste provador de isolamento.

Na **figura 10** temos a disposição dos componentes numa ponte de terminais que serve de chassi.

A lâmpada néon pode ser de qualquer tipo e os resistores são de 1/8 W ou maiores. O diodo usado é o 1N4007 para as duas redes de energia (110 V ou 220 V). Para a rede de 110 V pode ser usado também o 1N4004. O capacitor C_1 é de poliéster metalizado com uma tensão de trabalho de pelo menos 200 V se a rede for de 110 V, e pelo menos 400 V se a rede for de 220 V.

Para usar o aparelho basta encostar as pontas de prova nos terminais do capacitor ou componente em teste. Só podem ser provados componentes que suportem uma tensão de pelo menos 200 V se a rede for de 110 V e o dobro se a rede for de 220 V. Se a lâmpada acender na prova e assim permanecer, é sinal de que existe fuga no capacitor em teste ou problemas de isolamento se o componente provado for um cabo ou conector.

O acendimento momentâneo (no momento em que o aparelho é ligado) é normal quando capacitores de mais de 10 nF são testados. Será interessante dispor de alguns capacitores comuns para a demonstração. Esses capacitores podem ser conseguidos facilmente em equipamentos eletrônicos fora de uso. O interessante é que o próprio aparelho vai servir para indicar se eles estão (ou não) em bom estado.

O que explicar?

Os capacitores são estudados no curso médio em física. Uma demonstração prática de seu funcionamento é muito interessante e isso pode ser feito com o teste que descrevemos. Uma possibilidade interessante para os professores é montar um capacitor usando folhas de alumínio ou ainda uma garrafa de Leyden. Nas explicações deve-se levar em conta que:

- Os capacitores devem isolar a corrente e por isso não deve acender a lâmpada néon. Explique como funcionam os capacitores e como funcionam os isoladores dos fios.
- Explique como funciona a lâmpada néon. Este tema é interessante se associado à ionização, assunto estudado em química e física no ensino médio.
- Coloque as pontas de prova em contato com a água de um copo. A lâmpada deve acender, indicando que ela é condutora de eletricidade. Faça experiências com diversos materiais para detectar quais são os bons condutores, maus condutores e os bons isolantes.

Obs.: a água comum é condutora devido a presença de sais minerais e impurezas. A água pura é um bom isolante.

Lista de materiais 4:

D_1 - 1N4007 - diodo de silício
F_1 - Fusível de 500 mA
S_1 - Interruptor simples
C_1 - 1 µF/200 V - capacitor de poliéster - ver texto
R_1 - 470 k ohms - resistor - amarelo, violeta, amarelo
R_2 - 220 k ohms - resistor - vermelho, vermelho, amarelo
R_3 - 100 k ohms - resistor - marrom, preto, amarelo
NE-1 – lâmpada néon comum
PP_1, PP_2 - Pontas de prova
Cx - capacitor ou componente em teste

Diversos:
Ponte de terminais, suporte para o fusível, cabo de alimentação, caixa para montagem, garras jacaré ou pontas de prova, fios, solda, etc.

Circuitos Inteligentes

Newton C. Braga*

A finalidade básica de um robô, conforme as definições mais comuns, é realizar tarefas que os humanos fazem. Para conseguir isso, além de possuírem órgãos sensoriais e efetores apropriados, os robôs também devem ter algum grau de inteligência. Assim, em nossos dias, já ouvimos falar com muita frequência em inteligência artificial, redes neurais e outros recursos que, uma vez implementados em robôs, podem dotá-los de um comportamento que, em princípio, nos permite associar algum grau de inteligência. Para entender como isso pode ser feito, inclusive de formas muito simples em robôs experimentais de baixo custo, precisamos antes de tudo definir o que é inteligência e que podemos usar circuitos eletrônicos para reproduzi-la. Esse é justamente o assunto deste nosso décimo artigo desta série.

Acesse

www.newtoncbraga.com.br

Em artigo publicado nas primeiras edições desta revista, onde discorremos sobre a "Biônica", mostramos como a ciência pode imitar a vida, criando órgãos artificiais que se baseiam totalmente no comportamento dos órgãos vivos e que podem até ser usados na sua substituição. Será que podemos ir além e pensar na possibilidade de a tecnologia também substituir a inteligência ou até mesmo a vida?

Quando nos referimos às simples partes que realizam funções mecânicas em um ser vivo como pernas, braços, ou ainda sensores comuns como de luz, sons, etc., não temos muitas implicações de ordem filosófica. No entanto, quando adentramos no que se denomina "vida" e no que se chama "inteligência", as coisas se complicam. Os conflitos, no sentido de se aceitar, que máquinas construídas pelo próprio homem possam ter esses atributos são inevitáveis.

Evidentemente que para a ciência, tudo pode ser reduzido, em última análise, a teorias e fórmulas e isso também é válido para a vida e para a inteligência. Isso significa, por conseguinte, que se pudermos equacionar vida e inteligência, nada impede que essas características sejam agregadas a máquinas como automatismos, robôs e muito mais.

Isso já está acontecendo atualmente, e o uso da palavra "inteligente" para certos equipamentos vem sendo empregado com certa frequência, embora as pessoas ainda não tenham tomado consciência do verdadeiro significado desse atributo.

Inteligências artificial

Não podemos dizer se uma máquina é (ou não) inteligente ou se o que vamos agregar a um circuito é (ou não) inteligência se não soubermos definir exatamente o que é inteligência.

Definir inteligência é algo bastante complexo, não obstante, sua presença em um ser vivo ou em um robô seja algo que podemos perceber até intuitivamente.

Consequentemente, aquilo que definimos como inteligência natural pode ser associado a três habilidades:

- Aprender com a experiência;
- Tomar decisões lógicas baseadas na experiência;
- Gerar emoções.

É claro que se tomarmos por base esses três itens nos depararemos com algumas dificuldades adicionais como, por exemplo, definir o que são "emoções".

O Teste de Turing

Alan Turing foi quem primeiramente imaginou um teste para saber se uma máquina é (ou não) dotada de inteligência. O teste de Turing é simples de entender.

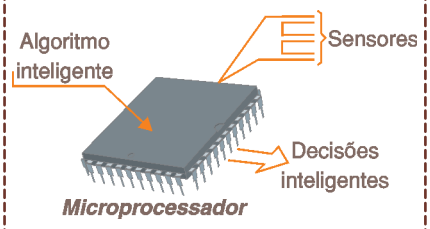
Se colocarmos uma pessoa para testar uma máquina que se encontra em um local distante de modo que elas se comuniquem sem que a primeira saiba quem está do outro lado, a máquina será considerada inteligente se a pessoa não conseguir discernir, com certeza, se a que está do outro lado é uma máquina ou outra pessoa.

Inteligência por software

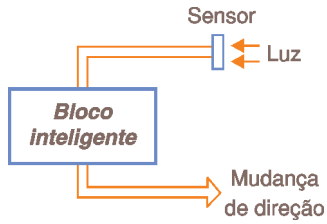
Basicamente, existem duas formas de se implementar inteligência em uma máquina: por software e por hardware.

Por software, o que fazemos é utilizar algum tipo de processador que possa ser programado com algoritmos inteligentes, ou seja, que dotem a máquina a ser controlada por ele de atributos que caracterizam a inteligência artificial, tais como a capacidade de aprendizado, tomada de decisões, etc (**figura 1**).

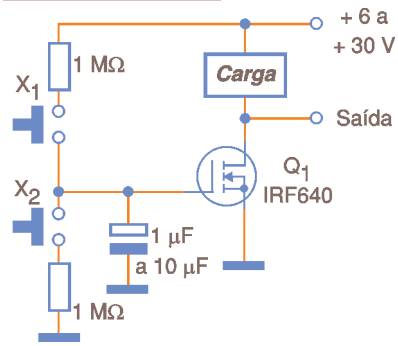
1 Esquema para implementação de inteligência por software



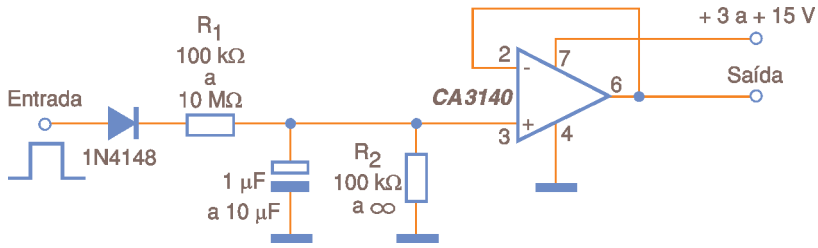
2 Esquema para implementação de inteligência por hardware



3 Circuito que aprende



4 Outro circuito de memória capacitiva



Há diversos tipos de programas que podem ser empregados com essa finalidade e muitos deles são de uso relativamente simples, como os que utilizam lógica difusa ou lógica Fuzzy.

Inteligência por hardware

Por outro lado, a inteligência por hardware usa circuitos que podem aprender independentemente de programação. Tais circuitos podem "se adaptar" ao tipo de estímulo enviado por sensores e modificar seu comportamento. Todavia, quando tratamos de robótica e mecatrônica em um nível mais simples, podemos ser mais abrangentes nas definições de inteligência artificial.

Assim, qualquer tipo de circuito, mesmo que tenha um simples sensor que atue sobre um mecanismo de mudança de direção, já pode ser considerado um recurso "inteligente". Através dele, o robô ou veículo é capaz de reagir diante de situações detectadas pelo sensor, mudando sua direção, o que não deixa de ser um comportamento inteligente, embora ainda em um nível de "ameba", conforme ilustra a **figura 2**.

Mas, se agregarmos diversos dispositivos-sensores a um robô ou quaisquer automatismos e os interligarmos de uma forma que combine as suas informações resultando em comportamentos complexos, o que podemos chamar de "inteligência" se torna mais evidente.

Mais ainda, se o comportamento do circuito puder mudar com o tempo, ou de acordo com os estímulos enviados, teremos agregado um requisito muito importante para que a definição de inteligência seja válida: o aprendizado.

É possível fazer tudo isso com circuitos simples? É o que veremos.

Circuitos Práticos

Damos, a seguir, uma série de circuitos simples que podem ser usados para agregar "inteligência" a um projeto. Esses circuitos podem ser combinados de diversas formas ou usados em conjunto com outros projetos que o próprio leitor criar baseado nas configurações dos artigos anteriores desta série. Tudo dependerá da imaginação de cada um.

Circuito que aprende

Na **figura 3** temos um circuito muito simples com dois sensores que "aprende" e "esquece", retendo informações por um intervalo de tempo que depende apenas da qualidade do capacitor usado.

A ideia básica adotada nesse circuito é a de que o ponto em que um transistor conduz pode ser alterado de modo que ele seja mais facilmente disparado (ou não) em função de informação prévia retida pelo uso. Um capacitor retém essa informação sob a forma de uma carga, sendo que o circuito funciona da seguinte forma:

Quando ligado pela primeira vez, o capacitor se encontra completamente descarregado, de modo que para chegar ao limiar da condução acionando a carga, o pulso do sensor X_1 precisa ser mais demorado. É necessário carregar o capacitor pelo menos até a tensão de condução do transistor.

Quando o sensor é desligado, o capacitor retém sua carga por algum tempo, durante o qual ela será acionada. Quando a carga desliga, o capacitor ainda retém certa carga, ou seja, "memoriza" o acionamento anterior.

Isso quer dizer que o pulso seguinte do sensor (para seu acionamento) pode ser mais curto. O circuito terá "aprendido" a responder ao estímulo.

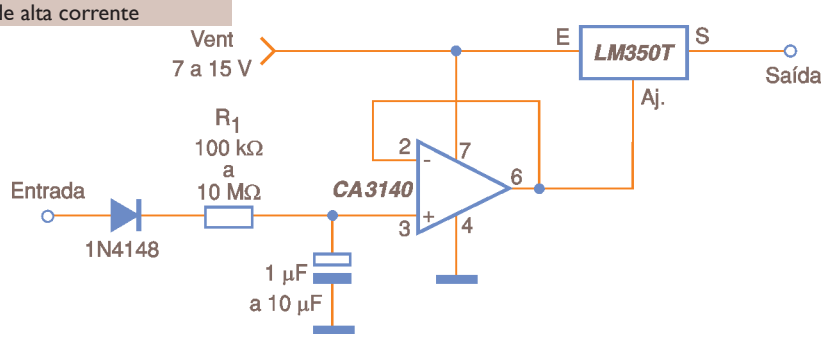
O sensor X_2 serve para fazer o circuito "esquecer" o que aprendeu, pois ele descarrega o capacitor.

Como a resistência de entrada de um MOSFET de potência é extremamente elevada, se usarmos um capacitor de poliéster de boa qualidade entre 470 nF e 2,2 µF, é possível o circuito reter as informações por intervalos de várias dezenas de minutos.

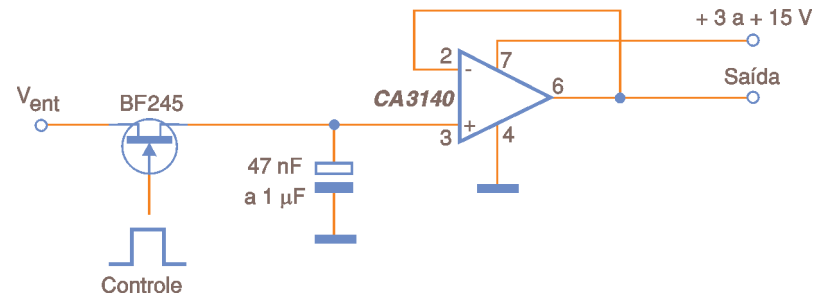
Outro circuito de memória capacitiva

O circuito da **figura 4** fornece uma tensão de saída que é o resultado da integração dos pulsos aplicados em sua entrada. Em outras palavras, esse circuito memoriza a quantidade de pulsos de entrada, "esquecendo-a" vagarosamente com o tempo. Com um bom capacitor de poliéster, que apresente mínimas fugas, o cir-

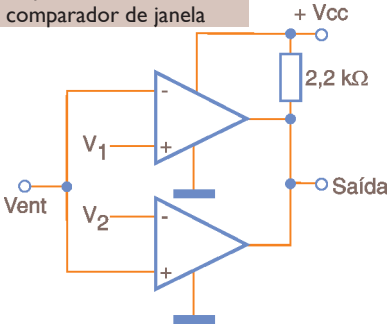
5 Controlando uma carga de alta corrente



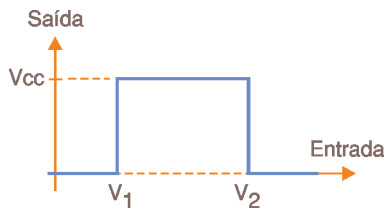
6 Exemplo de circuito de amostragem e retenção



7 Esquema básico de um comparador de janela



8 Utilizando comparadores do tipo LM339



cuito pode memorizar a quantidade de pulsos aplicados em sua entrada por intervalos de tempo que chegam a algumas dezenas de minutos. A velocidade com que os pulsos são armazenados depende apenas do valor do resistor de entrada que, em conjunto com o capacitor, determina a constante de tempo do circuito.

A resistência de entrada extremamente alta do amplificador operacional usado impede que o capacitor se descarregue rapidamente, retendo assim sua carga, que é a informação. Podemos utilizar esse circuito para controlar diretamente uma carga de alta corrente, interfaceando-o com um regulador de tensão LM350, veja a **figura 5**.

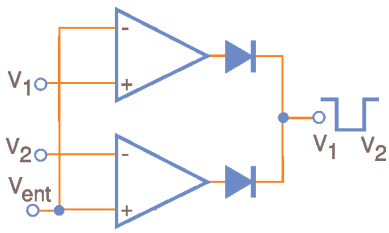
O circuito integrado LM350 pode controlar cargas de até 3 ampères. A tensão em sua saída depende dos pulsos integrados pelo circuito de aprendizado. O resistor R_2 determina o tempo de retenção da informação ou memorização, podendo ser eliminado. Quanto menor esse resistor, mais rapidamente o circuito "esquece" a quantidade de pulsos aplicados em sua entrada.

Circuito de amostragem e retenção

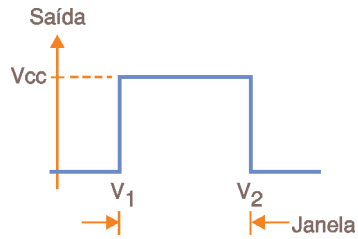
Um outro circuito que pode ser usado como uma espécie de memória para aprendizados em projetos inteligentes é o circuito de amostragem e



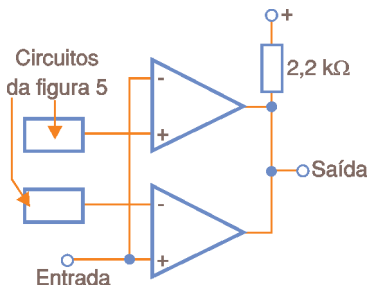
9 Utilizando diodos



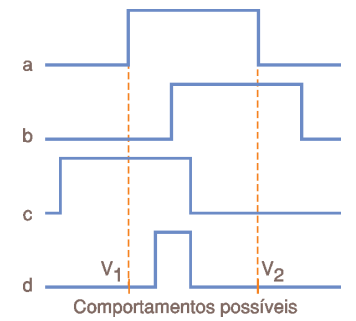
10 "Janela" de tensões altas de saída



11 Combinando circuitos de referência inteligentes



12 Variando a largura e posição da janela



retenção ou "sample & hold", se adotarmos seu nome em inglês.

Na **figura 6** temos um exemplo de circuito de amostragem e retenção empregando um amplificador operacional e um transistor de efeito de campo de junção (JFET).

O circuito funciona da seguinte maneira: quando se aplica um pulso de controle na comporta do transistor, ele se satura e deixa passar a tensão que se encontra na entrada para o capacitor. O capacitor se carrega com essa tensão, "memorizando-a". Quando o pulso de controle desaparece, o capacitor se mantém com a tensão memorizada, mesmo que a tensão de entrada varie. A tensão memorizada aparece então na saída do amplificador operacional, pronta para ser usada como referência em um circuito qualquer de acionamento ou de controle de algum dispositivo. Obviamente, o capacitor usado deve apresentar uma fuga muito pequena.

Esse tipo de circuito é muito utilizado na digitalização de sinais analógicos por amostragem, onde a frequência dos pulsos de controle determina a velocidade do processo de amostragem.

Comparador de janela

Uma configuração muito interessante para uso em circuitos inteligentes é o comparador de janela, cujo esquema básico é mostrado na **figura 7.**

Dois comparadores de tensão são ligados com suas saídas em paralelo. O ideal é usar comparadores do tipo LM339 que possuem saídas com coletor aberto, na **figura 8 o** pulso **v**emos o de saída.

Outros tipos de comparadores podem exigir o uso de diodos para que, quando uma saída for levada ao nível baixo, a outra (estando no nível alto) possa levar o circuito a um curto-circuito, observe a **figura 9**.

O funcionamento do comparador é o seguinte:

Colocamos nas entradas dos comparadores as tensões de referência V_1 e V_2 que determinarão os pontos em que eles mudam de estado. Quando a tensão de entrada se encontra abaixo de V_1, o comparador (I) tem sua saída saturada e com isso a saída do conjunto é baixa. Quando a tensão de entrada se encontra acima de V_2, o comparador (II) é que tem sua saída saturada e da mesma forma a saída do circuito se mantém no nível baixo.

Por outro lado, se a tensão de entrada estiver entre V_1 e V_2, as saídas dos dois comparadores se mantêm no corte, e com isso o resistor de saída se encarrega de manter a saída do circuito no nível alto. Assim, conforme exibe a **figura 10**, quando a tensão de entrada está entre V_1 e V_2, temos uma "janela" de tensões altas de saída.

É possível usar esse circuito de modo a agregar inteligência a um projeto de diversas formas. Uma delas é pela ligação dos circuitos de referência inteligentes com capacitor que vimos na sua entrada para fornecer tensões que variam de acordo com o aprendizado, **figura 11**.

Usando esses circuitos, a largura e posição da janela numa faixa de tensões pode ser variada, veja a **figura 12**.

Um robô pode começar a operar com uma curva de sensibilidade de um sensor estreita, determinada por V_1 e V_2, e depois essa curva pode ir se alargando com a diminuição de V_1 e o aumento de V_2.

O robô pode ainda ser ensinado a procurar o "escuro" ou "claro" (usando um LDR como sensor), deslocando-se a curva de resposta do circuito para o lado de V_1 ou V_2.

Uma outra maneira de usar um comparador de janela de "forma inteligente" é ilustrada na **figura 13**.

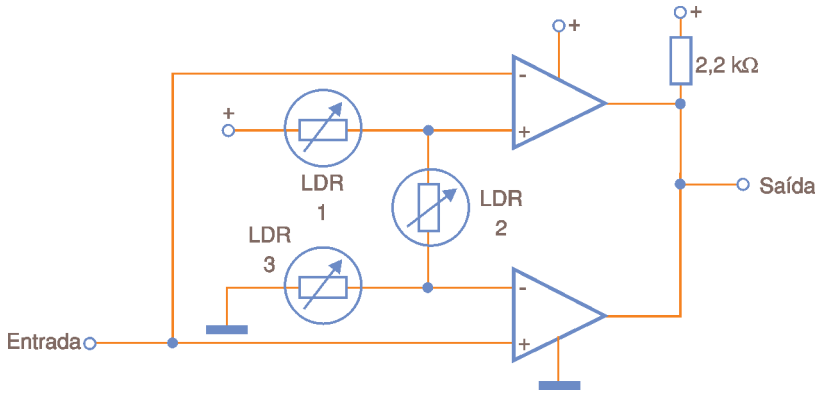
Colocamos LDRs para formar um divisor resistivo de referência de tensão de modo que a posição de V_1 e V_2 e a largura da faixa dependem da intensidade da luz que incide nos sensores. O circuito poderá ser utilizado para se projetar um robô que tenha comportamentos diferentes em função da luz ambiente, ou da iluminação de um alvo que ele deva procurar.

Aprendizado Digital

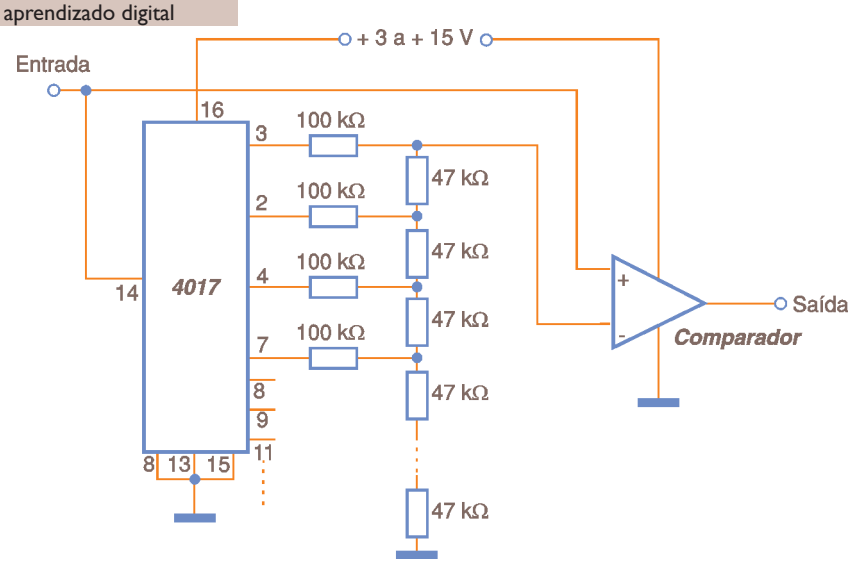
Uma forma interessante de se agregar um circuito de aprendizado digital é exibida na **figura 14**. Nesse circuito, a tensão de referência, que pode ser usada para determinar o ponto de atuação de sensores, depende do número de pulsos memorizados por um contador digital.

O contador pode ser feito com base em um circuito integrado CMOS 4017 que dá 10 posições de "memorização" ou aprendizado, mas nada impede que sejam empregados contadores com maior número de posições. Esse circuito também possibilita que se planeje o escalonamento do aprendizado através dos valores dos resistores. Seu funcionamento é o seguinte: à medida que o número de pulsos aplicados ao circuito aumenta, cresce também a tensão de referência. Se for usado um contador regressivo, a tensão de referência irá diminuir quando os pulsos forem contados.

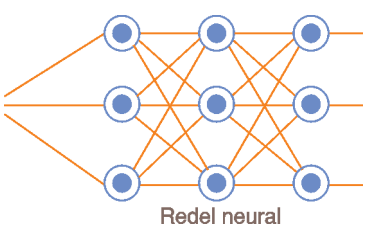
13 Outra maneira de utilizar um comparador de janela de forma "inteligente"



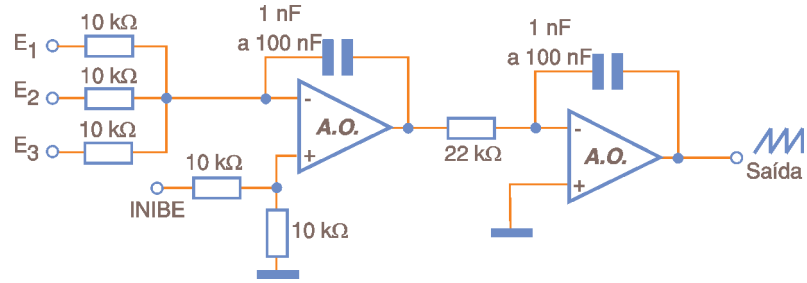
14 Exemplo de circuito de aprendizado digital



15 Padrão de organização que imita o dos neurônios



16 Configuração de um neurônio do tipo "integra-e-dispara"



Neurônio Eletrônico

Uma possibilidade muito interessante para aqueles que gostam de lidar com inteligência artificial é pensar em montar uma "rede neural". Essa rede nada mais é do que um conjunto de circuitos que imitam neurônios e que são associados segundo um padrão que imita a organização dessas células nos seres vivos, conforme mostra a **figura 15**.

Embora existam circuitos integrados que já possuam neurônios eletrônicos integrados, eles não são fáceis de obter nem simples de se trabalhar. Uma alternativa mais simples de se fazer experimentos com neurônios consiste em montar essa configuração com componentes comuns. Na **figura 16** temos a configuração de um neurônio do tipo "integra e dispara", que é formado por dois amplificadores operacionais comuns.

Os pulsos de entrada são aplicados aos "dendritos" e, além disso, há uma entrada de inibição que pode ser usada para "paralisar" o neurônio. Quando os pulsos atingem um certo valor determinado pela constante de integração do circuito (dada por C_1), o bloco seguinte é disparado produzindo uma saída no "axônio".

Um pequeno "cérebro" de robô pode ser implementado empregando-se alguns blocos como este.

Conclusão

O que vimos até o momento é apenas uma pequena mostra de como podemos implementar muitas coisas eletrônicas em projetos mecatrônicos. Esta série de artigos, que procurou oferecer ideias práticas de circuitos para os leitores, está sendo finalizada por aqui. Voltaremos, entretanto, com assuntos de interesse relacionados com a eletrônica para a Mecatrônica em edições futuras. f

VENHA FAZER PARTE
DA REVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA NO BRASIL!



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

www.sabereletronica.com.br