www.mecatronicafacil.com.br

Ano 6 - nº46 - R$ 6,50

MECATRÔNICA FÁCIL

Leis de Controle

Confira as características e definições para determinar comandos para o atuador



Os inversores de frequência

O que são, como funcionam e quais suas vantagens



Redes Neurais Artificiais

Veja a evolução das máquinas e as curiosidades das RNAs

Pulsador LED de baixo consumo

Veja o princípio de funcionamento, aplicações e vantagens deste dispositivo

ISSN 1676-0980

VENHA FAZER PARTE
DA REVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA NO BRASIL!



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

www.sabereletronica.com.br

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

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

Auxiliar de Redação
Erika M. Yamashita

Produção
Diego M. Gomes

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni
Edimáldia Ferreira

Colaboradores
Hamilton Badin Junior,
Jeff Eckert,
Newton C. Braga

Capa
Arquivo Editora Saber

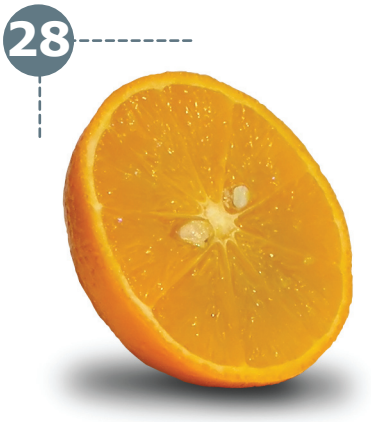
PARA ANUNCIAR: (11)2095-5339
atendimento@mecatronicafacil.com.br

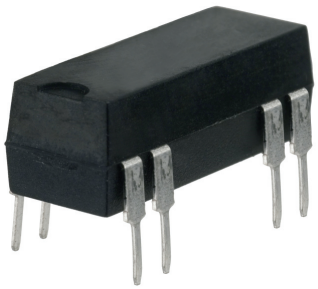
ASSINATURAS
www.mecatronicafacil.com.br
Fone: (11) 2095-5335/Fax: (11) 2098-3366
Atendimento das 8:30 às 17:30 h

Associado da:

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

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





Robonews 4

Notícias 6

Monta-treko 11
Projetos com sensores de luz, sinalizador FM, minicomunicador e muito mais

Redes Neurais Artificiais 24
Como surgiram e quais as utilidades das RNAs

Leis de controle 26
Veja para que servem e como são definidas as Leis de Controle

Energia alternativa 28
Processo simples para detectar energia alternativa

Os inversores de frequência 30
Confira quais são suas características e funções

Pulsador LED de baixo consumo 34
Instale este recurso em robôs, maquetes e aplicações semelhantes

Motores de Passo 37
Leia os fundamentos deste dispositivo

Relés Photomos 40
Análise do componente com base na linha da Aromat

Robonews USA

Jeef Eckert

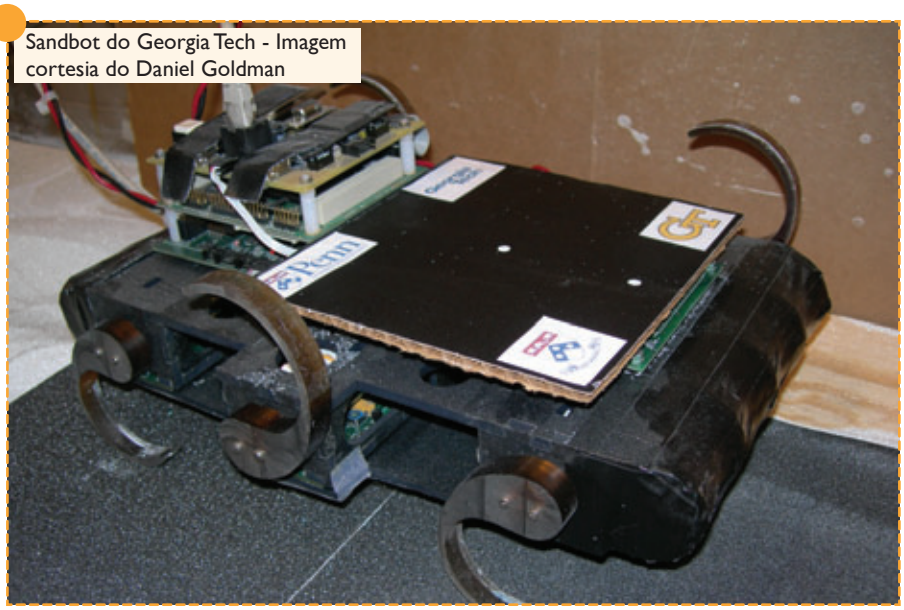


Evitando Armadilhas de Areia

Um estudo publicado nos procedimentos da Academia Nacional de Ciências ofereceu a primeira visão precisa do "problema de locomoção de robôs em superfícies granulares". Traduzindo, isso significa "porque eles patinam em sujeira, areia e pilhas de folhas". A resposta pode parecer óbvia para aqueles motoristas que já dirigiram um carro na praia, mas pode não ser assim para os rapazes do Georgia Tech.

Em cada evento, de acordo com o professor assistente da Escola de Física "Georgia Institute of Technology", Daniel Goldman: a areia é um terreno que oferece um desafio único. Ela pode facilmente mudar de sólido para fluido e requer estratégias de locomoção diferentes".

Experimentos foram feitos colocando-se o dispositivo em seis pernas em forma de C numa trilha de três metros de comprimento cheia com sementes que simulam as condições que podem ser encontradas em desertos, superficies extraterrestres e em operações na agricultura. O resultado? "Nós verificamos que quando um robô move suas pernas rápidamente ou a areia está muito compacta, ele passa de uma transição de um movimento rápido para praticamente nadar no meio". Os robôs descobriram que podem atravessar facilmente o obstáculo de areia se mantiver em constante a rpm e movimentos rápidos em que o ângulo da cada perna muda.



Sandbot do Georgia Tech - Imagem cortesia do Daniel Goldman



Robô segue o caminho através de um campo de sementes - Imagem cortesia de Daniel Goldman

Robô é Tema de Trilha em Parque

Poucas semanas atrás, o governo da Coréia do Sul autorizou a construção do primeiro parque temático robótico, enfatizando a visão do país para a indústria, sua primeira área para o crescimento econômico. O Ministro da Economia para o Conhecimento fixou uma área de 767286 m^2 no "Incheon Free Economic Zone" para o parque, o que está com custos avaliados em 784,5 bilhões de wons (562,3 milhões de dólares).

Provando que o governo coreano é mais hábil do que nós, mais de ¾ do investimento (680 bilhões de wons) vem de fontes privadas, com o restante fornecido pelo governo local. Este e um segundo parque, a ser construído mais tarde na província de South Gyeongsang, deverão criar 18 000 novos empregos e gerar 2,8 trilhões de wons e recursos industriais.

Os parques não serão apenas de diversão e jogos. Certamente eles terão divertimentos, salas de exibições, parques aquáticos e estádios para competições de robôs, mas também irão ter centros de educação R&D. O Incheon Park não está agendado para ser utilizado antes de 2014, assim você não deve fazer reservas nos hotéis ainda.



Concepção do artista para o Parque Incheon de Robôs que, certamente, não vai parecer assim

Darwinismo Robótico?

Pesquisadores da *Robert Gordon University* de Aberdeen, na Escócia, dizem ter "causado um impacto no mundo da engenharia ao falar dos primeiros passos no desenvolvimento de um robô que possui a habilidade de evoluir da mesma forma que os animais". Eles afirmam que a técnica "oferece o potencial para se fazer máquinas que podem interagir com o ambiente e realizar tarefas úteis em caso de dificuldades ou circunstâncias perigosas".

Elas fazem isso desenvolvendo gradualmente o corpo do robô e ao mesmo tempo aumentando o seu cérebro (um controle especial denominado rede neural artificial), acrescentando novas partes, uma sobre a outra de modo a terminar numa estrutura em camadas, como as que formam uma cebola. Usando este sistema, produzimos um robô complexo capaz de operar como um animal.

O robô começou simplesmente se movendo de uma forma primitiva e então foi para uma série de planos de desenvolvimento de corpo, atuadores, sensores e meios, como um mudskipper - trata-se da transição do peixe para anfíbio, um peixe que pode sair da água e rastejar pelos terrenos pantanosos. Assim, ele evoluiu a um quadrúpede caminhante capaz de reagir a estímulos visuais, evitar obstáculos e reagir a objetos predefinidos como predadores ou presas. Infelizmente, nenhum detalhe foi oferecido sobre o modo como os *upgrades* revolucionários são feitos, e não foram fornecidas fotos que possam nos dar uma idéia.



Skippy the mudskipper - Cortesia do Aquarium of the Pacific, foto de Hugh Ryono.

Robonews


Veículos Baja durante competição 2008

Baja Sae Brasil
reúne 73 equipes

Mauá adianta novidades da competição que acontecerá em Piracicaba

A Competição Baja Sae Brasil - Petrobras será realizada de 19 a 22 de março, no Esporte Clube Piracicabano de Automobilismo (ECPA), em Piracicaba, SP, e desta vez o clima é de festa. A competição de estudantes de engenharia chega a 15ª edição como um programa de desenvolvimento de novos talentos da engenharia brasileira com 73 equipes inscritas.

Para disputar a competição, realizada pela Sae Brasil, as equipes foram desafiadas a projetar, buscar patrocínios e construir carros off-road, chamados de Baja. Eles deverão ser testados em provas dinâmicas por especialistas da indústria da mobilidade. “Além de praticarem os conceitos teóricos adquiridos em sala de aula, os alunos serão submetidos às experiências da vida real, tais como trabalho em equipe, atendimento de prazos, busca de suporte financeiro para o projeto e atividades diversas, muitas delas em áreas não exploradas nos cursos regulares, mas que incentivam a criatividade e o surgimento de lideranças”, diz o presidente da Sae Brasil - Besaliel Botelho. Ele ainda ressalta que algumas empresas têm priorizado a contratação de ex-participantes do Projeto por terem a certeza de que eles estarão bem preparados após suas participações. “Isso comprova a importância da competição, um dos orgulhos da equipe”, completa.

E, para mostrar que algumas instituições de ensino já estão preocupadas com o desempenho de seus alunos fora da sala de aula, o Instituto

Mauá de Tecnologia está participando da disputa com duas equipes: a Mauá 1 e 2. Este ano as equipes estão sob a coordenação do professor Renato Romio e cada uma delas conta com dez integrantes, entre alunos veteranos e calouros.

"A equipe está bastante otimista quanto ao resultado. Todos se esforçaram para melhorar o carro e obter um resultado positivo, afirmou o aluno da 3ª série do curso de Engenharia Mecânica e capitão da equipe Mauá 1, Gabriel Calfa Barni. Na equipe Mauá 2 a expectativa não é diferente. "Trabalhamos muito para corrigir os erros da última edição e com isso pretendemos tirar a diferença para chegar ao pódio", assinala o capitão da equipe e aluno da 3ª série do curso de Engenharia Mecânica, André Akio Motidome Cintra do Prado.

Umas das principais novidades que a equipe Mauá 1 adiantou será a gaiola. Desenvolvida a partir de projetos anteriores e com auxílio de softwares, a nova gaiola apresenta uma integridade estrutural superior às antigas usadas pela equipe. Com o objetivo de diminuir o peso e facilitar sua produção, a gaiola foi simplificada.

"Seguindo as novas regras de segurança, construímos um veículo que privilegia a facilidade de construção e a manutenção dos sistemas vitais do projeto. A dirigibilidade do veículo foi um dos focos: a suspensão traseira possui novos amortecedores, o que deve facilitar seu ajuste, e o sistema de freios foi remodelado para que apresente maior capacidade de frenagem com menor possibilidade de falha. A linha principal seguida é a de continuar o projeto que estreou em 2008 pela equipe Mauá Atacama, mas utilizando algumas das soluções bem sucedidas implementadas pela equipe Mauá Borneo também em 2008", explica o capitão Gabriel Calfa Barni, acrescentando que todas as peças do carro foram projetadas pensando no peso, porém sem jamais esquecer que o carro campeão é o que melhor associa redução de peso com robustez.

"Os maiores ganhos em leveza estão concentrados na gaiola que foi projetada com a geometria mais eficiente possível, dando ao veículo um ganho de rigidez estrutural e perda de peso", completa o capitão. A estrutura do veículo é em aço comum, os eixos são de aço-liga, a caixa de transmissão é de alumínio de alta resistência, enquanto que as proteções são de PET.

Já a equipe Mauá 2 realizou alterações na estrutura do protótipo visando garantir que a remoção, tanto do conjunto de CVT quanto do motor, seja simplificada. "Também buscamos a redução do peso do veículo e uma melhora de eficiência global dos conjuntos de transmissão e freios. Um fator definitivo no Baja é a leveza do carro. Por isso, sempre procuramos reduzir a massa do veículo; as peças são aliviadas ao máximo, mas sem que isso comprometa a resistência, uma vez que a principal prova da competição é um enduro de quatro horas de duração, que leva o Baja a seus limites, e a Mauá contabiliza grandes resultados nesta prova", explicou o capitão da equipe Mauá 2.

Segundo ele, o Baja da Mauá apresenta uma boa dirigibilidade, assim, o grupo optou por efetuar pequenas mudanças visando melhoras sutis nesse item. Neste ano, a equipe também está utilizando um sistema de telemetria para estudar o desempenho do veículo e obter melhoras no projeto.

Vale lembrar que no Baja Sae Brasil a fabricação deve ser feita com ferramentas- padrão da indústria, com pouca ou nenhuma mão-de-obra especializada e os participantes devem trabalhar em equipe para projetar, construir, testar, promover e competir com um veículo fora-de-estrada (off-road), de estrutura tubular em aço, monoposto, com quatro ou mais rodas, capaz de transportar pessoas de até 1,90 m de altura e com até 113,4 kg.

Além da avaliação de projeto por meio de relatórios e apresentação, os veículos serão submetidos a testes de tração, aceleração, velocidade máxima e um enduro de quatro horas, em pista de terra cheia de obstáculos, na qual carros e pilotos são desafiados no aspecto resistência.

Ao final da competição, as duas equipes que alcançarem as melhores pontuações na soma geral das provas, ganham o direito de representar o país na competição internacional que reúne mais de cem equipes de diversos países. Nesta competição, realizada há um ano, o Brasil se consagrou tetracampeão no Canadá.

A edição 2009 espera reunir quase 1,1 mil estudantes de 57 instituições de ensino do Brasil e Estados Unidos. O Brasil conta com 72 equipes inscritas, São Paulo possui 21 seguido do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul com nove equipes cada. Este ano os Estados Unidos será representados pela equipe Tigers, do Rochester Institute of Technology, de Nova York, que já disputou de outras edições. Das 73 equipes inscritas somente quatro são de instituições que participam pela primeira vez.

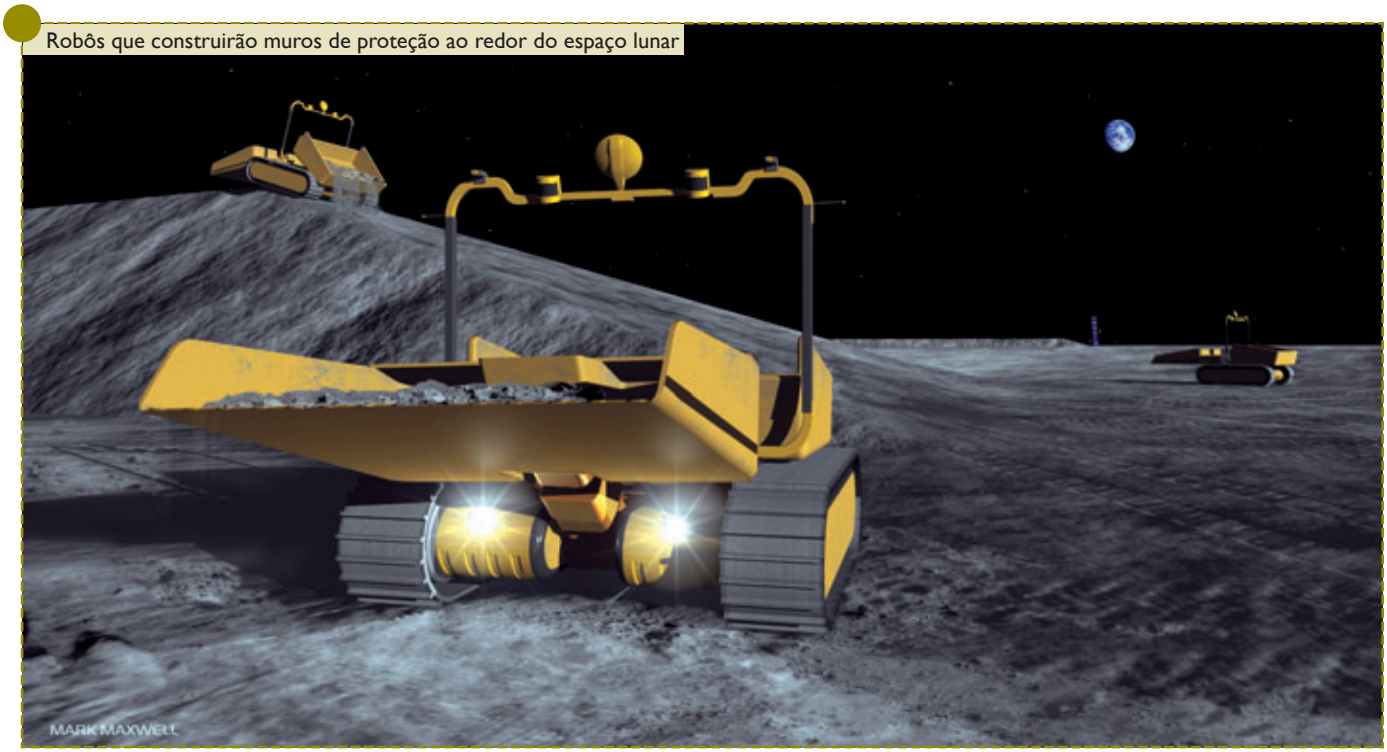
Carro da Escola de Engenharia de São Carlos - USP



Robôs escavadores construirão base lunar

Início das atividades no satélite natural estão programadas para 2020

Robôs que construirão muros de proteção ao redor do espaço lunar



Uma base lunar poderá ser construída por robôs escavadores. As informações são da patrocinadora Nasa como o estudo preparado pela Astrobotic Technology Inc. com a assistência técnica da Carnegie Mellon University's Robotics Institute.

A base será composta por estradas, estações de aterrisagem e edifícios semi-circulares com cerca de 2,5 metros de altura. E, de acordo com o presidente e diretor técnico da Astrobotic e professor da Universidade Carnegie Mellon, William Red Whittaker, a previsão para o início das atividades no solo lunar são para o ano de 2020.

Para isso, um dos problemas a serem resolvidos será o impacto que os foguetes que levarão as cargas e astronautas terão sobre a própria base lunar. Para que os astronautas possam ir rapidamente do foguete à construção, bem como as cargas possam ser transportadas de forma eficiente, o ponto de descida e lançamento deverá ficar próximo da base. A dificuldade ainda se acentuará pela falta de atmosfera.

A poeira levantada pelos foguetes, sem uma atmosfera para freá-la, poderá se transformar em um verdadeiro bombardeio sobre as instalações, submetendo-as a uma espécie de jateamento de areia.

Os pesquisadores da Carnegie Mellon vislumbraram duas saídas para esse problema: a primeira é a construção de um muro ao redor do espaçoporto; já a segunda é constituída de uma criação de superfície dura no local de aterrissagem, uma espécie de asfalto, construído com material encontrado na própria Lua. Uma das soluções que os pesquisadores calculam é que dois robôs, pesando 150 quilogramas cada um, levarão cerca de seis meses para construir um muro de proteção ao redor do espaçoporto. Outro método é que robôs ainda menores possam juntar pequenas pedras para pavimentar o local de pouso. "Isto poderá reduzir a necessidade de se construir barreiras de proteção. Para que possamos escolher qual das duas é a melhor solução, precisaremos enviar missões de estudo para coletar informações sobre a coesão do solo lunar e se podemos encontrar rochas disponíveis com as dimensões adequadas," explica o pesquisador John Kohut.

Agora resta a Nasa definir o cronograma dos estudos e o envio das missões de reconhecimento dos locais de pouso após a submissão do projeto.

Nathan Silva vence a primeira etapa da Super Fórmula 2.0

Campeonato segue para a segunda etapa no dia 5 de abril

A Super Fórmula 2.0 é a mais nova categoria de alta velocidade. A competição compõe a programação do Campeonato Paulista de Velocidade no Asfalto, passando a integrar o calendário automobilístico paulista a partir deste ano. As provas tiveram início no dia 08 de março no Autódromo de Interlagos e o paulista Nathan Silva foi absoluto na estreia da Super Fórmula 2.0. Ele liderou a prova de ponta a ponta e tornou-se o primeiro vencedor da categoria

A vitória foi bastante festejada pela equipe GForce Engenering. "Havia óleo na pista e cheguei dar uma escorregada, mas consegui controlar e estou contente", afirmou Nathan. O que garantiu sua vantagem sobre Victor Guerin foi a sabedoria em poupar melhor os pneus, vencendo a prova com mais de onze segundos de vantagem.

No total serão dez etapas, todas disputadas em Interlagos. Depois da equalização e da lacração dos motores, as equipes só poderão utilizar os equipamentos nos treinos oficiais que antecedem cada prova.

A expectativa dos organizadores é realizar um campeonato de ponta no País, que atraia pilotos em busca de uma evolução entre o Kart e o mundo da Fórmula 1. Além disso, eles esperam contribuir para a melhor formação de pilotos e profissionais de Box e revelar novos talentos, uma tradição brasileira no mundo da velocidade.

"A fómula 2.0 é uma categoria focada para os jovens que saem do kart e hoje em dia têm poucas opções de iniciar uma carreira no automobilismo aqui no país", explica o idealizador e promotor da competição - José Eduardo Ávila.

Na Super Fórmula 2.0, os treinos particulares serão livres e vão além dos finais de semana. Os pilotos têm disponibilidade total para realizar testes. "Os treinos são livres porque é uma categoria- escola, os participantes precisam estudar", comenta Ávila.

A atração para este ano é o uso do etanol como combustível oficial da competição. "Em termos técnicos, o grande diferencial do nosso campeonato é que utilizaremos o álcool como combustível. Optamos pelo biocombustível pensando no futuro das competições de carro e numa maior preservação do meio ambiente", completa Ávila. As primeiras etapas ainda serão disputadas com gasolina, mas durante o campeonato será feita a conversão.

No próximo dia 5 de abril acontece a segunda etapa do campeonato paulista que é promovido pela Medrar, comercializado pela Point Comunicação e Marketing e supervisionado pela Federação de Automobilismo de São Paulo - FASP.



Febrace tem início positivo com o número de visitantes

A expectativa para 2009 é receber 12 mil visitantes entre os 17 e 19 de março

A Feira Brasileira de Ciências e Engenharia - Febrace - começou com o pé direito com a expectativa de receber 12 mil visitantes. Alunos do ensino fundamental e médio lotaram as dependências da Escola Politécnica da USP - Universidade de São Paulo - para conhecer os 282 projetos finalistas que ficaram expostos entre os dias 17 e 19 de março.

O objetivo da feira é estimular novas práticas nas escolas, melhorando a aprendizagem em Ciências e Engenharia. "Numa época em que as economias mais desenvolvidas são baseadas no conhecimento, estimular a cultura investigativa, de inovação e empreendedorismo na educação se tornou imprescindível", afirma a coordenadora geral do evento, Roseli de Deus Lopes.

Nesse contexto, a Febrace tem a proposta de ser uma ferramenta de estímulo para os estudantes desenvolverem projetos investigativos. "Ao terem seus projetos selecionados pela feira, os alunos veem seus esforços reconhecidos e se sentem estimulados a continuar realizando inovações", completa a coordenadora.

Um dos projetos finalistas foi a "Guilhotina Inteligente" formada a partir de peças Lego. A construção visa acelerar a produção e reduzir o tempo empregado na fabricação dos produtos, deixando as empresas mais competitivas. Ela é alimentada a partir de um processo de laminação, tornando-a assim uma máquina completa, que realiza a laminação e se auto-alimenta. O projeto foi desenvolvido pelos alunos Marco Antonio Pensak, Giovanny Simon Machado e Marcos Marx Millnitz de Jaraguá do Sul - SC.

Projetistas da Guilhotina Inteligente

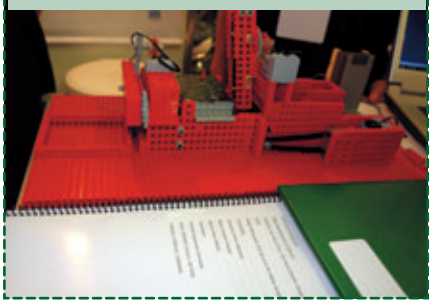


Outro destaque foi o "Motor a reação por compressão através de ondas de choque e aceleração autônoma dos estudantes Rafael Telis Gazzin Pessoa, de Belo Horizonte - MG. A proposta do seu trabalho foi projetar e executar um motor que separasse os motores aerotérmicos atuais em quatro quesitos: custo, complexidade, eficiência e poluição ambiental. Este projeto poderá afetar a população de modo a trazer aeronaves mais eficiente ocorrendo a redução dos custos dos voos com viagens mais rápidas.

Entre os concorrentes ao melhor projeto de Engenharia também estava presente o *Baby Alarm Plus*, desenvolvido por Marcelo Henrique Caetano sob orientação de Luis Henrique Mendes de Oliveira da escola Senai Joao Batista Salles da Silva. Marcelo construiu este dispositivo de segurança para ser adaptado a uma cadeira de bebê utilizada em automóveis. O sistema é baseado em um alarme sonoro acionado por chaves específicas e estrategicamente posicionadas na cadeira do bebê. A idéia é que ao esquecer a criança no carro o Buzzer seja acionado.

"O resultado destes trabalhos mostram, que independentemente do nível de escolariedade e da classe social, esses estudantes têm um enorme potencial", ressalta Roseli. E lembra que entre os projetos finalistas deste ano todos refletem esse potencial. "Muitos se destacam pelo rigor científico e pelos resultados alcançados; outros ainda precisam ser aprimorados, mas o que importa é que esses estudantes estão no caminho certo, e desenvolvendo sua capacidade de criar, de refletir e de raciocinar criticamante" finaliza.

Trabalho finalista do evento



Para a esperada cerimônia de premiação cerca de 300 avaliadores entre professores da USP, profissionais voluntários e universidades parceiras da feira selecionaram os melhores das sete categorias. O evento foi realizado no dia 21 de março, e na ocasião os autores dos melhores trabalhos ganharam medalhas, certificados, estágios, entre outros prêmios (como a asinatura do Portal Mecatrônica Atual).

Os trabalhos que mais se destacarem também se qualificaram para participar da Intel-ISEF (*International Science and Engeneering Fair*), competição internacional de estudantes pré-univesitários, realizada anualmente nos Estados Unidos. Só ano passado, nove projetos foram selecionados e três chegaram a ser premiados.

Monta-treko

Confira alguns projetos com sensores de luz, além das montagens de um transmissor experimental sem bobinas, um sinalizador de FM e muito mais.

Newton C. Braga

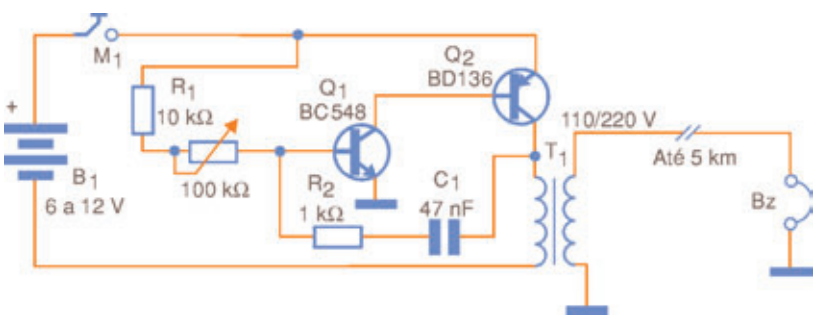
Projeto 1

Telégrafo com oscilador de áudio

Projeto de longo alcance que utiliza como transmissor um oscilador de áudio com um transformador elevador de tensão e como receptor um fone piezoelétrico de alta impedância (**Figura 1**).

Em condições favoráveis os fios de interligação entre as estações podem alcançar vários quilômetros. Nesta versão de uma via, o fio pode ser tanto desencapado, mas com isoladores nos locais em que os prendem a postes, ou ainda encapado, do tipo utilizado com telefones. O receptor é uma cápsula piezoelétrica ou um fone piezoelétrico. O ajuste do tom transmitido é feito no potenciômetro de 100 k ohms. A alimentação pode ser feita com tensões de 6 a 12 V. Observamos que a tensão obtida no secundário do transformador é elevada, podendo causar choques desagradáveis em caso de toque acidental. Na **figura 2** temos o circuito com base numa ponte de terminais, já que se trata de montagem com finalidade experimental ou didática. A alimentação pode se feita com pilhas comuns (médias ou grandes) ou ainda fonte de pelo menos 500 mA. O transformador tem primário de 110 V ou 220 V e secundário de 6 a 12 V com 300 mA ou mais de corrente. O manipulador é comum, como descrito nos demais projetos de telégrafo desta série.

1 Circuito de telégrafo com oscilador de áudio



Lista de Materiais

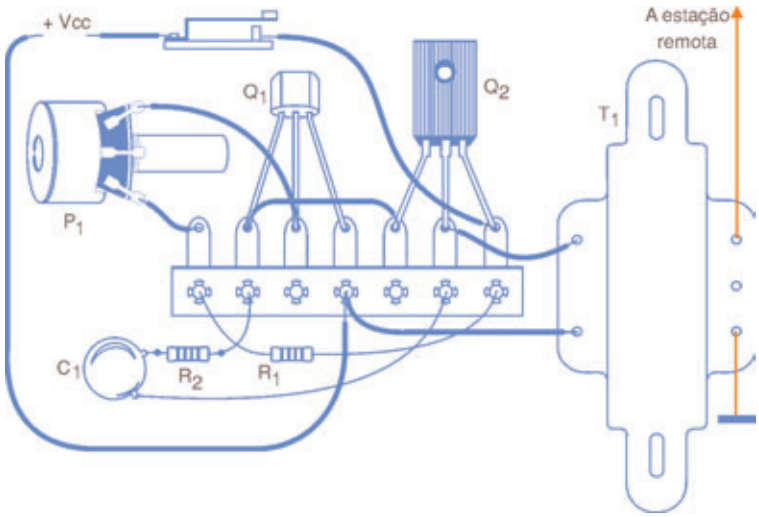
Q_1 – BC548 – Transistor NPN de uso geral
Q_2 – BD136 – Transistor PNP de uso geral
T_1 – Transformador – ver texto
BZ – Cápsula piezoelétrica
B_1 – 6 a 12 V – pilhas médias, grandes ou fonte
M_1 – Manipulador comum
P_1 – 100 k ohms – potenciômetro (lin ou log)
R_1 – 10 k ohms x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
R_2 – 1 k ohms x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
C_1 – 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster

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

Competição

- Ver quem transmite uma mensagem no menor tempo possível.

2 Circuito de telégrafo com oscilador de áudio



Projeto 2

Minicomunicador

Eis um circuito experimental com apenas cinco componentes que tem por finalidade possibilitar a comunicação em uma via de duas pessoas separadas por grandes distâncias, usando fios comuns. Você pode estender os fios de ligação ao *tweeter* (TW) ou transdutor piezoelétrico a uma distância superior a 100 metros sem perda apreciável da intensidade do sinal. Como não temos etapas de amplificação e se trata de circuito experimental não podemos esperar altorendimento. Isso significa que na operação o *tweeter* ser usado como telefone, junto ao ouvido. O circuito é alimentado por pilhas comuns ou bateria e seu consumo de energia é extremamente baixo. Na **figura 3** observamos o diagrama completo do aparelho.

TW é um tweeter do tipo piezoelétrico do qual tenha sido retirado o pequeno transformador interno, fazendo a conexão dos fios diretamente à cápsula cerâmica de seu interior que é de alta impedância. Se for usado um transdutor ele será ligado diretamente, pois não possui transformador interno. Na **figura 4** vemos o aspecto da montagem, onde os poucos componentes usados são soldados numa ponte de terminais exceto o *tweeter* remoto.

Tanto a polaridade das pilhas como do microfone de eletreto precisam ser observadas. O resistor R_1 é de 1/8 W ou maior, e na verdade seu valor deve ser obtido experimentalmente em função da tensão de alimentação, ficando tipicamente entre 1k e 10k ohms. Uma aplicação interessante para este circuito é em um sistema secreto de comunicações com seus amigos, bastando montar duas unidades iguais de modo a se poder estabelecer a comunicação bilateral como num telefone.

Competição

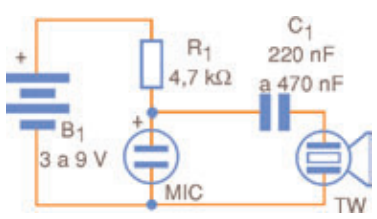
- Premiar a melhor montagem
- Fazer um concurso para o melhor relatório técnico
- Desafiar a encontrar uma aplicação diferente para o circuito

Lista de Materiais

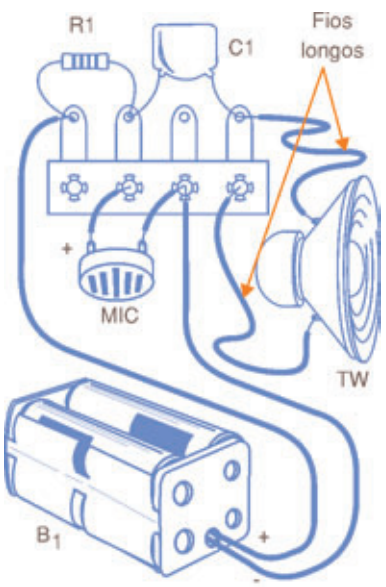
MIC - microfone de eletreto de dois terminais
B_1 - 3 V a 9 V - 2 pilhas pequenas ou bateria
R_1 - 4,7 k ohms x 1/8 W - resistor - amarelo, violeta, vermelho
C_1 - 220 nF a 470 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster
TW - Tweeter piezoelétrico

Diversos
Ponte de terminais, suporte de pilhas ou conector de bateria, caixa para montagem, fios, solda etc.

3 Diagrama completo do minicomunicador



4 Montagem em ponte de terminais



Projeto 3

Transmissor experimental sem bobinas

Este circuito experimental de curto alcance se caracteriza por não utilizar bobinas. Embora ele tenha o mesmo princípio dos antigos transmissores telegráficos, sem sintonia, e portanto não deva ser usado com antenas externas, serve como meio de demonstração para comunicações de curto alcance ou mesmo como um gerador de interferências para receptores próximos.

Para gerar sinais de rádio não precisamos ter obrigatoriamente um circuito ressonante formado por bobinas e capacitores. Na verdade, os primeiros transmissores de rádio que existiram não usavam estes elementos.

É evidente que a presença de um circuito ressonante formado por bobinas e capacitores é importante para se garantir a produção de um sinal de frequência única. Caso contrário, em lugar de uma só frequência teremos diversas delas se espalhando pelo espectro, o que não é conveniente em nossos dias. Além da perda de energia, pois ela se espalharia por frequências indesejáveis, teríamos a produção de interferências em toda a faixa.

O circuito que descrevemos se enquadra na categoria de transmissores experimentais. Como seu sinal não tem uma frequência fixa, não devemos usar este transmissor com antenas externas. Trata-se portanto de uma montagem experimental de curto alcance. Poderemos "pegar" o sinal deste transmissor praticamente em qualquer tipo de rádio, desde um simples radinho AM de ondas médias ou curtas até um receptor de FM.

Como o circuito não tem um padrão fixo de frequências, não é possível fazer sua modulação, ou seja, ligar um microfone para transmitir a voz. Isso significa que este transmissor só serve para emitir sinais em código Morse, ou seja, é um transmissor de ondas contínuas (CW) de tipo muito semelhante ao usado nas primeiras experiências de Marconi.

Como funciona

Um circuito integrado 4093B (CMOS) possui quatro portas que podem ser ligadas como osciladores. Usamos então uma destas portas para gerar um sinal que depende do valor de C_1 e do ajuste de P_1. Se bem que este circuito gere uma frequência fixa entre 100 kHz e 2 MHz, não podemos dizer que o transmissor vai operar nesta frequência. O que ocorre é que o sinal gerado é retangular e por isso contém uma grande quantidade de sinais espúrios ou harmônicas que se estendem por todo o espectro das radiofrequências, como mostra a **figura 5**.

Isso significa que, se sintonizarmos este transmissor em 100 kHz, teremos a produção de sinais em todas as frequências possíveis acima desta, em intervalos de 100 em 100 kHz. O sinal gerado pelo oscilador é aplicado às entradas das outras quatro portas do mesmo circuito integrado que funcionam como amplificadoras. Temos assim na saída do circuito um sinal de boa intensidade que, aplicado a uma antena, já teria algumas dezenas de centímetros de alcance. Para aumentar um pouco este alcance levando-o a dois ou três metros ou mesmo mais, aplicamos este sinal a um transistor amplificador de média potência.

A saída deste transistor é então aplicada a uma antena telescópica ou um pedaço de fio de um a dois metros de comprimento. A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 6 a 12 volts a partir de pilhas ou uma pequena fonte. O manipulador ligado em série ao circuito interrompe o sinal e o estabelece de modo a podermos transmitir em código. Será interessante que o leitor procure memorizar e praticar o Código Morse.

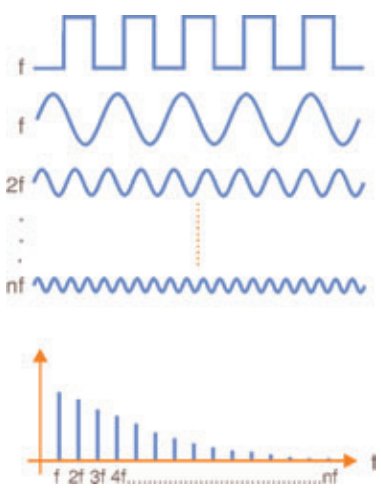
Montagem

Na **figura 6** você vê o diagrama completo do transmissor.

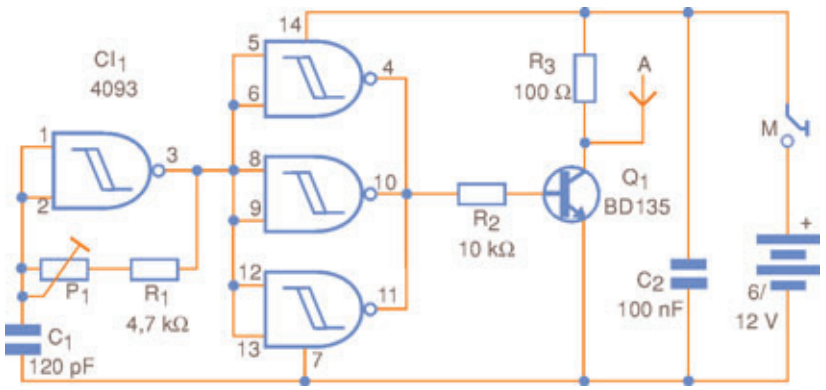
A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 7**.

O circuito integrado deve ser montado num soquete DIL ou DIP de 14 pinos para maior segurança. Também pode ser feita a montagem numa matriz de contatos, conforme ilustra a **figura 8**.

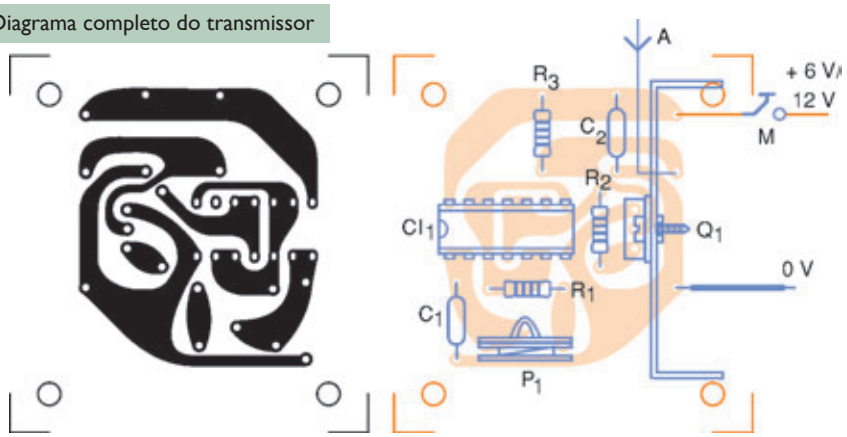
5 Espectro dos sinais transmitidos



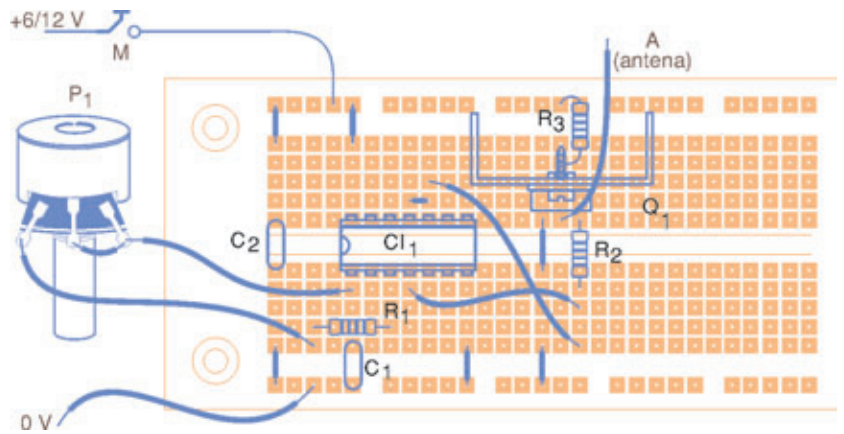
6 Montagem numa placa de circuito impresso



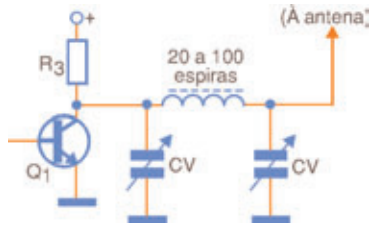
7 Diagrama completo do transmissor



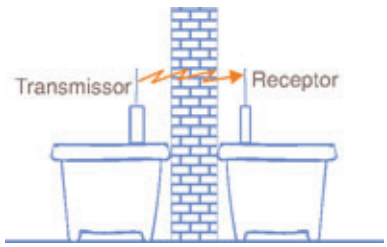
8 Montagem numa matriz de contatos



9 Filtro para melhorar o desempenho



10 Transmissão entre duas salas



Os resistores são todos de 1/8 W ou maiores, e os capacitores devem ser cerâmicos de boa qualidade. C_1 não é crítico podendo ter valores entre 120 pF e 330 pF. O mesmo ocorre em relação a C_2 que pode ter valores entre 100 nF e 470 nF, sem problemas para o desempenho do transmissor. Para as pilhas deve ser usado um suporte apropriado, ou se for usada fonte, deve ter pelo menos 300 mA de corrente. O manipulador pode ser improvisado com duas chapinhas que se tocam, fechando o circuito, quando forem pressionadas. Veja como agregar um filtro sintonizado de saída para se obter um desempenho melhor do circuito na **figura 9.**

Prova e uso

Para provar, ligue nas proximidades um rádio de AM ou FM sintonizado fora de estação. Aperte o manipulador e ajuste P_1 para obter o sinal mais forte no receptor. Afaste-se com o receptor de modo a verificar o alcance.

Comprovado o funcionamento você pode fazer suas transmissões em código. Uma maneira de tornar mais interessantes estas transmissões é posicionando o transmissor e o receptor de modo que fiquem em dependências diferentes, veja a **figura 10**.

Para memorizar melhor o Código Morse comece transmitindo letras e números. Somente depois que adquirir prática aconselha-se passar à transmissão de palavras e mensagens.

Competição

- Fazer uma competição para ver qual tem maior alcance.
- Desafiar o aluno a colocar um microfone para modular o sinal.

Lista de Materiais

Semicondutores
CI_1 - 4093B - circuito integrado CMOS
Q_1 - BD135 - transistor NPN de média potência

Resistores (1/8W, 5%)
R_1 - 4,7 k ohms - amarelo, violeta, vermelho
R_2 - 10 k ohms - marrom, preto, laranja
R_3 - 100 ohms - marrom, preto, marrom
P_1 - 47k ohms - potenciômetro

Capacitores
C_1 - 120 pF - cerâmico
C_2 - 100 nF - cerâmico

Diversos
M - manipulador - ver texto
A - antena - ver texto

Placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou fonte, soquete para o circuito integrado, caixa para a montagem, fios, solda etc.

Projeto 4

Sinalizador de FM

Este transmissor emite *bips* que podem ser captados por qualquer rádio de FM numa frequência livre. Se escondermos o transmissor num objeto que deva ser vigiado, podemos localizá-lo depois pelo sinal emitido. Uma possibilidade interessante de uso é numa brincadeira em que o sinalizador é escondido e os participantes, cada qual munido de um rádio, deve localizá-lo pelos seus sinais. Também podemos usá-lo em robótica para indicar a posição de um robô, facilitando sua localização.

Descrevemos a montagem de um transmissor de FM com uns 100 a 200 metros de alcance, capaz de transmitir sinais na forma de bips numa frequência livre da faixa escolhida. O circuito é alimentado por pilhas comuns que o mantém em funcionamento durante algumas horas. Desta forma, ele pode ser escondido em objetos que devam ser vigiados, ou ainda ser usado numa brincadeira de localização. Também podemos usar o circuito como um alarme remoto substituindo o interruptor geral S_1 por um sensor que o dispara, fazendo-o emitir então o sinal de alerta para um receptor de FM.

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

Características

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

Como funciona

Para gerar os bips em intervalos regulares usamos dois osciladores com base em duas portas NAND do circuito integrado disparador 4093.

A primeira porta gera o tom de áudio, cuja frequência é determinada basicamente por R_1 e C_1. O leitor poder alterar estes componentes numa ampla faixa de valores de modo a escolher o tom que seja mais agradável. A segunda porta gera os intervalos entre os bips que são determinados pelo resistor R_2 e pelo capacitor C_2. Estes componentes também podem ter seus valores alterados conforme o desejo do leitor, e isso numa ampla faixa de valores.

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

A etapa transmissora consiste basicamente num transistor que gera um sinal cuja frequência depende de L_1 e CV. Ajustamos CV para que o circuito opere numa frequência livre da faixa de FM. A realimentação que mantém o circuito em oscilação é obtida pelo capacitor de 4,7 pF.

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

Lista de Materiais

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

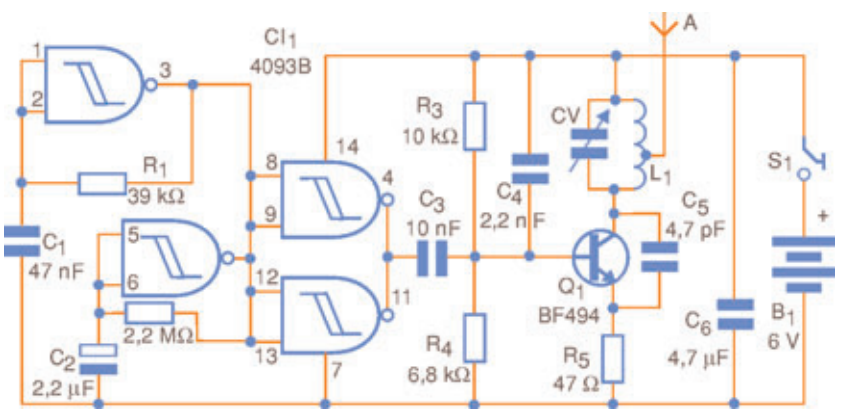
Resistores (1/8W, 5%)
R_1 - 39k ohms - laranja, branco laranja
R_2 - 2,2 M ohms - vermelho, vermelho, verde
R_3 - 10 k ohms - marrom, preto, laranja
R_4 - 6,8 k ohms - azul, cinza, laranja
R_5 - 47 ohms - amarelo, violeta, preto

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

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

Placa de circuito impresso, soquete para o circuito integrado, suporte para pilhas, caixa para montagem, fios, solda etc.

11 Circuito completo do transmissor sinalizador



Montagem

Na **figura 11** damos o diagrama completo do transmissor sinalizador.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso pode ser vista **figura 12**.

Os resistores são todos de 1/8W e os capacitores devem ser cerâmicos, salvo indicações que permitam também o uso de tipos de poliéster. A bobina é formada por quatro espiras de fio 22 ou mesmo mais grosso, com diâmetro de 1 cm sem núcleo. Para a alimentação podem ser usadas pilhas médias ou grandes em suporte apropriado. Não será conveniente usar bateria de 9 V, pois o consumo do aparelho faria com que ela se esgotasse rapidamente.

O transistor BF494 pode ser substituído por equivalentes como o 2N2222 e até de maior potência como o BD135, caso em que o circuito pode ser alimentado com tensão de até 12 V.

Ajuste e uso

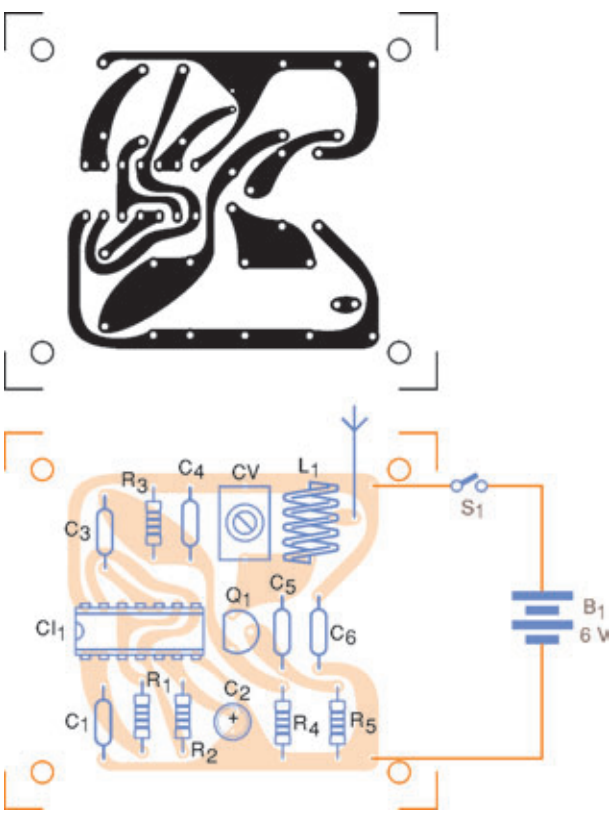
Para ajustar o aparelho basta ligar nas proximidades um receptor de FM sintonizado numa frequência livre. Depois, cuidadosamente, ajustamos CV para que o sinal mais forte do transmissor seja captado.

Devemos ter cuidado nesta operação para não confundir sinais espúrios ou harmônicas, que são mais fracos, com o sinal fundamental que é mais forte. O sinal espúrio some logo quando nos afastamos com o receptor. Se o leitor não gostar da tonalidade dos bips produzidos pode alterar os componentes associados conforme explicamos. Uma vez comprovado o funcionamento, o aparelho pode ser fechado numa caixa de plástico ou madeira para uso.

Competição

- Caça à Raposa - Esta é uma brincadeira que pode ser implementada com este transmissor, principalmente em escolas, nos cursos que possuam atividades em Educação Tecnológica. Depois de explicar como funcionam os transmissores e de que modo pode-se ter uma diretividade na recepção conforme a posição da antena, o professor combina com os alunos para que cada um traga um radinho de FM de pilhas (não digital). Em seguida, escondendo o transmissor em algum lugar na escola (no pátio, por exemplo), os alunos devem procurar seu sinal e uma vez sintonizado, devem localizar o transmissor escondido. Uma prenda pode ser colocada junto ao transmissor como, por exemplo, uma caixa de doces!
- Premiar a montagem que tiver maior alcance.

12 Montagem do transmissor numa placa de circuito impresso



Projeto 5

Oscilador de 10,7 MHz

Este circuito utiliza como padrão de frequência um filtro cerâmico do tipo encontrado em rádios de FM, nas etapas de frequência intermediária (FI). Podemos utilizar este oscilador para a calibração de rádios de FM, como *clock* para circuitos digitais, ou ainda como base para um transmissor experimental de ondas curtas.

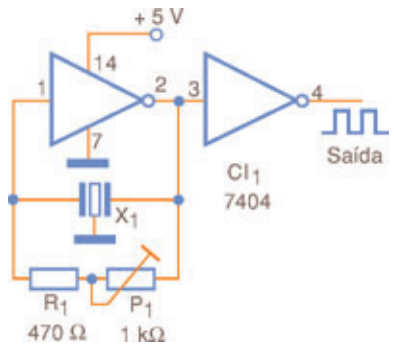
Lembramos que, por se tratar de circuito TTL, sua alimentação deve ser feita com uma tensão exata de 5 volts. O único ajuste que o circuito necessita é no *trimpot* para se obter o ponto de oscilação. Na **figura 13** temos o diagrama completo do oscilador. A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é fornecida na **figura 14.**

São usados três dos seis inversores disponíveis nos circuitos integrados 7404 ou 74LS04. Os outros três inversores podem ser usados em outras aplicações, já que eles têm funcionamento independente. O consumo do aparelho é baixo, exigindo uma corrente de algumas dezenas de miliampères e a saída consiste num sinal retangular com aproximadamente 5 volts de amplitude.

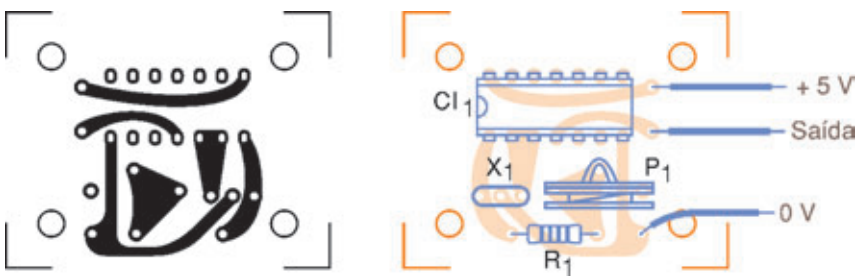
Se ligarmos à saída deste circuito uma pequena antena teremos um pequeno transmissor com alguns metros de alcance. Este transmissor poder ser usado na prática de telegrafia. A modulação do sinal pode ser feita com a aplicação de um sinal de áudio via capacitor de isolamento no pino 3 ou 4 do circuito integrado. O resistor usado é de 1/8 W e qualquer filtro cerâmico para 10,7 MHz de três terminais pode ser experimentado neste circuito.

Para prová-lo, basta injetar o sinal em um receptor de FM ou sintonizar este sinal num receptor de ondas curtas colocado nas proximidades na frequência correspondente.

13 Diagrama completo do oscilador



14 Montagem numa placa de circuito impresso



Competição

- Usar como telégrafo e ver quem transmite mais rápido uma mensagem
- Verificar qual tem maior alcance e premiar o melhor

Lista de Materiais

Semicondutores
C_{I1} - 7404 ou 74LS04 - circuito integrado TTL

Resistores
R_1 - 470 ohms x 1/8W - amarelo, violeta, marrom
P_1 - 1 k ohms - trimpot

Diversos
X_1 - Filtro cerâmico de 10,7 MHz
Placa de circuito impresso, fios, solda, fonte de 5 volts etc.

Projeto 6

Oscilador de 30 a 60 MHz

Este circuito gera um sinal na faixa superior de ondas curtas chegando à faixa inferior de VHF, conforme a bobina escolhida. Uma aplicação possível para o circuito é como injetor de sinais que alcança o canal 2 de TV ou mesmo um transmissor de controle remoto de onda contínua de um canal. Com um modulador em tom ele pode ter sua aplicação estendida para um controle remoto multicanal.

A alimentação poderá ser feita com duas ou quatro pilhas pequenas, ou ainda uma bateria de 9 V. Usando uma pequena antena (15 a 30 cm) o alcance como transmissor pode chegar aos 50 metros. Com 9 V o alcance será ainda maior. O transistor admite equivalentes como o BF495 ou qualquer um de RF de uso geral NPN.

Para modulação, o sinal de baixa frequência pode ser aplicado através de um capacitor cerâmico de 10 a 470 nF na base ou no emissor do transistor, conforme sua intensidade e frequência. Confira o diagrama completo do oscilador na **figura 15**.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 16**. Uma alternativa econômica para montagem seria uma placa universal ou mesmo uma ponte de parafusos, lembrando que para maior estabilidade as ligações e terminais dos componentes devem ser os mais curtos possíveis.

A bobina tem espiras de acordo com a faixa de frequências e é enrolada com fio de 18 a 22 numa forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo. Enrole num lápis como referência. O número de espiras deve ser conforme abaixo:

- 30 a 45 MHz - 9 espiras
- 45 a 60 MHz - 6 espiras

O *trimmer* (capacitor ajustável) pode ter qualquer capacitância máxima entre 20 e 50 pF e o capacitor C_2 ter 22 pF para a faixa de 45 a 60 MHz e 33 pF ou 47 pF para a faixa de 30 a 45 MHz.

Podemos experimentar o circuito ligando-o nas proximidades de um rádio de ondas curtas ou mesmo de um televisor sintonizado no canal dois. No rádio o sinal aparece na forma de um "sopro" sonoro e no televisor na forma de interferência na imagem. A frequência de operação é ajustada em CV.

Competição

- Caça à raposa com rádio de onda curta – ver projeto anterior
- Usar como telégrafo e fazer desafio para o envio de mensagem
- Premiar o de maior alcance

Lista de Materiais

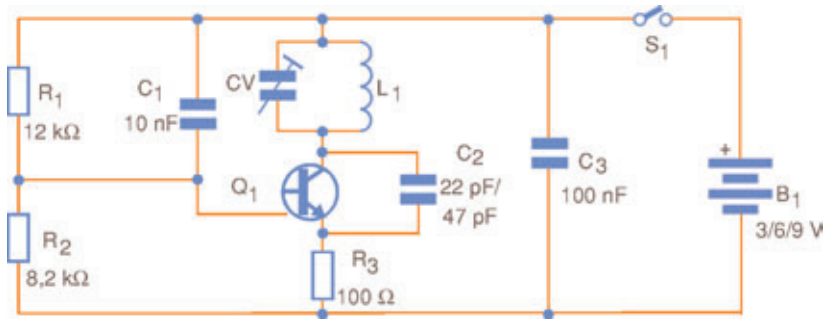
Semicondutores
Q_1 - BF494 ou equivalente - transistor NPN de RF

Resistores (1/8 W, 5%)
R_1 - 12 k ohms - marrom, vermelho, laranja
R_2 - 8,2 k ohms - cinza, vermelho, vermelho
R_3 - 100 ohms - marrom, preto, marrom

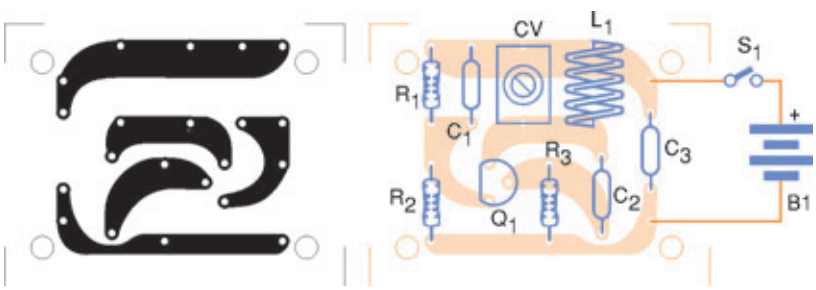
Capacitores
C_1 - 10 nF - cerâmico
C_2 - 22 pF a 47 pF - cerâmico - ver texto
C_3 - 100 nF - cerâmico
CV - trimmer - ver texto

Diversos
L_1 - Bobina - ver texto
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 3 a 9 V - pilhas ou bateria
Ponte de terminais, suporte de pilhas ou conector de bateria, fios, caixa para montagem, solda etc.

15 Diagrama completo do oscilador



16 Montagem do oscilador



Projeto 7

Transmissor elementar

A produção de sinais de rádio ou ondas eletromagnéticas, que podem se propagar pelo espaço e levar informações, é tão simples que poucos sabem que pode ser conseguida com apenas três componentes improvisados. Essa possibilidade pode ser explorada em demonstrações, como trabalho escolar, aulas de ciências e em feiras de ciências.

Os sinais, que podem atravessar obstáculos como tábuas, divisórias de madeira e paredes, podem ser captados num rádio portátil comum transistorizado. Experimentalmente o montador pode demonstrar os efeitos citados, mas como montagem de uso prático ela serve para transmitir sinais em código para um amigo que em um apartamento ou sala adjacente, através da parede.

O transmissor é simples, como dissemos, e como receptor pode ser usado qualquer rádio portátil.

Funcionamento

Interrupções de corrente rápidas podem gerar oscilações de cargas elétricas que produzem ondas de rádio, ou seja, ondas eletromagnéticas de altas frequências, que se propagam pelo espaço com a velocidade da luz. Pode-se produzir tais "vibrações" de uma maneira fácil esfregando um fio ligado a uma pilha, numa lima comum.

Como "carga" indutiva para reforçar as oscilações, ou seja, produzir os sinais desejados temos uma bobina enrolada num bastão de ferrite.

Na realidade, este circuito não gera um sinal de frequência fixa. Seus sinais se espalham numa ampla faixa produzindo assim um "ruído radioelétrico" ou EMI (*Electromagnetic Interference* – Interferência eletromagnética). Sua operação como transmissor realmente para longos alcance é proibida pois ele interfere em muitos tipos de aparelhos de comunicação. No entanto, foram iguais a este os primeiros aparelhos usados por Marconi, Landel de Moura e outros pesquisadores que acabaram por inventar o rádio.

No nosso sistema, usaremos como antena um simples pedaço de fio de uns 50 cm de comprimento, e para demonstrações com alcances pequenos, nem mesmo isso será necessário, pois os sinais não irão além de alguns metros. Com este procedimento evitamos que ocorram interferências em rádios e televisores ligados nas proximidades. Trata-se, evidentemente, de um aparelho indicado apenas para demonstrações e experiências a curta distância. Na **figura 17** temos o diagrama completo de nosso transmissor elementar.

Na **figura 18** vemos o aspecto geral da montagem.

A bobina é enrolada em um bastão de ferrite (que pode ser aproveitado de qualquer rádio transistorizado velho fora de uso) e tanto pode ser cilíndrica como chata. Esta bobina tem um enrolamento formado por aproximadamente quarenta voltas de fio comum ou esmaltado de qualquer espessura e outro enrolamento com cinco voltas do mesmo fio.

Os fios de conexão à pilha são soldados nos seus terminais. Se forem usados fios esmaltados, eles devem ser raspados no ponto de soldagem. Para operar o transmissor é simples: ligue nas proximidade (um a dois metros) um rádio AM fora de estação, sintonizado em qualquer ponto da escala. Raspe o fio na lima. Deve ser transmitido um ruído. O leitor verá que estes sinais podem atravessar obstáculos, pois se o rádio estiver do outro lado de uma parede eles ainda serão captados.

A codificação dos sinais, para mensagens possam ser transmitidas, pode ser feita em Morse. Nesta codificação uma "raspada" de curta duração significa um ponto e uma raspada mais longa um traço. Pontos e traços são combinados de formar letras, números e sinais gráficos.

Para uma operação com um alcance um pouco maior, a antena é um pedaço de fio comum de aproximadamente 50 cm a 1 metro. A ligação à terra pode ser feita em qualquer objeto de metal de maior porte.

Conforme explicamos, este transmissor não emite sinais de frequência fixa, mas sim um ruído. Desta forma, não o ligue a antenas externas ou longas. Os sinais também poderão ser sintonizados na faixa de ondas curtas de 3 MHz a 10 MHz, se o leitor possui um receptor que tenha essas faixas.

Fora de uso, não deixe o fio encostado na lima, pois além de não haver emissão, a pilha gasta-se rapidamente pelo excesso de corrente.

Competição

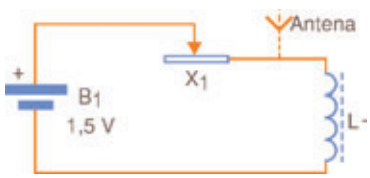
- Ver qual tem maior alcance
- Desafiar para transmitir uma mensagem por sinais telegráficos de uma sala para outra

Lista de Materiais

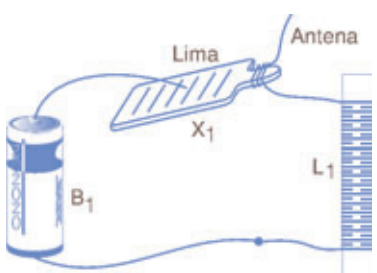
B_1 - 1 pilha grande
X_1 - 1 lima
L_1 - Bobina - ver texto

Diversos
Terminal antena/terra, fio esmaltado, fios, solda etc.

17 Diagrama do transmissor elementar



18 O transmissor elementar montado

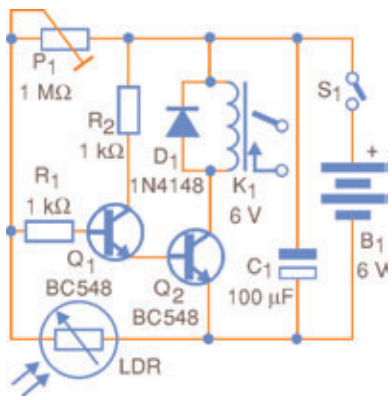


Projeto 8

Chave acionada por luz

Descrevemos um projeto didático que serve para ilustrar a montagem de um circuito que aciona um relé quando a luz que incide num sensor é interrompida, ou quando escurece. O circuito é alimentado por pilhas e especialmente indicado para montagem em matriz de contacto ou placa de circuito impresso. O circuito fotoelétrico apresentado também é ideal para trabalhos escolares ou feiras de ciências.

19 Diagrama completo da chave acionada por luz



O relé indicado no projeto original é para corrente de até 2 A, mas esse componente pode ser trocado por outros de maior capacidade de corrente. A alimentação do circuito é feita com 6 V e o sensor é um LDR comum de grande sensibilidade. Essa sensibilidade poderá ser ajustada conforme a aplicação, através de um potenciômetro.

Na condição em que o relé se encontra desenergizado, o consumo é baixo. Com o relé ativado, a corrente drenada da fonte é da ordem de 100 mA. É claro que o consumo será menor se relés com menores correntes de acionamento forem usados.

Para maior diretividade e sensibilidade, o LDR poderá ser instalado num tubinho com uma lente convergente na frente. Na **figura 19** você encontra o diagrama completo desse aparelho.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é vista na **figura 20**.

Os transistores admitem equivalentes e o LDR pode ser ligado ao circuito através de fios isolados longos, até 10 metros de comprimento.

O interruptor S_1 é opcional se o aparelho for utilizado em demonstrações, já que para desligar podemos simplesmente retirar as pilhas do suporte.

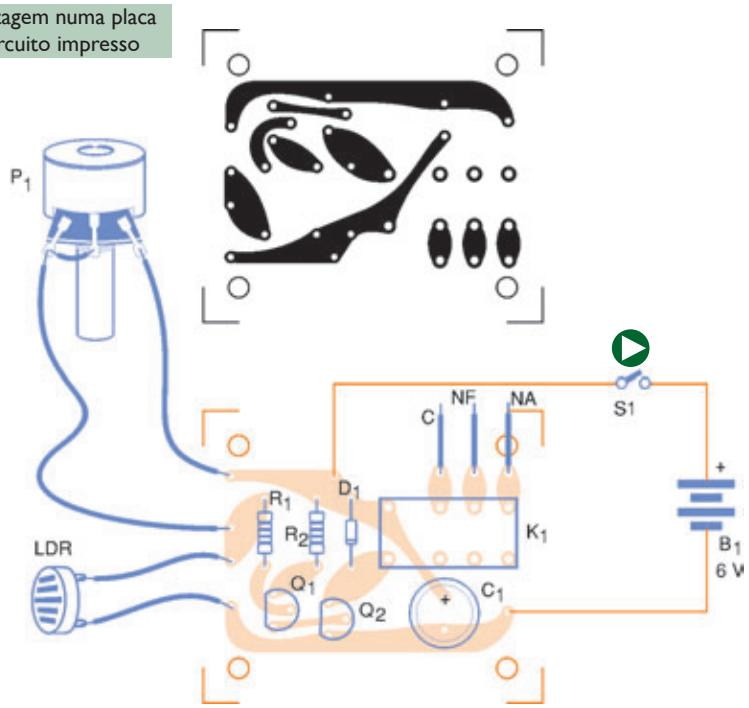
Para provar o aparelho ligue a alimentação e ajuste P_1 para que o relé permaneça desativado usando houver luz incidente no LDR. Quando a luz diminuir ou for cortada, o relé deve ser acionado.

Ligue os contatos do relé ao equipamento que deseja controlar. Esses contatos funcionam como um interruptor.

Competição

- Premiar quem criar o melhor sistema de alarme utilizando o circuito descrito

20 Montagem numa placa de circuito impresso



Lista de Materiais

Q1, Q_2 – BC548 – transistores NPN de uso geral
D_1 – 1N4148 – diodo de silício
R_1, R_2 – 1 k ohms x 1/8 W – resistores – marrom, preto, vermelho
P_1 – 1 M ohms – potenciômetro, lin ou log
LDR – LDR comum
C_1 – 100 uF – capacitor eletrolítico
K_1 – Relé de 6 V (MCH2RC1 ou equivalente – Metaltex)
S_1 – Interruptor simples
B_1 – 6 V – 4 pilhas ou fonte

Diversos
Placa de circuito impresso, suporte de pilhas, fios, solda, caixa para montagem etc.

Projeto 9

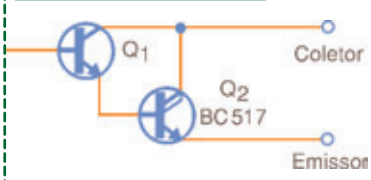
Fototransistor como LDR

Em diversas aplicações em que se necessita de um sensor de luz o LDR é o escolhido pela sua sensibilidade e baixo custo. No entanto, na falta de um LDR podemos usar um fototransistor, mas para isso precisamos modificar seu modo de operação com um aumento de sensibilidade. O circuito que apresentamos tem por finalidade permitir que um fototransistor comum seja usado em lugar de um LDR nas aplicações em que a alimentação seja feita por tensão contínua e não supere os 12 volts. Usando um transistor Darlington de alto ganho (30 000) aumentamos a sensibilidade de um fototransistor de modo que ele se comporte de maneira bem próxima a de um LDR, nas aplicações comuns. O circuito usado para esta finalidade é dado na **figura 19**.

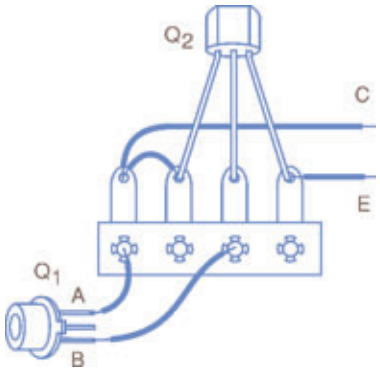
Na **figura 20** analise a disposição dos componentes usados numa ponte de terminais.

Observe que o fototransistor usado tem sua base desligada, o que é comum neste tipo de aplicação.Muitos fototransistores, na realidade, são vendidos com apenas dois terminais (a base é cortada) prevendo que não vão ser usados com conexão à base. Para experimentar o circuito procure uma aplicação em que seja usado um LDR comum e faça a subsituição. Observe a polaridade, já que o ponto A deve funcionar com uma tensão positiva em relação a B. Em lugar do transistor Darlington BC517, o leitor pode usar dois BC548 na ligação equivalente.

21 Circuito do fotossensor



22 Montagem do circuito numa ponte de terminais



Competição

- Desafiar os alunos a encontrarem o maior número de aplicações em que os fototransistores podem ser utilizados
- Elaborar pesquisa sobre o efeito fotoelétrico e premiar a melhor

Lista de Materiais

Semicondutores
Q_1 - qualquer foto-transistor
Q_2 - BC517 - transistor Darlington NPN de pequena potência

Diversos
Ponte de terminais, fios, solda etc.



Projeto 10

Controle remoto a raio de luz

Uma lanterna, farolete, um espelho ou mesmo um fósforo são os transmissores que acionam este sistema de controle remoto ou alarme de luz. Com ele , possível ligar ou desligar algum tipo de aparelho ou ainda acionar um alarme ou uma fechadura elétrica. Numa feira de ciências ele pode ser usado para mostrar como funcionam os fotosensores como os usados em alarmes, portas automáticas e mesmo nos controles remotos. Em robótica e mecatrônica ele pode ser usado para acionar dispositivos simples à distância sem a necessidade de se ter um controle remoto complexo ou sujeito a interferências.

Uma aplicação prática interessante para este circuito é como alarme que acionará alguma campainha quando alguém iluminar o sensor ou acender uma luz. Outra aplicação é como despertador solar, acionando um rádio ou outro dispositivo de aviso quando amanhecer. Enfim, trata-se de um circuito que ativa um relé quando o sensor é iluminado.

Como funciona

O mais interessante deste projeto é que o sensor é improvisado com um transistor 2N3055 do qual tenhamos tirado o invólucro. Este fato permite ao leitor mostrar que as junções eletrônicas dos transistores são sensíveis à luz.

Assim, quando as junções do transistor recebem luz, elas liberam portadores de carga que resultam numa pequena corrente. Esta corrente é amplificada por dois outros transistores de tal maneira que sua intensidade é aumentada a ponto de poder acionar o relé.

O relé nada mais é do que um interruptor eletromagnético. Quando percorrida por uma corrente, a bobina do relé cria um forte campo magnético que atrai lâminas de metal. Estas lâminas encostam umas nas outras de modo a deixar passar a corrente.

O relé usado no projeto pode controlar cargas que dependem de seus contatos, mas equivalentes podem ser experimentados. Pode-se até substituir este relé por uma lâmpada pequena que vai acender sempre que o sensor foi iluminado. Esta substituição pode ser interessante se o aparelho for usado apenas em demonstrações. O circuito , alimentado por pilhas comuns.

Montagem

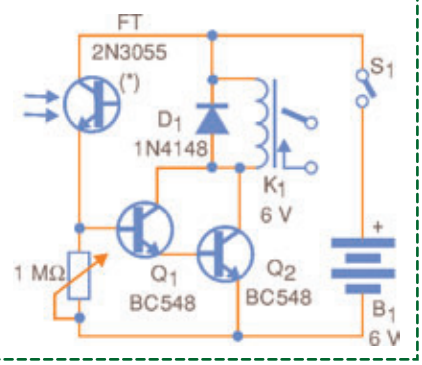
Na **figura 23** vemos o diagrama completo do aparelho usado.

A disposição dos componentes principais numa placa de circuito impresso é mostrada na **figura 24**.

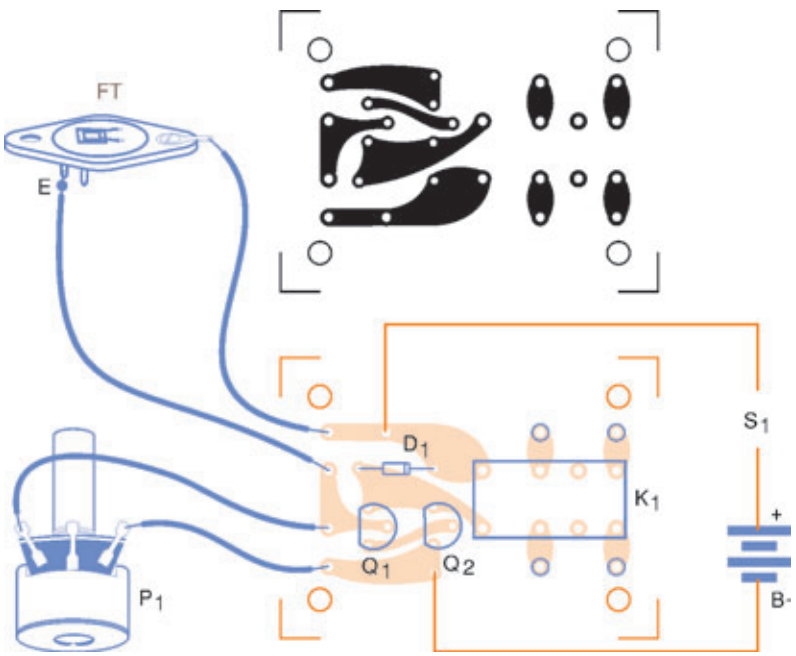
O relé pode ser qualquer tipo econômico e sensível para 6 volts com bobina de no máximo 100 mA (menor corrente de bobina implicará em maior sensibilidade para o circuito). A finalidade do potenciômetro ou trim pot P1 é fazer o ajuste de sensibilidade. Os transistores Q_1 e Q_2 admitem equivalentes e o fototransistor FT tanto pode ser um 2N3055 com a junção exposta como um fototransistor “de verdade” de qualquer tipo.

O 2N3055 pode ser obtido principalmente em televisores antigos. Retire o transistor com cuidado e depois remova sua capa protetora, nunca tocando na pastilha de silício. Se o transistor aproveitado estiver bom o aparelho funcionará. Nos pontos A, B e C são ligados os aparelhos controlados. Temos com o relé indicado a possibilidade de ligar ou desligar os aparelhos conforme sejam usados os contatos C e NF ou C e NA.

23 Diagrama completo do aparelho



24 Montagem numa placa de circuito impresso



Projeto II

O LDR

Na falta do fototransistor o circuito também funcionará com um LDR ou fotorresistor comum. Dependendo do tipo de LDR, a sensibilidade pode até ser maior.

Prova e uso

Para provar o aparelho basta ajustar P_1 para que o relé fique prestes a disparar. Depois, iluminando FT devemos ter o acionamento do relé com a produção de um pequeno estalo. Ligue na saída do relé aparelhos como lâmpadas, motores ou outros para mostrar como eles podem ser ligados e desligados. Para obter maior sensibilidade e diretividade monte FT num tubinho opaco com uma lente. A posição da lente deve ser experimentada até se obter o melhor desempenho.

Obs.: este circuito é do tipo sem trava, ou seja, o relé só se mantém acionado durante o tempo em que a luz estiver incidindo sobre o sensor.

Explicação

Se o aparelho for usado em demonstrações ou com finalidade didática o leitor precisará saber exatamente como fazer as explicações técnicas, analisando seu princípio de funcionamento. Explique o princípio de funcionamento dos fotossensores de silício e mostre como a corrente que passa por um sensor aumenta quando ele é iluminado.

Esclareça que este tipo de sensor pode ser usado em alarmes, sistemas de abertura de portas e controles remotos.

Em robótica e mecatrônica este tipo de circuito pode ser usado para detectar a posição de partes mecânicas, ou ainda funcionar como um verdadeiro "olho eletrônico". Se você usar um LED infravermelho pode mostrar que este tipo de sensor, além de mais sensível que o olho humano, pode "ver" luz de comprimentos de onda que nós não podemos. Assim, os fotossensores deste tipo podem ser usados com radiação infravermelha.

Sugestão de trabalhos

Monte um estande em que o fotossensor fique apontado para o local em que passam os visitantes e para onde também seja apontado o foco de uma lâmpada comum tipo *spot*. Quando passar alguma pessoa com roupa clara que reflita mais luz, o sensor vai captar esta luz e disparar o circuito tocando um alarme.

Competição

- Criar um sistema que seja capaz de reconhecer cores. Quem conseguir ganha o prêmio.

Lista de Materiais

Semicondutores
FT - 2N3055 sem invólucro - transistor de potência - ver texto
Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
D_1 - 1N4148 - diodo de uso geral

Diversos
P_1 - 1 M ohms - trim pot ou potenciômetro
K_1 - Relê de 6 V x 100 mA
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 6 V - quatro pilhas pequenas, médias ou grandes
Ponte de terminais, suporte de pilhas, terminais tipo parafuso, caixa para montagem, fios, solda etc.



Redes Neurais Artificiais

Parte 1

Hamilton Badin Junior
Tecnólogo em Mecatrônica
hamilton.badin@gmail.com

Veja nesta primeira parte do artigo as funções e características dos neurônios

Algoritmos

Um algoritmo é uma sequência finita de instruções específicas onde cada uma pode ser executada mecanicamente em um período de tempo e quantidade de esforço limitado.

Sistemas inteligentes

Com o surgimento de problemas cada vez mais complexos, os custos (monetário e computacional) para criação de algoritmos capazes de resolvê-los tornam-se inviáveis, uma vez que a limitação de transformação do entendimento humano para um código de programa ou circuito eletrônico torna escassa a oferta de sistemas aplicáveis.

Com os estudos sobre sistemas inteligentes, códigos e funções mais simples puderam ser agregados em conjuntos que, com grande poder de generalização, permitem a execução de tarefas e resolução de problemas emulando características biológicas do cérebro.

Motivação

Com a evolução das máquinas, o homem tem fomentado o desejo de criar equipamentos inteligentes capazes de operar independentemente da interação humana. Máquinas que possam obter conhecimentos através de experiências próprias e decidir por si só a melhor forma de operação. Máquinas que possam ser consideradas autônomas, inteligentes e cognitivas.

A maior fonte de motivação tem sido o cérebro humano. As funções cerebrais têm sido estudadas cientificamente por diversos ramos do saber. Nasceu assim a neurociência com o objetivo de estudar o funcionamento do Sistema Nervoso. Já a psicologia, depois de ter se emancipado da filosofia e de vários conceitos religiosos, tem por objetivo estudar cientificamente o comportamento do indivíduo e se relacionar com as estruturas cerebrais. E, a ciência cognitiva procura estudar as funções cerebrais com a finalidade de desenvolver o conceito de "inteligência artificial".

O cérebro é o centro do sistema nervoso biológico e recebe continuamente informações, analisando-as e tomando decisões apropriadas. Os receptores convertem estímulos do organismo ou ambiente externo em impulsos elétricos que transmitem informações ao cérebro, que por sua vez emite impulsos elétricos aos atuadores que os convertem em respostas discerníveis como saída do sistema

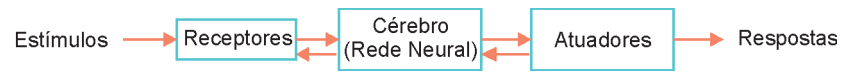
A **figura 1** representa o diagrama de blocos de três estágios do sistema nervoso biológico, em especial o humano. As setas bidirecionadas entre os receptores e a rede neural, e entre a rede neural e os atuadores, indicam a presença de realimentação no sistema.

O entendimento sobre a estrutura cerebral tornou-se mais fácil a partir do pioneiro estudo de Santiago Ramón y Cajál, que incidiu sobre a estrutura fina do sistema nervoso central, e introduziu a idéia dos neurônios como constituintes estruturais do cérebro.

Neurônio

Os neurônios biológicos são mais lentos que as portas lógicas em silício. Os eventos em circuitos de silício acontecem na ordem dos nanossegundos, que na rede biológica na ordem dos milissegundos. Entretanto, o cérebro compensa a relativa lentidão celular pelo paralelismo massivo, onde bilhões de neurônios interligam-se formando mais de 60 trilhões de conexões (sinapses), representado na **figura 2**.

1 Diagrama de blocos do sistema nervoso biológico



Em análise sobre eficiência, o cérebro humano possui uma eficiência energética de 10^{-16} joules (J) por operação por segundo, enquanto que circuitos eletrônicos conseguem apenas 10^{-6} joules (J) por operação/segundo.

As sinapses são estruturas de conexão entre os neurônios, sendo as mais comuns as sinapses químicas, onde um impulso elétrico que chega à sinapse é transformado em impulso químico, transferindo a informação ao neurônio subsequente, o qual irá receber a descarga química e transformá-la novamente em impulso elétrico.

Ela pode ser descrita como uma conexão simples que pode impor ao neurônio receptivo excitação ou inibição, mas não ambas. Esta informação inibitória ou excitatória é processada no núcleo neuronal. E deste princípio parte toda a teoria das redes neurais artificiais.

Dependendo da posição do neurônio na rede e de suas experiências anteriores armazenadas em sua estrutura, sinais de entrada podem ser considerados excitatórios ou inibitórios. Esta relação em alto grau de interação executa a generalização de problemas e os remetem às respostas esperadas pelo organismo. Podemos exemplificar as reações do corpo humano como, por exemplo, a recusa de um alimento em que não nos agrada o sabor.

Adaptabilidade

Uma característica de extrema importância nas redes neurais é sua plasticidade. Durante a criação da rede neural, ou no caso dos seres vivos durante seu crescimento, a rede possui a capacidade de se adaptar ao meio externo. Porém quando a rede cessa seu crescimento, o aprendizado não termina e a plasticidade pode ocorrer de duas formas: a criação de novos neurônios, ou a mais comum, adaptação das sinapses já existentes, ou seja, os neurônios sofrem alterações em suas sinapses adaptando toda a rede às mudanças do meio externo.

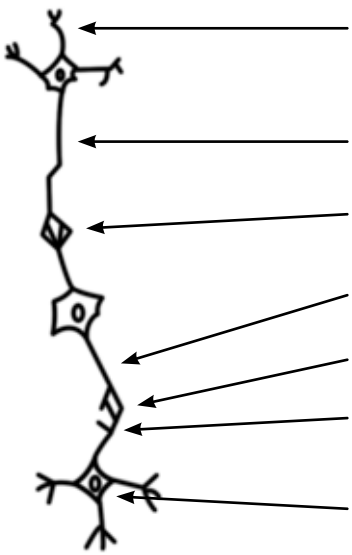
Curiosidade

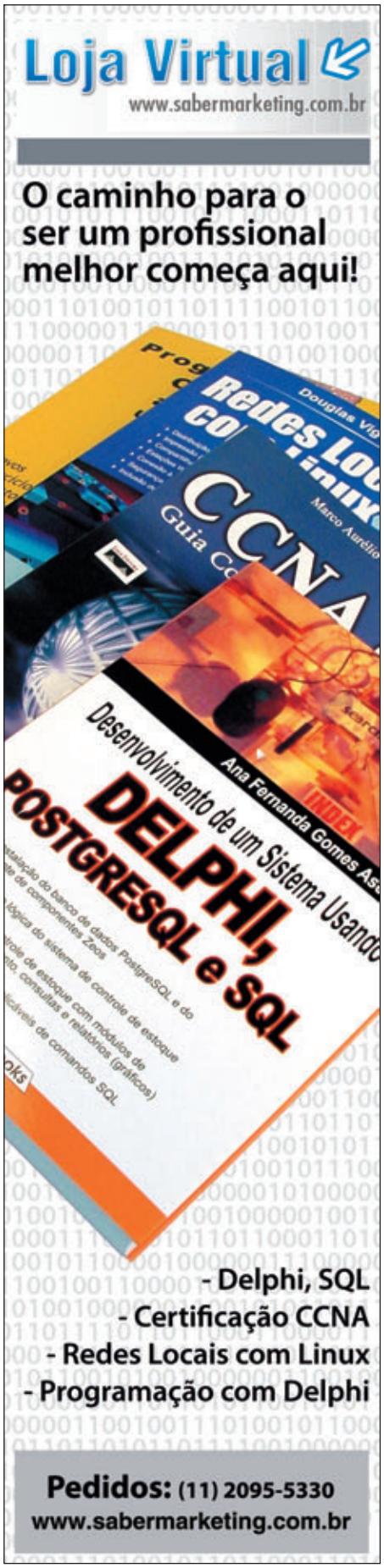
Antigamente acreditava-se que os neurônios morriam com o decorrer do tempo. No entanto, na década de noventa, pesquisadores comprovaram que na verdade os neurônios passam por um processo de encolhimento, produzindo a falsa visão de menor densidade neuronal no córtex cerebral. Porém, a morte dos neurônios pode realmente ocorrer com o consumo de substâncias nocivas como drogas e o álcool. Mas mesmo assim, a capacidade de adaptabilidade garante a subsistência do organismo regido por esta rede, alterando as células remanescentes.

Próxima edição

Na parte 2 apresentaremos o neurônio artificial, o objeto elementar das redes neurais artificiais (RNA). Não perca!

2 Neurônios e sinapses (ligações)





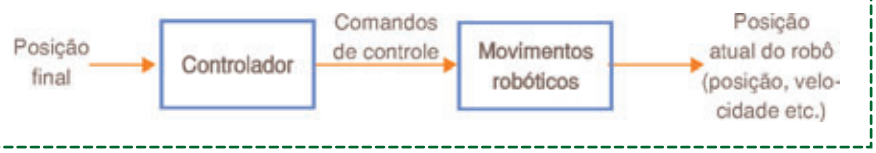
Leis de Controle

Confira neste artigo o que são as Leis de Controle, para que servem e como são definidas

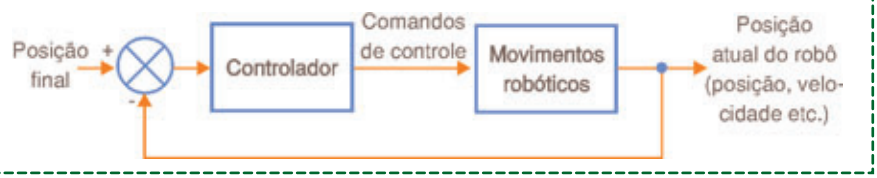
Uma lei de controle é um conjunto de regras que são utilizadas para determinar os comandos a serem enviados a um sistema baseado no estado desejado para o mesmo. As Leis de Controle são usadas para ditar como um robô se move dentro de seu ambiente, enviando comandos para um atuador.

O objetivo geralmente é seguir um percurso pré-definido que é dado, como a posição do robô ou o perfil de velocidade como uma função do tempo. Ela pode ser definida como controle de malha aberta ou controle de malha fechada (*feedback* ou realimentação).

1 Diagrama de controle de malha aberta



2 Diagrama de controle de malha fechada



Controle de Loop Aberto

Um controle de malha aberta envia comandos para o atuador sem utilizar os dados coletados pelos sensores do robô. Isto significa que a trajetória desejada é dividida em pequenos segmentos de linhas retas e arcos, onde o robô move-se da posição inicial para a posição final. Isso pode ser representado no diagrama de blocos de controle mostrado na **figura 1.**

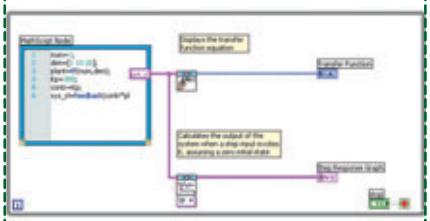
Uma grande desvantagem deste método de controle é a dificuldade para modelar o comportamento do robô de modo que ele siga o caminho desejado. Outro fator negativo é que o robô não será capaz de se adaptar ou trocar a trajetória se houver qualquer mudança no seu ambiente.

Controle de Malha Fechada

Um controlador de malha fechada (feedback) utiliza a informação obtida nos sensores do robô para determinar os comandos que serão enviados ao atuador. Ele compara o estado atual do robô com o estado desejado e ajusta os comandos de controle conforme o necessário, como ilustrado pelo diagrama de blocos de controle da **figura 2**. Esse é o método de controle mais robusto para robôs móveis, pois permite que o robô se adapte a qualquer mudança em seu ambiente.

O diagrama de blocos da **figura 3** é um exemplo de algoritmo de controle escrito em LabVIEW que apresenta a cinemática do robô (ou planta) com uma função de transferência. O controlador emprega controle proporcional simples, o que significa que o comando para o atuador possui um valor que é proporcional à medição do estado atual do robô.

3 Resposta ao degrau em LabVIEW utilizando o MathScript Node



Controle PID

Controle Proporcional Integral Derivativo (PID) é a forma mais comum de controle de malha fechada e consiste em criar comandos de controle calculando as respostas proporcional, integral e derivativa do robô. O comando de controle resultante é uma soma dessas três componentes e cada componente afeta o sistema de uma maneira diferente. O controle proporcional reduzirá o tempo de subida, que é o tempo que o robô leva para alcançar a posição e orientação desejada. O controle integral é utilizado para reduzir o erro de estado estacionário do robô e, finalmente, o controle derivativo é usado para aumentar a estabilidade da resposta. O diagrama de blocos de um algoritmo de controle PID simples é apresentado na **figura 4**. Nesta ilustração, a caixa pontilhada é o controlador PID do sistema e a função PID.vi do LabVIEW pode ser usada desta forma para controlar o robô.

Controle Adaptativo

Em um controlador PID simples os ganhos do controle permanecem constantes; no entanto, existem situações em que os valores dos ganhos do controle podem depender do estado do robô. Nestes casos um controle adaptativo pode ser usado, o qual utiliza um modelo do sistema para determinar os comandos de controle. A saída do robô é comparada com a resposta predita do mesmo e o modelo de comportamento do robô é atualizado durante essa operação.

A **figura 5** ilustra um diagrama de blocos de um controle adaptativo, e a **figura 6** exibe como um sistema de controle adaptativo é implementado em LabVIEW. Estas figuras mostram como ambos os comandos de controle e a resposta do robô são utilizados para ajustar o modelo da cinemática do robô. Esses ajustes são empregados para modificar os comandos de controle do robô.

Controle de Lógica Fuzzy

A maioria dos controles usa termos numéricos para definir os comandos de controle, mas a *lógica fuzzy* utiliza regras descritivas (como: se o robô está virando para esquerda, vire as rodas para direita) para implementar os comandos de controle.

A ideia por trás disto é imitar a forma como uma humano controla algo, apesar de não possuir o modelo exato de um sistema. Tome como um exemplo simples, a forma como alguém dirige um carro. Se o carro está se movendo para frente, o volante está centrado. Entretanto, se o carro começar a virar para a esquerda, o motorista virará o volante para a direita para corrigir o curso do carro. Quanto mais o carro vira para esquerda, mais o motorista virará o volante para corrigir o carro.

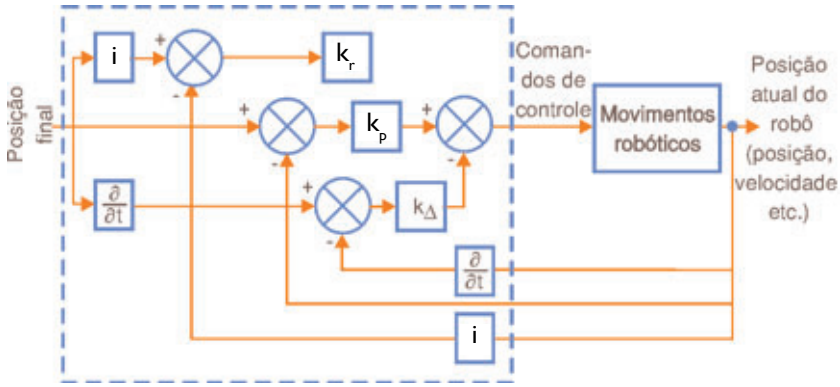
Isso pode ser representado pelo gráfico da **figura 7** onde o ambiente do carro é dividido em três estados diferentes (esquerda, reto, direita), que pode ser mapeado para um valor de pertinência entre 0 e 1. O veículo pode estar em um estado no qual ele vira muito pouco para um lado, mas é aceitável e não precisa ser corrigido. Essa é a área onde o carro pode estar em uma mistura de dois estados. Dependendo de qual estado o carro está, o quanto um motorista irá virar o volante mudará. Um conceito similar pode ser esperado de um robô móvel e tem um conjunto de vi's no LabVIEW que estão disponíveis para ajudar a criar um controlador de *lógica fuzzy.*

Quando desenvolver aplicações robóticas, a *lógica fuzzy* poderá ser usada para tomar uma decisão inteligente, como reconhecimento de padrão ou diagnóstico de falhas. O Toolkit LabVIEW PID Control que faz parte do Módulo LabVIEW Real-Time, adiciona algoritmos de controle sofisticados para desenvolver aplicações de controle.

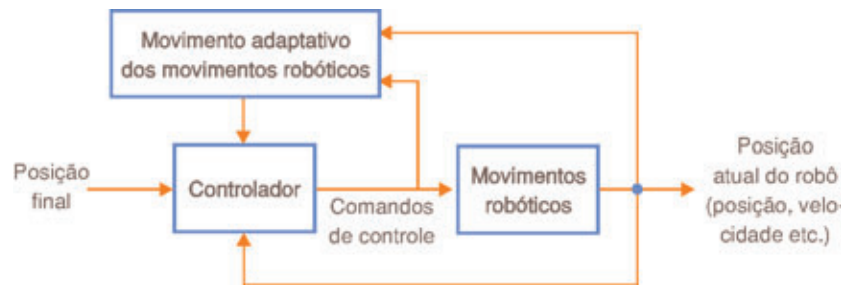
Ao combinar as funções de controle PID e de lógica fuzzy com funções de análises de medições em LabVIEW, o usuário pode desenvolver rapidamente programas para controle automatizado. Além disso, ao integrar essas ferramentas de controle com plataformas embarcadas como o NI CompactRIO, ele poderá criar sistemas de controle poderosos, robustos e determinísticos para aplicações robóticas. f

***Artigo cedido pela National Instruments (www.ni.com).**

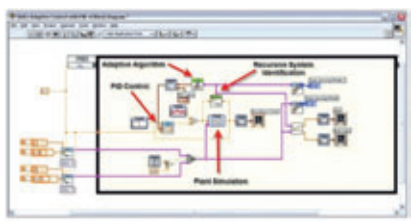
4 Diagrama de blocos de um algoritmo de controle PID simples



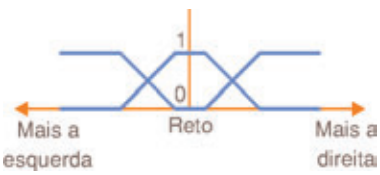
5 Diagrama de blocos de controle de um sistema de controle adaptativo



6 Sistema de controle adaptativo implementado em LabVIEW



7 A lógica fuzzy utiliza comandos descritivos para definir os comandos de controle



Como detectar energia alternativa

"Fontes de energia alternativa" é um tema excelente para trabalhos de educação tecnológica em cursos de nível fundamental e médio. É simples obter pequenas quantidades de energia de fontes não convencionais como batatas, laranjas, água e sal, luz ambiente etc. No entanto, para se programar experiências com estas fontes existe um pequeno obstáculo a ser enfrentado: como acusar a presença desta energia, que normalmente é gerada em quantidades muito pequenas.
O processo simples que descrevemos aqui pode resultar em algumas experiências bastante interessantes para serem implementadas nas escolas.

Newton C. Braga

Uma maneira simples para verificar se uma fonte alternativa de energia elétrica está funcionando é convertendo-se esta energia em som: nossos ouvidos não podem perceber eletricidade, mas podem ouvir sons.

Para esta finalidade, tudo que precisamos é de uma lima comum de qualquer tipo e um alto-falante em bom estado (de qualquer tipo ou tamanho).

A lima serve para produzir variações de corrente no alto-falante, as quais fazem vibrar seu cone e assim produzir sons.

Se a fonte de energia alternativa estiver funcionando, haverá corrente, e havendo corrente haverá som.

A intensidade do som será tanto maior quanto mais energia for gerada pela fonte alternativa.

Este dispositivo só deve ser usado para a detecção de energia de fontes de baixa intensidade, cujas tensões não ultrapassem 2 volts e correntes de alguns milésimos de ampère (miliampères) no máximo.

Com fontes mais potentes há o risco de sobrecarga no alto-falante, que pode ser danificado.

O que explicar?

Nos cursos de Educação Tecnológica de nível fundamental pode-se falar da conversão de energia, analisando o princípio de funcionando dos alto-falantes.

Uma explicação sobre a natureza das ondas sonoras será interssante.

Depois, para cada fonte de energia utilizada, deve-se estudar seu princípio de funcionamento, com a posterior montagem prática.

Montagem

Na **figura 1** temos a montagem do aparelho usado para a detecção de energia.

Cuide para que os fios sejam bem soldados no alto-falante e bem presos à lima.

As garras - jacaré J_1 e J_2 são opcionais, mas se puder usá-las, sem dúvida terá uma facilidade adicional na conexão nas fontes de energias.

Experiências

Na **figura 2** vemos a utilização do detector numa fonte de energia química, uma pilha de água e sal.

Em um copo com água e sal são colocadas duas plaquinhas de metal, que devem ficar separadas. Quanto maiores forem as placas maior será a intensidade da corrente obtida.

O polo positivo é a placa de cobre e o negativo pode ser uma placa de zinco ou alumínio.

A combinação dos metais usados vai determinar a quantidade de energia que pode ser obtida.

Esfregando a ponta do fio da garra J_1 na lima, deve haver a produção de som no alto-falante (indicando a produção de energia). O som corresponde às variações da tensão ao se esfregar o fio na lima.

Infelizmente, para este tipo de pilhas obtemos tensões de 0,5 a 1,0 V aproximadamente, o que não é suficiente para alimentar aparelhos e dispositivos de maior consumo como lâmpadas, LEDs ou motores.

Na **figura 3** mostramos outros dois tipos de fontes de energia alternativa do tipo químico.

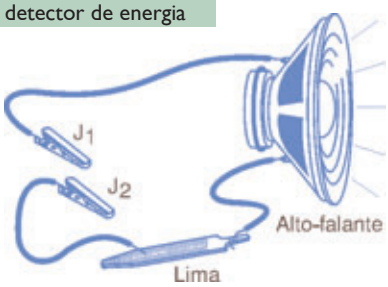
A primeira consiste numa "biopilha" em que usamos uma batata.

Podemos também usar frutas cítricas como, por exemplo, um limão ou mesmo uma laranja.

Os fios de metal diferentes espetados numa batata em contato com a substância condutora em seu interior geram uma tensão de 0,4 a 0,8 volts, o suficiente para acionar o detector.

A segunda consiste numa pilha feita com duas moedas e um pedaço de papel poroso (guardanapo de papel, por exemplo) molhado em água e sal.

1 Montagem simples do detector de energia



As moedas devem ser de metais diferentes e o leitor deve procurar a combinação que resulte na maior quantidade de energia.

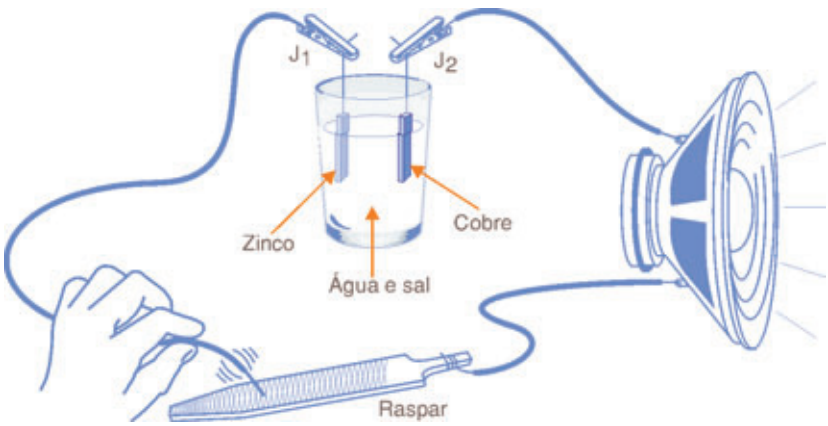
Para produzir maior quantidade de energia com uma célula experimental podemos usar como metais o cobre e o zinco e como solução, água com ácido sulfúrico. No entanto, neste caso, o professor é que deve manusear a solução devido à presença de ácido.

Conclusão

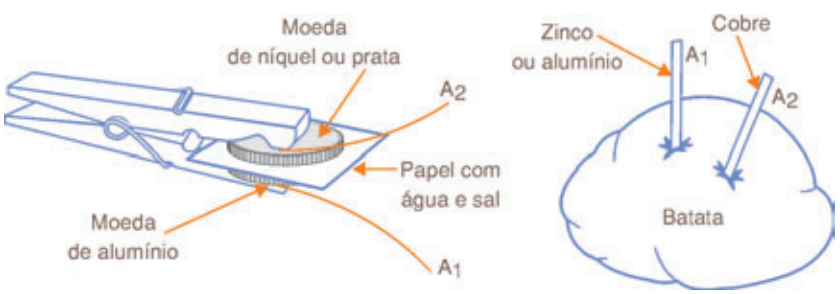
Outras fontes alternativas de energia podem ser pesquisadas, tais como as que envolvem energia solar ou mesmo dínamos experimentais.

A programação dos experimentos e montagens depende unicamente da imaginação do professor, do aluno ou dos leitores que desejarem fazer experiências com fontes alternativas de energia.

2 Gerando energia com água e sal



3 Obteção de energia através de uma batata



Loja Virtual
www.sabermarketing.com.br
Aumente seus conhecimentos em eletrônica e informática
- Redes Neurais em Delphi
- Projetando com os Microcontroladores
- Iluminação
- Programando Microntroladores PIC
- Programação em C
e muito mais
Pedidos: (11) 2095-5330
www.sabermarketing.com.br

Os inversores de frequência

O controle da velocidade e do torque de motores encontrados nas aplicações industriais feito diretamente a partir da rede de energia exige recursos que a tecnologia atual pode oferecer com vantagens. Um desses recursos é o inversor de frequência que, além de possibilitar um controle preciso do torque e velocidade também proporciona outras vantagens como melhor aproveitamento da energia e a segurança.
Neste artigo veremos o que são os inversores de frequência e como funcionam.

O que é um Inversor de Frequência?

Os motores usados nas aplicações industriais podem ser basicamente de dois tipos: monofásicos ou trifásicos. Em ambos os casos, o controle de velocidade e torque é de grande importância em uma infinidade de aplicações.

Uma forma de se controlar com precisão torque e velocidade de um motor, quer seja a partir de uma entrada de alimentação monofásica, quer seja a partir de uma entrada de alimentação trifásica, é através de um inversor de frequência.

Os inversores de frequência possuem uma entrada ligada à rede de energia comum de alimentação e uma saída que é aplicada ao dispositivo que deve ser alimentado, no caso um motor, conforme mostra a **figura 1.**

Para se conseguir uma alimentação para o motor com frequência e tensão variáveis, os inversores empregam um circuito complexo formado por dispositivos semicondutores de potência, dispositivos lógicos de controle, sistemas de proteção e de monitoramento do funcionamento.

Para entendermos melhor como funciona um inversor típico será interessante partir de sua configuração básica, dada pelo diagrama de blocos da **figura 2.**

Os blocos básicos têm funções específicas e podem ter configurações levemente diferentes conforme as características elétricas desejadas e a tecnologia usada pelo fabricante.

1 Conexão do inversor a um motor



Analisemos os blocos e suas funções:

a) Retificador

Este bloco retifica a energia trifásica (alternada) disponível para a alimentação do inversor. A configuração mais comum é a de uma ponte de diodos em onda completa com uma disposição conforme ilustra a **figura 3.**

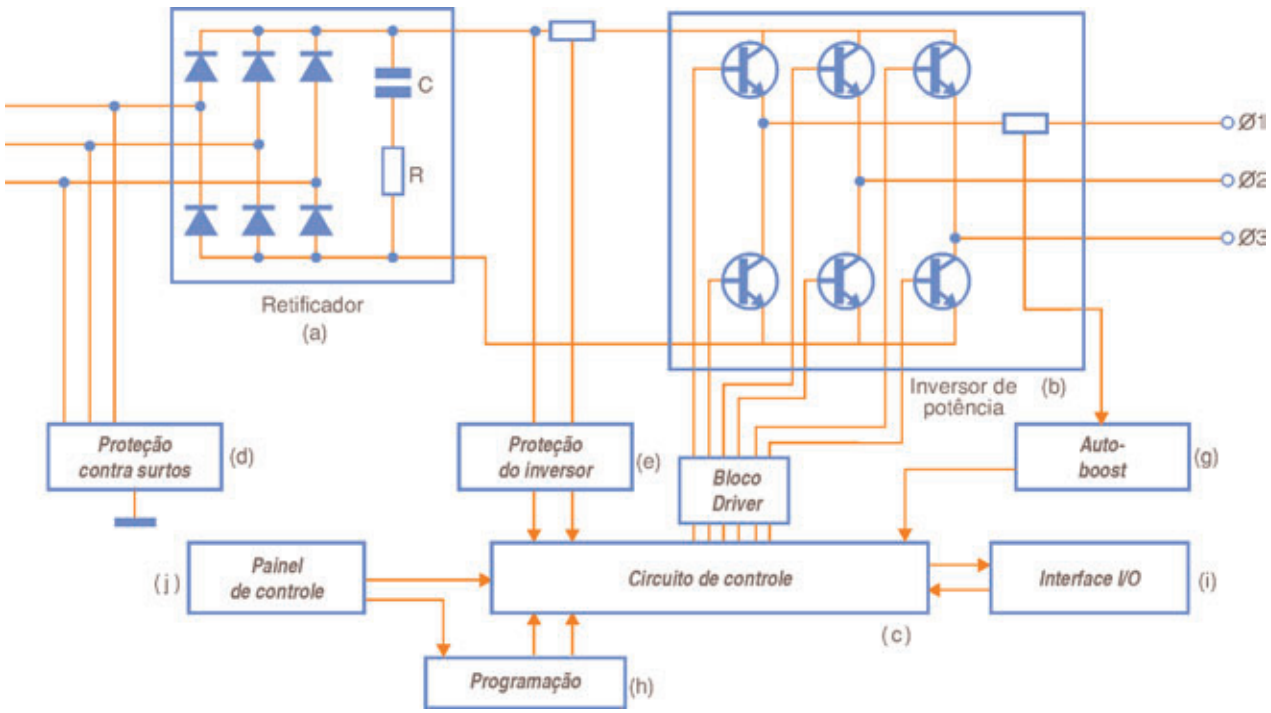
Um capacitor de filtro é usado para filtrar a tensão contínua obtida na saída deste bloco. O capacitor funciona como um "reservatório de energia" suavizando as variações da tensão com a corrente drenada pela carga.

b) Inversor de potência

Este bloco gera a tensão trifásica de alimentação do motor a partir da tensão contínua do bloco anterior. Conforme exibe o circuito simplificado da **figura 4**, são usados transistores (IGBTs) que chaveiam a tensão a partir dos sinais de gerador PWM (Modulação por Largura de Pulso).

Os sinais gerados são trens de pulsos, mas ao serem aplicados numa carga indutiva como um motor, o

2 Diagrama de blocos de um inversor de frequência



resultado é uma forma de onda aproximadamente senoidal.

c) Controle

O bloco de controle gera os pulsos que atuam sobre os transistores de chaveamento. As formas de onda e freqüência do sinal gerado por este circuito vão determinar a velocidade e potência aplicada ao motor. Na **figura 5** temos as formas de onda que encontramos neste circuito. Veja que sua aplicação numa carga indutiva resulta numa forma de onda aproximadamente senoidal.

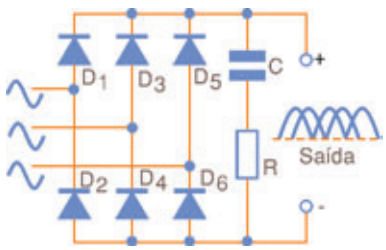
d) Proteção contra Surtos

Sabe-se que a tensão da rede de energia pode conter surtos e transientes. Para a proteção desses dispositivos e do próprio circuito são usados elementos como varistores, TVS e outros componentes do mesmo tipo.

e) Proteção Interna

Este bloco monitora as tensões presentes na saída do retificador. Diante de uma variação perigosa, o circuito sinaliza o bloco de controle de modo que ele possa fazer a proteção, por exemplo, desligando a alimentação.

3 Bloco retificador trifásico de um inversor de frequência



f) Driver

Este bloco gera os sinais que excitam os transistores de potência de saída. São usados transistores ou outros dispositivos de menor potência, atuando como intermediários entre o circuito que gera o sinal e o circuito final de potência.

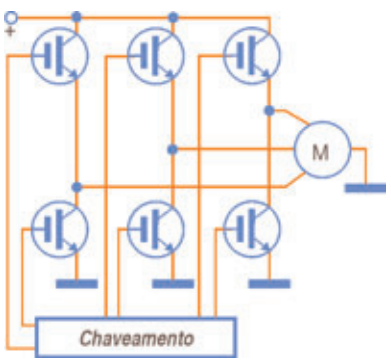
g) Auto-Boost

Este bloco monitora as condições de carga do motor, determinando o nível de tensão que deve ser aplicado para se gerar o torque necessário à aplicação.

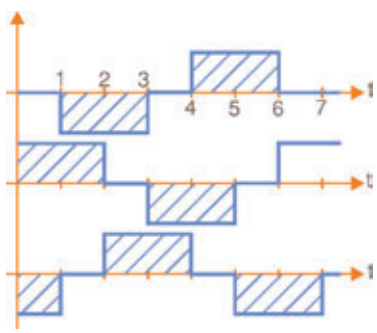
h) Programação

Trata-se de um painel que apresenta informações gerais como avisos

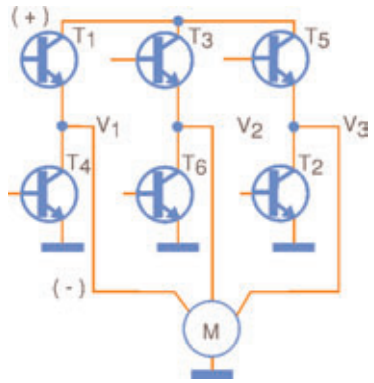
4 Bloco de potência de alimentação trifásica



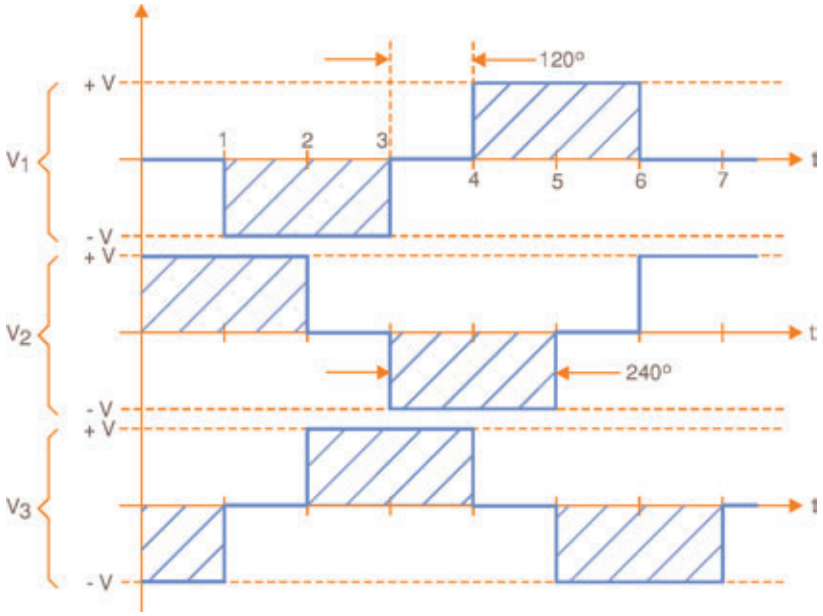
5 Formas de onda aplicadas ao motor



6 Circuito de chaveamento a partir de sinais PWM



7 Pontos de chaveamento do sinal PWM



de erro e onde é feita a programação do modo de funcionamento do motor.

i) Interface (I/O)

Através deste bloco o inversor se comunica com dispositivos externos, por exemplo, um computador ou ainda microcontroladores ligados a sensores.

j) Controle

Neste bloco são tomadas as decisões em função da programação, de sinais externos e de sinais internos como os de proteção.

Chaveamento

Para analisar como o circuito gera uma tensão senoidal trifásica a partir de sinais PWM tomemos como ponto de partida o circuito simplificado da **figura 6**.

Temos então seis transistores funcionando como chaves numa configuração em ponte.

Na operação, os seis transistores devem ser ligados 3 a 3 de tal forma a se obter oito combinações que resultam em três formas de onda senoidais defasadas de 120 graus. Dessas oito combinações, existem três que são proibidas pois levam o circuito a uma condição de curto. São aquelas em que transistores que estão em série conduzem ao mesmo tempo.

Na **figura 7** temos, então, os pontos de chaveamento e as formas de onda correspondentes. Colocamos isso na **tabela 1.**

Observe que, se o chaveamento for feito da forma indicada, serão gerados sinais defasados de 120 graus.

Esses sinais são aplicados às bobinas de um motor trifásico, por exemplo, fazendo com que ele gire no sentido e velocidade desejados.

Controlando a Velocidade

Um inversor de frequência possibilita o controle da velocidade de um motor trifásico através da frequência da tensão gerada. A frequência de operação de um inversor normalmente está entre 0,5 Hz e 400 Hz, dependendo do modelo e da marca.

Deve-se, entretanto, notar que quando a velocidade de um motor é alterada pela variação da frequência, seu torque também é modificado.

Para se manter o torque constante basta fazer com que a relação tensão/freqüência ou V/F seja constante.

V/F = constante

Por exemplo, se a tensão aplicada num motor for de 200 V quando a frequência for 100 Hz (V/F = 2), alterando a frequência para 250 Hz, a tensão aplicada deve ser 500 V.

Na **figura 8** temos a curva V/F de um inversor de frequência comum.

A faixa de valores de tensão e freqüência em que deve operar um motor é programada no bloco de controle. Programar um inversor significa "parametrizar" o inversor.

Inversores Escalares e Vetoriais

Conforme vimos, para manter o torque quando a velocidade varia, basta ter a relação V/F constante.Os inversores que seguem este padrão de funcionamento são ditos escalares. Porém, em aplicações AC de frequência muito baixa não é possível manter o torque constante em baixas rotações, dada a própria curva de rendimento do motor.

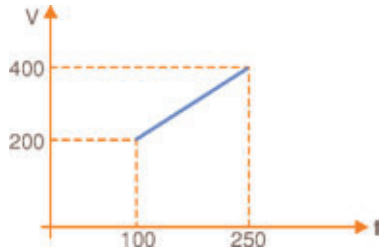
Para estes motores é preciso haver uma compensação mais complexa da relação tensão/frequência, que leve em conta outros fatores como, por exemplo, a carga do motor. Para esta finalidade são preferidos os inversores que variam tanto a tensão como a frequência, mas segundo uma curva que considere o rendimento do motor, principalmente nas baixas rotações.

Estes inversores usam tacômetros ou *encoders* para sensoriar a

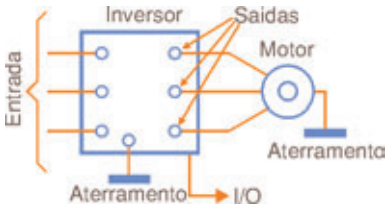
T1 Pontos de chaveamento

Tempo	V_1	V_2	V_3	Transistores
1	0	+V	-V	T_1, T_2, T_3
2	-V	+V	0	T_2, T_3, T_4
3	-V	0	+V	T_3, T_4, T_5
4	0	-V	+V	T_4, T_5, T_6
5	+V	-V	0	T_5, T_6, T_1
6	+V	0	-V	T_6, T_1, T_2

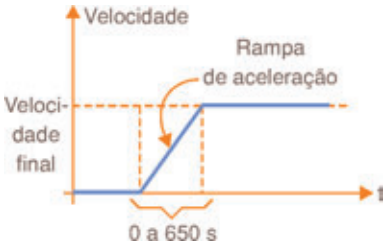
8 Curva V/F de um inversor comum



9 Ligação de um inversor de frequência



10 Programação da rampa



velocidade do motor, obtendo assim uma informação adicional que é processada para se gerar as tensões e frequências de controle.

Instalação de Inversores

Existem variações sobre o modo como cada inversor é instalado, mas a configuração geral é a mesma. A **figura 9** mostra um exemplo prático.

Os principais cuidados na instalação são:

a) Sempre observar a ordem das ligações. Trocas de fios podem causar a queima do inversor.

b) Se existir uma interface de comunicação RS-232 ou RS-485, o cabo de conexão de sinais deve ser o mais curto possível.

c) O aterramento do inversor deve ser feito com extremo cuidado. A resistência de aterramento deve ser menor do que 5 ohms (norma IEC536).

d) A ventilação do inversor deve ser excelente. Em muitos casos são utilizados recursos de ventilação forçada (com ventiladores ou "fans")

e) Cabos de alimentação e interface devem passar por dutos separados.

f) A qualidade da energia fornecida ao circuito deve ser observada. A presença de harmônicas numa linha de alimentação pode causar sérios problemas de funcionamento ao inversor e ao próprio motor alimentado.

g) Se dispositivos de controle como PCs, PLCs ou CNCs forem usados, deverão ter terra comum com o inversor de frequência.

h) Se cargas fortemente indutivas fizerem parte da instalação, deverão ser previstos supressores de transientes e surtos.

Parametrização

"Parametrizar" um inversor é programá-lo para uma determinada modalidade de operação.

O número de parâmetros a serem programados depende da marca e tipo, sendo os mais comuns em nosso mercado os da Siemens, ABB, WEG, Yaskawa, Allen Bradley etc.

Para a programação fazemos normalmente o acionamento de um certo número de teclas em uma sequência que é determinada pelo fabricante.

Damos a seguir um exemplo típico:

Primeiro parâmetro

Acionar a tecla para ativar a entrada do parâmetro. Usamos teclas de seta para localizar o valor do parâmetro, o qual é mostrado no painel. Quando o valor é encontrado, pressionando-se a tecla de entrada o valor se fixa.

Segundo parâmetro

Com um novo toque na tecla, habilita-se a entrada de novo parâmetro. Depois disso, novamente com as setas, localizamos seu valor e o fixamos. Os principais parâmetros que encontramos nos inversores são:

- Parâmetro P009
  Ajuste 0 – somente os parâmetros P001 a P009 podem ser alterados
  Ajuste 1 – os parâmetros de P001 a P009 podem ser alterados e os demais podem ser somente lidos
  Ajuste 2 – todos os parâmetros podem ser alterados, exceto P009 que resseta ao ser desligado
  Ajuste 3 – todos os parâmetros podem ser alterados
- Parâmetro P084: Programa a tensão nominal do motor.
- Parâmetro P083: Programa a corrente nominal do motor. Esse valor será usado pelo sistema de proteção contra sobrecarga.
- Parâmetro P003: Programa a frequência mínima de saída, variando tipicamente entre 0 e 650 Hz.
- Parâmetro P013 : Programa a frequência máxima de saída. Pode variar entre 0 e 650 Hz.
- Parâmetro P031: Programa a frequência do JOG. O JOG ou impulso é um recurso usado para fazer uma máquina funcionar em velocidades baixas, facilitando o posicionamento de peças antes dela entrar em funcionamento normal. Um exemplo disso é a fixação de um rolo de papel na máquina antes dele começar a ser utilizado no processo.
- Parâmetro P002: Programa a rampa de aceleração, ou seja, o tempo que o motor leva para atingir a velocidade máxima, conforme ilustra a **figura 10**. Pode variar entre 0 e 650 segundos.
- Parâmetro P003: Programa o tempo de parada.
- Parâmetro P076: Programa a frequência do circuito PWM. Esta frequência pode variar em alguns tipos de 2 em 2 kHz. Deve ser escolhido o menor valor possível para que seja evitada EMI. No entanto, o uso de freqüências muito baixas pode fazer com que ruídos audíveis sejam produzidos no circuito

Conclusão

O uso de inversores de frequência torna-se cada vez mais comum, inclusive em aplicações que fogem à indústria como o controle de sistemas de ar condicionado etc. Com eles, além do controle preciso dos motores, temos um aproveitamento melhor da energia e muito mais segurança.

Pulsador LED de baixo consumo

Muitos projetos de mecatrônica, robótica e modelismo são alimentados por pilhas. Para estes projetos incluir efeitos luminosos como, por exemplo, LEDs que piscam, pode ser problemático por afetar a durabilidade das pilhas. O projeto que apresentamos visa justamente contornar este problema. Ele fornece uma sinalização luminosa constante, mas com consumo baixo de energia. Os LEDs piscam constantemente em intervalos regulares mas, apesar da intensidade das piscadas, o consumo de energia é muito pequeno.
O leitor pode instalar este circuito em robôs, brinquedos, maquetes, estradas de ferro miniatura, presépios e outras aplicações semelhantes.

Newton C. Braga

Alimentando LEDs diretamente a partir de pilhas, dado o consumo elevado destes dispositivos, o desgaste é rápido. Uma maneira de se reduzir o consumo de energia na alimentação de LEDs é fazendo-os piscar com um ciclo ativo controlado.

Fazendo o LED piscar com pulsos de curta duração, mas de intensidade normal, o consumo será proporcional à duração destes pulsos. É exatamente isso que obtemos com o circuito apresentado neste artigo.

Com um pulso muito curto, mas de boa intensidade, conseguimos uma sinalização e visualização eficiente, mas podemos reduzir o consumo de energia em até 10 vezes, prolongando assim a durabilidade das pilhas usadas na sua alimentação.

O circuito pode operar com tensões de 3 a 12 volts e, conforme o brilho desejado para as piscadas, em função da alimentação os resistores R_3, R_4 e R_5 podem ser alterados.

Em virtude de usarmos apenas um circuito integrado de baixo custo neste projeto, além de compacta, a unidade é bastante econômica, podendo operar com LEDs de qualquer cor.

Características

- Tensão de alimentação: 3 a 12 volts
- Consumo: 2 a 6 mA
- Número de LEDs: 1 a 3
- Frequência das pulsações: 0,1 a 10 por segundo

Como funciona

A base do circuito é um oscilador com ciclo ativo controlado, elaborado em torno de uma porta NAND disparadora de duas entradas das quatro existentes em um CI 4093 CMOS.

Neste circuito, C_1 carrega-se e descarrega-se alternadamente numa velocidade que depende dos resistores associados, no caso R_1, R_2 e P_1.

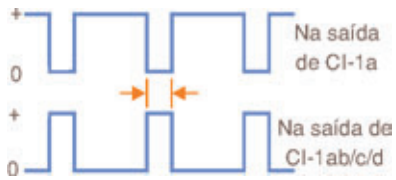
Com o uso dos diodos D_1 e D_2, os caminhos para as correntes de carga e descarga são diferentes, de modo que temos períodos diferentes em que a saída se mantém no nível alto ou no nível baixo. No caso, P_1 ajusta a frequência atuando sobre o tempo de carga do capacitor, e com isso o tempo em que a saída permanece no nível alto.

Este tempo é muito maior do que o fixado por R_2, que determina a descarga (ou o tempo em que a saída permanece no nível baixo).

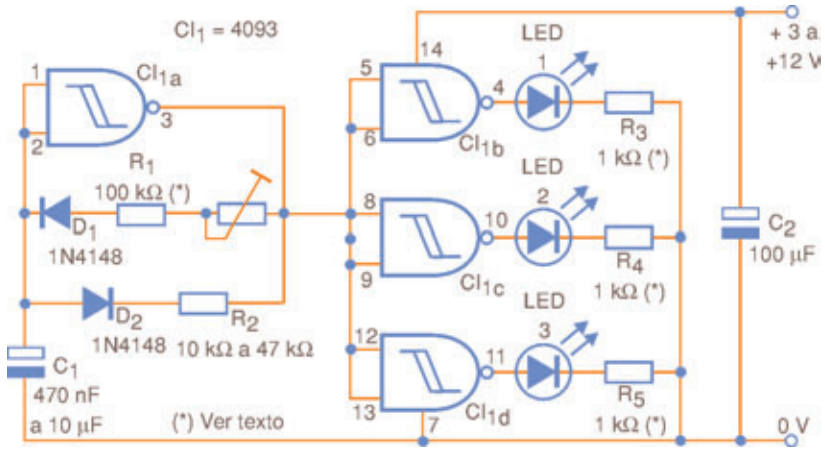
O sinal tem então a forma de onda mostrada na **figura 1**.

Este sinal é levado às outras três portas do circuito integrado que faz sua inversão para aplicação aos LEDs.

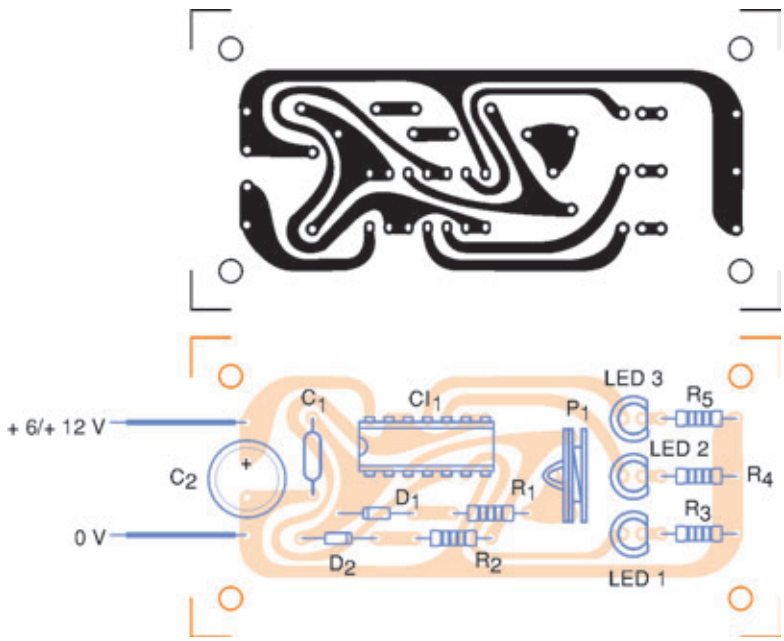
1 Formas de onda nas saídas do circuito



2 Diagrama completo do pulsador



3 Placa de circuito impresso



O resultado final é que temos nos LEDs pulsos de curta duração (duração constante dada por R_2) e com um espaçamento que depende do ajuste de P_1. O LED brilha então por uma fração de segundo em cada ciclo, o que garante um baixo consumo para a unidade.

Como o circuito 4093 tem três portas disponíveis para excitar os LEDs, uma vez que a quarta é usada como oscilador, podemos alimentar até três LEDs. É claro que, dependendo da aplicação, podemos usar apenas uma ou duas portas, e assim excitar menor quantidade de LEDs.

Os resistores R_3, R_4 e R_5 determinam as correntes circulantes pelos LEDs nos pulsos, e portanto o brilho obtido em cada piscada.

Para alimentação de 5 ou 6 V, os resistores podem ser de 470 ohms. Para 9 volts sugerimos o uso de resistores de 560 ohms a 1 k ohms, e para 12 V recomendamos valores de 1 k a 1,2 k ohms. Se forem usados LEDs de alta potência, que suportam correntes da ordem de 50 mA ou mais, os resistores em questão poderão ser reduzidos sensivelmente. É claro que o consumo ficará aumentado na mesma proporção.

Montagem

Na **figura 2** temos o diagrama completo do pulsador.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é apresentada na **figura 3**.

Para o circuito integrado, se o leitor for iniciante, será mais seguro usar um soquete apropriado.

Os LEDs podem ser de qualquer cor, mas na sua instalação o leitor deverá observar cuidadosamente sua polaridade.

Os capacitores eletrolíticos são para uma tensão um pouco maior do que a empregada na alimentação.

O leitor pode alterar o valor de C_1, se quiser modificar a frequência das piscadas.

Prova e uso

Para provar o circuito, basta ligar sua alimentação. Ajuste a frequência das piscadas no potenciômetro ou trimpot P_1.

Se a frequência desejada não for conseguida, o leitor poderá alterar C_1.

Se o brilho dos LEDs for pequeno para a aplicação desejada, reduza os valores dos resistores em série com estes componentes.

Comprovado o funcionamento, o aparelho estrá pronto para ser usado.

Uma sugestão interessante consiste no emprego do aparelho com LEDs potentes luz estroboscópica experimental para a realização de experiências de óptica.

Com um capacitor C_1 de baixo valor podemos medir a velocidade de rotação de ventiladores e outros dispositivos pelo efeito estroboscópico, utilizando então o aparelho em um interessante trabalho de física.

Outra sugestão é a instalação do aparelho em um modelo de avião ou outro tipo de maquete (de uma astronave, por exemplo), caso em que LEDs vermelho e verde são colocados nas asas simulando o sistema de sinalização existente nos aviões de verdade.

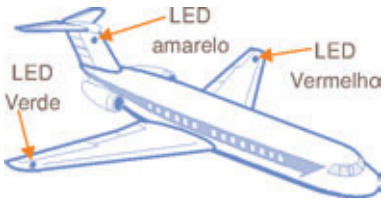
Na **figura 4** damos uma sugestão de como três LEDs podem ser instalados num modelo de avião.

A alimentação, neste caso, pode ser feita com duas pilhas pequenas ou quatro pilhas pequenas. Mesmo ligadas permanentemente, estas pilhas durarão semanas.

Para mais LEDs, o consumo aumenta e a melhor solução é usar um segundo circuito integrado com todas as portas ligadas no pino 3 do primeiro, uma vez que só será necessário um oscilador.

É claro que o leitor pode montar um segundo oscilador, obtendo assim piscadas aleatórias.

4 Instalando o pulsador num modelo de avião



Lista de Materiais

Semicondutores
CI_1 - 4093 - circuito integrado CMOS
LED_1 a LED_3 - LEDs vermelhos ou de qualquer cor comuns
D1, D2 - 1N4148 ou equivalentes - diodos de uso geral

Resistores (1/8 W, 5%)
R_1 - 100 k Ω - marrom, preto, amarelo
R_2 - 10 k Ω a 47 k Ω - conforme duração dos pulsos
R_3, R_4, R_5 - 1 k Ω - marrom, preto, vermelho - conforme intensidade dos pulsos - ver texto
P_1 - 1 M Ω - trimpot ou potenciômetro

Capacitores
C_1 - 470 nF a 10 µF - poliéster ou eletrolítico - conforme o valor
C_2 - 100 µF/12V - eletrolítico

Diversos
Placa de circuito impresso, soquete para o circuito integrado, suporte de pilhas ou conector de bateria, fios, solda etc.

P.S: Uma aplicação interessante é colocar os LEDs no painel do carro onde eles ficarão piscando na ausência do dono, simulando a ativação de um alarme que certamente afastará os ladrões, que não conhecendo o sistema, preferirão atacar outra vítima.



Motores de Passo

Os motores de passo são usados numa infinidade de equipamentos modernos, tais como: impressoras, scanners, drives de disquetes em computadores, automatismos diversos, robótica e mecatrônica. Conhecer o funcionamento destes motores é de vital importância.
Neste artigo abordamos alguns fundamentos relevantes do funcionamento dos motores de passo.

O que são os motores de passo?

Podemos dizer que os motores de passo, assim como os motores comuns, são dispositivos que convertem energia elétrica em energia mecânica disponível na forma de torque.

No entanto, os motores de passo possuem algumas características próprias que os diferencia dos motores comuns, a saber:

a) Os motores de passo funcionam como dispositivos posicionadores, pois podem parar em uma posição perfeitamente controlada.

b) Os motores de passo também podem funcionar como motores de velocidade perfeitamente controlada, sendo energizados numa determinada ordem.

Estas características ainda são acrescidas a outras que os tornam ideais para aplicações em informática, eletrônica industrial e de controle, robótica e mecatrônica:

a) Eles podem ter seu eixo posicionado em um ângulo proporcional ao número de impulsos de entrada.

b) Os erros que ocorrem no posicionamento do seu eixo são muito pequenos e não são cumulativos. Um motor de passo pode ser posicionado com uma precisão de 1 milésimo de radiano tipicamente, conforme sugere a **figura 1**.

c) O controle sem realimentação (open loop) é possível devido ao uso de sinais digitais para esta finalidade.

d) As respostas à partida, à parada e à reversão são muito rápidas.

Tudo isso torna o motor de passo um elemento sem equivalente em diversas aplicações.

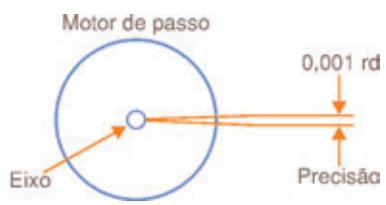
Aplicações típicas

Na **figura 2** temos uma aplicação industrial de um motor de passo, que consiste numa bomba de líquido com fluxo constante. O motor de passo é controlado por um circuito processador que recebe informações sobre o fluxo de líquido, mantendo-o desta forma constante.

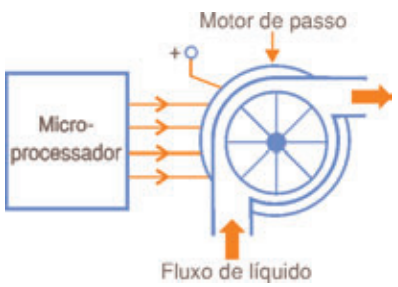
Na **figura 3** mostramos a aplicação do motor de passo no posicionamento da cabeça de leitura e gravação de um *drive* de disco flexível.

Outra aplicação importante é ilustrada na **figura 4**, onde o motor de passo é usado tanto para posicionar

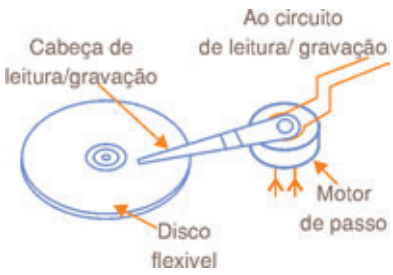
1
Precisão de posicionamento de um motor de passo



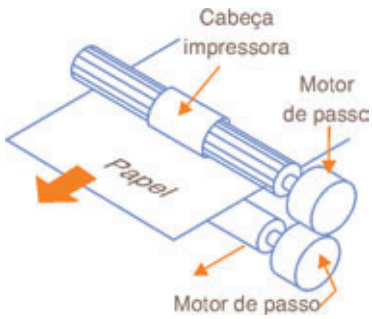
2
Aplicação industrial de um motor de passo



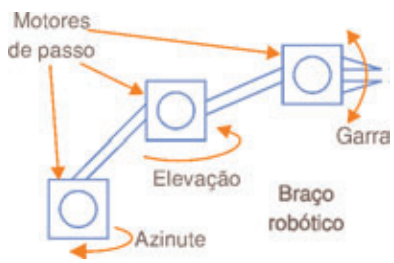
3 Motor de passo no posicionamento de uma cabeça de leitura



4 Motor de passo em uma impressora



5 Motor de passo em um braço robótico



o papel, avançando-o ou recuando como também para movimentar com precisão a cabeça de impressão sobre o papel.

Em robótica e mecatrônica o motor de passo pode ser empregado em precisos controles de movimento com a estrutura em blocos exibida na **figura 5**.

Tipos de motores de passo

Existem três tipos básicos de motores de passo, que são:

- Relutância variável
- Ímã permanente
- Híbrido

Analisemos as principais características de cada um.

a) Relutância variável:

Na **figura 6** temos uma vista em corte da construção de um motor de passo de relutância variável.

Conforme podemos ver, é a ação das bobinas criando campos que posiciona os dentes de material ferromagnético acoplados a um eixo móvel.

O rotor multipolo deste motor é feito de ferro macio, enquanto que o estator é multilaminado. O rotor deste tipo possui uma inércia pequena.

b) Ímã permanente:

Na **figura 7** temos uma vista em corte de um motor deste tipo.

Este motor gira quando o campo magnético das bobinas energizadas interage com um conjunto de ímãs permanentes.

O rotor é energizado radialmente. Este tipo de motor é indicado para aplicações onde não se exige precisão, e o custo seja importante porque tem um preço baixo.

Outra característica é sua operação com ângulos de passo grandes, entre 45 e 90 graus.

c) Híbridos:

Estes motores têm uma construção do tipo exemplificado na **figura 8**.

O rotor é energizado axialmente. Tanto o rotor quanto o estator são multipolares.

A principal vantagem deste motor é a sua precisão com passos de 1,8 graus nos tipos mais comuns, e chegando mesmo a 0,36 graus nos tipos de maior precisão.

Modos de Excitação

Os motores de passo são formados por 4 bobinas que devem ser excitadas numa certa ordem, ou ainda de acordo com o posicionamento desejado.

A configuração típica destas bobinas é apresentada na **figura 9** onde também vemos os modos de ligação mais comuns, que são o unipolar e o bipolar.

A excitação de fase destas bobinas depende da aplicação e pode ser feita das seguintes maneiras:

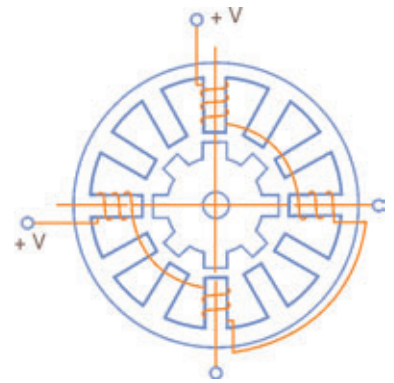
a) Uma fase ou onda (wave)

Nesta excitação cada bobina é energizada separadamente em sequência de acordo com o movimento de posicionamento do rotor, conforme mostra a **figura 10**.

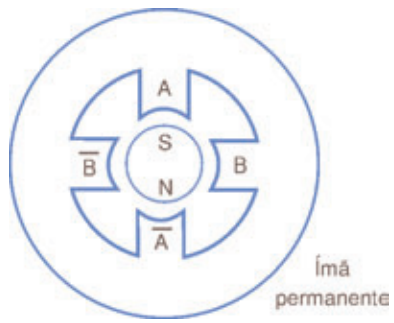
b) Duas fases

Nesta modalidade de operação, exemplificada na **figura 11**, as bobinas são energizadas duas a duas de modo que o rotor possa parar em posições intermediárias dadas pela resultante das forças de atração entre as bobinas.

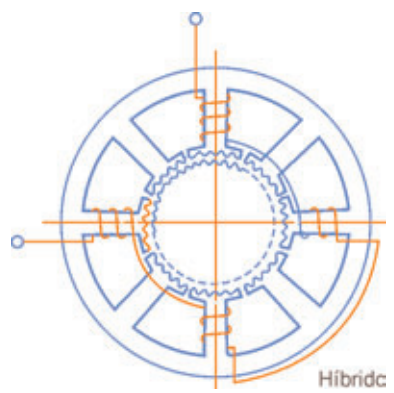
6 Estrutura de um motor de passo de relutância variável



7 Estrutura de um motor de passo de ímã permanente



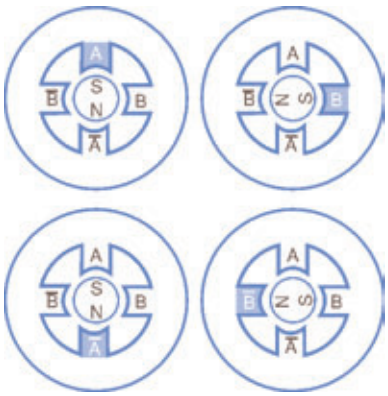
8 Estrutura de um motor de passo híbrido



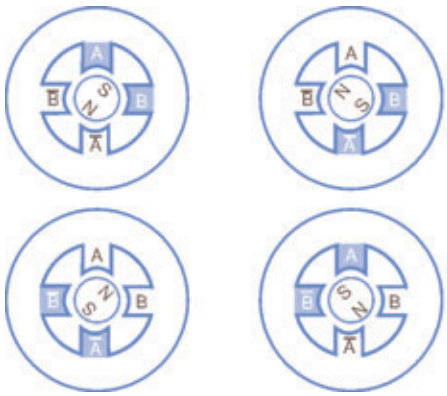
9 Configurações típicas de bobinas



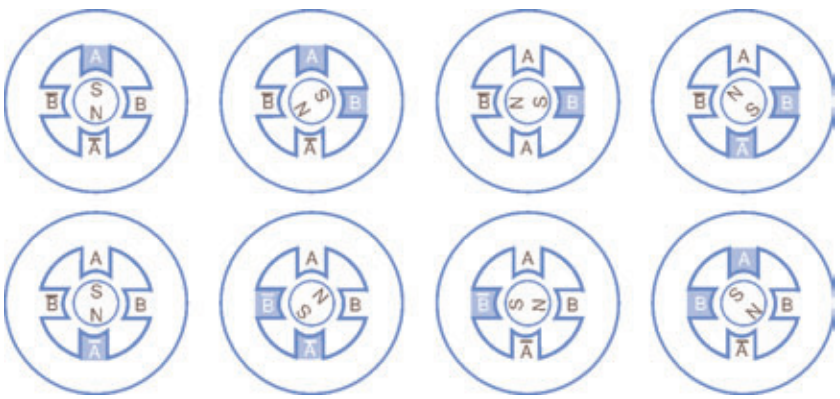
10 Excitações de motor de uma fase



11 Excitação de duas fases



12 Excitação de uma-duas fases



c) Uma - Duas fases

Nesta modalidade de funcionamento, uma e duas fases são excitadas alternadamente levando o rotor ao movimento ou posição desejada, veja a **figura 12**.

d) Duas fases ou micropasso

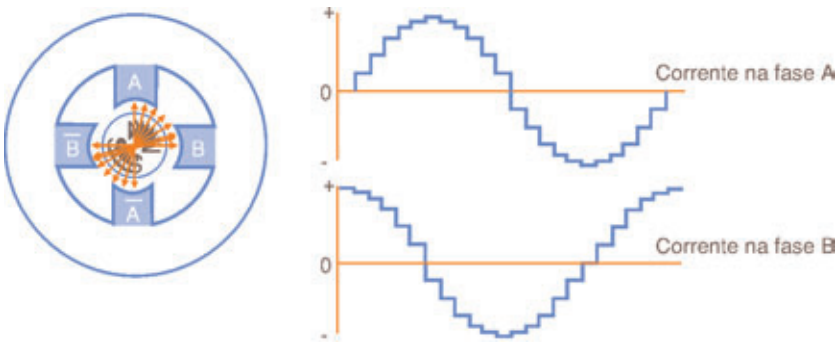
Nesta modalidade temos a aplicação de níveis de tensão diferenciados na bobina, o que permite o posicionamento do rotor em pontos intermediários aos polos das bobinas energizadas, observe a **figura 13**.

O escalonamento das tensões aplicadas às bobinas vai determinar quantos pontos intermediários entre dois passos (90 graus) podem ser obtidos.

Conclusão

A escolha do tipo e do modo de operação depende da aplicação. Assim, para saber usar corretamente um motor de passo há outras informações importantes que serão abordadas oportunamente em novos artigos.

13 Excitação por micropasso



Relés PhotoMOS

Conhecer novos componentes e saber como usá-los é fundamental para o sucesso de todo profissional que deseja que seu equipamento seja o mais avançado possível. Os Relés de Estado Sólido PhotoMOS, que podem substituir os relés mecânicos comuns, apresentam uma série de vantagens que muitos projetistas ainda não conhecem.
Neste artigo analisamos este componente com base nos tipos disponíveis da AROMAT (*), dando ao leitor os fundamentos para sua utilização em novos projetos.

Newton C. Braga



Os relés de estado sólido apresentam inúmeras vantagens sobre os tipos mecânicos comuns. No entanto, as poucas desvantagens existentes em alguns casos, como o isolamento e a própria resistência de contato, podem limitar suas aplicações.

Com a possibilidade de se usar transistores MOS, cujas características são bem diferentes dos transistores bipolares, SCRs e outros componentes encontrados em outras versões de relés ópticos, as características elétricas passam a ser enfocadas de outra forma e a gama de utilizações do componente cresce.

Isso significa que, com os relés PhotoMOS, podemos reunir as vantagens do isolamento e da sensibilidade dos tipos que fazem uso de semicondutores comuns com a baixa resistência de contato em plena condução, que é a melhor característica dos relés mecânicos.

Como Funciona

Os relés de estado sólido PhotoMOS são formados por um emissor infravermelho que atua sobre um circuito fotossensível que tem por base um transistor MOS, conforme mostra a **figura 1**.

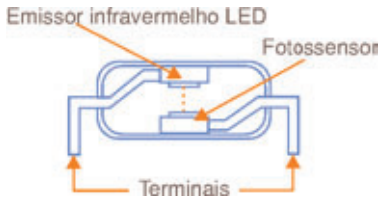
Esses componentes são hermeticamente instalados em um pequeno invólucro que tanto pode ser DIL de 8 pinos como do tipo SMD, ou mesmo de outras configurações exigidas pela aplicação e a potência do circuito controlado, veja a **figura 2**.

O resultado desta disposição de elementos é a obtenção de características que são extremamente importantes para o desenvolvimento de projetos como:

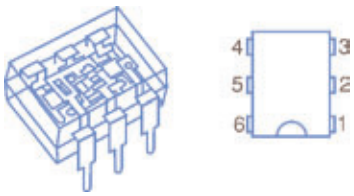
a) resistência em condução muito baixa.

Esta resistência, que equivale à resistência de contato dos relés comuns, chega a valores tão

1 Estrutura de um fotorrelé photoMOS



2 Aspecto e pinagem do relé PhotoMOS



baixos como 0,05 ohms, para tipos de 60 V em operação DC, o que significa uma tensão de offset menor que 1 µV quando o circuito está fechado.

b) velocidade de operação alta

Embora os transistores MOS sejam dispositivos algo lentos devido às capacitâncias intrínsecas entre a comporta e o substrato, a velocidade de um PhotoMOS é ainda maior do que as obtidas para os tipos mecânicos comuns. Valores da ordem de 0,1 ms são frequentes.

c) Corrente muito baixa de fuga

A corrente de fuga com o circuito aberto para os tipos comuns chega a ser da ordem de apenas 30 pA (pico-ampères).

d) Alta sensibilidade

A corrente exigida para o acionamento, que corresponde ao acendimento do LED infravermelho, é baixa. Para os tipos comuns esta corrente é da ordem de 0,31 mA somente.

e) Corrente de carga elevada

Os transistores de efeito de campo MOS, pela sua baixa resistência de condução, podem trabalhar com correntes bastante elevadas.

Assim, mesmo sendo usados tipos em invólucros bastante pequenos, as correntes obtidas para os relés PhotoMOS em invólucros DIL de 8 pinos são razoáveis.

Correntes na faixa de 120 mA a 300 mA são comuns para uma dissipação de 500 mW.

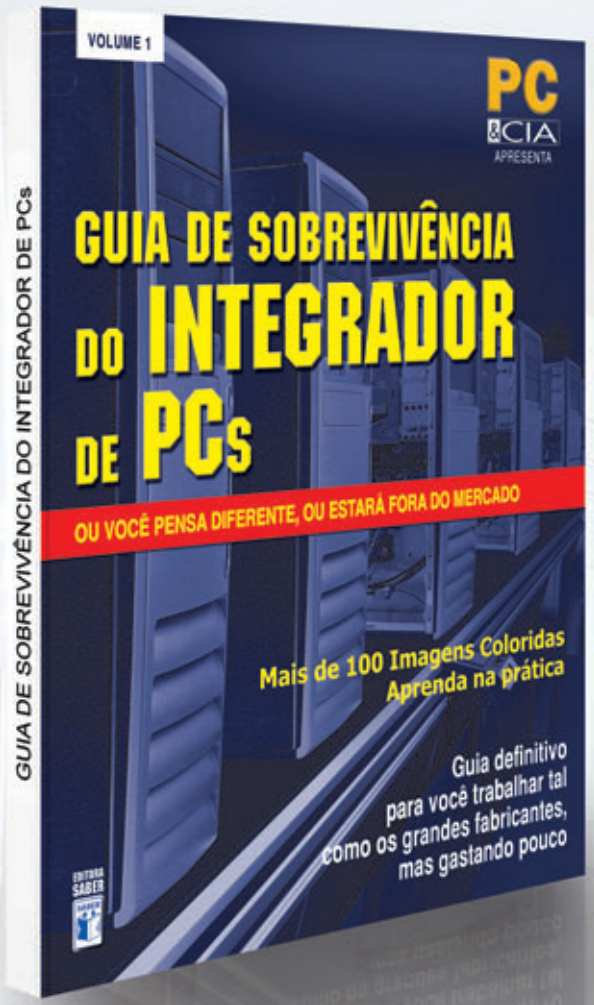
Como Usar

Configurações:

As configurações básicas dos relés PhotoMOS não são muito diferentes das empregadas para se disparar um relé comum.

O que se deve ter em mente é que em lugar de uma bobina temos um LED, que deve ser percorrido por uma corrente contínua de intensidade suficiente para haver o disparo, observe a **figura 3**.

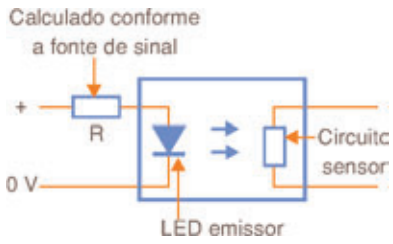
Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



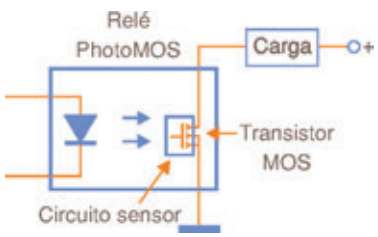
Aprenda sobre:
- Construção de um laboratório técnico
- Mitos e verdades sobre o aterramento elétrico, como fazer e medir corretamente
- Equipamentos ideais para proteção elétrica
- Montagem passo a passo de uma bancada de baixo custo protegida contra ESD
- PCs confiáveis, o que você precisa saber para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

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

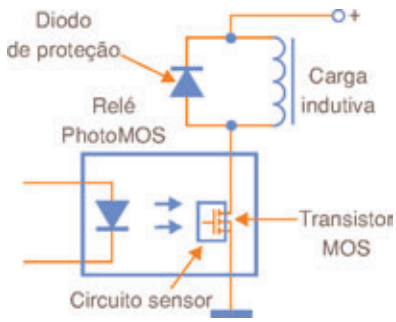
3 Ligação do fotoemissor no relé photoMOS



4 Ligação da carga no reléphotoMOS



5 Excitando um relé comum



Isso significa a necessidade de um circuito de acionamento apropriado e de um resistor limitador de corrente de valor também apropriado. O valor deste resistor dependerá das exigências de corrente do LED emissor usado no fotorrelé.

Para a saída temos de levar em conta que em lugar de contato temos um transistor MOS acionando uma carga, conforme ilustra a **figura 4**.

Isso implica na necessidade de se usar dispositivos de proteção se a carga for indutiva. O uso de diodos ou de circuitos RC de amortecimento é recomendado, de acordo com a **figura 5.**

Cuidados:

Os cuidados com o uso de relé PhotoMOS não são muito diferentes daqueles tomados com um relé comum.

a) Não coloque em curto os terminais do PhotoMOS quando o relé está energizado. Este procedimento pode causar a queima do circuito interno.

b) Se existir a possibilidade de picos inversos de tensão serem aplicados no LED emissor, deverá haver algum tipo de proteção. Um diodo ligado da forma indicada na **figura 6** é a melhor proteção para o LED.

c) Se a tensão de entrada que aciona o LED tiver ondulações é preciso observar que estas onduções fiquem sempre acima do limiar de acionamento, veja a **figura 7.**

Caso contrário, isso pode afetar o funcionamento do circuito de saída que não mais terá sua resistência baixa no acionamento constante, mas variando. Dependendo das condições em que isso ocorre a dissipação do componente pode aumentar a ponto de colocar em risco sua integridade.

Aromat

A Aromat, cujo distribuidor no Brasil é a Metaltex, tem uma ampla linha de Relés PhotoMOS com características que permitem sua utilização numa gama grande de projetos.

Na verdade são mais de 100 tipos diferentes que prevêem utilizações em campos como:

- Medidas de precisão (Relés HF)
- Medidas em geral (relés HE)
- Comutação (relés HE)
- Operação de checagem (Relés HE)
- Telefonia (Relés GU)
- Gerenciamento de energia (Relés HS)
- Comutação de alta velocidade (Relés HF)
- Interfaceamento
- Controle de cargas indutivas

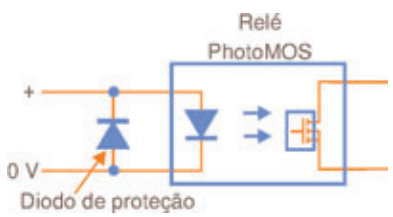
Estes relés têm como destaques a sensibilidade, baixa resistência de contato, velocidade de operação e capacidade de controle.

Em especial destacamos o relé AQV210EH que pode operar com uma tensão de pico AC de 350 V, tem uma corrente de carga (DC) de 130 mA e uma resistência on de 23 ohms (tip).

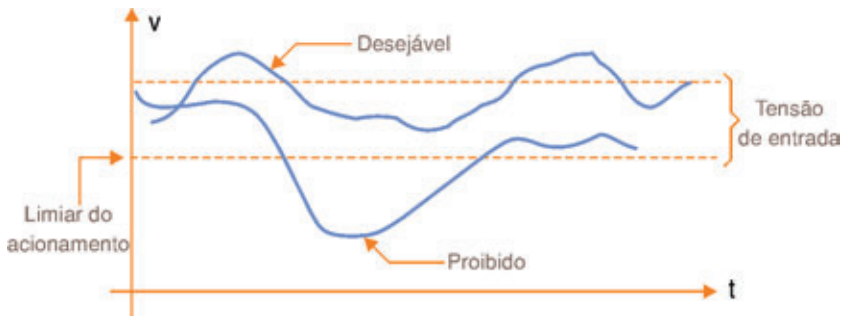
Este relé de uso geral pode ser usado numa infinidade de aplicações práticas, envolvendo o controle de pequenas cargas tais como: lâmpadas, pequenos motores, circuitos eletrônicos de aviso como osciladores etc.

Os leitores interessados em mais informações sobre este componente podem consultar a Metaltex (**www.metaltex.com.br**). f

6 Ligação de um diodo de proteção na entrada



7 Curva de resposta



LITERATURA TÉCNICA

Que não pode faltar em sua biblioteca



Segurança de Redes em Ambientes Cooperativos

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

R$ 81,00

LANÇAMENTO



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

R$ 69,00



SQL - Curso Prático
Autor:
Celso Henrique Poderoso de Oliveira

R$ 42,00



Java Guia do Programador
Autor: Peter Jandl Junior

R$ 119,00



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

R$ 69,00



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

R$ 39,00



Programando em C++
Autor: Joel Saade

R$ 79,00



Manutenção de micros na prática
Autor: Laércio Vasconcelos

R$ 99,00



Montagem e Configuração de Micros
Autor:
Laércio Vasconcelos

R$ 39,00



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

R$ 53,10



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

R$ 74,70



Informação em Marketing
Autor: Alexandre Luzzi e Maria Tereza Garcia

R$ 63,00



Web Interativa com Ajax e PHP
Autor: Juliano Niederauer

R$ 62,00

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

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