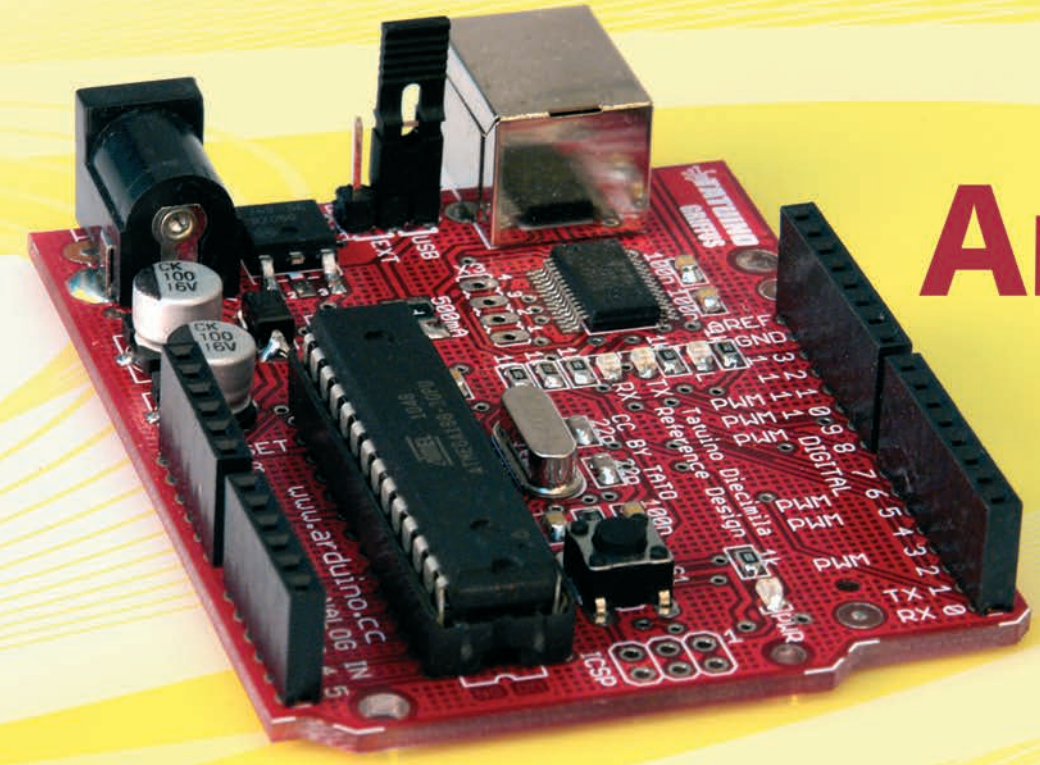
ELETRÔNICA TOTAL

Ano 23 - Nº 153
Europa € 4,30 Brasil **R$ 12,90**



Trabalhos Práticos com o Arduino Uno

Conheça o novo Arduino e veja um projeto prático com ele

Funcionamento do Controle Automático de Ganho

Descubra como funciona um dos mais importantes circuitos em sistemas de comunicação para controlar o ganho nos estágios de RF e FI

Matemática para Técnicos: Função "Seno" e Onda Senoidal

Aprenda como se origina a onda senoidal e como ela é definida matematicamente para que se possa entender melhor a sua evolução no tempo

Soluções Práticas para o Técnico de Campo

Monte pequenos circuitos que podem ser úteis como soluções para problemas em diversos setores profissionais

Inglês para Eletrônicos

Analisamos um texto de um livro técnico e mostramos alguns termos específicos da área

ISSN 0103-4960



SEQUENCIAL
CENTRO TÉCNICO PROFISSIONALIZANTE

Seja um profissional de sucesso

Registro no CREA

Estude Eletrônica, Eletrotécnica ou Telecomunicações na Sequencial

Na Sequencial, você aprende na prática e tem à sua disposição uma infraestrutura especialmente projetada para garantir o seu futuro profissional. Professores altamente qualificados, laboratórios com os mais modernos equipamentos e bibliotecas com acervo especializado garantem um ambiente de aprendizado rico e multidisciplinar.







Conheça os outros cursos técnicos da Sequencial:

Segurança do Trabalho - Estética
Enfermagem - Farmácia
Radiologia - Informática

www.sequencialctp.com.br



Unidade I
Estr. de Itapecirica, 3777• Capão Redondo
CEP 05854-110 • São Paulo, SP
Tel.: (011) 5511-1717



Unidade II
Av. Teotonio Vilela, 3161 • Cid Dutra
CEP 04801-010 • São Paulo, SP
Tel.: (011) 5663-2828



Unidade III
Av. Marechal Tito, 6084 • Itaim Paulista
CEP 08115-000 • São Paulo, SP
Tel.: (011) 2156-1040

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi

ELETRÔNICA TOTAL

www.eletronicatotal.com.br
twitter.com/editora_saber

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

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

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Designers
Carlos C. Tartaglioni
Diego M. Gomes

Redação
Augusto Heiss

Publicidade
Caroline Ferreira

Colaboradores
Filipe Pereira
Francisco Bezerra Filho
Leonardo Gomes Baltar
Marcello Artimos Neves
Newton C. Braga

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

Capa
Arquivo Editora Saber

Impressão
Parma Editora e Gráfica Ltda.

Distribuição
Brasil: DINAP
Portugal: Logista tel.: 121 926-7800

ASSINATURAS
www.eletronicatotal.com.br
fone (11) 2095-5335/fax (11) 2098-3366
atendimento das 8:30 às 17:30h

Eletrônica Total é uma publicação bimestral da Editora Saber Ltda, ISSN 0103-4960. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./ fax (11) 2095-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site **www.sabermarketing.com.br**, ou pelo tel. 2095-5330, ao preço da última edição em banca.

Associada da:

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

Editorial


Hélio Fittipaldi

Nos últimos meses temos visto constantemente no noticiário da grande imprensa notícias sobre a falta de profissionais de todos os segmentos no mercado brasileiro. Principalmente, agora, estamos vivendo a escassez de técnicos, e muitos estrangeiros latino-americanos, americanos e europeus (destes temos portugueses, espanhóis e italianos) têm vindo em massa à procura de emprego, pois em seus países a crise econômica acabou com muitos postos de trabalho.

Por quê o brasileiro não está ocupando estas vagas!? A resposta é simples! Temos muita gente mal formada devido às escolas e, sobretudo, aos próprios estudantes que não exigem qualidade de ensino. Quando frequentam as aulas estão em espírito de festa, não de estudo e pensam que estarão garantidos ao se formarem.

A realidade tem-se mostrado de forma diferente. Ao patrão não interessa o nome da Escola X e, sim, que o empregado conheça os fundamentos essenciais da sua profissão e se disponha a aceitar o desafio de aprender logo, estudando muito, a realidade da empresa.

É isso que os estrangeiros estão fazendo aqui, pois ao chegarem no novo emprego que para eles é uma benção, se atiram de corpo e alma ao serviço e ao estudo, pois sabem que têm uma única oportunidade de provar que fazem a diferença. Não podendo perder o emprego, uma vez que não têm parentes aqui para ajudá-los, dão o máximo e conseguem se sair bem.

Então, você que está aqui, trate de ser como eles, dando o sangue para conseguir em alguns anos uma carreira sólida e promissora. Estude sempre! Ah! E não se esqueça de estudar também o português, pois as escolas pioraram nesta parte do ensino mais ainda do que em outras. Depois, aí sim, você poderá estudar o inglês.

Hélio Fittipaldi

Submissões de Artigos

Artigos de nossos leitores, parceiros e especialistas do setor serão bem-vindos em nossa revista. Vamos analisar cada apresentação e determinar a sua aptidão para a publicação na Revista Saber Eletrônica. Iremos trabalhar com afinco em cada etapa do processo de submissão para assegurar um fluxo de trabalho flexível e a melhor apresentação dos artigos aceitos em versão impressa e online.

Índice

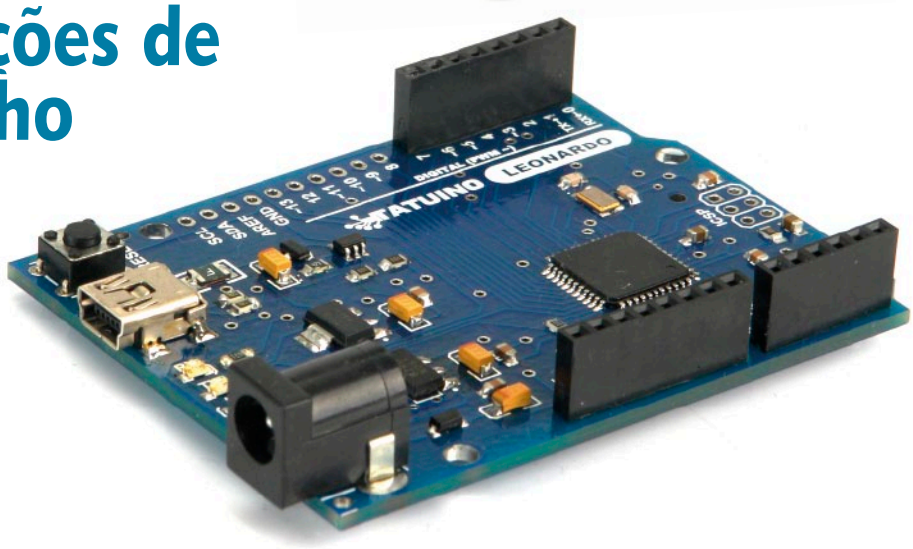
Resolvendo Problemas com o CI 4093 08
Matemática para Técnicos: A Função "Seno" e a Onda Senoidal 14
Funcionamento do Controle Automático de Ganho (CAG) 19
Técnica de Modulação Multiportadora 22
Tecnologias em Banda Larga 27
O que é o Phase Locked Loop? 30
Tecnologias dos Resistores de Precisão 36
Perguntas e Respostas mais Frequentes sobre Componentes Eletrônicos 41
Acopladores & Chaves Ópticas 43
Técnicas de Extração de Circuitos Integrados SIP e DIP 48
Trabalhos com o Arduino Uno 52
Soluções Práticas para o Técnico de Campo 58
Inglês para Eletrônicos 62
Estudo e Aplicação dos Circuitos de Pré-Ênfase e De-Ênfase 64

Atendimento ao Leitor: atendimento@eletronicatotal.com.br

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou ideias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. As consultas técnicas referentes aos artigos da Revista deverão ser feitas exclusivamente por cartas, ou e-mail (A/C do Departamento Técnico). São tomados todos os cuidados razoáveis na preparação do conteúdo desta Revista, mas não assumimos a responsabilidade legal por eventuais erros, principalmente nas montagens, pois tratam-se de projetos experimentais. Tampouco assumimos a responsabilidade por danos resultantes de imperícia do montador. Caso haja enganos em texto ou desenho, será publicada errata na primeira oportunidade. Preços e dados publicados em anúncios são por nós aceitos de boa fé, como corretos na data do fechamento da edição. Não assumimos a responsabilidade por alterações nos preços e na disponibilidade dos produtos ocorridas após o fechamento.

Primeira Turma conclui o Treinamento Prático em SMD com Estações de Solda/Retrabalho





A primeira turma deste treinamento, ministrado pelo professor Luís Fernando F. Bernabe, concluiu as 24 h estabelecidas e com pleno sucesso. Quando nos dispusemos a promover este treinamento, foi devido à constatação feita em algumas empresas que visitamos onde havia uma grande falta de profissionais treinados para isto.

Também é comum ouvir-se: "eu não preciso de treinamento, é só comprar uma estação de solda e logo eu faço este serviço bem e rapidamente".

Na prática o que constatamos foi bem diferente e, ao pesquisarmos quase 226 mil ofertas de trabalho nesta área no ano de 2011, notamos que quase todas exigiam treinamento nestas estações. O que nos deixou mais estarrecidos foi a constatação de que mais de 25 anos depois da introdução do SMT(Tecnologia de Montagem em Superfície), as escolas técnicas não incluíram ainda em suas grades curriculares, a prática de montagem em superfície.

Hoje muitos componentes novos só saem no mercado com encapsulamento desta tecnologia e o único documento técnico confiável, publicado no mercado brasileiro, foi a tradução de um original da Philips, feita por nós em 1987. Vários capítulos deste documento foram muito importantes como base para a norma brasileira.

Nosso objetivo, neste treinamento, foi então transmitir aos participantes técnicas avançadas de manutenção de circuitos eletrônicos montados em superfície (SMD), com os diversos tipos de encapsulamentos. Visamos principalmente, capacitar o aluno a se desenvolver e aprimorar nesta atividade com rapidez e qualidade para garantir a sua empregabilidade, mesmo com as constantes mudanças tecnológicas na eletrônica.

No fim do curso pudemos ouvir do Kleber (técnico de eletrônica) e do Jonathan, que apesar de trabalharem há 3 anos com eletrônica na manutenção com componentes em SMT, haviam aprendido neste treinamento muitas coisas novas e diferentes sobre o assunto. A seguir passamos à entrevista:





Entrevista

Kleber, como foi que você se interessou pelo treinamento?
A empresa já vinha sentindo há algum tempo a necessidade de ter funcionários com um melhor conhecimento, assim o RH ficou incumbido de resolver esta situação. Tínhamos mais habilidade para trabalhar na manutenção com encapsulamentos PTH, DIP e nos últimos meses aumentou muito a entrada de serviço em SMD. A cultura da empresa sempre foi voltada para a qualidade e precisamos seguir a tendência do mercado, que é o SMD, para continuarmos com um bom trabalho prestado aos nossos clientes de manutenção industrial.

Vocês, então, compraram primeiro as estações de solda?
É, já tínhamos as estações, mas alguns serviços eram mais difíceis de se fazer. Agora estamos vendo que deveríamos ter uma outra ponta do ferro de soldar para facilitar as coisas, mas como ninguém sabia da existência de outras pontas...

Qual o resultado deste treinamento no seu trabalho nestes últimos dias?
Foi muito bom, eu diria que faço o mesmo serviço hoje de 3 a 4 vezes mais rapidamente, e com melhor acabamento.

E você Jonathan, o que nos diz?
Realmente foi muito bom mesmo e agora vou recomendar aos colegas para fazerem também o treinamento. Aprendemos muita coisa além disso, somente pelo contato direto com vocês.

No fim do treinamento percebemos que anotamos mais de 60 dicas úteis diferentes de coisas que deveríamos saber, pois já trabalhamos há um bom tempo nessa atividade e com as quais nem sonhávamos.

Há alguma coisa que você pode destacar?
A primeira coisa que vi foi a questão do aterramento, à qual quase ninguém dá importância até conhecer os porquês em detalhes.
Trabalhar com pulseira de aterramento numa bancada antiestática era coisa impensável. O manuseio dos componentes sem aterramento com pulseira ou calcanheira, que já vi em muitas lojas, é uma coisa generalizada. E além de ninguém reclamar exigindo mais profissionalismo, o dono da loja deveria treinar seus funcionários, pois isso dá prejuízo para a empresa e para os clientes que poderão não voltar mais para comprar.

Agradecemos a vocês dois pela entrevista e aproveito para destacar que esta questão de ESD é muito negligenciada em nosso país pelos usuários, escolas, empresários e também pelos fabricantes que acreditam não precisar fazer nada, pois, dizem que todos nascem sabendo sobre os fenômenos físicos e irão comprar os produtos por eles fabricados.
Nem sequer visitaram as escolas para constatarem que lá também não ensinam o mínimo sobre o assunto, quanto mais sobre a instrumentação, o Terrômetro, além de muitas outros temas básicos e até obrigatórios no ramo da eletrônica.



Manta Magnética com alto poder de atração

Todo meio de comunicação visual é de extrema importância, por isso são necessário produtos que ofereçam variedades em suas aplicações e qualidade. Pensando nisso, a Manta Magnética torna-se o produto ideal, destacando-se por sua ampla aplicação, podendo ser usada desde decorações e brindes até sinalização veicular.

A manta magnética é produzida pelo processo de calandragem de uma massa composta por ferrita magnética, isenta de chumbo, à base de bário (ou estrôncio) e polímeros atóxicos e sem plastificantes, e permite estabilidade dimensional e resistência química em sua aplicação. Possui alta atração de magnetismo na superfície onde é afixada.

"Ideal para o segmento de Comunicação Visual por possuir variedades em suas aplicações, permite o uso da criatividade do consumidor, além de uma fixação segura com alto poder de atração", comenta Sílvia Orrù - gerente de marketing da VICK.

Um produto de alta qualidade e com infinitas aplicações, entre elas: sinalização de veículos, decoração, brinquedos e jogos, produtos promocionais, cartões de visita, brindes, publicidade, quadros e displays, porta-retratos e até onde sua imaginação permitir.

Disponível em três tipos: Natural sem revestimento, Adesivada com uma camada de cola protegida por um lining na superfície não magnetizada, e Vinílica com revestimento em vinil na superfície não magnetizada.

Novos Indicadores com LEDs

A Banner Engineering lançou cinco novos indicadores EZ-LIGHT que oferecem visibilidade de longo alcance sob sol intenso ou em ambientes interiores com iluminação muito forte. Todos utilizam tecnologia LED para oferecer uma vida útil mais prolongada e menor consumo de energia do que luzes fluorescentes ou incandescentes.

K50

A luz do K50 Beacon é de alta intensidade, sendo visível em neblina ou nevoeiro ao redor de todo o perímetro para controle de trânsito (ou portão de entrada) em lava-carros ou estacionamentos. Alguns modelos também emitem luz na parte superior.

TL50

Mais fino do que as tradicionais colunas de luzes, o TL50 Beacon Tower Light tem segmentos com até quatro cores, oferecendo indicação de alta visibilidade da condição dos equipamentos automatizados em uma fábrica. Também há modelos sonoros.

As colunas de luzes de trânsito pré-montadas em cada gabinete, com até três cores diferentes, permitem sinalizar o trânsito de forma econômica em ambientes interiores ou exteriores. O campo de visão é controlado para utilização em pistas estreitas.

K50L

Os K50L Daylight Visible Indicators, que são compactos e autocontidos, produzem uma iluminação de alta intensidade para utilização em ambientes exteriores, com até três cores em cada unidade.

K80FL

O Modelo K80FL é um indicador multicolorido com iluminação forte e constante. A face grande e plana transmite informações claras para uma grande variedade de aplicações interiores.

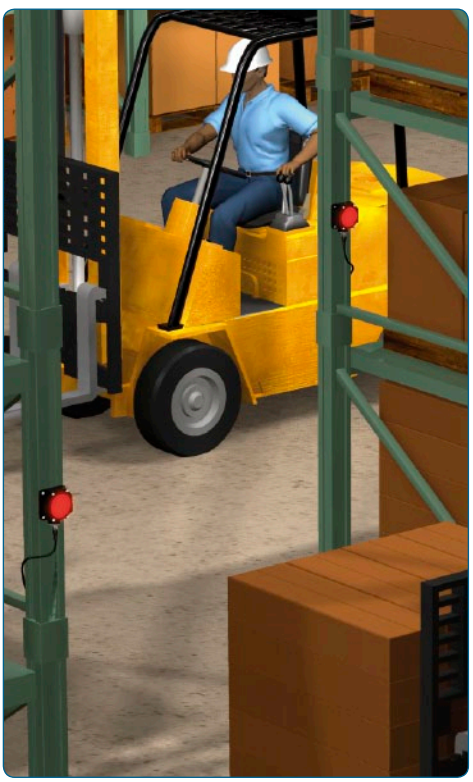
Todos os modelos Banner EZ-LIGHT têm gabinetes robustos com coloração neutra, que denotam claramente se as luzes estão acesas ou apagadas. As unidades são oferecidas com uma ampla gama de opções de alimentação e suportes de montagem. Entre as adaptações especiais destacam-se luzes em combinações de cinco cores selecionadas dentre nove cores disponíveis.

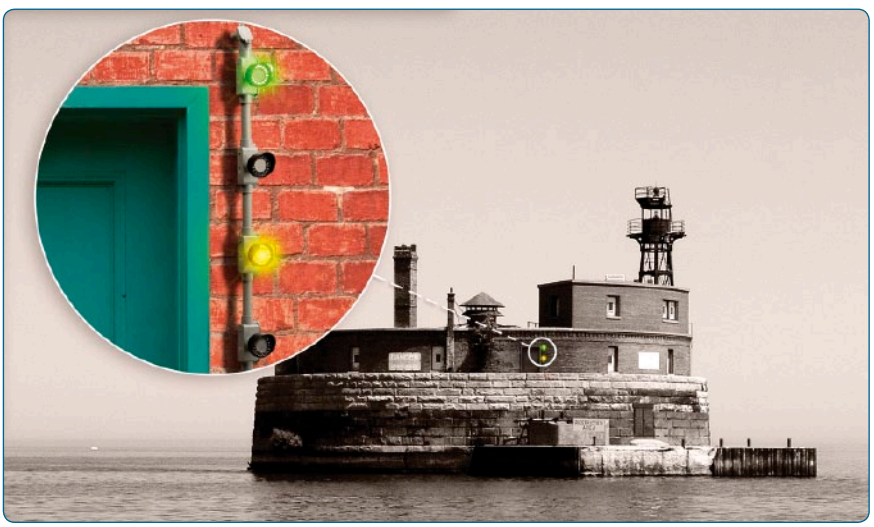
Entre as aplicações, citaremos:

- Controle de trânsito, portões de entrada, estacionamentos, lava-carros, plataformas de carregamento de caminhões
- Semáforos ferroviários
- Tratamento de águas
- Equipamentos móveis
- Automação industrial
- Montagem – *put-to-light, pick-to-light*
- Operação de guindastes
- Depósitos/manuseio de materiais









Fonte de Alimentação Multiportas serve Vários Dispositivos USB

Oferecendo a capacidade de carregar convenientemente vários produtos alimentados por USB em um único lugar, a Fonte de Alimentação Multiportas USB da GlobTek pode alimentar até quatro dispositivos, cada um com 5 V x 1A, de uma entrada de 100 VCA até 240 VCA. Projetada para ser montada em caixas padrão 2x4 como uma tomada convencional, essa fonte multiportas pode ser usada em residências, hospitais, estações de serviços de emergência, casas de repouso, quiosques de vendas, lojas varejistas, ou em qualquer lugar onde vários dispositivos USB precisem ser alimentados e carregados convenientemente.

Disponível em qualquer configuração de quatro conectores USB, desde Micro-B a Mini-A, a fonte de alimentação é protegida contra condições de sobrecarga, sobretensão, e curto-circuito. Atende à UL/cUL e a outras normas da International Safety Agency até IEC/EM 60950 e 60601.1 para ITE e aplicações médicas, além de regras EMI/RFI, diretrizes EMC / CE, e FCC Class B para aplicações ITE.

De acordo com David Rakovsky, COO: "Todo mundo tem vários dispositivos portáteis hoje em dia, e ter certeza de poder carregar e gerenciar todos eles em um só lugar sempre foi um problema. Nossa fonte de alimentação multiportas lhe oferece até quatro conectores USB em uma só tomada. Esse produto é perfeito para lugares onde vários usuários têm seus dispositivos, do balcão da cozinha até o balcão de vendas."

Todos os modelos de fontes de alimentação carregam os logotipos de várias agências internacionais de segurança, e a Marca CE. Relatórios incluindo CB são gerados por um laboratório certificador independente. Projetos de fontes de alimentação modificadas (ou sob medida) também estão disponíveis. A GlobTek oferece agora uma garantia de 5 anos. Uma opção "Made in USA" também está disponível a pedido.



Para mais informações, incluindo o datasheet do produto, visite: **http://www.globtek.com/product.php/122--multi-port-wall-supply-multiple-usb--driven.html**

Nova linha de Nobreaks Sinus Triphases, da SMS Tecnologia Eletrônica

A SMS Tecnologia Eletrônica (**www.sms.com.br**) – fabricante nacional de equipamentos para proteção de energia – anuncia algumas novidades na linha de *nobreaks* corporativos Sinus Triphases nos equipamentos de potências 10 kVA e 20 kVA. Esses produtos chegam ao mercado equipados com a tecnologia DSP (Processador Digital de Sinais) que oferece melhor performance e confiabilidade no funcionamento do nobreak e dos aparelhos nele conectados.

A presença da tecnologia DSP nos nobreaks Sinus Triphases confere algumas propriedades específicas como melhor análise de *logs* de eventos e dados, adaptador de rede SNMP/HTTP nativo, mais memória e maior capacidade de processamento, autoteste mais completo, controle mais eficiente do software sobre o hardware, além de melhor detecção de falhas e medidas em True RMS.

"Mesmo em instalações providas de geradores, os nobreaks são indispensáveis, pois garantem o funcionamento ininterrupto dos equipamentos durante o processo de *start up* do gerador", explica Auster Nascimento, diretor geral da SMS.



Resolvendo Problemas com o CI 4093

O circuito integrado 4093 é um dos mais versáteis de toda a família CMOS. E, ao contrário do que muitos possam imaginar, ele não serve apenas para aplicações exclusivamente digitais. Aproveitando sua facilidade de obtenção, além do baixo custo, oferecemos, neste artigo, alguns circuitos práticos que podem servir como solução rápida para problemas relacionados com automação, processos, controles e muito mais, dependendo apenas da capacidade do leitor em ver onde eles podem ser utilizados.

Newton C. Braga

O circuito integrado 4093 tem tantas utilidades que chegamos a escrever um livro com mais de 200 circuitos empregando esse componente.

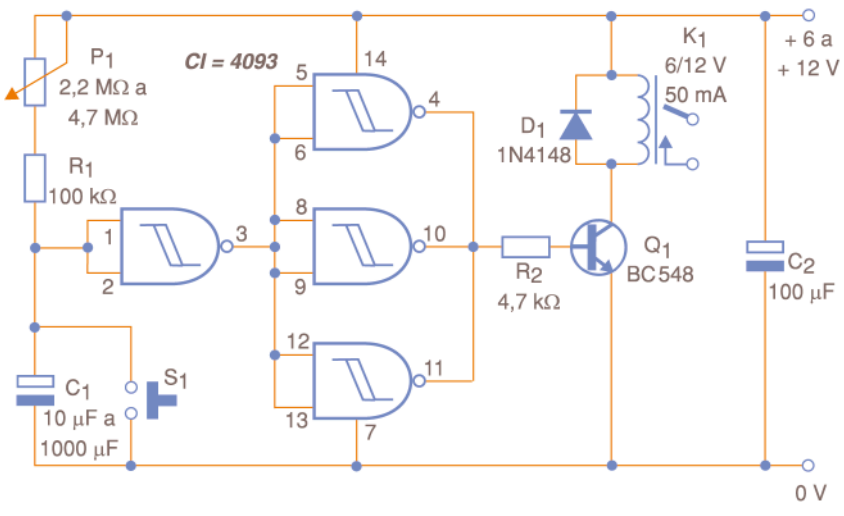
O livro, chamado "CMOS Projects and Experiments – Fun With the 4093 IC", publicado pela Newnes, pode ser acessado no *site* da Amazon, que disponibiliza diversas de suas páginas aos leitores interessados.

Entretanto, para o leitor desta Revista importam as aplicações deste CI que possam servir como soluções práticas para problemas técnicos do dia a dia, principalmente aqueles relacionados com atividades profissionais na indústria, telecomunicações, instrumentação, controle, etc.

Neste artigo,focalizamos então diversas soluções empregando o 4093 em configurações até pouco comuns para os leitores que estejam habituados apenas às configurações lógicas tradicionais dos componentes da família CMOS.

1) Timer de Desligamento Automático

O circuito exibido na **figura 1** desliga uma carga depois de um determinado tempo, transcorrido a partir do momento em que sua alimentação é estabelecida.

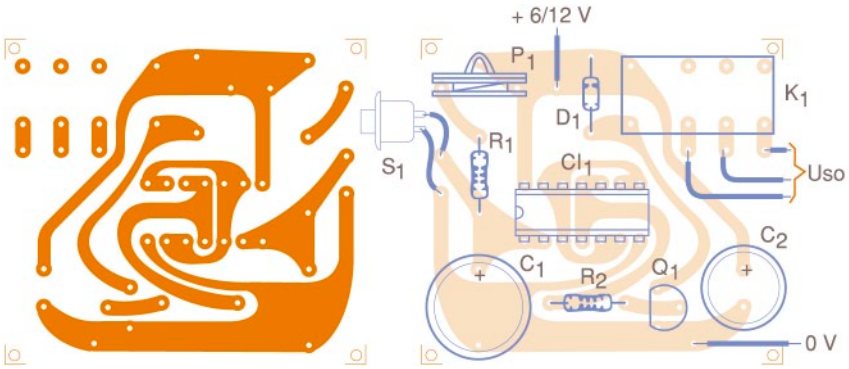


F1. Circuito eletrônico do timer (temporizador).

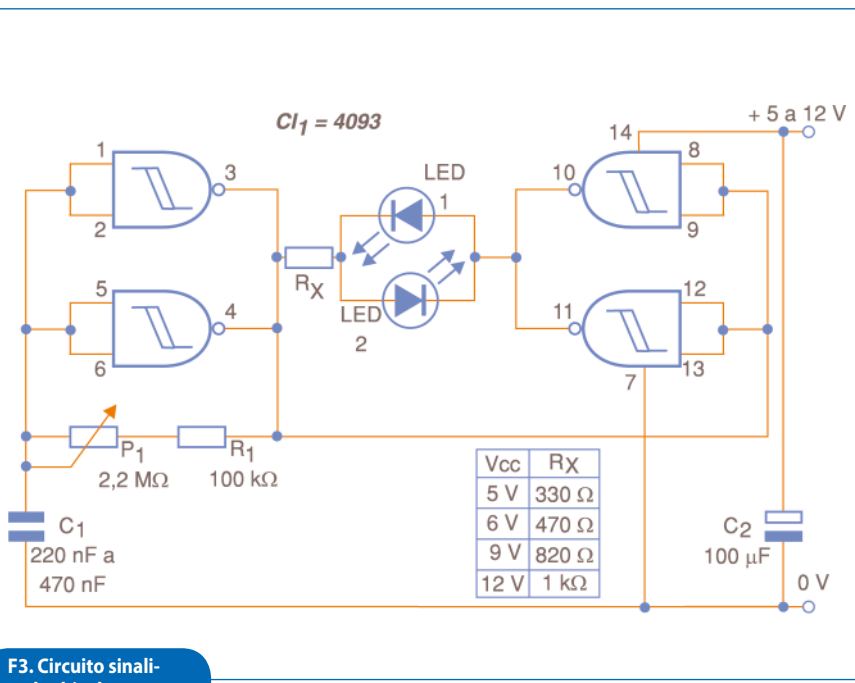
Lista de Materiais 1

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **Q_1** – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
- **D_1** – 1N4148 – diodo de uso geral
- **R_1** – 100 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, amarelo
- **R_2** - 4,7 kΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, vermelho
- **P_1** – 1 MΩ a 4,7 MΩ – potenciômetro
- **C_1** – 10 µF a 2 200 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- **C_2** – 100 µF x 16 V – capacitor eletrolítico
- **K_1** – 6 ou 12 V x 50 mA ou mais sensível – relé
- **S_1** – Interruptor de pressão – opcional – ver texto

Diversos:
Placa de circuito impresso, soquete para o relé (opcional), fios, solda etc.



F2. Montagem do temporizador em PCI.



F3. Circuito sinalizador bicolor.

Esse tempo depende da constante de tempo do circuito RC formado pelo potenciômetro P_1, resistor R_1 e do capacitor C_1, que pode ter valores de até 2 200 µF.

Com os valores maiores, o circuito pode chegar a temporizações superiores a uma hora. Dentre as aplicações possíveis, sugerimos sistemas de desligamento automático ou de acionamento automático temporizado de diversos dispositivos. O tipo de carga controlada depende exclusivamente da capacidade dos contatos do relé utilizado.

Para aplicações em que seja utilizada bateria como fonte de alimentação, deve-se optar por relés de baixo consumo. O interruptor de pressão S_1 é opcional, servindo como *reset* e também para garantir que, na partida, tenhamos uma temporização completa com a carga do capacitor a partir de zero.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse temporizador.

Esta placa prevê a utilização de relés com soquete DIL.

Para relés de maior corrente o desenho da placa deve ser refeito de acordo com a disposição dos terminais, ou mesmo prevendo sua montagem fora da placa.

2) Sinalizador Bicolor de Painéis de Máquinas

Se bem que existam LEDs bicolores com pisca-pisca já incluído, numa aplicação prática eles poderão não estar acessíveis.

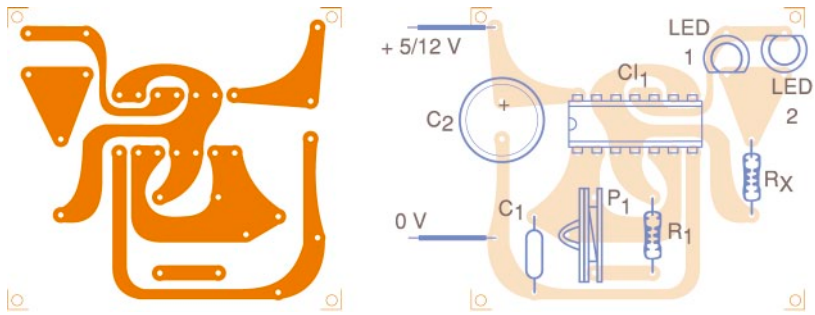
O circuito que mostramos na **figura 3** oferece uma solução rápida e simples para se fazer dois LEDs (de cores diferentes ou não) piscarem alternadamente numa frequência que pode ser ajustada em uma ampla faixa de valores.

A frequência depende de C_1 e também do ajuste do trimpot P_1. O resistor Rx (de limitação de corrente nos LEDs) depende da tensão de alimentação e seu valor é dado pela tabela junto ao diagrama.

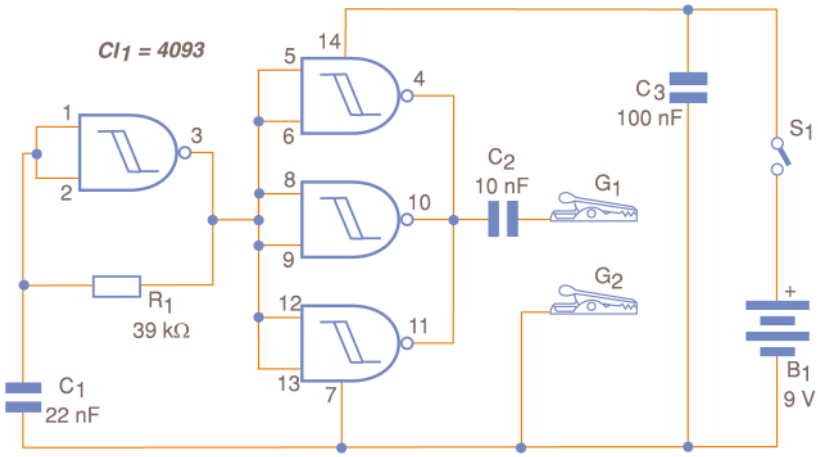
Lista de Materiais 2

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **LED1, LED2** – LEDs comuns de qualquer cor
- **R_1** – 100 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, amarelo
- **Rx** – ver texto – resistor de 1/8 W conforme tensão de alimentação
- **P_1** – 2,2 MΩ – *trimpot*
- **C_1** – 220 nF a 470 nF – capacitor cerâmico ou de poliéster
- **C_2** – 100 µF – capacitor eletrolítico

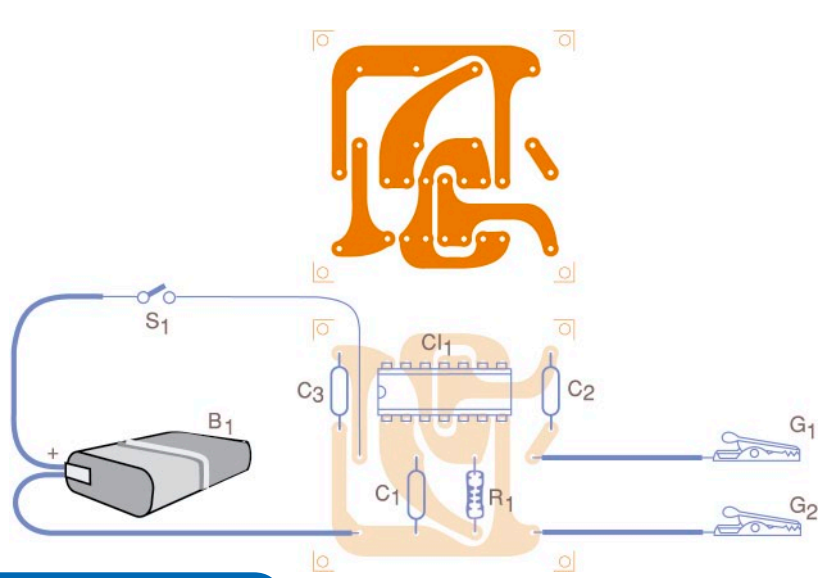
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda etc.



F4. Montagem do sinalizador em PCI.



F5. Circuito elétrico do localizador de cabos.



F6. Montagem do localizador de cabos em PCI.

Na **figura 4** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para implementação deste circuito.

Observamos que a fixação do resistor entre os pinos 4 e 6 possibilita a obtenção de frequência fixa com maior economia para a montagem.

O capacitor C_2 de desacoplamento da fonte é opcional.

3) Localizador de Cabos

O circuito ilustrado na **figura 5** gera um sinal retangular de baixa frequência, mas cujas harmônicas se estendem por um amplo espectro possibilitando dessa maneira, sua captação por receptores de ondas médias e curtas próximas.

Isso significa que injetando o sinal deste circuito em um cabo, podemos acompanhá-lo pelo seu duto (desde que não metálico, pois atua como blindagem) utilizando como receptor um rádio de ondas médias ou curtas comuns. Basta, para tanto, colocar o receptor numa frequência livre da faixa onde uma harmônica mais forte do circuito possa ser sintonizada.

O circuito gera sinais com intensidade suficiente para permitir a detecção do cabo, mesmo embutido ou enterrado a profundidades que cheguem a 20 cm ou mais.

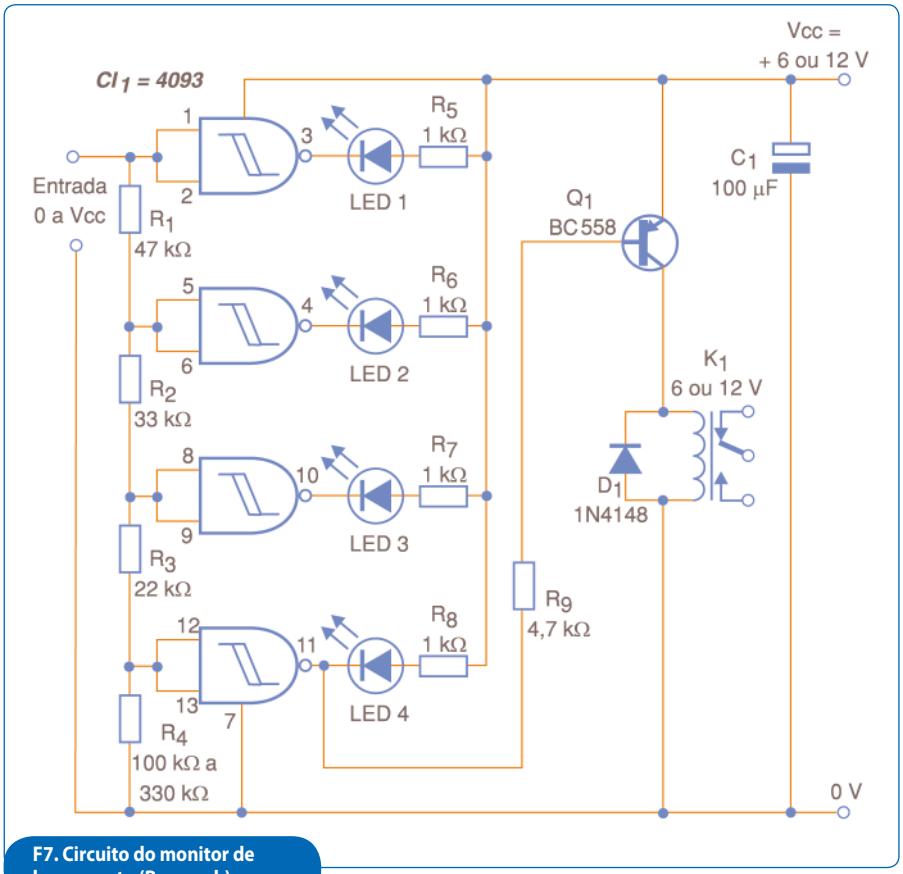
A alimentação do circuito pode ser feita com uma bateria de 9 V e como seu consumo é muito baixo, ela terá uma grande durabilidade nessa aplicação. Na **figura 6** temos uma placa de circuito impresso para a montagem deste localizador de cabos.

Para utilizá-lo, obtém-se maior eficiência quando uma das garras é ligada a

Lista de Materiais 3

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado
- **R_1** – 39 kΩ x 1/8 W – resistor – laranja, branco, laranja
- **C_1** – 22 nF – capacitor cerâmico
- **C_2** – 10 nF – capacitor cerâmico
- **C_3** – 100 nF – capacitor cerâmico
- **S_1** – Interruptor simples
- **B_1** – 9 V – bateria
- **G_1, G_2** – garras jacaré comuns

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



F7. Circuito do monitor de barramento (Bargraph).

uma das extremidades do cabo (a outra extremidade deverá estar desligada) e a outra garra a um objeto de metal ou terra.

4) Monitor de Barramento

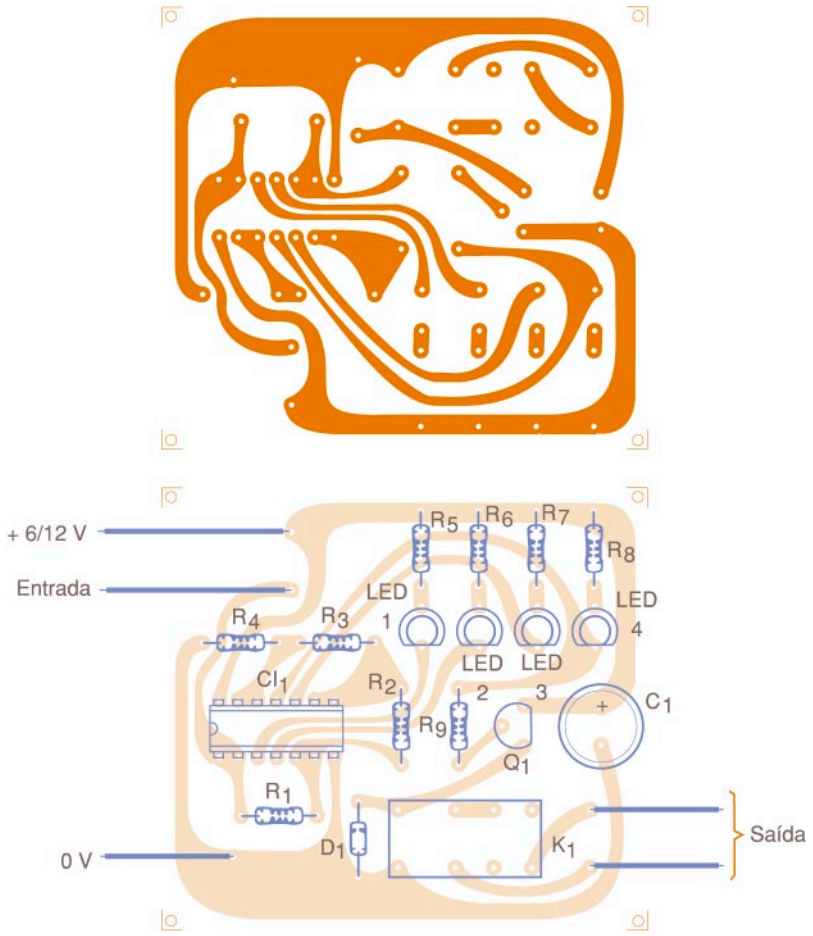
O circuito exibido na **figura 7** é uma solução pouco comum para um *bargraph,* que aciona um relé quando a tensão de entrada supera um valor programado pelo divisor de tensão de referência.

O circuito pode ser empregado para disparar um alarme ou desativar uma máquina, quando a tensão de entrada superar determinado valor. Com o acréscimo de um circuito de disparo no primeiro LED, podemos também fazer com que um segundo relé seja disparado no caso de uma subtensão.

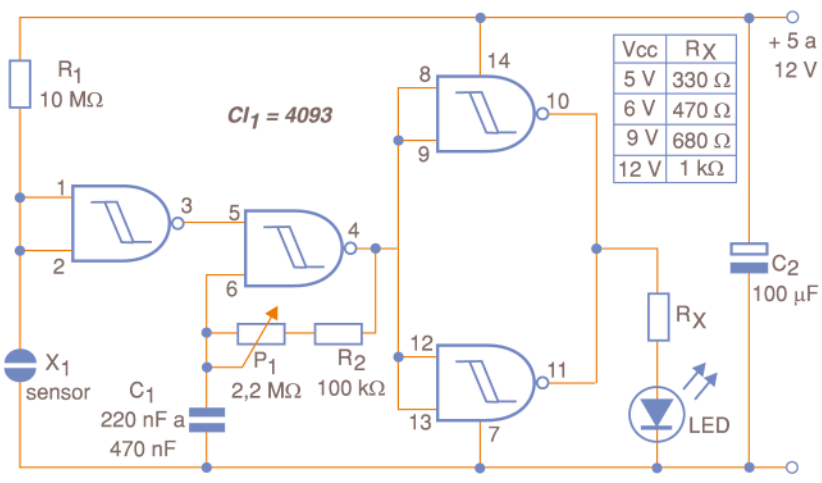
A tensão de acionamento de cada um dos 4 LEDs é programada pelo divisor resistivo formado nas entradas das portas NAND do 4093, que funcionam como comparadores. Os valores indicados proporcionam







F8. Montagem do monitor de barramento em PCI.



F9. Circuito elétrico do sensor de nível de líquidos.

Lista de Materiais 4

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **Q_1** – BC558 ou equivalente – transistor PNP de uso geral
- **LED1 a LED4** – LEDs vermelhos comuns
- **D_1** – 1N4148 – diodo de uso geral
- **R_1** – 47 kΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, laranja
- **R_2** – 33 kΩ x 1/8 W – resistor – laranja, laranja, laranja
- **R_3** – 22 kΩ x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, laranja
- **R_4** – 100 kΩ a 330 kΩ x 1/8 W – resistor
- **R_5 a R_8** – 1 kΩ x 1/8 W – resistores – marrom, preto, vermelho
- **R_9** – 4,7 kΩ x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, vermelho
- **K_1** – 6 ou 12 V x 50 mA ou mais sensível – relé
- **C_1** – 100 µF x 16 V – capacitor eletrolítico

Diversos:
Placa de circuito impresso, soquete para o relé, fios, solda etc.

uma escala logarítmica dentro de uma faixa de tensões estreitas de entrada.

O relé depende exclusivamente do tipo de carga que se deseja controlar e o circuito pode ser alimentado com tensões de 6 a 12 V.

Na **figura 8** temos a placa de circuito impresso para esta aplicação, pressupondo-se o uso de LEDs discretos e de um relé com base DIL para montagem em soquete.

O desenho pode ser alterado para utilização de barras de 4 LEDs e outros tipos de relés.

Com o acréscimo de uma rede RC na entrada, o circuito pode ser transformado em um temporizador com monitoramento de estado sequencial pelos LEDs.

5) Sensor de Nível de Líquidos e/ou Vazamentos

Dois pedaços de fios descascados ou duas chapinhas de metal são utilizadas como sensor no circuito da **figura 9**.

Quando a resistência entre os elementos do sensor cai para menos de 3 Mohms (valor determinado por R_1), o

LED passa a piscar numa frequência que pode ser ajustada no *trimpot*.

O circuito pode ser empregado para monitorar o enchimento de reservatórios de água, vazamentos, início de chuva e outras aplicações que envolvam a umidade ou água para acionamento.

Com uma etapa de potência adicional, o circuito pode ser usado para ativar um indicador sonoro tipo "sonalert".

A frequência das piscadas é determinada por C_1.

A alimentação do circuito pode ser feita com tensões de 6 a 12 V vindas de pilhas, bateria ou fonte.

Todavia, por questões de segurança, caso utilizada fonte de alimentação, ela deverá ser obrigatoriamente do tipo isolado da rede por transformador.

O resistor Rx que determina a corrente no LED depende da tensão da alimentação e tem seus valores dados pela tabela junto ao diagrama.

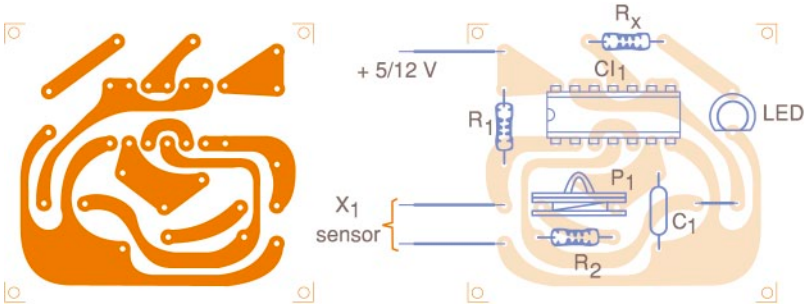
Na **figura 10** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste circuito indicador.

Uma redução da sensibilidade pode ser conseguida com a diminuição de R_1.

Lista de Materiais 5

- **CI_1** – 4093 – circuito integrado CMOS
- **LED** – LED vermelho ou de qualquer outra cor
- **R_1** – 10 MΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, azul
- **R_2** – 100 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, amarelo
- **Rx** – ver texto – 1/8 W – resistor
- **C_1** – 220 nF a 1 µF – capacitor cerâmico ou poliéster
- **C_2** – 100 µF x 16 V – capacitor eletrolítico

Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, sensor, etc.



F10. Montagem do sensor de nível de líquidos em PCI.



Imagine o automóvel do futuro – conectado às redes sociais e às fontes de informação, utilizando o tempo de maneira eficiente e gastando apenas energia renovável. A reinvenção do automóvel terá os mais profundos efeitos sobre as cidades. Este livro apresenta uma solução a brangente e integrada para o futuro dos automóveis e dos sistemas pessoais de mobilidade nas cidades.





Aproveite também

- A Verdadeira História do Fusca
- Redes de Comunicação Automotiva

novasaber
www.novasaber.com.br

Matemática para Técnicos:
A Função "Seno" e a Onda Senoidal

O principal objetivo deste artigo consiste em passar aos técnicos e aos estudantes de eletrônica o modo como se origina a onda senoidal e como ela é definida matematicamente.

Para isso, o leitor precisa conhecer primeiro a função trigonométrica "seno", assim como suas propriedades e a maneira de aplicá-las.

A definição matemática é fundamental para que os leitores possam entender melhor a forma, inclusive a sua evolução no tempo.

Francisco Bezerra Filho

A onda senoidal aparece em praticamente todos os equipamentos analógicos, por exemplo: osciladores, amplificadores de uma maneira geral, e também na transmissão de canais de voz. O seu perfeito conhecimento, incluindo o seu domínio técnico, ajudará em muito os profissionais nas suas atividades diárias, principalmente no estudo mais avançado da eletrônica.

Sistema de Coordenadas XY

Na **figura 1 A** temos um sistema de retas xy conhecidas por coordenadas cartesianas, sendo uma posicionada na horizontal - denominada reta x - e outra na vertical, conhecida por reta y.

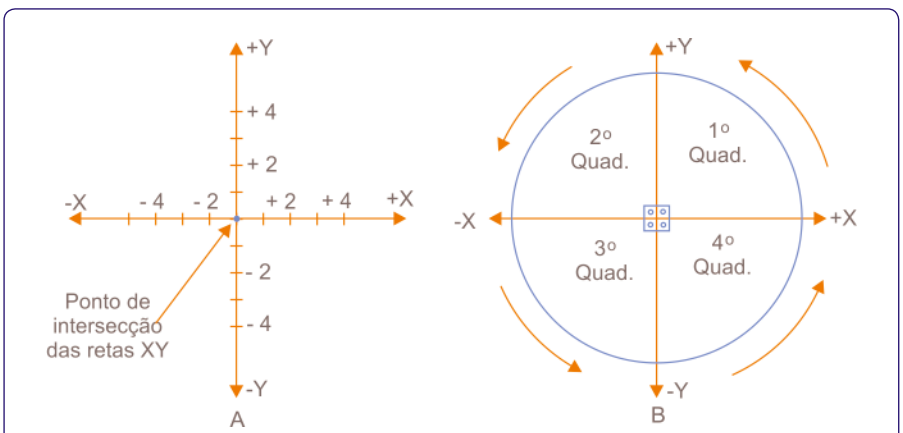
No ponto onde elas se cruzam temos o seu ponto de intersecção, onde a partir dele, cada reta é dividida em duas semirretas. A semirreta x, que está posicionada à direita do ponto de cruzamento, é positiva (+x), ao passo a que está à esquerda é negativa (-x). Por sua vez, a parte da semirreta y que está acima do ponto de cruzamento é positiva (+y) e a parte que está abaixo é negativa (-y).

O ponto onde as retas se cruzam é neutro, no qual as polaridades das retas xy mudam, passando do positivo para o negativo, ou vice-versa.

Se em torno do ponto de transição for traçado um círculo, tendo o seu centro neste ponto, ele em conjunto com as quatro semirretas irão dividir a circunferência em quatro quadrantes com quatro ângulos retos, ou de 90°, contados no sentido anti-horário, como se vê na **figura 1 B.**

Projeção e Abertura do Ângulo

Se a partir do ponto de cruzamento das retas xy, for traçada a reta OP, e a partir do ponto posicionado sobre a circunferência for traçada uma segunda reta, projetando o ponto P sobre a reta x, segmento PN, reta essa conhecida



F1. Posicionamento das retas XY e a divisão da circunferência em quatro quadrantes.

Adquira o mais completo livro sobre manutenção de fornos de micro-ondas do Autor, à venda na Gráfica D&F:

Rua Santa Efigênia, nº 295
1º andar – Sala 103

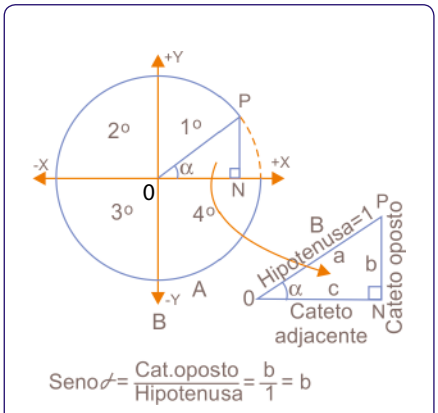
Fone: (011) 3337-2391
(falar com Fábio)

por normal, as retas OP, PN e ON formarão um triângulo retângulo, com um ângulo de abertura alfa (α) , como mostrado na **figura 2 A.**

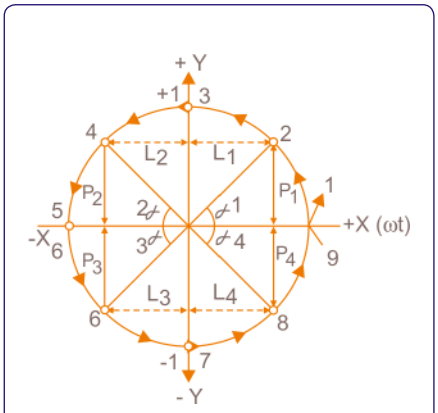
É considerado como raio da circunferência, todo o segmento de reta que tem sua origem no ponto de cruzamento das retas xy, prolongando-se até cortar a circunferência.

No estudo da função trigonométrica, o raio da circunferência é unitário e vale sempre 1, podendo ser: 1 cm, 1 m ou 1 km. Com isso pode-se dizer que o segmento OP, visto na figura 2A é o raio da circunferência e portanto vale 1.

Agora, se o triângulo formado pelos segmentos de retas: OP, PN e ON inscrito na circunferência, for retirado para fora dela, teremos o triângulo visto na **figura 2 B.**



F2. Projeção do triângulo OPN e a função seno.



F3. Projeção da função seno nas semirretas +Y e -Y.

Formação da Função Seno

O triângulo visto na figura 2 B é formado por três semirretas: a semirreta OP, que representa a sua hipotenusa que, como vimos, é o próprio raio da circunferência, portanto tem valor unitário, sendo representada pelo segmento "a". Por sua vez, a semirreta PN representa o cateto oposto ao ângulo alfa, sendo representado pelo segmento "b". Finalmente, a semirreta ON, posicionada sobre o eixo X, representa o cateto adjacente ao ângulo alfa, sendo representado pelo segmento "c".

Neste triângulo estão relacionadas as quatro principais funções trigonométricas, que são: Seno, Cosseno, Tangente e Cotangente, mas no nosso estudo só irá nos interessar a função SENO.

Assim, temos: seno de alfa é igual ao cateto oposto sobre a hipotenusa, considerando-se a hipotenusa unitária (raio = +1), vemos que o seno de alfa é o próprio comprimento da semirreta PN, representado no triângulo pelo segmento "b" seno α = b.

Amplitude e a Projeção do segmento PN na Reta Y

Temos um objeto qualquer, que pode ser um ponto luminoso, um carro ou a ponta de um ponteiro de relógio, movendo-se sobre a circunferência, saindo do ponto 1, sobre o eixo x, fazendo portanto, um movimento anti-horário, passando sobre todos os demais pontos posicionados sobre a circunferência e voltando novamente ao eixo x, ponto 9, dizemos que o objeto fez uma volta completa sobre a circunferência, veja na **figura 3.** Para cada ponto em que o objeto parar sobre a circunferência, teremos a projeção do ponto considerado, sendo projetada sobre o eixo x.

Por exemplo, se o objeto em evolução parar no ponto 2, portanto dentro do 1° quadrante, teremos a projeção P1, projetada sobre o eixo x e como se vê , sua amplitude ou comprimento está paralela à reta y, sendo assim projetada na sua parte positiva, linha L1. Quando para no ponto 3, sua projeção sobre o eixo x coincide com o próprio raio da circunferência. Portanto vale +1, que corresponde à sua amplitude máxima positiva.

Quando o objeto para no ponto 4, portanto dentro do 2° quadrante, temos a projeção P2 sobre o eixo x.

Como se observa, mais uma vez a projeção P2 está paralela à reta Y, na sua parte positiva linha L2.

Quando o objeto atinge o ponto 5, sua amplitude projetada sobre o eixo x é zero. Nesse ponto, como podemos verificar, há a transição da parte positiva da reta y para a sua parte negativa.

Quando o objeto atinge o ponto 6, portanto, dentro do 3° quadrante, sua projeção sobre o eixo x, projeção P3, está paralela à reta y, agora na sua parte negativa, linha L3.

Quando ele atinge o ponto 7, sua projeção sobre o eixo x, mais uma vez coincide com o próprio raio da circunferência, atinge seu valor máximo negativo, ou seja, -1.

Quando ele atinge ponto 8, dentro do 4° quadrante, sua projeção sobre o eixo x, projeção P4, está mais uma vez projetada na parte negativa da reta y, linha L4.

Quando ele atinge o ponto 9, sobre o eixo x, ele completou sua trajetória, fechando o círculo.

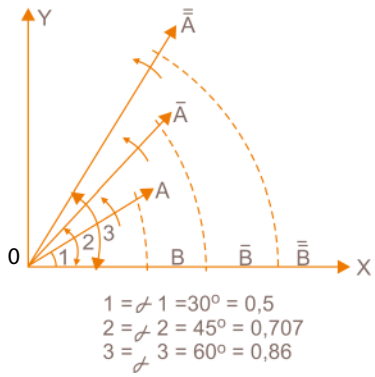
Como podemos ver, no 1° e 2° quadrantes as projeções P1 e P2 estão projetadas na reta y, na sua parte positiva; já no 3° e 4° quadrantes, as projeções P3 e P4 estão projetadas na parte negativa da reta y.

Assim, de uma maneira simplificada, podemos dizer que a função "seno", no 1° e 2° quadrantes é positiva e no 3° e 4° é negativa.

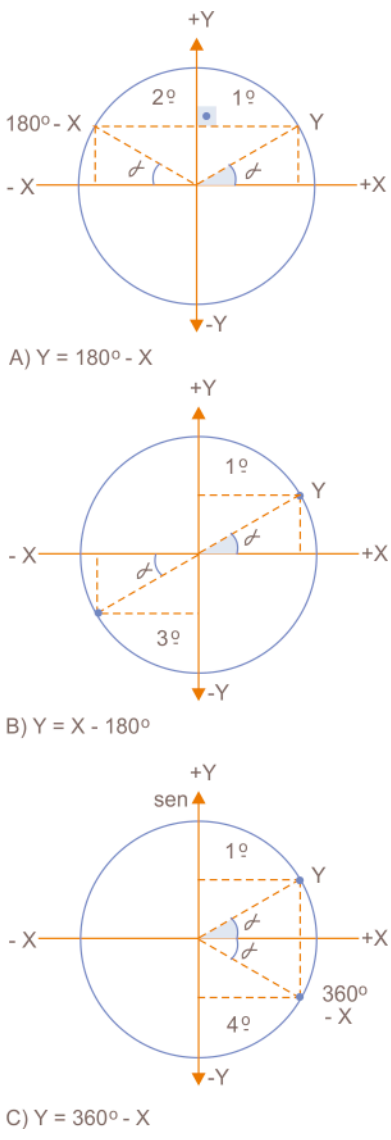
Reparando na figura 3, a projeção atinge seu valor máximo positivo (+1) no ponto 3 e seu valor máximo negativo (-1) no ponto 7 e nos demais pontos sua projeção é sempre menor que 1, vide **tabela 1.**

Abertura do Ângulo em graus	0	10º	20º	30º	40º	50º	60º	70º	80º	90º	1
Comprimento do Arco ou do Segmento "b", vide figura 2B	0	0,173	0,342	0,5OO	0,642	0,766	0,866	0,939	0,948	1	2

T1. Conversão de Grandeza Angular em Linear



F4. Abertura do ângulo α e a variação do comprimento do arco AB.



F5. Como reduzir o ângulo ao 1° quadrante.

Definição do Ângulo e de sua Abertura

O ângulo é definido como sendo a distância entre duas retas; por sua vez, a sua abertura é definida como sendo o comprimento do arco AB, quando medido sobre a circunferência (linhas pontilhadas), observe a **figura 4.** Nesta figura, temos duas retas: a reta OA e a reta OB, sendo a reta OB posicionada sobre o eixo x, portanto fixa. A que se movimenta é a reta OA, sendo que o extremo A representa o objeto que se desloca sobre a circunferência.

Como se vê, as retas OA e OB têm seus extremos fixos no ponto O. À medida que a reta OA afasta-se do eixo x, o comprimento do arco AB também aumenta na mesma proporção.

Por exemplo, considerando-se o comprimento do raio da circunferência unitário, valendo 1 metro (raio = +1m), à medida que o ponto A afasta-se do eixo x, movendo-se sobre a circunferência para um ângulo de abertura de 30°, ângulo 1, $\overline{\alpha} = 30°$. O arco AB, linha pontilhada, apresenta um comprimento de 50 cm.

Quando o ponto desloca-se mais uma vez, vamos ter o ângulo 2 com uma abertura de 45°, o arco $\overline{A}\overline{B}$ apresenta um comprimento de 70,7 cm, se o ponto afasta-se ainda mais, gerando o ângulo 3 com uma abertura de 60°, o comprimento do arco $\overline{\overline{A}}\overline{\overline{B}}$, tem agora um comprimento de 86 cm. Para os demais ângulos (ver tabela 1).

Como vimos acima, na função seno, tanto o ângulo como a abertura, aumentam no mesmo sentido. Só lembrando que os arcos AB, linhas pontilhadas, em um total de três, vistos na figura 4, estão posicionados sobre a mesma circunferência: no exemplo dado eles foram desenhados separados, e isso foi feito para facilitar a sua compreensão por parte dos leitores.

Conversão de Grandezas: Angular vs. Linear

Como observamos na figura 2 A, onde temos o ângulo α e sua projeção PN, o ângulo é expresso em graus, ao passo que o arco representado pelo segmento "b", visto na figura 2 B, é expresso por uma grandeza linear, que pode ser dada em cm, m ou km. Como vimos no capítulo anterior, à medida que o ângulo abre o arco, que corresponde a praticamente a projeção PN, este aumenta na mesma proporção.

Assim, para converter uma grandeza na outra, precisamos dispor de um meio de conversão, que pode ser uma tabela ou uma calculadora eletrônica que disponha da função seno. De acordo com a tabela 1, na linha 1 temos o valor do ângulo em graus, variando de 10° em 10°, e na linha 2, temos a grandeza linear, os valores do arco AB ou da projeção PN, variando de zero a +1, valores esses válidos para o 1° quadrante. Para os ângulos posicionados nos demais quadrantes, eles podem ser reduzidos ao 1° quadrante, como será mostrado no próximo capítulo.

Como reduzir ângulos ao 1° quadrante

As tabelas de conversão só permitem fazer-se conversão para ângulos posicionados dentro do 1° quadrante. Mas através de uma equação matemática simples, podemos reduzir os ângulos posicionados nos demais quadrantes para o primeiro, e uma vez posicionado nele, podemos aplicar a tabela de conversão sem nenhum problema.

Se o ângulo dado cair no 2° quadrante, ângulo este variando de 90° a 180°; vide **figura 5 A,** para reduzi-lo ao 1° quadrante devemos aplicar a soma dos ângulos complementares, ou seja, quanto falta para completar o ângulo de 180°; assim temos:

$$Y = 180^o - X$$

Onde X representa o ângulo dado e Y o ângulo quando posicionado no 1° quadrante.

Por exemplo, se é dado um ângulo de 140° (X=140°), quando reduzido ao 1° quadrante, ele vale:

$$Y = 180^o - 140^o = 40^o$$

Obeserve a figura 5 A.

Quando o ângulo dado cai no 3° quadrante, para reduzi-lo ao 1° quadrante devemos aplicar a soma dos ângulos suplementares, isto é, quanto ele passa de 180°.

Lembramos que este é um caso especial, o ângulo procurado, ângulo Y, é o ângulo dado subtraído de 180°, isto é:

$$Y = X - 180^o$$

Veja a **figura 5 B**. Por exemplo, se é dado um ângulo de 220°, quando ele é reduzido ao 1° quadrante, vale:

$$Y = X - 180^o \rightarrow$$
$$Y = 220^o - 180^o = 40^o$$

Quando o ângulo dado cai no 4° quadrante, para reduzi-lo ao 1° quadrante , mais uma vez, usamos a soma dos ângulos;

$$Y = 360^o - X$$

Por exemplo, se é dado um ângulo de 300°; quando reduzido ao 1° quadrante, vale;

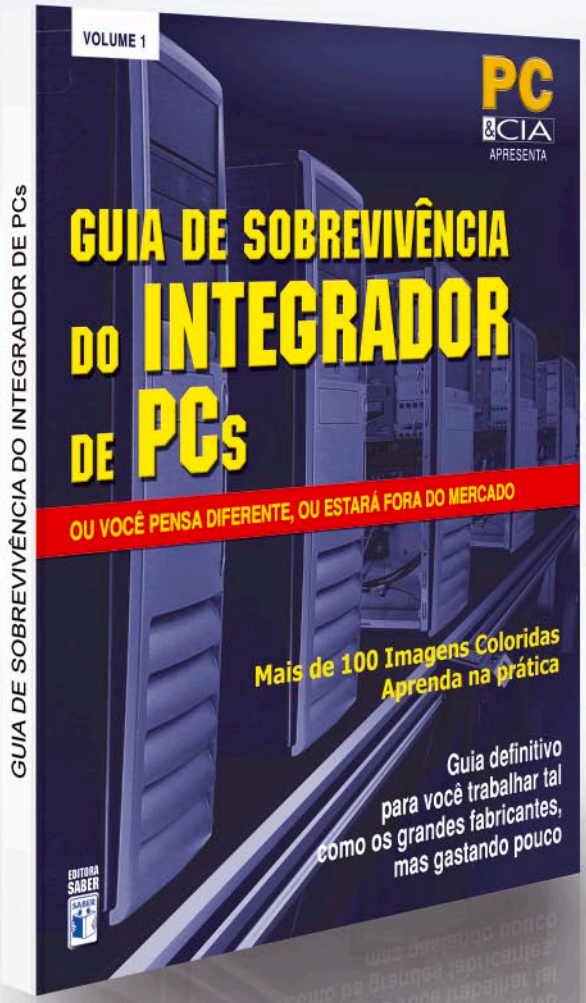
$$Y = 360^o - 300^o = 60^o$$

Vide **figura 5C.** Só lembrando: quando entramos com qualquer valor de ângulo em uma calculadora eletrônica que disponha da função " seno", ela executa todo o processo de redução ao 1° quadrante e já nos dará os valores conforme mostra a tabela 1.

Formação da Onda Senoidal

A onda senoidal, como o próprio nome sugere é derivada da função seno. Na **figura 6 A** temos uma circunferência, a qual foi dividida em doze partes iguais, onde cada intervalo corresponde a um ângulo de 30°. Na coluna 1, vista na **tabela 2,** temos o

Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



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

Veja mais detalhes em
www.novasaber.com.br

Quadrantes	Pontos Marcados sobre a circunfêrencia	Valor do ângulo em graus	Valor do Ângulo no 1º quadrante em graus	Comprimento do arco PN ou do segmento "b", vide figura 2 B
1º	1	30	_	0,5
	2	60	_	0,86
	3	90	_	1
2º	4	120	Y = 60	0,86
	5	150	Y = 30	0,5
	6	180	Y = 0	0
3º	7	210	Y = 30	-0,5
	8	240	Y = 60	-0,86
	9	270	Y = 0	-1
4º	10	300	Y = 60	-0,86
	11	330	Y = 30	-0,5
	12	360	Y = 0	0
_	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4

T2. Valores do comprimento do Arco PN do Segmento "b", variando de 30º em 30º.

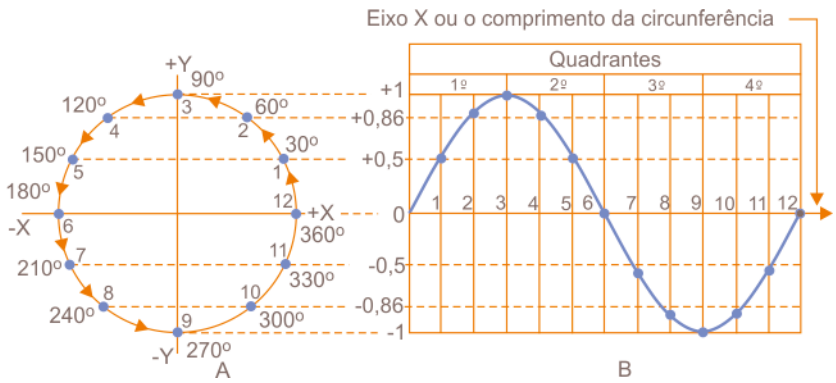
número de pontos em que a circunferência foi dividida em um total de 12 pontos. Na coluna 2 temos os ângulos da circunferência, variando 0° a 360° em intervalos de 30°. Na coluna 3 temos os ângulos vistos na coluna 2, mas já reduzidos ao 1° quadrante .

Finalmente, na coluna 4 temos o comprimento da projeção PN, vista na figura 2A, que corresponde ao segmento b mostrado na figura 2B,ou ainda o comprimento do arco AB visto na figura 4, para ângulo. Assim a projeção PN, no 1° e 2° é positiva e no 3° e 4° é negativa.

Se fosse colocado um barbante sobre a circunferência, vista na figura 6 A, e a seguir ele fosse esticado sobre o eixo x ou eixo horizontal, visto na **figura 6B**, teríamos o comprimento da circunferência projetada agora sobre o eixo x, onde aparecem todos os números marcados sobre a circunferência.

O gráfico dado na **figura 6B** é formado por linhas horizontais que representam o comprimento da circunferência (por meio de 12 linhas) e por linhas verticais que representam o comprimento ou amplitude da projeção PN.

Se os números vistos na coluna 1 da tabela 2 e os valores indicados na coluna 4 fossem posicionados na reta y, da figura 6 A, sempre em pares correspondentes, e nos pontos de cruzamento das retas xy fossem marcados pontos e , a seguir, todos os pontos fossem unidos entre si, teríamos a reprodução de uma onda senoidal conforme se observa no gráfico da figura 6 B. Não esquecendo que, quanto maior for o número de pontos assinalados sobre a circunferência, mais fiel será a reprodução da onda.



F6. Comprimento da circunferência, sua projeção no eixo X e a formação da onda senoidal.

No 1° quadrante a onda aumenta de amplitude, partindo do zero até atingir o seu valor máximo positivo no ponto 3, já no 2°, ela começa a diminuir a sua amplitude até atingir a sua amplitude nula (ou zero) no ponto 6. No 3°, ela volta a aumentar a sua amplitude, agora no sentido negativo, até atingir sua amplitude máxima negativa no ponto 9. No 4°, ela volta ao eixo x, completando assim o seu ciclo.

Conclusão

Como podemos concluir, a onda senoidal projetada no gráfico da figura 6 B atendeu o objetivo proposto no início do nosso artigo, que era de demonstrar a formação da onda senoidal a partir da função seno. T

Funcionamento do Controle Automático de Ganho (CAG)

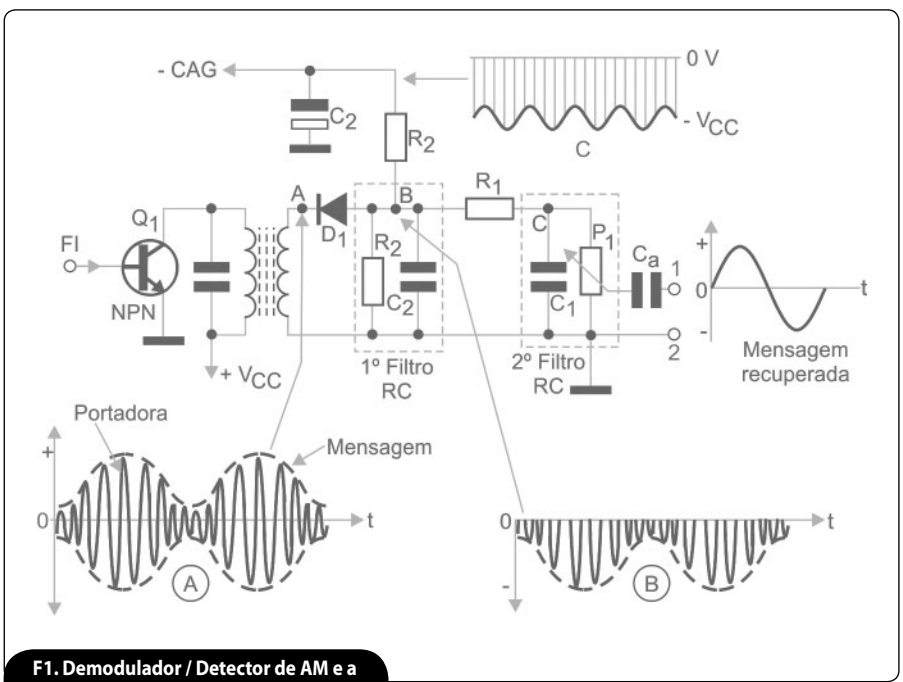
Francisco Bezerra Filho

Neste artigo, descrevemos como funciona um dos mais importantes circuitos em sistemas de comunicação para controlar o ganho nos estágios de RF e FI.

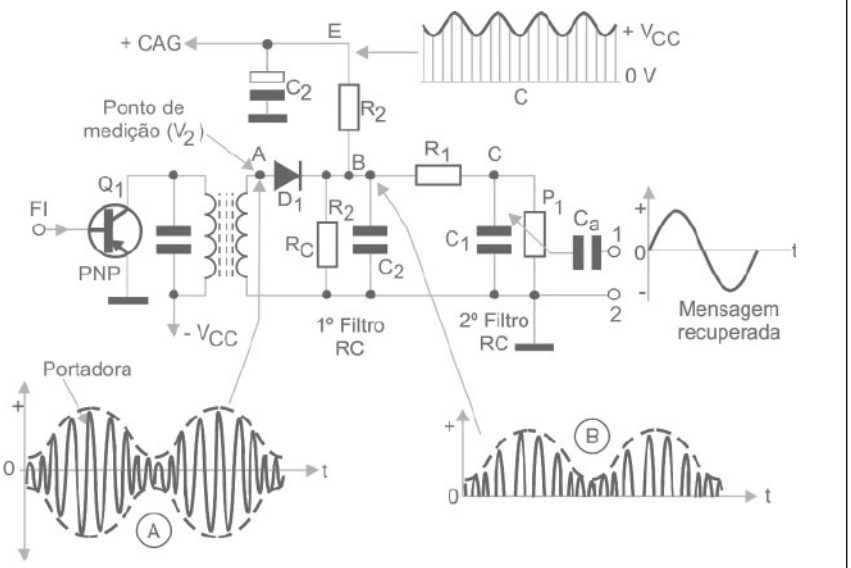
A principal função do CAG em um receptor qualquer, principalmente nos de AM operando em ondas curtas, é controlar automaticamente o ganho nos estágios de RF e de FI, de maneira que os diversos sinais de RF recebidos na antena, sendo cada um com nível diferente, possam ser todos reproduzidos no alto-falante com o mesmo volume. Quando estamos ouvindo uma emissora de rádio operando muito distante, ao mudar a sintonia para uma emissora que está operando próxima, portanto recebendo sinais bem mais fortes, era de se esperar que os sinais reproduzidos no alto-falantes aumentassem de volume, mas não é isso o que acontece, o CAG corrige automaticamente diferenças de níveis.

Por exemplo, se tivermos diversas emissoras de rádio, todas com a mesma potência, cada uma operando em uma cidade diferente, os sinais chegarão na entrada do receptor com intensidades diferentes. Para as emissoras que estão operando mais próximas, os sinais chegarão com maior intensidade, acima de 100 μV, já nas que estão mais distantes os sinais chegarão com baixa intensidade, abaixo de 50 μV.

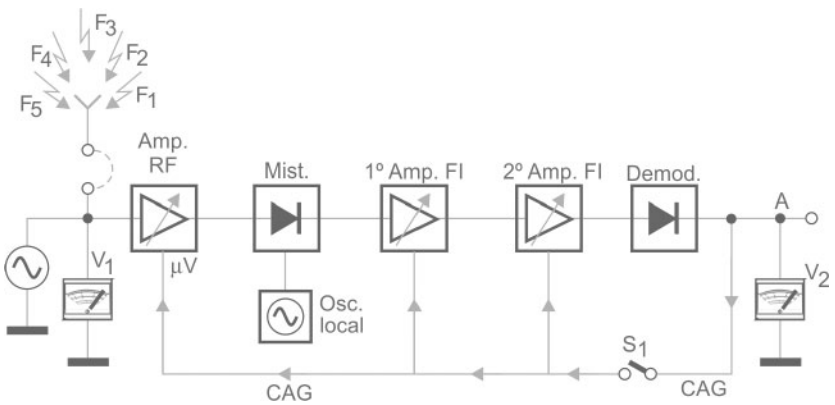
Quando o sinal presente na entrada do receptor é muito forte, a tensão na saída do demodulador também



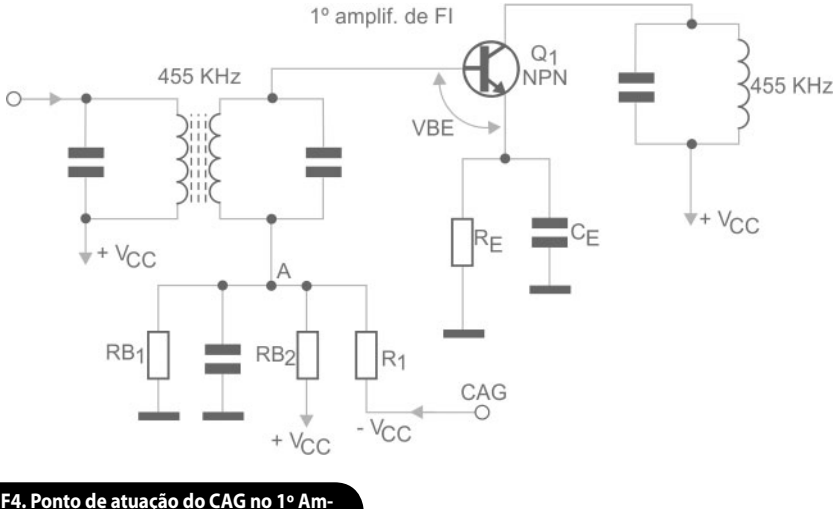
F1. Demodulador / Detector de AM e a tensão do CAG para transistor NPN.



F2. Demodulador / Detector de AM e a tensão do CAG para transistor PNP.



F3. Pontos de aplicação do CAG e Dispositivo para levantar a curva do CAG.



F4. Ponto de atuação do CAG no 1º Amplificador de FI (para Tr. NPN).

aumenta na mesma proporção, sendo ela aplicada de volta nos estágios de RF/FI, reduzindo o ganho, diminuindo com isso o nível do sinal na saída do receptor. Ao contrário, quando o nível recebido é fraco, o CAG age de maneira a aumentar o ganho dos estágios, mantendo o nível na saída constante, como será visto mais adiante.

A tensão responsável pelo controle do ganho é fornecida pelo demodulador, visto a seguir.

Funcionamento do Demodulador AM

Os demoduladores/detectores AM, mostrados nas **figuras 1 e 2**, têm três funções básicas que são:

Demodular a portadora, separar/recuperar a mensagem contida na envoltória da portadora, vide **figura 1A**.

Separar a mensagem da portadora através dos filtros passa baixa do tipo RC, visto na **figura 1**.

Fornecer uma tensão contínua (Vcc) proporcional a amplitude da portadora, usada no controle do ganho (CAG) (**figura 1C**), sendo essa função a que mais nos interessará.

No estudo dos demoduladores AM, dois pontos importantes devem ser levados em consideração: o primeiro é o tipo de transistores usados no rádio, se estes são do tipo NPN ou PNP, que por sua vez, vão determinar o tipo de polarização da tensão da fonte de alimentação: se esta é positiva ou negativa: e o segundo, é a posição do diodo demodulador D1, como se vê nas figuras 1 e 2.

Na **figura 1**, temos um demodulador AM usado em rádio que utiliza transistor do tipo NPN, portanto, com tensão de alimentação positiva, e na **figura 2** um demodulador usado em rádio que emprega um transistor do tipo PNP, com alimentação negativa. Em ambos os demoduladores devemos observar a posição do diodo D1, assim como a polarização da tensão do CAG gerada. Veja as **figuras 1C** e **2C**.

No caso do demodulador da figura 1, o diodo D1, de acordo com sua posição, deixa passar só os semiciclos negativos da portadora (**figura 1B**), bloqueando os positivos, gerando uma tensão nega-

tiva na saída. Através de C2, os picos máximo e mínimo são integrados ou filtrados, resultando em uma tensão Vcc média com baixa ondulação (**figura 1C**).

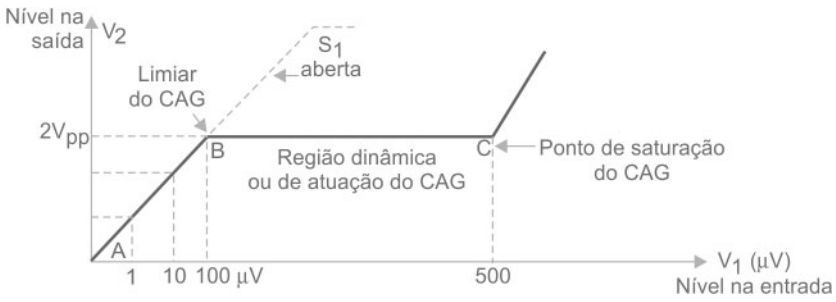
Quanto maior for a amplitude da portadora, presente na entrada do demodulador (**figura 1A**), maior será o nível da tensão negativa gerada, sendo ela aplicada de volta na base dos transistores amplificadores de RF/FI (**figura 3**), reduzindo o ganho dos mesmos, como será visto a seguir.

Ponto de atuação do CAG

A atuação do CAG está baseada no funcionamento conjunto de duas fontes de tensões, sendo uma positiva com tensão fixa e a outra negativa com tensão variável. Se as duas fontes forem aplicadas no ponto A da **figura 4**, ou seja, na junção base-emissor de Q1, dependendo da relação entre a tensão positiva (fornecida pelo divisor de tensão formado por RB1 e RB2) e a tensão negativa do CAG (fornecida pelo demodulador), o ponto A poderá variar entre o positivo e o negativo.

Quando o sinal recebido na antena é de baixa intensidade, a tensão negativa do CAG é mínima, ela praticamente não existirá, predominando a tensão positiva, a tensão VBE atinge o seu valor máximo e o transistor Q1 o ganho máximo. Ao contrário, quando o sinal recebido aumenta de intensidade, a tensão negativa do CAG aumenta na mesma proporção, havendo agora uma subtração de tensões, reduzindo com isso o VBE, e reduzindo também o ganho de Q1. Para que o CAG funcione corretamente, controlando o ganho de Q1, a sua polarização deve ser oposta à da tensão de alimentação, quando uma é positiva a outra deve ser negativa e vice-versa.

Como vimos, a polarização da tensão da fonte dependerá do tipo de transistor usado, se estes são do tipo NPN ou PNP, já a polarização da tensão do CAG irá depender da posição do diodo D1, vide figuras 1 e 2. Quanto à eficácia da atuação do CAG, esta é mais pronunciada nos estágios onde o nível do sinal recebido é baixo como, por exemplo, no estágio de RF e no 1º amplificador de FI, já do 2º amplificador de FI em diante, onde o nível do sinal recebido é mais elevado, a eficiência do CAG fica muito a desejar.



F5. Gráfico de atuação do CAG (V2 x V1).

Gama de Ação do CAG

A gama de ação ou atuação do CAG é definida como sendo a capacidade que o mesmo tem de corrigir as variações que os sinais recebidos na antena sofrem, mantendo o nível na saída constante, região BC da **figura 5**. No gráfico visto nessa figura, o eixo horizontal representa as variações dos sinais recebidos na antena (V1) e no eixo vertical, os níveis dos sinais medidos na saída do demodulador (V2), vide **figura 3**.

Para sinais muito fracos recebidos na antena, variando entre 1 e 100 µV, intervalo AB, o CAG não atua e os sinais na saída aumentam linearmente e, a partir do ponto B, o CAG começa atuar e o nível na saída mantém-se contante. O ponto B é conhecido como região dinâmica ou de atuação do CAG. A partir do ponto C, o CAG satura, não controlando mais o ganho, e o nível na saída volta a aumentar novamente.

No caso da chave S1 estar aberta (sem a ação do CAG), o sinal na saída, a partir do ponto B, aumentará linearmente com o aumento do sinal recebido, linha pontilhada indicada na **figura 5.** Quando a chave é fechada, o CAG volta a atuar novamente.

Só lembrando que o gráfico visto na **figura 5**, é válido tanto para receptores domésticos (exceto os de FM) como para os do tipo profissional.

Como Testar a Ação do CAG

Para levantar-se o gráfico de atuação do CAG dado na **figura 5**, procedemos da seguinte maneira: desligamos a antena do receptor em teste e no seu lugar ligamos um gerador de RF sintonizado em uma frequência dentro da faixa de 525 a 1620 kHz (**figura 3**).

Em paralelo com o gerador ligamos um voltímetro de RF (V1), capaz de medir níveis da ordem de microvolts (µV) para medir o nível do sinal de RF injetado na entrada do receptor. Na saída do demodulador, ponto A, ligamos um segundo voltímetro de RF com a função de medir o nível na saída, e sintonizamos o gerador/receptor para conseguir-se a máxima deflexão no medidor V2.

Quando variamos o nível de saída do gerador, começando por um nível bem baixo,1 µV, e aumentamos gradativamente, vamos observar que no intervalo AB o nível na saída aumenta linearmente, e acima do ponto B o nível na saída se mantém constante em torno de 2 Vpp. Abaixo do ponto B e acima de C, o CAG não consegue controlar o ganho, abaixo do ponto B o nível recebido é muito fraco, não sendo suficiente para acionar o CAG, e acima do ponto C o nível é muito alto e o CAG satura, não conseguindo mais controlar o ganho.

Técnica de Modulação Multiportadora:

Uma análise de problema de multipercurso na transmissão terrestre

Este artigo apresenta a técnica de modulação chamada OFDM, muito utilizada na transmissão terrestre de rádio e TV digital.

Leonardo Gomes Baltar
Marcello Artimos Neves

Diferentemente da transmissão por satélite e por cabo, a transmissão terrestre é afetada pelo problema do multipercurso. O receptor de uma transmissão terrestre recebe o sinal principal transmitido por uma antena somado com alguns ecos (atrasados e atenuados) provenientes de reflexões que ele sofre em obstáculos como montanhas, edifícios, árvores, etc. Além disso, o receptor pode estar recebendo também um sinal de outra antena transmissora situada em lugar mais distante (do receptor) do que a antena principal. Esse sinal recebido da antena secundária também é uma versão atrasada e atenuada do sinal principal e, por isso, seu efeito no receptor é idêntico ao dos ecos ou reflexões.

Visando resolver o problema do multipercurso, foi criada uma técnica de modulação chamada OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplex*). Esta técnica é usada, entre outros casos, na transmissão terrestre dos sistemas de televisão digital europeu e japonês, denominados respectivamente DVB-T (*Digital Video Broadcasting - Terrestrial*) e ISDB-T (*Integrated Services Digital Broadcasting - Terrestrial*), assim como nos sistemas de rádio digital europeu e americano, denominados respectivamente Eureka-147 e IBOC (*In-Band On-Channel*).

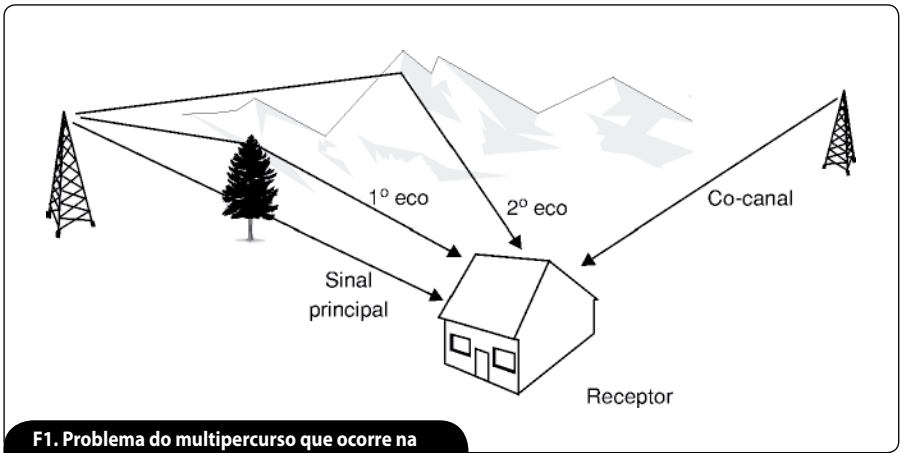
Modelagem do Multipercurso

Considere um determinado sinal s(t) representando um símbolo a ser transmitido durante um intervalo de tempo T. Em um ambiente com problema de multipercurso, o sinal recebido no receptor – $S_{rec}(t)$ – será da forma:

$$S_{rec}(t) = A_0\, s(t) + A_1\, s(t-t_1) + \ldots + A_n\, s(t-t_1)$$

Onde A_0 é a atenuação sofrida pelo sinal principal e A_1, A_2, ..., An são as atenuações sofridas pelas versões refletidas ou ecos, e os tempos t_1, t_2, ..., tn são os atrasos sofridos por cada eco. A **figura 1** ilustra o problema do multipercurso.

Visto isso, o sinal que representa tal símbolo durará, no receptor, mais que o intervalo de tempo T. Na verdade, ele durará T mais o atraso sofrido pelo eco que percorrer a maior distância para



F1. Problema do multipercurso que ocorre na transmissão terrestre de rádio e TV.

chegar ao receptor. Assim, podemos modelar o canal por uma função de transferência g(t) de duração T_G. O resultado da ação da função de transferência g(t) sobre o sinal s(t) será um outro sinal com duração $T+T_G$.

Quando transmitirmos uma sequência de símbolos de duração T por um canal modelado conforme foi exposto, os símbolos posteriores serão influenciados pelos anteriores, visto que tal canal "alonga" a duração de cada um deles em T_G. Isso caracteriza o que chamamos de interferência intersimbólica. Quanto maior o valor de T_G em comparação a T, maior será a interferência intersimbólica.

Multiportadoras

Para reduzir os efeitos do multipercurso, podemos fazer com que a duração de cada símbolo a ser transmitido seja grande em comparação ao acréscimo T_G inserido pelo canal. Para que a duração T seja grande, devemos utilizar, para cada símbolo, portadoras diferentes e com largura de banda razoavelmente estreita; quanto maior o valor desejado para T, menor deverá ser a banda de cada portadora que carregará os símbolos.

Então, para reduzir os efeitos do canal com problema do multipercurso, devemos usar um sistema onde cada símbolo é carregado por uma portadora de banda bem estreita. Quanto mais estreita for esta banda, maior será a duração dos símbolos e menor será a interferência intersimbólica; além disso, mais portadoras "caberão" dentro da banda disponível a ser utilizada. Porém, não podemos reduzir infinitamente a largura de banda de cada portadora, pois nesse caso a duração dos símbolos se tornaria infinitamente grande.

Para que vários símbolos de duração T possam ser transmitidos ao mesmo tempo – cada qual carregado por sua portadora – e possam ser devidamente recuperados, essas portadoras devem ser ortogonais entre si. Duas funções são ditas "ortogonais" quando a área abaixo do gráfico resultante do produto dessas duas funções for nula. Para exemplificar, considere as funções **$c_1(t)$ e $c_2(t)$** e a função **$p(t) = c_1(t) . c_2(t)$** representadas nos gráficos da **figura 2**.

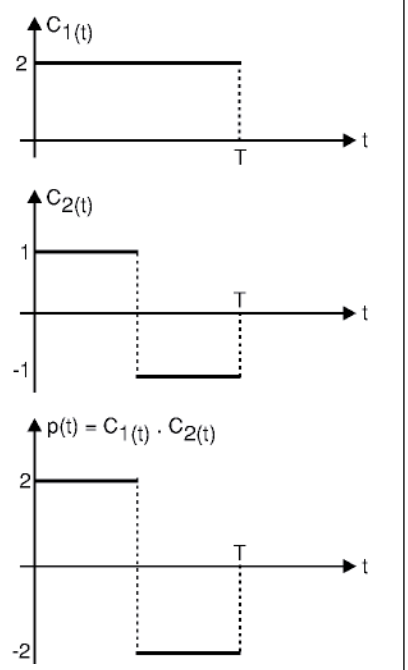
No gráfico de p(t), a área acima do eixo t e a área abaixo são iguais em módulo. Como uma delas é positiva e a outra é negativa, sua soma é nula. Logo, as funções $c_1(t)$ e $c_2(t)$ são ortogonais.

Para que as portadoras que carregam os símbolos sejam ortogonais entre si, elas devem estar situadas em frequências múltiplas de uma frequência fundamental f_0, ou seja, as frequências das portadoras devem se situar em $f = k.f_0$, com k = 0, 1, 2, ..., n-1, onde n é o número de portadoras. A **figura 3** mostra o diagrama de blocos do sistema OFDM analógico.

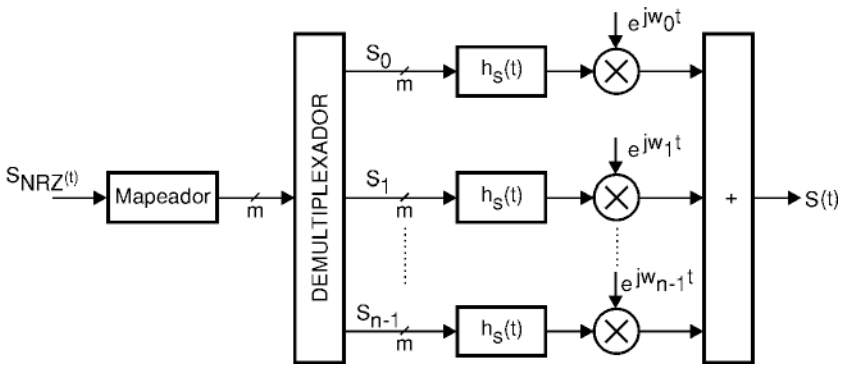
Na figura 3, $h_S(t).e^{jwt}$, onde $w = 2pf_0k$ com k = 0, 1, ...,n - 1, são as funções que representam as portadoras.

A **figura 4** exibe como podemos mapear uma sequência binária, representada pelo sinal sNRZ(t) em portadoras OFDM. Neste caso, existem dois símbolos possíveis: zero e um. A figura mostra também um símbolo OFDM no domínio do tempo – sOFDM(t) – formado com a sequência de bits a ser enviada, e a representação desse símbolo no domínio da frequência – sOFDM(f). Note que a portadora que carrega o terceiro bit do sinal sNRZ(t) não aparece nessa figura, pois o bit que a modula tem valor zero.

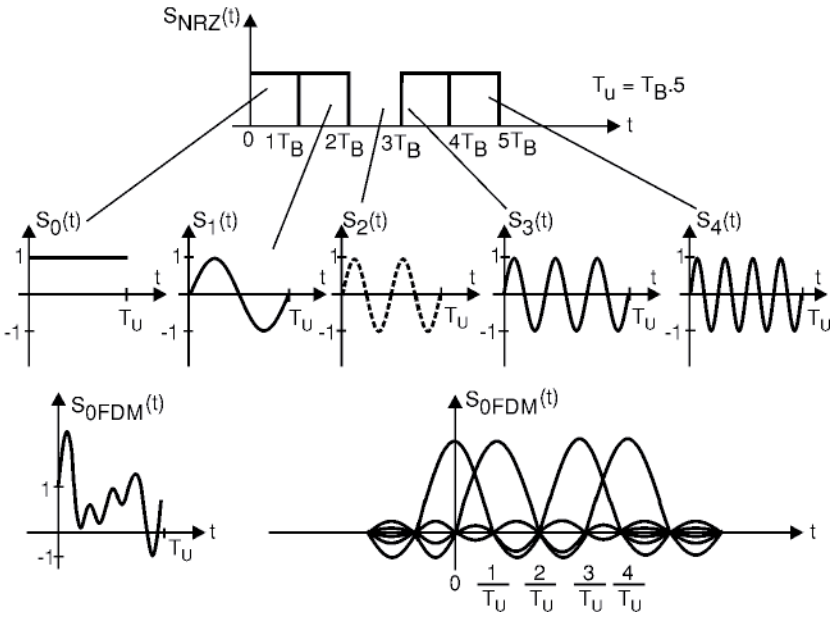
O fato de transmitirmos vários símbolos de duração T ao mesmo tempo, cada qual em sua portadora, não faz com que a taxa de transmissão do sistema OFDM



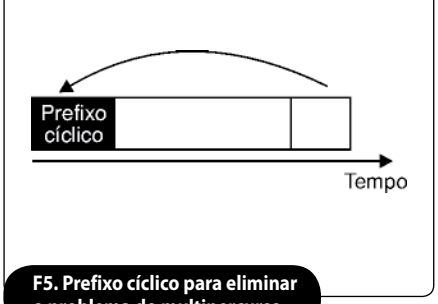
F2. Funções C1(t), C2(t) e o seu produto p(t).



F3. Diagrama de Blocos do sistema OFDM analógico.



F4. Mapeamento de uma sequência binária em portadora OFDM.



F5. Prefixo cíclico para eliminar o problema do multipercurso.

seja maior que a de um sistema que utiliza uma única portadora com banda igual à soma das bandas das múltiplas portadoras do sistema OFDM. Isso porque quando aumentamos a banda de uma portadora, a duração do símbolo que ela carrega diminui na mesma proporção, e vice-versa. Suponha, por exemplo, que tenhamos uma banda W a ser utilizada para transmissão de símbolos. Podemos dividir essa banda entre N portadoras, resultando em uma banda de W/N para cada, cada qual carregando um símbolo de duração T. Como no sistema OFDM podemos transmitir todos esses N símbolos simultaneamente, a taxa de transmissão será N/T. Se utilizarmos essa mesma banda W num sistema com uma única portadora, o único símbolo que poderá ser transmitido de cada vez terá duração T/N. Assim sendo, esse sistema também terá taxa de transmissão N/T, como no OFDM.

Neste ponto, devemos mencionar que a atenuação sofrida por cada portadora de um sistema OFDM é praticamente plana, visto que cada uma delas têm largura de banda estreita. Isso torna a equalização um processo bastante fácil: se conhecemos ou temos como estimar o canal, a equalização será feita somente ajustando-se a amplitude e fase de cada portadora recebida. Para fazer uma estimativa do canal, usa-se enviar, em instantes de tempo conhecidos tanto pelo receptor quanto pelo transmissor, algumas portadoras-piloto, isto é, portadoras que possuem frequência, amplitude e fase conhecidas. Dessa forma, o receptor compara amplitude e fase da portadora recebida com os parâmetros que ela realmente deveria ter. E, portanto, ele consegue estimar qual a distorção apresentada pelo canal para aquela frequência determinada.

Prefixo Cíclico

Vimos anteriormente que não podemos reduzir infinitamente a banda de cada portadora para que se reduza a nulo o efeito da interferência intersimbólica, pois o período dos símbolos se tornaria extremamente longo. Assim, na prática, por mais que a banda de cada portadora OFDM não seja tão grande como num sistema de única portadora, o efeito da interferência intersimbólica causada pelo canal devido ao aumento da duração do símbolo em T_G ainda existirá. Para resolver esse problema definitivamente, o símbolo enviado será modificado pela inclusão de um prefixo cíclico. Começaremos definindo o que é um prefixo cíclico (CP – *Cyclic Prefix)* para depois entendermos como ele é usado para eliminar de uma vez por todas o problema de multipercurso apresentado nas transmissões terrestres.

Um "prefixo cíclico" é uma cópia da parte final de um símbolo OFDM que é concatenada com ele, antes do símbolo ser transmitido. O prefixo cíclico também é chamado de intervalo de guarda. A **figura 5** ajuda a entender o que é um prefixo cíclico. Assumiremos que a duração deste prefixo é igual ou maior que o acréscimo que o canal causa no período do símbolo recebido, ou seja, o prefixo cíclico dura, no mínimo, T_G.

Para entender como o CP pode ser utilizado para solucionar o problema do multipercurso, lembremos que quando o símbolo enviado sofre a ação do canal, o resultado tem duração maior que o símbolo original. Esse aumento de duração provocaria interferência num símbolo seguinte se este fosse enviado imediatamente após o anterior. Com a inclusão do prefixo cíclico, esse acréscimo que o canal causa nos símbolos transmitidos influenciará apenas a posição ocupada por esse prefixo e o símbolo seguinte não sofrerá influência alguma. A interferência acontecerá no intervalo de tempo em que se localiza o prefixo cíclico. A **figura 6** mostra como isso acontece no domínio do tempo.

O receptor recebe um sinal principal acrescido de três ecos com atrasos e atenuações diferentes. Repare que os transientes (interferências) realmente acontecem no intervalo de tempo T_G. Descartando-se, no receptor, esse intervalo de tempo, podemos recuperar perfeitamente o símbolo enviado

apenas ajustando sua amplitude e fase de acordo com a estimativa do canal feita com o envio das portadoras-piloto, como explicado anteriormente.

OFDM Digital

OFDM é uma técnica de modulação digital. Sua interpretação analógica é usada apenas para facilitar o entendimento dos conceitos. Sendo assim, nesta seção daremos uma descrição um pouco mais formal do sistema OFDM digital. Para que o leitor a compreenda integralmente, ele deve estar acostumado com a teoria das transformadas discretas, como a DFT/IDFT (*Discrete Fourier Transform e Inverse Discrete Fourier Transform*) lineares e circulares, e com os conceitos de convolução linear e convolução circular. Para os leitores que não dominam ou não conhecem tal campo do processamento digital de sinais, não há motivo para preocupação, pois as seções anteriores descreveram os princípios básicos do sistema OFDM, tão empregado nos padrões de transmissão terrestre atuais.

Como dito anteriormente, para que as portadoras sejam ortogonais elas devem estar situadas em frequências múltiplas de uma fundamental. Isso é equivalente a, num sistema OFDM digital, calcular uma IDFT com os valores dos símbolos a serem transmitidos. A **figura 7** ilustra o diagrama de blocos de um sistema OFDM digital.

Assumindo que o sistema OFDM possui N portadoras, com uma banda total de 2p rad/s (corresponde à banda analógica *W*), o sistema transmissor interpreta os símbolos (números) $x_{k,l}$ como se cada um fosse carregado por uma portadora centrada numa frequência múltipla de 2p/N. Dessa forma o l-ésimo símbolo OFDM (antes da inclusão do prefixo cíclico) é definido como a IDFT abaixo:

$$X_l(k) = \frac{1}{N}\sum_{n=0}^{N-1} X_{n,l}\, e^{-j\frac{2\pi}{N}kn}$$
$$\text{para } 0 \le k \le N-1$$

Deve ser notado que $X_l(k)$ está espaçado no tempo de T segundos em relação a $X_{l+1}(k)$ (levando-se em conta o prefixo cíclico).

Aproveite



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

Conteúdo:

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

www.novasaber.com

O multiplexador da figura concatena os símbolos $X_l(k)$, l=1,2,..., inserindo entre eles o prefixo cíclico de cada um. Então, o sinal s[k] (na figura) terá a forma abaixo:

$s[k] = [CP_1\ X_1(0)\ X_1(1) \ldots X_1(N\text{-}1)\ CP_2\ X_2(0)\ X_2(1) \ldots X_2(N\text{-}1) \ldots \ldots]$

Do ponto de vista do receptor, o uso do prefixo cíclico mais longo que a resposta ao impulso g[m;k] do canal fará com que a convolução linear seja idêntica a uma convolução circular (o parâmetro m em g[m;k] representa uma possível variação da resposta do canal com o tempo). Denotando a convolução circular por '⊗', o sistema OFDM completo pode ser descrito pela seguinte equação:

$$y_l = DFT\left(IDFT(x_l) \otimes g_l\right)$$

Onde y_l contém os N símbolos recebidos, x_l contém os N símbolos enviados e g_l é a resposta ao impulso do canal.

Agora, usaremos o fato de que a DFT de dois sinais ciclicamente convoluídos é o produto das DFTs dos dois sinais. Denotando o produto elemento a elemento por '·', a expressão acima pode ser escrita como:

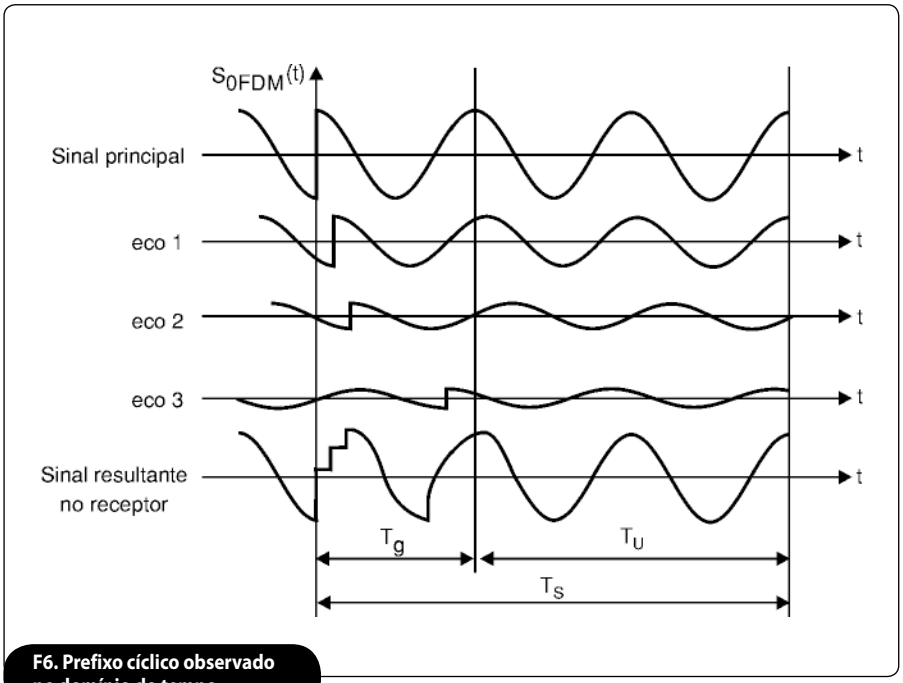
$$y_l = x_l \cdot DFT(G_l) = X_l \cdot h_l$$

Onde $h_l = DFT(g_l)$ é a resposta em frequência do canal.

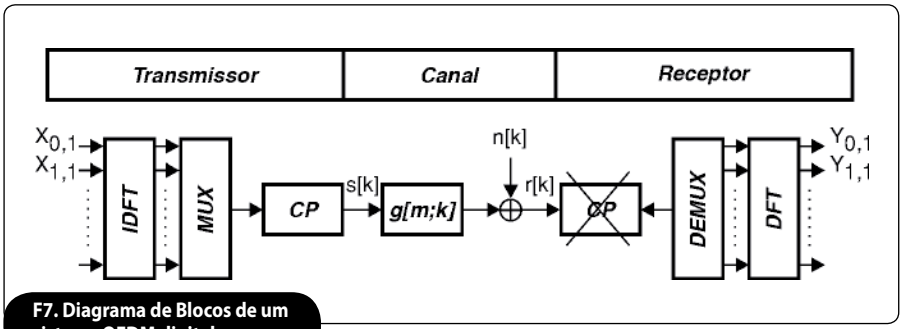
Desde que haja uma razoável estimativa do canal, o receptor pode encontrar o símbolo emitido bastando dividir o símbolo recebido y_l pela resposta h_l do canal na frequência em que tal símbolo está sendo carregado. Esta estimativa é feita por meio da técnica de equalização citada anteriormente.

Conclusão

Vimos, neste artigo, as características do sistema OFDM e as técnicas usadas para solução do problema de multipercurso apresentado em transmissões terrestres. Vimos ainda que sistemas importantes, como os de TV e rádio digital, empregam tal técnica de modulação/multiplexação.



F6. Prefixo cíclico observado no domínio do tempo.



F7. Diagrama de Blocos de um sistema OFDM digital.

O sistema OFDM foi tratado nos domínios do tempo e frequência para que o entendimento pudesse ser o mais completo possível.

Devemos novamente chamar a atenção para o fato de que o uso de múltiplas portadoras não aumenta a taxa de transmissão, uma vez que a diminuição da banda da portadora causa um aumento na mesma proporção na duração do símbolo carregado por ela. A inclusão do prefixo cíclico diminui a taxa real de transmissão de informação útil, mas esse é um preço razoavelmente baixo a ser pago para que o problema de multipercurso e, consequentemente, da interferência intersimbólica, sejam evitados.

Evidenciamos que ao usar portadoras de banda estreita, a atenuação sofrida por cada uma delas é praticamente plana, fazendo com que a equalização seja muito simples. Para a equalização é necessário ter uma estimativa da resposta em frequência do canal. Isso pode ser feito com o envio de *portadoras-piloto*, que têm parâmetros conhecidos tanto pelo transmissor quanto pelo receptor.

As características básicas de um sistema OFDM foram dadas, sempre acompanhadas de sua interpretação analógica. Terminamos o artigo com a descrição mais formal do sistema OFDM digital para os leitores mais experientes nas técnicas de processamento digital de sinais. A forma digital é a utilizada nas implementações práticas, quase sempre com um chip DSP. Neste caso a DFT é calculada utilizando-se um algoritmo rápido, a chamada FFT (*Fast Fourier Transform*).

Tecnologias em Banda Larga

Newton C. Braga

A tecnologia empregada para as comunicações telefônicas que faz uso de sinais analógicos não é a mais apropriada para as necessidades crescentes de transportar um volume enorme de informações.

Cada vez mais pessoas estão ligadas à Internet e, consequentemente, cada vez maior velocidade na transmissão dos dados é exigida.

Para que o leitor tenha uma ideia da lentidão das linhas telefônicas comuns, basta dizer que usando um modem de 56 kbps precisamos de 25 minutos para transmitir um arquivo de 20 megabytes.

As linhas telefônicas tradicionais foram feitas para transmitir apenas voz numa banda muito estreita de frequências que vai, tipicamente, entre 300 Hz e 3000 Hz.

Para transmitir dados por estas linhas usando um modem comum diversos artifícios conseguem uma velocidade máxima de 56 kbps, mas isso não é suficiente, conforme vimos antes.

Além disso, existe o problema para a ocupação das linhas telefônicas por longos intervalos, que não está apenas na conta que precisamos pagar. As linhas telefônicas foram projetadas para manusear "pacotes" de chamadas de 3 minutos, e nos horários de pico os pacotes máximos são de 9 minutos. A ocupação da linha por mais de 10 minutos seguidos é algo que traz problemas, inclusive para as empresas de telefonia.

Com a finalidade de adequar as linhas telefônicas tradicionais de modo que elas possam manusear informações transmitindo-as com muito maior velocidade foi criada a tecnologia DSL (*Digital Subscriber Line*) ou Linha de Assinante Assimétrica Digital e suas variações ADSL, HDSL e RADSL. Analisemos como funciona.

O que é a tecnologia DSL?

DSL é uma tecnologia de processamento de sinais digitais para comutação e roteamento através de linhas telefônicas com alta velocidade. O ponto principal dessa tecnologia é proporcionar uma faixa passante mais larga para os sinais que possa atender as exigências de demanda da Internet. Em outras palavras, trata-se de uma tecnologia de banda larga ou "*broad band*".

Com ela é possível transmitir dados em uma velocidade de até 6,1 Mbits por segundo, com um valor teórico máximo de 8,448 Mbits por segundo numa linha telefônica comum.

Tipicamente, os valores alcançados na prática estão entre 512 kbps e 1,544 Mbps para *downstream* e 128 kbps para *upstream*.

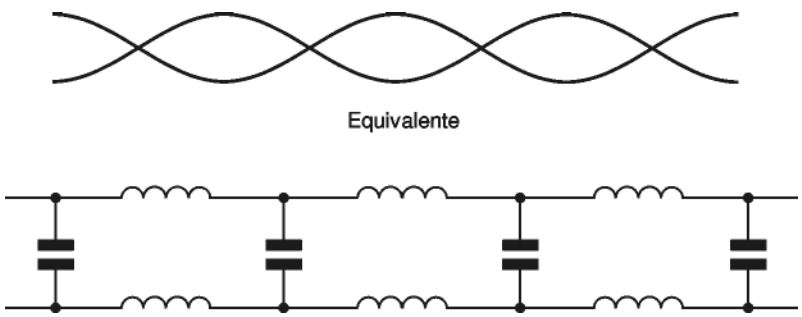
Originalmente, a tecnologia foi criada em 1994 para proporcionar a possibilidade de utilizar as linhas telefônicas para jogos interativos, multimídia e teleconferência.

Tudo isso exigia a criação de um sistema mais rápido de transferir dados pelas linhas telefônicas.

Assim, a Compaq, Intel e Microsoft trabalhando com empresas telefônicas, desenvolveram uma variação da tecnologia DSL mais fácil de instalar, do tipo ADSL.

Na versão ADSL ou *Asymmetric Digital Subscriber Line*, a velocidade de transmissão de dados baixados (*downstream*) é maior do que a velocidade dos dados enviados (*upstream*).

A tecnologia ADSL pode transferir dados pela linha telefônica em uma velocidade aproximadamente 200 vezes maior do que as linhas comuns, e acima de 90 vezes mais rapidamente que as linhas ISDN. Isso corresponde



F1. O par trançado pode ser sado para transmissão dos dados ADSL.

ao recebimento de dados numa velocidade de até 6,1 Mbps e envio em velocidades de 640 kbps.

Basicamente, a tecnologia ADSL oferece as seguintes vantagens:

- É mais rápida.
- É fácil de instalar. As linhas de pares trançados podem ser usadas para transmissão dos dados ADSL, não havendo necessidade de novas instalações.
- É econômica.

No Brasil, o exemplo dessa tecnologia é o sistema Vivo Speed, da Vivo.

Como Funciona a Tecnologia da Banda Larga

O ponto crítico das instalações telefônicas é a chamada "*last mile*" ou última milha, que corresponde ao pedaço de fio que vai da casa do assinante até o cabo mais próximo de sinais. Esta "última milha", na verdade, pode chegar até a 5,5 km ou 18000 pés.

O par trançado que é empregado neste caso (ou fios comuns) apresenta indutâncias e capacitâncias que reduzem a banda passante oferecendo uma séria dificuldade para a transmissão de dados de alta velocidade, conforme sugere a **figura 1**.

Assim, à medida que nos aproximamos desse limite, a velocidade máxima de envio de dados diminui, em valores múltiplos de 9.600 estabelecidos por padrões Americanos e Europeus, como no caso dos *modems* comuns. Quanto mais perto da estação telefônica estiver o assinante, maior será a velocidade que seu sistema pode alcançar.

O próprio fio usado é importante. Fios AWG 24 podem transmitir os mesmos dados a uma velocidade muito maior do que fios 26.

De acordo com a **figura 2**, a faixa passante da maioria das linhas telefônicas não vai além de 4 kHz, o que permite o uso (e sofrível) apenas da voz para as comunicações.

Na verdade, quando o telefone foi inventado ninguém poderia imaginar que ele poderia ser usado para transmitir algo mais que não fosse a voz!

A ideia básica do ADSL é utilizar uma técnica sofisticada de processamento de sinais através de modems especiais que possibilitem o emprego dos fios comuns telefônicos sem precisar de uma faixa passante mais larga que a existente.

Com a tecnologia ADSL é possível estender a faixa passante para 1 MHz em linhas comuns. Nesta faixa, a informação é dividida em três canais, veja na **figura 2**. Com essa faixa passante, dados numa velocidade de até 8 Mbps podem ser transmitidos.

Um canal para baixar informações (*downstream*) de alta velocidade, um canal de alta velocidade bidirecional (*downstream*/*upstream*) e um canal convencional de voz.

Disponibilizando-se os três canais pode-se ao mesmo tempo, por exemplo, utilizar o canal de alta velocidade para se fazer o download de um filme, um arquivo muito grande; o canal de velocidade média para ler ou enviar um *e-mail* e o canal de voz para manter uma conversação comum.

Veja que a grande vantagem deste sistema é preservar o sistema convencional das comunicações de voz, simplesmente acrescentando novas possibilidades à mesma linha.

Com a utilização da capacidade completa do canal pode-se ir além, trabalhando-se com quatro canais MPEG de vídeo comprimido sem interrupção nos serviços normais de telefonia.

Assimetria: Otimizando o Sistema

A assimetria vem do fato de que ao utilizar a Internet, as pessoas tendem a movimentar dados em maior quantidade numa direção do que em outra. De fato, temos muito mais dados movimentando-se de algum lugar para a casa do assinante do que ao contrário.

Levando em conta isso, a tecnologia ADSL disponibiliza uma velocidade maior para o *downstream* do que para o *upstream*. Desse modo, para movimentar dados para a casa do assinante temos uma velocidade máxima é de 8 Mbps, enquanto que da casa do assinante para a rede a velocidade é de apenas 640 kbps.

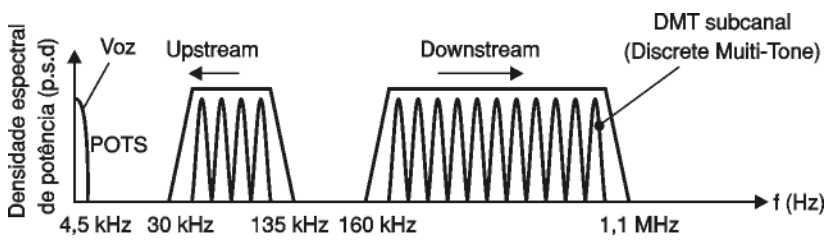
O sistema, na Prática

Na **figura 3** ilustramos o modo como funciona um sistema usando modems ADSL.

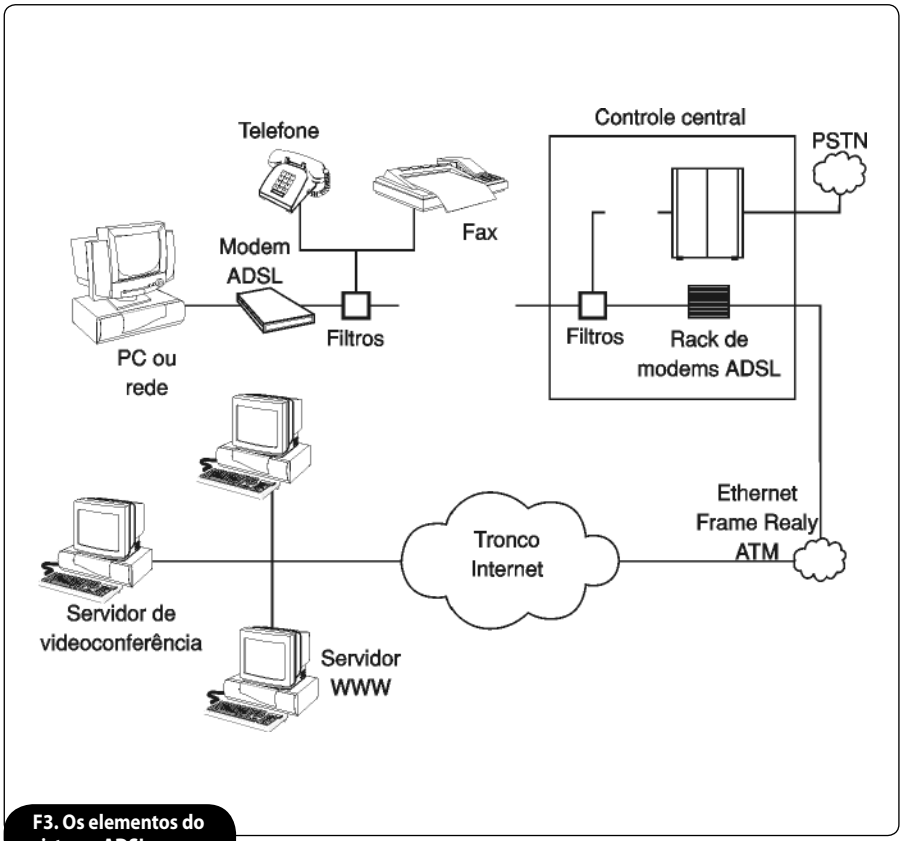
Os modems ADSL são ligados ao computador, vídeo e também ao telefone comum conectando-se com roteadores para Internet e também para sistemas que transferem a voz para os telefones chamados.

No assinante fica um dos modems enquanto que na empresa telefônica ficam os conjuntos de modems em *racks.*

Os modems da empresa telefônica separam o que é voz do que é dado, enviando-os aos circuitos apropriados. As chamadas de voz são levadas à rede telefônica comum, enquanto que os



F2. Modo como as informações são distribuídas no sinal ADSL: as frequências mais altas são usadas para um canal de alta velocidade (8 Mbps) e as mais baixas para a voz.



F3. Os elementos do sistema ADSL.

dados são enviados via uma Ethernet e roteador (eventualmente uma linha de alta velocidade OC-3 de 155 Mbps) ao provedor local de acesso à Internet.

Outras Variações

- **IDSL:** IDSL (ISDN DSL) é um sistema que está mais próximo do ISDN com velocidades de dados de 128 kbps.
- **SDSL:** SDSL ou Symmetric DSL usa um par simples trançado com uma velocidade de transmissão de dados de 1,544 Mbps (Estados Unidos e Canadá) e 2,048 Mbps (Europa) em ambas direções numa linha duplex. É chamada "simétrica" porque a velocidade dos dados é a mesma nos dois sentidos (upstream e downstream).

Tipo DSL	Significado da Sigla	Velocidade	Distância Limite	Uso
IDSL	ISDN Digital Subscriber Line	128 kbps	5 500 metros com fio 24	Semelhante ao ISDN DSL, mas para dados apenas - sem voz na mesma linha
SDSL	Symmetric DSL	1,544 Mbps duplex (USA e Canadá); 2048 Mbps (Europa) em linha simples duplex - downstream e upstream	3,8 km com fio 24	O mesmo que HDSL, mas exigindo apenas um par trançado
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	1,544 a 6,1 Mbps downstream e 16 a 640 kbps upstream	1,544 Mbps até 5500 metros; 2048 Mbps até 4200 metros; 6312 Mbps até 3800 metros; 8448 Mbps até 2800 metros.	Usado para Internet

T1. Características dos Sistemas DSL



O que é o Phase Locked Loop?

Um dos circuitos mais importantes que encontramos em eletrônica é chamado de PLL, ou Phase Locked Loop. O PLL está para a frequência assim como o amplificador operacional está para a tensão. Qualquer profissional de Eletrônica que trabalhe com circuitos de comunicações, instrumentação digital, DSPs, microcontroladores e microprocessadores, ou mesmo circuitos de sinais analógicos, precisa conhecer o princípio de funcionamento do PLL. Neste artigo vamos analisar, de uma forma simples, o funcionamento deste importante circuito eletrônico básico.

Newton C. Braga

PLLs ou Phase Locked Loops (que alguns traduzem por Elo Travado em Fase) são encontrados em receptores de AM, FM, modems, sintetizadores de frequências, telefones sem fio, telefones celulares, instrumentos digitais e analógicos e numa infinidade de outras aplicações onde frequências estejam presentes. O PLL trabalha com frequências do mesmo modo que um amplificador operacional trabalha com tensões, daí sua importância na eletrônica moderna.

PLL Básico

Para entender como funciona um PLL vamos analisar seu funcionamento por partes, começando com uma configuração bastante simples, que é mostrada na **figura 1**. Nesse circuito, temos um bloco (que analisaremos melhor depois) cuja tensão de saída depende da diferença de fase entre dois sinais de mesma frequência aplicados à sua entrada.

Essa tensão é filtrada por um filtro passabaixas que, na configuração mais simples, nada mais é do que um resistor e um capacitor.

O sinal desse filtro serve para controlar a frequência do bloco final, o qual consiste num oscilador controlado por tensão ou VCO (*Voltage Controlled Oscillator*).

Tal circuito gera um sinal cuja frequência pode ser deslocada dentro de uma faixa de valores a partir da tensão aplicada na sua entrada.

O sinal desse oscilador, conforme mostra o diagrama básico, é aplicado à entrada através de um elo (*loop*) de realimentação. Partindo-se da situação em que não existe sinal de entrada, a frequência do sinal na saída será determinada apenas pelas características do VCO e ficará num valor central.

Se aplicarmos na entrada desse circuito um sinal de frequência f, o detector de fase entrará em ação e comparará a frequência do sinal com a frequência do VCO que é aplicada à entrada.

Supondo que os sinais tenham frequências diferentes, o detector de fase irá gerar um sinal que é a diferença das frequências (f - fo), o qual será aplicado ao filtro.

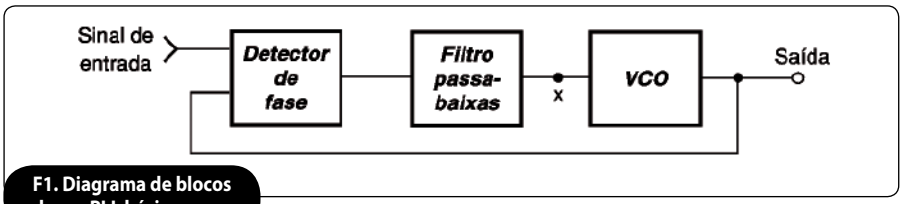
O resultado é que, como essa frequência é relativamente baixa, ao ser aplicada ao filtro, será criada uma tensão que oscila sensivelmente atua sobre o VCO.

A reação do VCO a esse *ripple* ou ondulação é uma mudança de frequência que, justamente, tende a fazer com que sua saída se aproxime da frequência do sinal de entrada.

No momento em que as frequências se igualarem, o ripple desaparecerá e a tensão na saída do filtro passabaixas se estabilizará, "travando" o VCO exatamente na frequência de entrada.

Dizemos que o VCO capturou o sinal ou "travou" o sinal, reconhecendo sua frequência. Na **figura 2** é ilustrado num gráfico o que acontece.

Qualquer alteração na frequência do sinal de entrada que vier a ocor-



F1. Diagrama de blocos de um PLL básico.

rer, gerará um novo sinal diferença na saída do detector de fase e uma mudança de tensão na saída do filtro o que levará o VCO a "procurar" a nova frequência.

Em teoria, um circuito como esse seria bastante simples de implementar, mas provavelmente não teria um desempenho conforme o esperado, devido a diversos fatores que devem ser levados em consideração.

Assim, para a implementação de um PLL real, é necessário ir além, analisando alguns pontos importantes de seu funcionamento.

Faixa de Captura

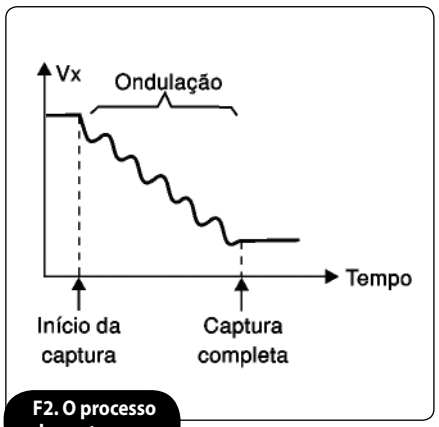
Ao tomarmos como exemplo os blocos da figura 1, consideramos que a diferença de frequência entre o sinal de entrada e o gerado pelo VCO era suficientemente baixa para que pudesse passar pelo segundo bloco, que é o filtro passabaixas.

Se trabalharmos com sinais muito diferentes, a diferença poderá ser uma frequência alta demais para passar pelo filtro e o sistema não funcionará. Não teremos uma tensão de saída para atuar sobre o VCO. Isso significa que existe uma faixa bem determinada de frequências em torno da qual o VCO opera e o circuito pode atuar, travando.

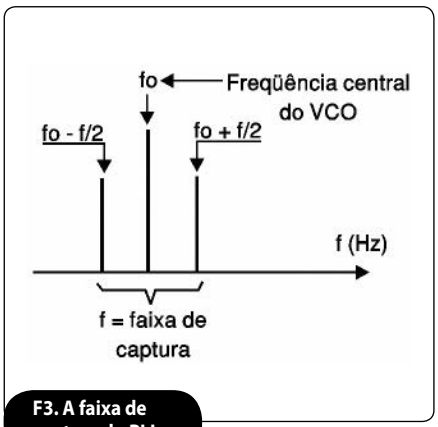
Essa faixa de frequências é chamada de "faixa de captura" ou "lock range", em inglês. A faixa de captura de um PLL é dada pela diferença entre a frequência mais alta e a frequência mais baixa em torno de fo (frequência central do VCO), que pode ser capturada, veja a **figura 3**.

Nos PLLs comuns que podemos obter na forma de circuitos integrados, a frequência central fo pode ser selecionada através de resistores e capacitores externos, enquanto que a faixa de captura depende do tipo.

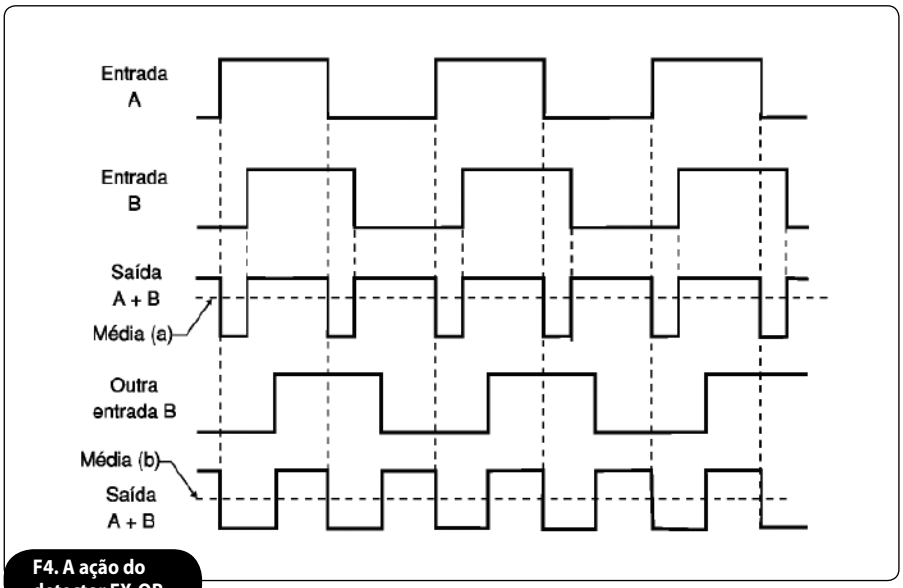
Assim, um CI como NE567, por exemplo, poderá operar com um fo de até 500 kHz, capturando sinais cuja faixa de frequências em torno de fo chegará a ser de até 10 para 1, ou seja, o f_1 é 10 vezes menor que o f_2 no gráfico da figura 3.



F2. O processo de captura.



F3. A faixa de captura do PLL.



F4. A ação do detector EX-OR.

Detectores de Fase

Há dois tipos diferentes de detectores de fase nos PLLs comuns. Esses detectores são chamados de tipo I e tipo II.

Detector de fase tipo I

O detector de fase do tipo I consiste de um multiplicador de quatro quadrantes. Para entender melhor como funciona este tipo de circuito, vamos supor que na sua entrada sejam aplicados dois sinais digitais de mesma frequência, mas com uma certa diferença de fase, conforme explicaremos a partir da **figura 4**.

Imaginaremos que esses sinais sejam aplicados a uma porta "OU Exclusivo", o que nos leva a obter uma saída que seja formada por pulsos cuja largura corresponde justamente à diferença de fase entre os dois sinais.

Esses pulsos, conforme sua largura, representam uma tensão média que, certamente, será proporcional a essa diferença de fase de acordo com a curva em **(b)** da figura 4.

Um ponto muito interessante que podemos observar analisando essa figura é que a frequência do sinal de saída é o dobro da freqência dos sinais de entrada (conforme veremos oportunamente, esta característica permite

Box 1

É interessante que o leitor se familiarize com todos os termos em inglês empregados na descrição do funcionamento dos PLLs, pois eles não são usados somente nas documentações originais que estão nesse idioma, como também em muitos documentos em português, os quais não traduzem muitos termos técnicos.

que os PLLs sejam usados para multiplicar frequências). O grande problema desse tipo de circuito é que ele tenderá a travar quando sinais de frequências múltiplas forem aplicados à entrada, conforme mostra a **figura 5**.

Em outras palavras, esse tipo de detector de fase não é capaz de diferenciar um sinal da frequência fundamental de uma harmônica, podendo travar em qualquer um dos dois.

Um outro problema que também deverá ser considerado é que se os sinais aplicados na entrada não tiverem um ciclo ativo próximo de 50%, o detector do tipo I também não funcionará corretamente.

O grande fator positivo na operação desse tipo de circuito é a sua imunidade a ruídos na entrada.

Detector de fase tipo II

Este tipo de detector trabalha com as frontes dos sinais aplicadas na entrada. Em outras palavras, ele leva em conta o instante em que os sinais mudam de nível, o que significa que eles devem trabalhar com sinais retangulares.

Podemos comparar este detector a uma chave de 1 polo x 3 posições, observe a **figura 6**.

Quando o sinal de entrada tiver uma transição negativa fará com que a chave seja levada para a posição de nível lógico 1 (para cima), a não ser que ela já esteja nessa posição. Da mesma forma, uma transição negativa do sinal do VCO fará com que a chave passe para a posição de nível lógico 0 (para baixo). Isso significa que os dois sinais têm diferença de fase, e a chave atua para cima e para baixo gerando, assim, um sinal de controle.

Se os sinais tiverem a mesma frequência e fase, a chave não conseguirá mudar de posição em velocidade suficiente e, com isso, assume uma posição média onde o nível não é alto e nem baixo (circuito aberto).

Veja que, neste tipo de detector, se os sinais estiverem em fase não haverá sinal de saída e, assim, não haverá sinal residual quando ele travar. Também é preciso observar que para o filtro passa-baixas a chave atua como um circuito de carga e descarga do capacitor. O filtro, neste tipo de detector, funciona de maneira semelhante a um circuito de amostragem e retenção (*sample and hold).*

Outro ponto importante deste circuito é que a faixa de captura não depende do filtro passabaixas.

O ponto negativo deste tipo de detector de fase está na possibilidade dele ser enganado por ruídos no sinal. Um sinal que tenha oscilações, semelhante ao apresentado na **figura 7**, poderá levar o circuito a gerar várias transições indevidas. Sinais livre de ruídos devem ser usados com PLLs que possuam este tipo de detector de fase.

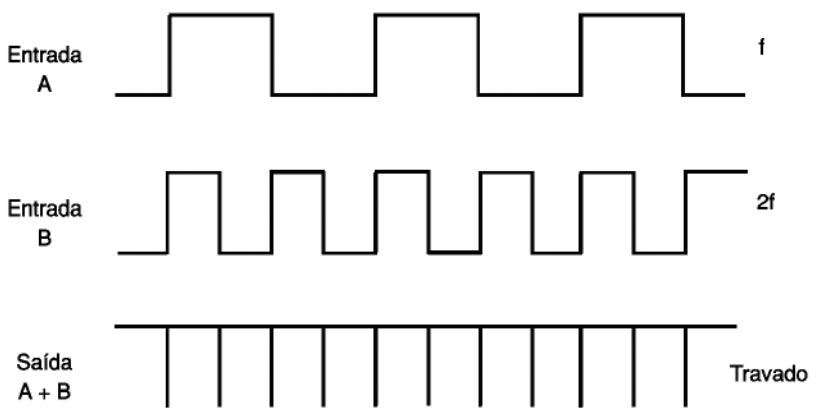
Na **tabela 1**, temos uma comparação de desempenho dos dois tipos de detector abordados.

Filtro Passabaixas

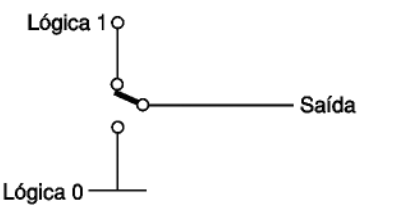
O filtro passabaixas tem duas funções neste tipo de circuito. Ele proporciona um sinal que é uma tensão cujo valor médio corresponde à diferença de fase dos sinais e, ao mesmo tempo, determina a velocidade segundo a qual a frequência do VCO muda.

Visto que a velocidade segundo a qual ele atua sobre o VCO é um fator importante para determinar a imunidade ao ruído presente no sinal de entrada, nos projetos de PLLs os componentes associados ao filtro devem ser escolhidos com o máximo cuidado.

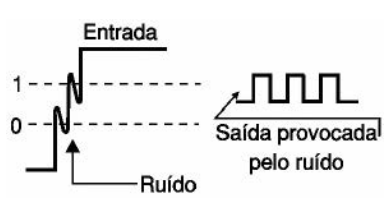
O tipo mais simples de filtro é aquele formado por um circuito RC, de acordo com a **figura 8** em **(a)**. No entanto, como essa configuração mais simples não garante o melhor desempenho, costuma-se usar outra um pouco mais



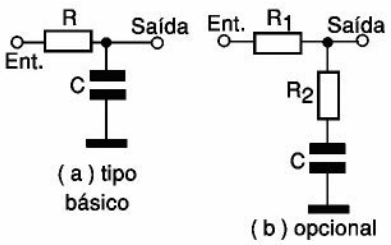
F5. Este tipo de detector é enganado por frequências harmônicas.



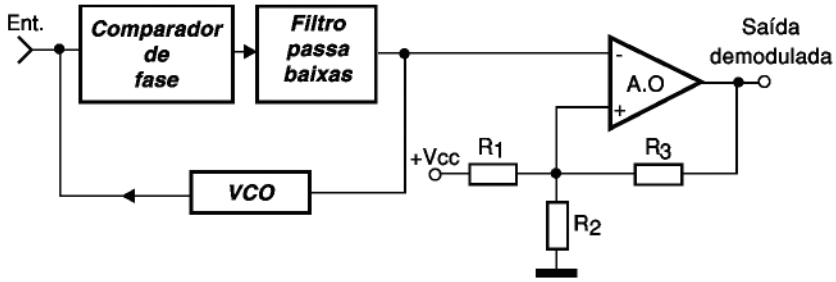
F6. Detector tipo II.



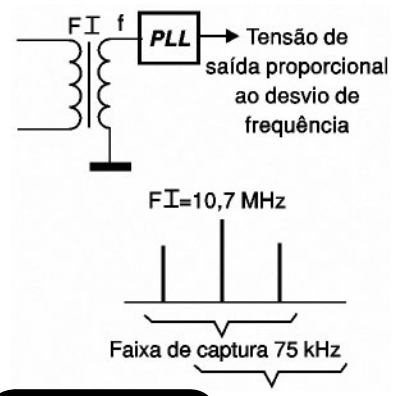
F7. Ruídos na transição enganam o circuito.



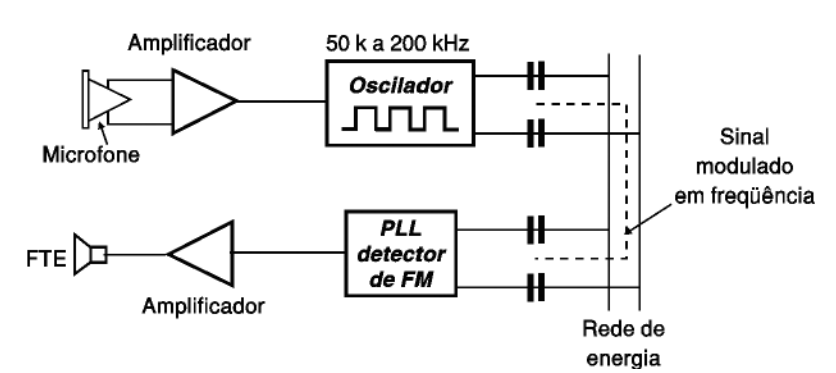
F8. Os filtros passabaixas.



F9. Um demodulador FSK usando um PLL.



F10. Demodulando sinais FM.



F11. Intercomunicador via rede de energia.

complexa, que é mostrada na mesma figura em **(b)**. Para maior estabilidade o valor de R_2 deve ser da ordem de 1/5 do valor de R_1 nesse tipo de filtro.

Esta regra é apenas uma aproximação, pois existem métodos de cálculo que podem ser aplicados em casos onde se deseja uma performance muito mais próxima da ideal.

Usando PLLs

As propriedades do circuito que analisamos servem para uma infinidade de aplicações práticas que envolvem a necessidade de se reconhecer um sinal de determinada frequência como ponto de partida para a aplicação.

Vamos pensar em algumas dessas aplicações:

Regeneração de sinais

Há aplicações onde se necessita que o sinal aplicado à entrada do circuito seja exatamente o mesmo que se tenha na saída. Esse tipo de comportamento é, em especial, altamente desejável num modem, onde se precisa recuperar sinais que percorrem longas distâncias através de linhas telefônicas, as quais os deformam.

Os projetistas de circuitos digitais sabem que, quando aumentamos a relação sinal/ruído, ao mesmo tempo temos uma diminuição da faixa passante.

No caso específico dos PLLs, a faixa passante está determinada basicamente pelas características do filtro.

Na **figura 9** mostramos como é possível implementar um demodulador para sinais FSK usando um PLL.

Evidentemente, as transmissões de dados empregando-se FSK não são mais usadas, mas o circuito serve como um exemplo de aplicação.

	Tipo I	Tipo II
Ciclo ativo do sinal de entrada	Deve ser próximo de 50%	Irrelevante
Sensível a harmônicas	Sim	Não
Sensível a ruídos	Não	Sim
Ondulação (ripple)	Alto	Baixo
Faixa de captura	Estreita	Larga
Diferença de fase quando o sinal é capturado	90 graus	0 graus
Frequência quando fora da captura	Frequência central do VCO	Frequência mínima do VCO

T1. Comparação de desempenho dos detectores.

Demodulação de FM

Eis uma função bastante interessante que pode ser implementada utilizando-se um PLL. Este tipo de aplicação para os PLLs, particularmente, é usada em circuitos de comunicações porque eles são muito mais lineares do que os detectores de relação ou de quadratura.

Contudo, o circuito também é um pouco mais caro pela necessidade de se ter um VCO linear e de ser capaz de operar em frequências muito mais altas.

Neste tipo de aplicação, o VCO é ligado de tal forma que sua frequência central seja a mesma que a frequência intermediária usada no receptor com o qual ele opera.

A faixa de captura deve ser pelo menos duas vezes mais larga do que a faixa de frequências em que se desloca o sinal, quando modulado em frequência. Atente para a **figura 10**, onde para um receptor de FM comum que tenha uma FI de 10,7 MHz e uma largura de faixa de modulação de 75 kHz, esses são os valores a serem considerados no projeto.

Uma outra aplicação semelhante é aquela ilustrada em blocos na **figura 11**.

O sinal de um amplificador de áudio modula em frequência um oscilador de alta frequência. Este sinal modulado em frequência é aplicado à rede de energia, sendo separado por um filtro passa-altas na entrada do receptor remoto. Tal sinal é aplicado ao PLL que, então, o demodula para amplificação por um amplificador de áudio. Este é princípio de funcionamento de muitos intercomunicadores de escritório e babás eletrônicas.

Multiplicação de frequências

Um amplificador operacional pode ser usado como multiplicador de tensão na configuração exibida na **figura 12**.

A relação entre os resistores da rede divisora determina o ganho e, portanto, quantas vezes a tensão de saída é maior (ou menor) que a tensão de entrada (dependendo do fator de multiplicação escolhido).

Como afirmamos na introdução, os PLLs fazem com as frequências o mesmo que os amplificadores operacionais fazem com as tensões. Dessa forma, usamos o bloco da **figura 13** para multiplicar frequências.

Uma aplicação possível para este circuito é a geração da subportadora de 38 kHz nos receptores de FM estéreo a partir do tom piloto de 19 kHz.

Vamos tomar este circuito básico e analisar seu princípio de funcionamento.

Conforme podemos ver, na saída do VCO ligamos um divisor de frequência, por exemplo, por 2 para jogá-lo à entrada do comparador.

Isso significa que, para que tenhamos a captura do sinal de entrada, é preciso que o sinal gerado pelo VCO e portanto aplicado ao divisor de tensão, tenha exatamente o dobro dessa frequência.

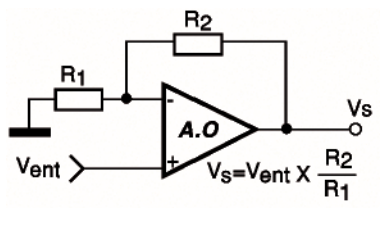
Se usarmos um divisor por 3, a captura só acontecerá se o sinal gerar um sinal com o triplo da frequência, e assim por diante. Fica claro, então, que o divisor de frequências vai determinar por quanto podemos multiplicar a frequência de um sinal e obtê-la na saída do VCO.

Translação de Frequências

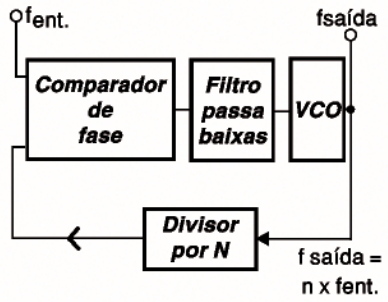
Diversos circuitos integrados são disponíveis com a capacidade de gerar uma série de frequências a partir de uma frequência de referência. O circuito integrado MC14151, da Motorola, é um exemplo.

Uma das principais aplicações para esses circuitos é gerar diversas frequências a partir de um único oscilador, que utilize um cristal por exemplo. Assim, pode-se operar um transmissor ou receptor em diversos canais empregando-se apenas um cristal de controle.

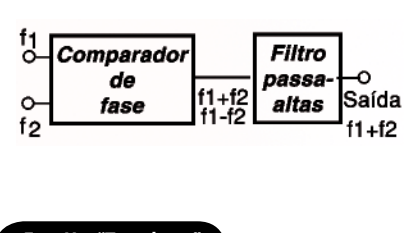
Na **figura 14** apresentamos a estrutura em blocos de um desses circuitos. Na figura em questão temos um circuito que produz sinais de fre-



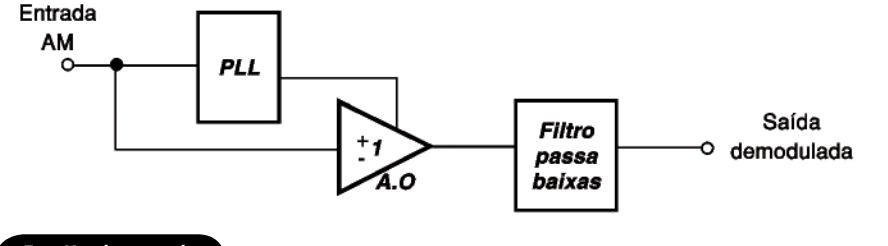
F12. O amplificador operacional como multiplicador de tensão.



F13. O PLL como multiplicador de frequências.



F14. Um "Translator" usando PLL.



F15. Um detector de AM sincródino.

quências que obedecem as seguintes relações:

$$(f_1+f_2)-f_1=f_2$$
$$e$$
$$(f_1+f_2)+f_1=2f_1+f_2$$

Se o filtro passa-altas deixar passar apenas a frequência diferença, então as entradas do comparador de fase estarão na mesma frequência ocorrendo o travamento do circuito, em uma operação estável.

Demodulação AM

Sinais modulados em amplitude também podem ser detectados com o uso de PLLs num circuito denominado "sincródino" e que tem o diagrama de blocos mostrado na **figura 15**.

As características de linearidade desse circuito apresentam muitas vantagens em relação à técnica tradicional de detecção que faz uso de diodos.

O PLL gera um sinal retangular que está travado em fase com a frequência da portadora.

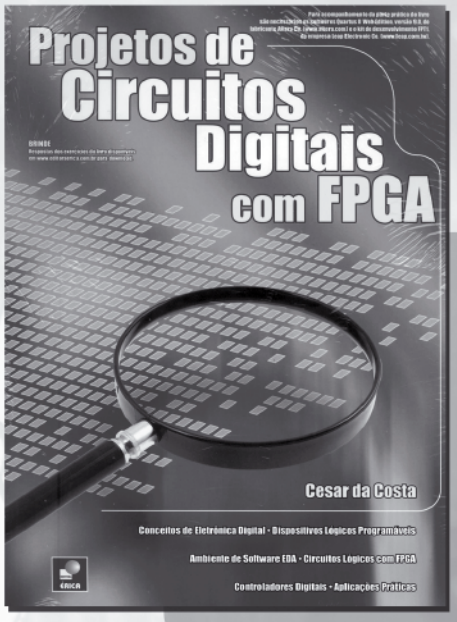
O circuito adicional é um inversor opcional com o ganho -1 ou +1, e que funciona como um retificador sincronizado.

Conclusão

PLLs são empregados em uma infinidade de aplicações e o que apresentamos foi uma simples descrição do seu princípio de funcionamento e algumas aplicações em circuitos práticos.

Existem muitos circuitos integrados de PLLs, tais como o 4046, NE567 e outros, que podem ser usados em projetos cujas frequências cheguem até alguns megahertz. Tipos especiais podem ser encontrados para aplicações em frequências mais altas, mas seu funcionamento e modo de uso não se altera.

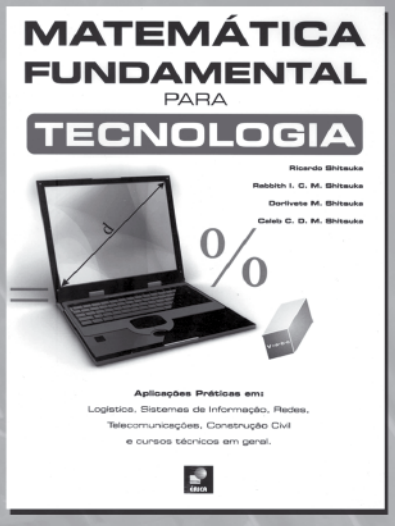
Analisando os *datasheets* de tais componentes, os leitores podem agora ter muito mais facilidade para entender suas características e como usá-los em um novo projeto. **T**



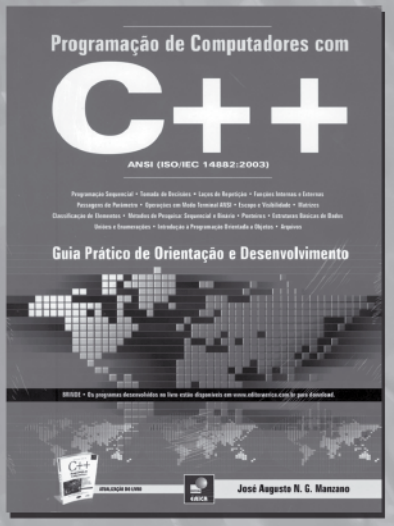
Projetos de Circuitos Digitais com FPGA

Mostra o emprego de novas ferramentas computacionais no desenvolvimento de projetos por meio de exemplos e casos práticos do dia-a-dia do projetista de circuitos digitais.
Destina-se a estudantes, professores, mestrandos e doutorandos, técnicos, autodidatas e profissionais da área.

Outros Destaques









novasaber
www.novasaber.com.br

Tecnologias dos Resistores de Precisão

As aplicações críticas que envolvem instrumentação, sensoriamento de grandezas físicas, telecomunicações, equipamentos médicos e controle, exigem resistores de alta precisão. Para os projetistas de tais equipamentos é de extrema importância conhecer as tecnologias utilizadas atualmente para a fabricação desses componentes. Uma delas é a "thin film" ou "filme fino", empregada na fabricação de resistores de precisão por diversas empresas, dentre elas a Vishay Intertechnology Inc.

Newton C. Braga

A escolha de um resistor de precisão para uma aplicação não envolve apenas a observação de sua tolerância. Os equipamentos em que eles deverão operar estão sujeitos a variações de condições físicas, tais como temperatura, umidade, etc., que podem ter efeitos sensíveis sobre o seu valor.

Assim, as tecnologias modernas usadas na fabricação dos resistores de precisão também abrangem a introdução de características que significam não apenas "precisão", mas sim "precisão dentro de uma faixa muito ampla de variações das condições de operação", e mesmo a possibilidade de tais resistores trabalharem em conjunto, como acontece em divisores de tensão. Uma das tecnologias usadas para a fabricação de tais resistores é a denominada *Thin Film* ou Filme Fino, que passamos a analisar em pormenores.

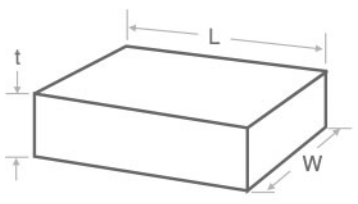
Os Filmes

Os filmes utilizados na fabricação dos resistores têm uma espessura de aproximadamente 500 mícrons. Com o emprego de máscaras que permitem alterar as larguras e espaçamentos dos filmes, uma ampla gama de valores ôhmicos pode ser obtida. Os padrões de resistividade podem variar entre 50 e 2000 ohms por quadrado (A unidade de resistividade superficial é ohm/sq ou ohm/quadrado). Como regra geral, tanto mais baixa a resistividade da folha, melhor será a performance elétrica. Veja o **box 1**. Os principais materiais usados são:

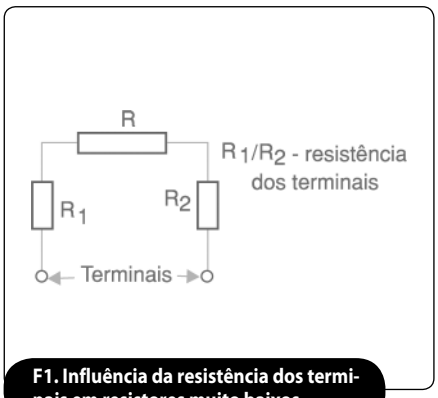
- **Nicromo (NiCr):** Trata-se do material mais popular e que tem as melhores especificações em termos de TCR (Coeficiente de Temperatura de Resistência), ruído e estabilidade a longo termo. Suas resistividades típicas são de 50, 100 e 200 ohms por quadrado.
- **Tamelox:** Trata-se de uma liga da Vishay que reúne as vantagens do Nicromo e do Nitreto de Tântalo.

Box 1:

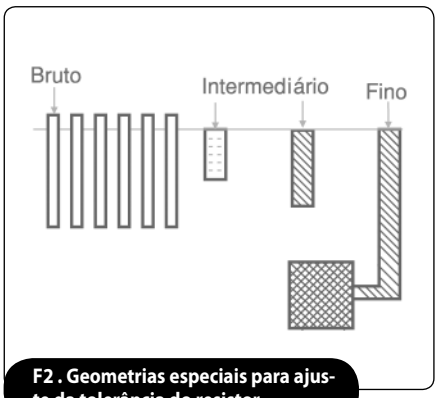
Conforme mostra a **figura abaixo**, a resistividade de superfície de um material refere-se à corrente elétrica fluindo por toda área da superfície (unidade de área). Essa resistividade superficial depende da espessura do material e é usada normalmente para caracterizar materiais de folhas ou fitas.



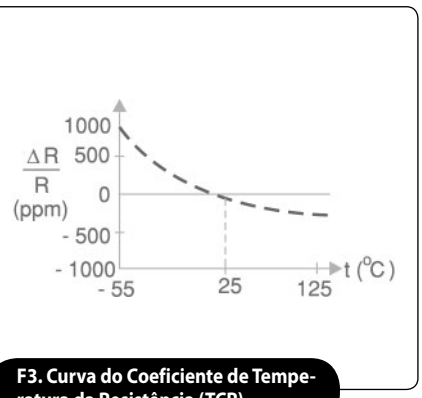
$\rho = \rho_{v/t}$ onde
$\rho_v = R \times W/L \times t$



F1. Influência da resistência dos terminais em resistores muito baixos.



F2 . Geometrias especiais para ajuste da tolerância do resistor.



F3. Curva do Coeficiente de Temperatura da Resistência (TCR).

- **Nitreto de Tântalo (TaN_2):** Quando processada e depositada corretamente, essa substância resulta numa liga resistente às impurezas ambientais. A performance elétrica não é tão boa como a do nicromo. É preferida para as aplicações de baixa potência e em que não existe autoaquecimento, além de umidade relativa elevada.
- **Crometo de Silício (SiCr):** Esse material tem uma resistividade muito alta (2000 – 3000) e é usado para se obter resistências elevadas em pequenas áreas. As especificações elétricas tais como a TCR, estabilidade a longo termo e coeficientes de tensão são superiores às encontradas na tecnologia de filme espesso.

Construção de Filmes Finos Integrados

O termo integrado é emprestado da indústria de semicondutores e é usado de forma semelhante. Um circuito integrado consiste no agrupamento de elementos que são formados e interconectados em um substrato comum de modo a formar uma rede funcional.

Os resistores integrados seguem o mesmo conceito: um grupo de elementos resistivos é fabricado em um único processo e interconectado em um substrato comum.

Os resistores também são fabricados por um processo de litografia óptica, seguida de uma remoção seletiva dos materiais indesejáveis. Uma característica importante desse processo é a uniformidade. Como todos os resistores são fabricados simultaneamente e submetidos aos mesmos processos, com diversos *wafers* sendo tratados ao mesmo tempo, milhares de componentes com características praticamente idênticas são obtidos.

Faixa de Resistências

O processo usado por litografia permite ao fabricante obter componentes em uma ampla faixa de valores de resistências. A resistência do componente depende basicamente das características do filme e do padrão em que é feita sua deposição. No entanto, deve-se levar em conta certas limitações de espaço, além da própria necessidade de se acrescentar os terminais.

Com o uso de filmes na faixa de 50 a 2000 ohms/quadrado, a faixa de resistência dos componentes obtidos pode variar entre poucos ohms a vários megohms. Entretanto, os valores mais comuns ficam entre 250 ohms e 100 k ohms.

Resistências Muito Baixas

Um problema que acontece é que, quando são fabricados resistores de valores muito baixos, deve ser considerada a resistência dos terminais.

Com um projeto apropriado, os efeitos dos terminais podem ser minimizados, mas não completamente eliminados, conforme mostra a **figura 1**.

Em um resistor de 10 ohms o efeito da resistência dos terminais pode chegar a 1 %, enquanto que esse valor é de apenas 0,01 % em um resistor de 1 k ohm.

Tolerância da Resistência

O uso de sistemas LASER permite ajustar os valores dos resistores de tal forma a se obter tolerâncias muito baixas, com valores absolutos e relativos que chegam aos 0,01 % e 0,005 %, respectivamente.

Quanto menor a tolerância, mais cuidadosamente o resistor deve ser projetado para se obter uma distribuição de valores dentro dos limites de tolerância, com um custo e tempo de fabricação compensadores.

Uma forma de se chegar a isso é através do uso de geometrias especiais para ajustes, veja a **figura 2**.

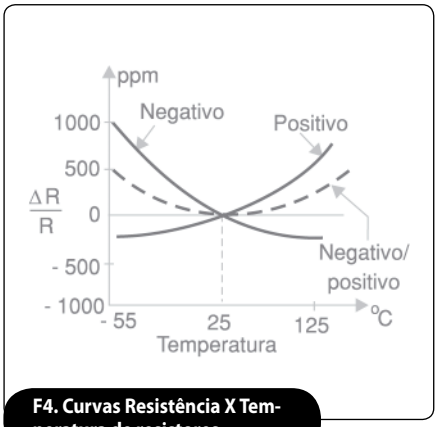
Essas geometrias reduzem a sensibilidade do resistor à quantidade de material que deve ser removido no processo de ajuste para se conseguir a precisão desejada.

TCR – Coeficiente de Temperatura da Resistência

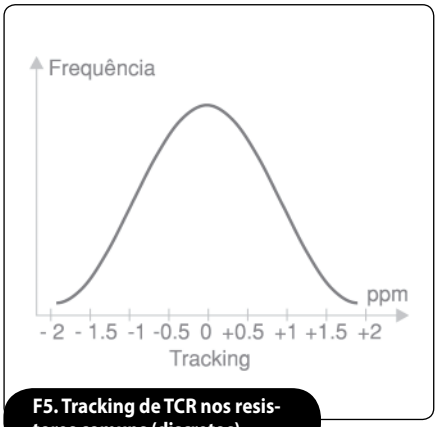
O *Temperature Coefficient of Resistance* ou TCR mede a variação da resistência em função da temperatura ambiente. Ele é definido como a variação da resistência por unidade de variação de temperatura, e é comumente expresso em partes por milhão por grau centígrado ou ppm/ °C.

Os resistores comuns, similares aos discretos fabricados com filmes metálicos, são classificados por lotes de acordo com o seu TCR. Entretanto, as tecnologias modernas como, por exemplo, as que fazem uso de filmes finos, resultaram no que se denomina produtos de filme fino de "terceira geração", que possuem TCRs menores do que 10 ppm/ °C absolutos.

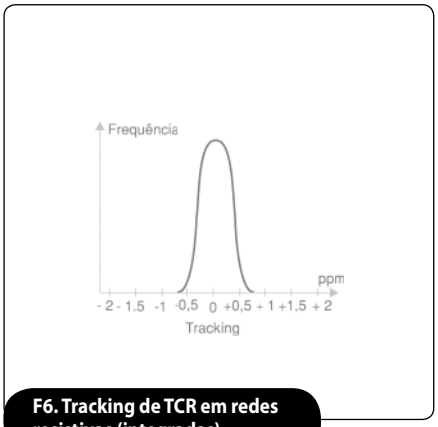
O TCR é geralmente determinado experimentalmente através da medida da resistência em diversas temperatu-



F4. Curvas Resistência X Temperatura de resistores.



F5. Tracking de TCR nos resistores comuns (discretos).



F6. Tracking de TCR em redes resistivas (integradas).

ras e calculando-se a taxa de variação numa determinada faixa, normalmente entre 25 °C e 125 °C. Se a resistência variar linearmente com a temperatura, então o TCR será constante no intervalo considerado.

Contudo, se a variação não for linear, como ocorre com ligas de níquel/cromo, então o TCR será expresso por uma curva, conforme ilustra a **figura 3**.

Pelo método especificado na norma MIL-STD-202 – Method 304, a TCR deve ser medida em intervalos entre 25 °C e 55 °C e também entre 25 °C e 125 °C. O maior valor registrado deve ser o indicado como TCR. Entendendo os efeitos da composição da liga e através de um controle cuidadoso no processamento, é possível modelar a curva resistência x temperatura de um produto de diversas maneiras, observe a **figura 4**.

Podemos ter curvas: negativa em toda a faixa, positiva em toda a faixa, ou ainda negativas em um extremo e positivas no outro da faixa de temperaturas.

"Tracking"

Existem aplicações onde as precisões dos resistores empregados necessitam estar "pareadas", ou seja, as variações de um (em função da temperatura) devem acompanhar as variações de outro numa rede usada no mesmo circuito.

As redes de filme fino possuem características excelentes de "*tracking*". Todavia, há diversos aspectos nesse comportamento que precisam ser entendidos e diferenciados.

Tracking de TCR

O *tracking* de TCR é definido como a diferença entre a TCR de um par de resistores em um determinado intervalo de temperatura.

Para os resistores comuns discretos é difícil obter uma distribuição absoluta muito próxima dos TCRs, veja exemplo na **figura 5**.

Por outro lado, pelo processo integrado, dadas as condições semelhantes de deposição (uniformidade, etc.), pode-se conseguir uma distribuição mais próxima do *tracking* de TCR, conforme exibe a **figura 6**.

As pequenas diferenças existentes ocorrem devido a variáveis de processo como, por exemplo, defeitos de substrato, deposição não uniforme, gradientes térmicos diferentes durante a produção, *stress* não uniforme, etc.

Tracking de Resistência na Comutação

Muitos circuitos operam de um modo onde a corrente através de um resistor é ligada e desligada, enquanto que em outro (do mesmo circuito) opera com uma corrente constante. Neste caso, mesmo que os resistores tenham o mesmo TCR e o substrato seja mantido em uma temperatura uniforme, as resistências podem se alterar devido ao autoaquecimento.

Nessas situações, os resistores devem ter um TCR absoluto que seja o mais baixo quanto seja possível na faixa de temperaturas de operação, e precisam ser montados o mais próximo um do outro de modo a minimizar as diferenças de temperaturas entre eles.

A **figura 7** mostra o que sucede com resistores em um caso como esse.

Relações de Tensão

Muitas vezes, os resistores são usados como divisores de tensão. Nesses casos, se alta precisão for necessária, é mais importante pensar em termos de relação de tensão do que em relação de resistências.

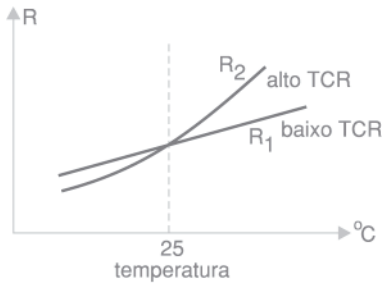
Há três aspectos importantes das relações de tensão que devem ser entendidos em comparação com as relações de resistências. São eles: relação de tensão propriamente dita, tolerância da relação de tensão e *tracking* da relação de tensão.

A tensão de um divisor, conforme mostra a **figura 8**, é idealmente calculada pela fórmula:

$$V = Ve \cdot \left[\frac{R_1}{(R_1 + R_2)} \right]$$

Quando os valores das resistências não são iguais, a relação entre as tensões irá diferir do valor calculado de uma quantidade, que dependerá da resistência do terminal comum.

Quando são usados resistores de baixo valor, a diferença pode ser significativa. Por exemplo, para um resistor de 10 k ohms em série com um resistor de 1 k ohm, tendo um terminal comum com 100 m ohms de resistência, as diferenças entre as relações podem diferir de 75 ppm como demonstram os cálculos abaixo:



F7. Variação da resistência devido ao autoaquecimento do resistor.

$$X = \frac{1000 \cdot 1}{1000 \cdot 1 + 10000 \cdot 1} = 0{,}909165$$

$$Y = \frac{1000}{1000 + 10000} = 0{,}909090$$

Onde:
X *= relação de tensão calculada da resistência aparente.*
Y *= relação de tensão medida diretamente.*

Para um resistor de 1 k ohm em série com um resistor de 100 ohms, a resistência da tomada de 100 m ohms faz com que seja produzida uma diferença na relação de tensão de mais de 800 ppm.

Tolerância da Relação de Tensão

A tolerância para uma determinada relação de tensões também difere da tolerância para a mesma relação de resistências. A maior diferença, nesse caso, é dada pelo primeiro termo da equação abaixo e que, inclusive, é afetada pela resistência do terminal comum.

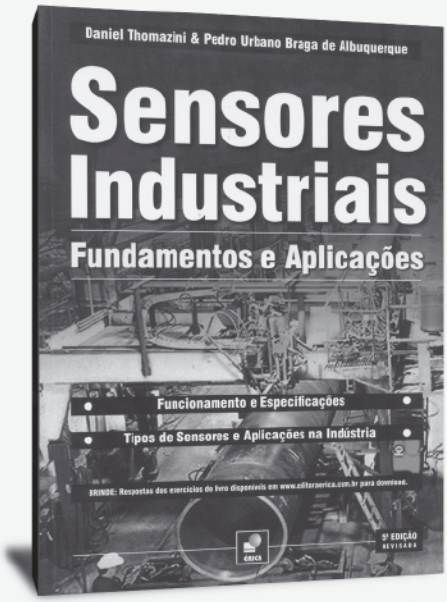
$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta R_1 / R_1}{1 + R_1/R_2} + \frac{(X / R_1) \cdot (R_2 - R_1)}{(R_2 + R_1)}$$

Onde:
R_2 *= a referência.*

Estabilidade

Os efeitos descritos anteriormente são reversíveis: as variações não

Sensores Industriais
Fundamentos e Aplicações



Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo.



Mecatrônica Industrial

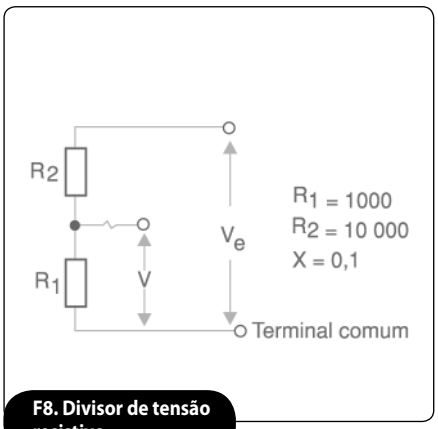
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



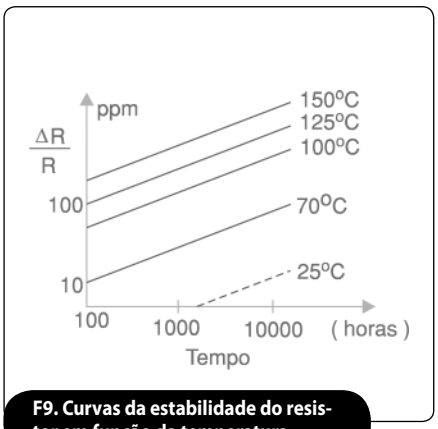
Injeção eletrônica de motores diesel

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

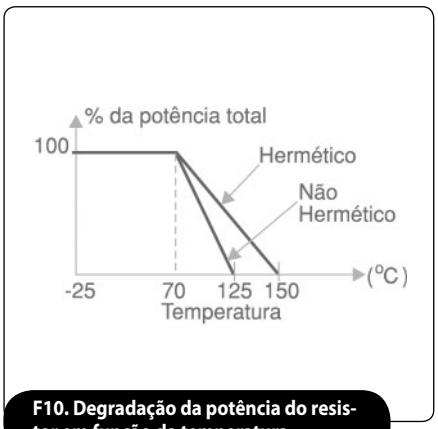
novasaber
www.novasaber.com.br



F8. Divisor de tensão resistivo.



F9. Curvas da estabilidade do resistor em função da temperatura.



F10. Degradação da potência do resistor em função da temperatura.

são permanentes e desaparecem quando a temperatura volta ao ponto de partida. Entretanto, existem efeitos irreversíveis.

A maioria das redes de resistores é utilizada em divisores de tensão. Todavia, deve-se considerar que, ao longo da vida útil do componente, suas características se modificam incluindo a tolerância, que deve ser preservada ao máximo. Isso exige uma estabilidade do filme.

Os materiais empregados têm passado por progressos no processo de fabricação, obtendo-se assim componentes com maior estabilidade.

Verifica-se que para as ligas de Níquel/Cromo a estabilidade ao longo do tempo depende da temperatura do substrato. Isso significa que se pode prever o comportamento do componente em função de apenas uma variável.

Na **figura 9** temos um gráfico que nos mostra como a temperatura influi na estabilidade do componente ao longo do tempo.

Deve-se considerar o problema do tracking de TCR, que será tanto menor quanto menor for a variação da resistência absoluta de cada um dos resistores do par.

Dissipação

Os resistores de precisão de filme fino não são utilizados em aplicações de alta potência. Isso significa que os modos de se estabilizar as potências dissipadas nesses componentes não são críticos. No entanto, precisam ser estabelecidos limites, e isso é feito através da fixação da temperatura máxima de operação.

A temperatura em potência zero ou "*zero power*" (também denominada temperatura máxima de operação), é a temperatura máxima em que o componente pode operar por um determinado intervalo de tempo sem mudança excessiva de características.

O tempo especificado normalmente é de 1000 horas e a mudança de características usualmente é expressa em relação à tolerância inicial.

Os resistores de filme fino precisam manter uma tolerância de 0,1%, e a temperatura em potência zero pode ser 150 °C tipicamente. Nessa temperatura, um resistor deve ter uma mudança da ordem de 500 ppm absolutos ou 100 ppm relativos em relação aos outros da mesma rede.

Se a tolerância for de 0,01 %, uma temperatura mais apropriada para potência zero seria 125 °C. Na **figura 10** temos um gráfico que apresenta a curva de degradação da potência que um resistor pode dissipar em função da temperatura.

Observe que a potência dissipada vale apenas para temperaturas até 70 °C. Depois disso, temos a degradação, e então ela varia se os resistores forem do tipo hermético ou não hermético.

Quando se trabalha com resistores para a montagem em superfície, deve-se prestar especial atenção às dissipações individuais. Isso ocorre porque, dentro de uma mesma rede, os diversos resistores podem trabalhar com potências diferentes. O projeto deve levar em consideração essas diferenças.

Coeficiente de Tensão e Ruído de Corrente

Há duas características que podem trazer sérios problemas para projetos que envolvem resistores de precisão e que precisam ser consideradas quando os resistores são feitos de materiais compostos, mas que são ignoradas nos resistores de filme fino, por serem pouco significativas. O coeficiente de tensão da resistência é a mudança da resistência por variação da tensão, expressa em ppm/volt.

Ela expressa a característica não ôhmica dos resistores de filme fino, e seus níveis se manifestam de forma mais intensa apenas nos resistores de maior valor, na faixa de megohms. Valores típicos estão na faixa de 0,1 ppm/V.

O ruído de corrente é caracterizado e tem um valor típico menor do que – 35 dB.

Efeitos Termoelétricos

Tensões termoelétricas podem ser geradas nas terminações dos resistores em diferentes temperaturas. Com resistores discretos, essas tensões podem ser problemáticas quando gradientes de temperatura se manifestarem, dadas as dimensões elevadas dos componentes. Todavia, com redes de resistores de filme fino, os tamanhos reduzidos e a distribuição do calor de maneira mais uniforme, esses efeitos praticamente não existem.

As tensões geradas termoeletricamente nos resistores de filme fino são tipicamente menores do que 0,1 µV/°C.

Perguntas e Respostas mais Frequentes sobre Componentes Eletrônicos

Newton C. Braga

1. Como escolher um transistor equivalente para um projeto?

A escolha de um transistor equivalente para um projeto exige o conhecimento da sua função no circuito e das características do componente original. Para aplicações de corrente contínua (fontes) e áudio, a escolha é menos crítica e, normalmente, o equivalente deve ter as seguintes características:

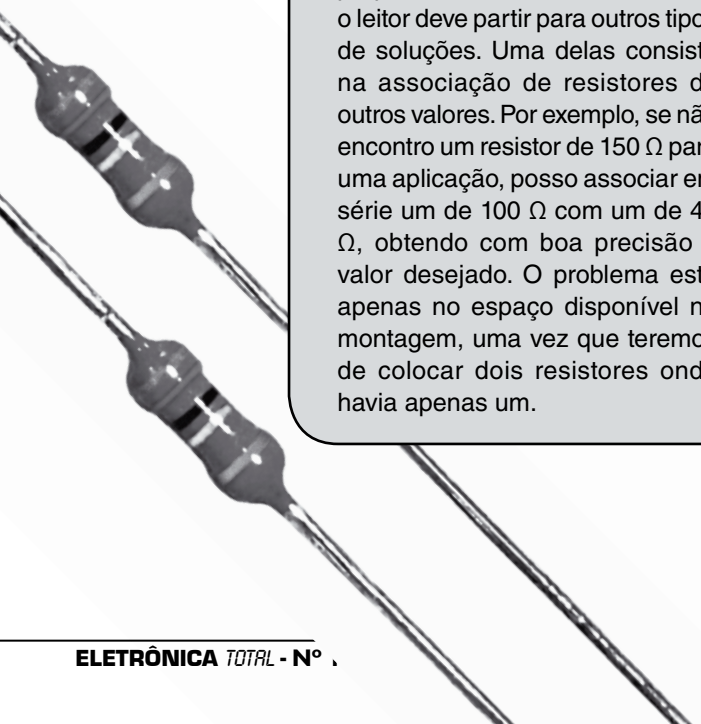
- Mesmo tipo (NPN, PNP, FET de canal N ou P).
- Corrente máxima de coletor igual ou maior que o original.
- Tensão máxima de coletor igual ou maior que o original.
- Ganho igual ou maior que o original.

Para aplicações em circuitos de alta frequência temos ainda a observar:

- Frequência de transição igual ou maior que o original.
- Em alguns casos como, por exemplo, em pré-amplificadores de áudio ou ainda amplificadores de RF, deve ser observado o fator de ruído, que no equivalente deve ser igual ou melhor que o original. Dispor de um manual de transistores é muito importante para quem faz substituições destes componentes com frequência.

2. Que valores posso usar quando não encontro um resistor de valor exigido num projeto?

Os resistores usados na maioria das montagens comuns têm uma tolerância de 20%. Isso significa que, na falta de um valor original, dependendo da função, é possível experimentar um valor próximo. Entretanto, se os resistores recomendados no projeto forem de pequena tolerância, 5% ou menos, o leitor deve partir para outros tipos de soluções. Uma delas consiste na associação de resistores de outros valores. Por exemplo, se não encontro um resistor de 150 Ω para uma aplicação, posso associar em série um de 100 Ω com um de 47 Ω, obtendo com boa precisão o valor desejado. O problema está apenas no espaço disponível na montagem, uma vez que teremos de colocar dois resistores onde havia apenas um.



3. Podem ser usados equivalentes de um circuito integrado com sufixos diferentes?

Os sufixos dos circuitos integrados podem ter diversos significados. Os montadores devem estar atentos a isso. Um primeiro caso ocorre quando o sufixo indica o tipo de invólucro. Neste caso, o que pode ocorrer é que um circuito integrado com sufixo diferente do original venha com um invólucro de tamanho diferente ou número de pinos diferentes.

Um segundo caso está nas próprias características elétricas do componente. O sufixo pode indicar que aquele circuito integrado opera com uma faixa diferente de tensões de alimentação, ou ainda tem um ganho diferente.

Um caso mais grave que ocorre com estes sufixos é que eles podem indicar o tipo de configuração em que o componente é usado. Por exemplo, é comum que nos amplificadores de áudio integrados tenhamos sufixos diferentes para componentes que funcionam em sistemas estéreo (canais separados) e ligados em ponte.

Em todos os casos, o leitor que usar um componente com sufixo diferente do indicado pode ter problemas sérios com o projeto.

4. Posso usar um capacitor eletrolítico de tensão maior que a exigida originalmente num projeto?

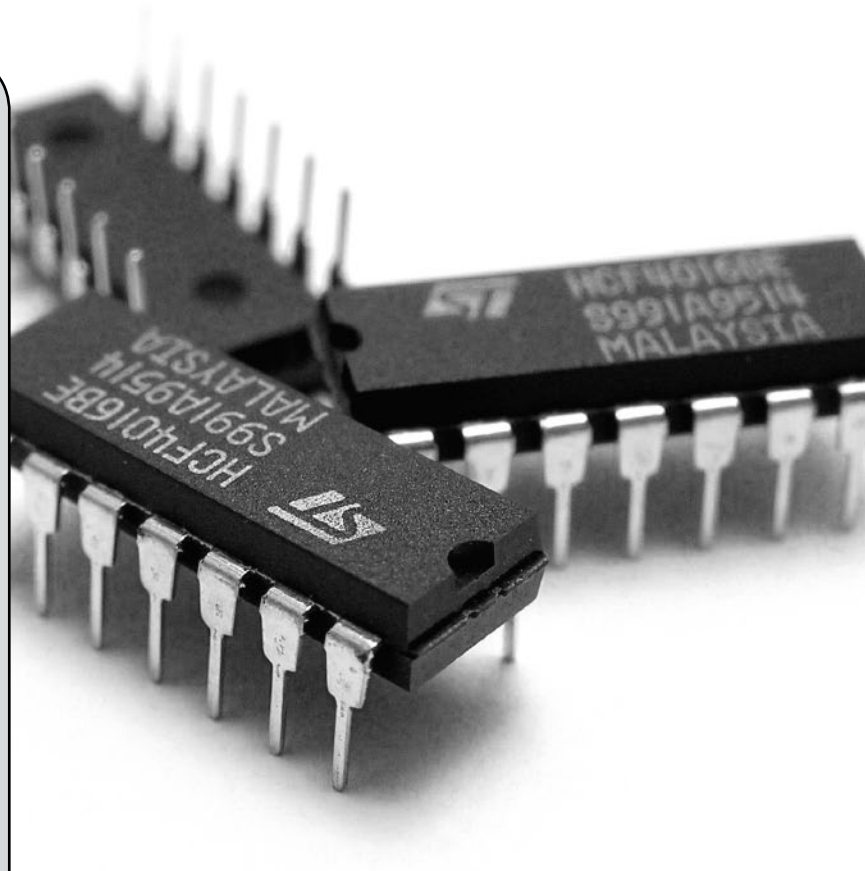
Muitos leitores não sabem, mas a capacitância apresentada pelo capacitor eletrolítico é levemente dependente da tensão em seus terminais. Isso significa que um eletrolítico terá a capacitância indicada, quando submetido a uma tensão numa faixa próxima a sua tensão de trabalho. Em um projeto podemos usar um capacitor eletrolítico para uma tensão maior que a original, mas não muito maior. Por exemplo, de um capacitor de 400 V, onde se pede um de 6 V, pode resultar em problemas pelo fato do componente também não apresentar a capacitância esperada. Uma tolerância de até 100%, utilizando-se um capacitor com até o dobro da tensão indicada é tolerada. Lembramos apenas que capacitores para tensões maiores também são fisicamente maiores, e pode não haver espaço suficiente para sua instalação.

5. Como encontrar um circuito integrado equivalente para um projeto?

Existe uma enorme quantidade de circuitos integrados disponíveis e uma boa parte deles é do tipo dedicado, ou seja, tem função única. Para os integrados de uso geral, existe a possibilidade de encontrar equivalente, mas nem sempre isso é fácil. Somente funções comuns como amplificadores operacionais, *timers*, reguladores de tensão, funções lógicas simples é que possuem equivalentes.

É preciso alertar que existem dois tipos de "equivalências":

- A primeira é o mesmo componente fabricado com outro código, ou o mesmo código com o prefixo alterado por outro fabricante. Por exemplo, podemos ter o LM741, µA741, NE741 para o mesmo amplificador operacional 741. Neste exemplo, as diferenças de características dos componentes são suficientemente pequenas para não haver problemas de substituição na maioria dos casos.
- A segunda é um componente para a mesma função com código e configuração interna diferentes. Neste caso o leitor deve estar atento, pois nem sempre a substituição numa aplicação é direta. Por exemplo, podemos ter o mesmo componente amplificador de 1 W com mesmo invólucro, mas componentes externos levemente diferentes e pinagem diferente.



6. Quais são os componentes que se estragam com o tempo e, portanto, exigem mais cuidado ao serem usados quando velhos?

Os capacitores eletrolíticos são componentes químicos, existe uma substância em seu interior que se deteriora ou perde suas propriedades com o tempo. Assim, um eletrolítico que tenha ficado muito tempo sem uso pode perder sua capacitância. Se o leitor pretende usar capacitores eletrolíticos velhos, deve ter muito cuidado. Verifique se eles ainda estão bons.

Acopladores & Chaves Ópticas

Os componentes de Optoeletrônica são de grande importância nas aplicações modernas. A luz permite o isolamento entre componentes e é o meio mais rápido de comunicações que existe. Por que não usá-la em dispositivos que podem ser úteis, eficientes e extremamente rápidos? Atualmente, nas aplicações de controle e transmissão de informações os dois tipos mais importantes de dispositivos empregados são os acopladores e as chaves ópticas. É de seus princípios de funcionamento e características que trataremos neste artigo.

Newton C. Braga

Dispositivos que envolvem o uso da luz como meio de transmissão de sinais de controle e informações são bastante comuns nas aplicações modernas e podem ser encontrados em inúmeras versões.

Basicamente, um dispositivo desta família de componentes consiste em um emissor de luz (um LED infravermelho, por exemplo) e um receptor que, dependendo da aplicação do dispositivo, pode ser um fotodiodo, fototransistor, foto-DIAC, fotodisparador, etc.

Na **figura 1** mostramos o princípio básico de operação desses dispositivos.

Em **(a)** temos um acoplador óptico e em **(b)** uma chave óptica. Esses dispositivos se diferenciam pela sua forma de uso. Analisemos os principais casos.

Acopladores Ópticos

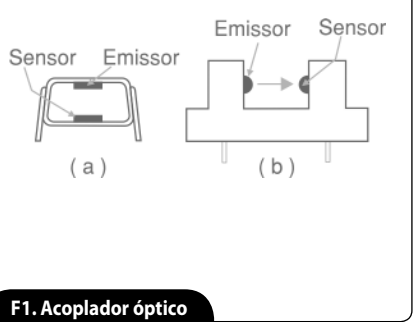
Em um acoplador óptico temos um LED emissor e um elemento sensor, encerrados num mesmo invólucro hermético que não pode receber luz externa, conforme ilustra a **figura 2**.

Quando o LED recebe um sinal elétrico, ele o transforma em luz, transferindo então pelo espaço para o fotossensor. Como esses elementos não mantêm contato elétrico, o isolamento entre o emissor e o sensor é enorme, alcançando tensões de 7000 V ou mais para os tipos comuns, com uma resistência praticamente infinita.

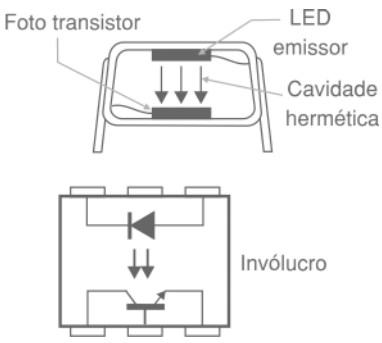
Os acopladores ópticos podem ser usados de duas maneiras: linear e digital. Essas maneiras vão determinar o tipo de dispositivo sensor e a configuração do circuito externo.

Na aplicação linear ou analógica, o sinal a ser transferido do LED para o sensor deve manter sua forma de onda e fase. É o caso de um sistema de isolamento de sinais em um *modem* onde os sinais não devam ter deformações, conforme exibe a **figura 3**.

Veja que, neste caso, o elemento empregado como sensor deve ter características lineares de resposta para o sinal luminoso que será modulado. Fotodiodos e fototransistores são os indicados para aplicações em altas e médias frequências. Para baixas frequências, obtendo-se maior sensibilidade podem ser usados Foto-Darlingtons.



F1. Acoplador óptico (a); Chave óptica (b).



F2. Acoplador óptico em um invólucro hermético.

Na **figura 4** mostramos alguns tipos de acopladores ópticos que fazem uso desses elementos.

Veja que, para obter resposta a sinais de corrente alternada, podemos ter em um mesmo acoplador dois LEDs ligados em paralelo, mas com polaridades invertidas. Isso permite que o circuito responda aos dois semiciclos do sinal transferido. Observe, entretanto, que a luz modulada resultante de um sinal alternado que module os LEDs não tem polaridade.

Na aplicação digital, o pulso de luz que o LED produz ao receber o comando externo representa um bit, ou então simplesmente uma mudança do nível lógico que vai controlar um circuito externo, conforme ilustra a **figura 5**.

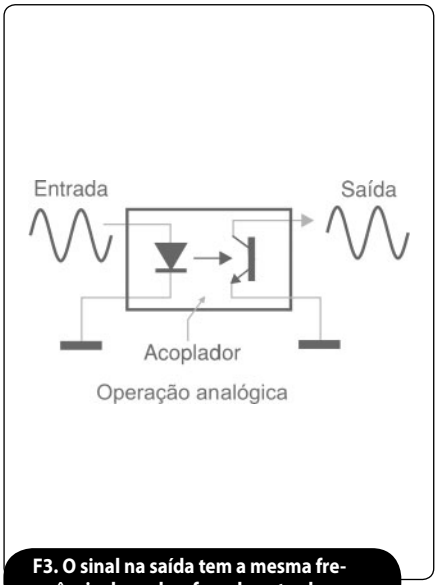
Podemos usar acopladores com fotodiodos e fototransistores para esta aplicação, desde que sejam utilizados circuitos de disparo apropriados em sua saída, observe a **figura 6**.

Comparadores de tensão, portas digitais ou mesmo amplificadores operacionais com alto ganho (configurados como comparadores), etc., podem ser usados. No entanto, existem acopladores ópticos indicados para esta finalidade que já possuem em seu interior dispositivos fotossensores com características de disparo rápido, veja a **figura 7**.

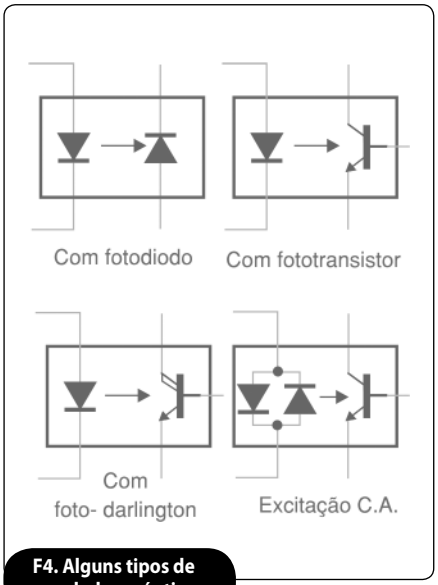
Assim, em **(a)** temos um acoplador óptico que utiliza um foto-DIAC, elemento ideal para o disparo de TRIACs em controle de potência. Quando o LED ilumina o foto-DIAC, suas características de disparo fazem com que o TRIAC seja ativado (ligado), conduzindo assim a corrente para o circuito de carga.

Em **(b)** temos um optodisparador tipo NAND, que tem características acentuadas de histerese, fornecendo assim um sinal retangular de saída ao comando do LED. Trata-se de um dispositivo ideal para o comando de circuitos lógicos ou transferência de pulsos digitais.

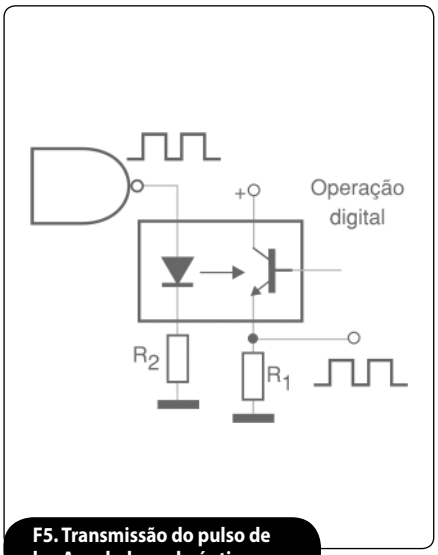
Nas aplicações de controle, podemos ter os acopladores ópticos diretamente ligados a dispositivos de potência como SCRs, TRIACs, IGBTs e Power-MOSFETs, formando assim relés de estado sólido, como o exibido na **figura 8**.



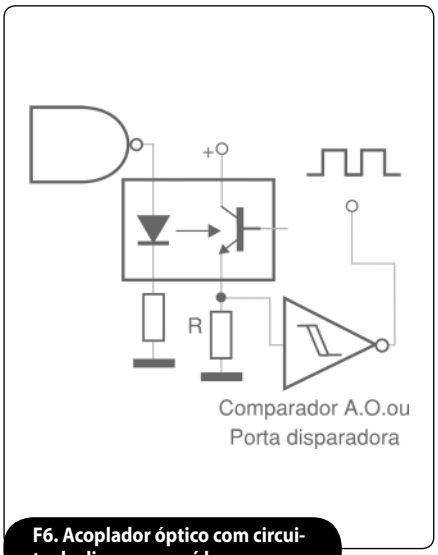
F3. O sinal na saída tem a mesma frequência de onda e fase da entrada.



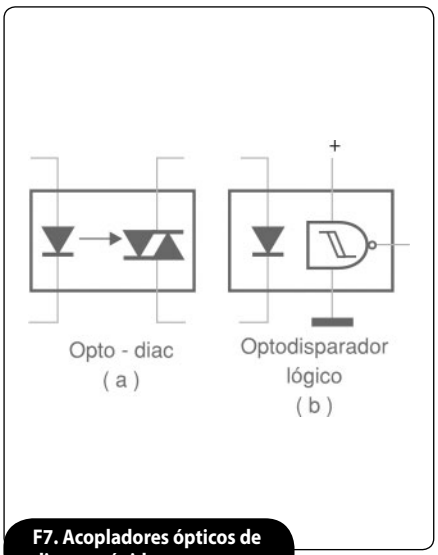
F4. Alguns tipos de acopladores ópticos.



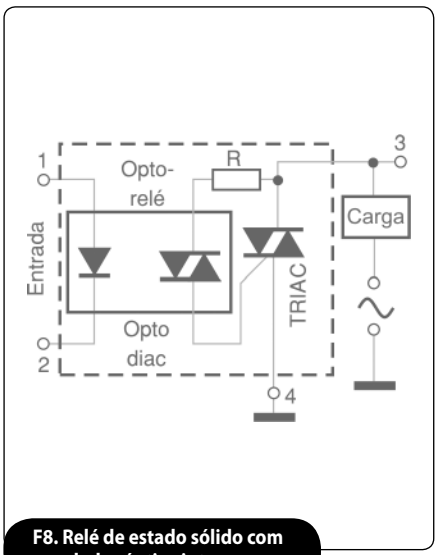
F5. Transmissão do pulso de luz Acoplador pelo óptico.



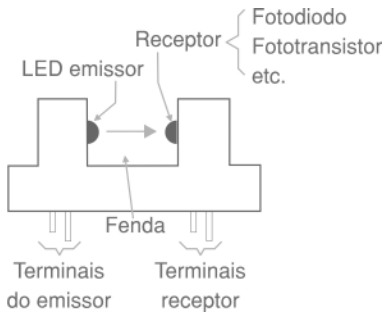
F6. Acoplador óptico com circuito de disparo na saída.



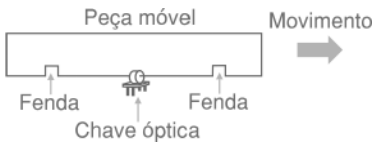
F7. Acopladores ópticos de disparo rápido.



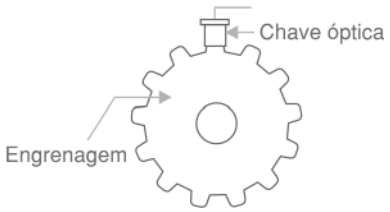
F8. Relé de estado sólido com acoplador óptico interno.



F9. Estrutura típica de uma chave óptica.



F10. Chave Óptica usada para detecção de peças móveis.



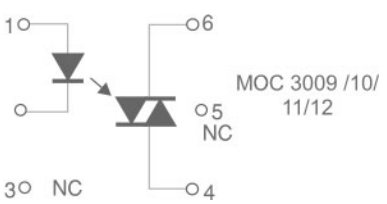
F11. Chave Óptica usada na determinação da velocidade e posição da engrenagem.



F12. Chave Óptica aplicada em um encoder.



F13. Aplicação no caso de um encoder absoluto.



F14. Configuração básica dos Acopladores Ópticos – MOC 3009 / 10 / 11 / 12.

Uma pequena corrente pode ser usada para controlar cargas de alta corrente graças ao circuito adicional no fotorreceptor.

As características de isolamento e velocidade de resposta, sem a necessidade de se utilizar dispositivos mecânicos, tornam os relés de estado sólido os preferidos na maioria das aplicações modernas.

Chaves Ópticas

As chaves ópticas são diferentes dos acopladores ópticos no sentido de que seu acionamento é feito por algum tipo de objeto que se interpõe ao feixe de luz que vai do elemento transmissor (LED) ao elemento receptor (que pode variar conforme a aplicação).

Na **figura 9** temos a estrutura típica de uma chave óptica que encontra uma enorme gama de aplicações em sistemas de controle. A luz do elemento emissor (LED) incide no elemento sensor através de uma abertura. Quando um objeto interrompe o feixe de luz pela fenda, um sinal de comando é produzido no sensor.

Na primeira aplicação, a chave óptica é usada para detectar a posição de peças móveis, conforme mostra a **figura 10**. Quando a abertura passa pela fenda, a luz incide em um elemento sensor, produzindo o sinal de comando.

Na **figura 11** temos uma outra aplicação onde a passagem dos dentes de uma engrenagem pela fenda produz uma sequência de pulsos, cuja velocidade serve tanto para determinar a velocidade (rpm) quanto a posição dessa engrenagem.

Uma aplicação importante das chaves ópticas é nos *encoders*, como o ilustrado na **figura 12**.

A passagem das áreas claras e escuras de um disco plástico na fenda da chave óptica produz pulsos que servem para controle do dispositivo onde o disco está acoplado. Neste caso temos o que se denomina "encoder incremental", uma vez que temos apenas pulsos únicos sendo produzidos em qualquer sentido de rotação. O circuito de controle faz a contagem dos pulsos produzidos para determinar a posição (ou velocidade) da peça que comanda o movimento do disco.

Uma variação deste tipo de chave óptica é usada no "encoder absoluto" que tem a configuração apresentada na **figura 13**.

Nele, temos diversos emissores e receptores (normalmente 8) que "leem" as informações correspondentes às diversas carreiras de claros e escuros. Dessa forma, eles podem fornecer uma informação paralela que corresponde digitalmente à posição em que o disco, e portanto a peça a ele acoplada, se encontra.

A grande vantagem desse tipo de encoder é que ele permite determinar a posição exata da peça no momento em que o circuito é ligado e pode detectar seu movimento em qualquer sentido.

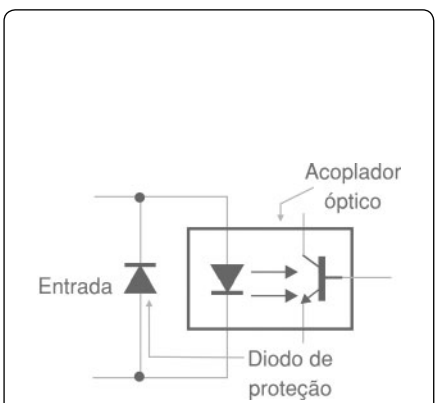
Características

Para os profissionais que trabalham com acopladores ópticos e chaves ópticas é importante saber interpretar as suas características elétricas e gerais. Assim, separamos essas características em três grupos: do emissor, do receptor e gerais. As características do emissor são:

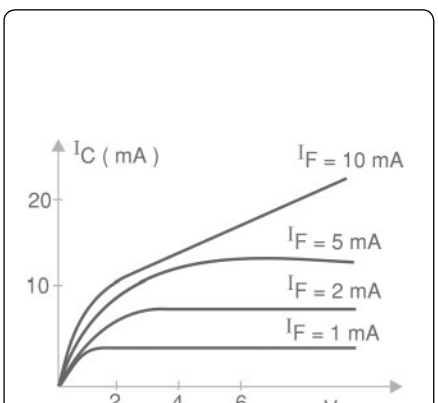
- **Corrente no LED para excitação:** Essa corrente depende do tipo. Nos tipos para aplicações lineares, evidentemente o que se tem é uma corrente máxima com valores que determinam a faixa de modulação. Nos comutadores, entretanto, como os dotados de opto-DIACs, podemos ter famílias de dispositivos com diversas correntes mínimas exigidas para o disparo. Um exemplo disso é dado pelos conhecidos acopladores ópticos da série MOC3009, 3010, 3011 e 3012, cuja configuração é mostrada na **figura 14**. Assim, as correntes de disparo exigidas para travar a saída (*latch*) são diferentes conforme a **tabela 1** mostra. A corrente máxima admitida para os LEDs desse acoplador óptico é 60 mA.
- **Tensão inversa máxima no LED:** É a tensão máxima que pode ser aplicada no LED quando polarizado no sentido inverso. É preciso tomar cuidado com essa característica, pois se trata de valores baixos. Dessa maneira, para os dispositivos da série MOC essa tensão é de apenas 3 volts. A proteção do LED com diodos paralelos inversos, como se observa na **figura 15** é uma boa prática.
- **Tensão direta no LED:** É a tensão mínima que, aplicada ao LED, o torna condutor e portanto provoca a emissão de luz. Para os tipos comuns essa tensão está na faixa de 1,2 V a 1,5 V.

Características do receptor:

- **Fotodiodos e fototransistores:** Para os fotodiodos e fototransistores temos a corrente máxima que eles fornecem quando excitados. Para os fototransistores poderemos ter famílias de curvas como as mostradas na **figura 16**. Os foto-Darlingtons têm a vantagem de fornecer correntes de saída bem maiores que os fototransistores e fotodiodos comuns. A grande vantagem dos fotodiodos é a velocidade mais rápida. A dissipação do fototransistor ou fotodiodo também é importante, pois ela influirá na dissipação total do dispositivo. Ela será dada em mW a uma temperatura ambiente (normalmente 20 ºC) e um fator de degradação que indica de quanto ela diminui para cada grau de temperatura acima do valor tomado como referência.
- **Foto-DIACs:** Para os acopladores com foto-DIACs, duas são as características normalmente especificadas. A primeira é a corrente de pico do DIAC quando ele dispara. Essa corrente é importante, porque ela deve ser intensa o suficiente para disparar o TRIAC externo. Os tipos da série MOC, por exemplo, possuem correntes de pico de 1 A, o que é mais do que suficiente para disparar a maioria dos TRIACs comuns. Também neste caso, como segunda característica importante temos a dissipação máxima do componente, dada em mW para uma temperatura de referência e um



F15. Proteção do LED contra tensão inversa.



F16. Família de curvas Ic x Vce para os fototransistores.

Tipo	Corrente típica de disparo (LED)	Corrente máxima de disparo (LED)	Unidade
MOC3009	18	30	mA
MOC3010	8	15	mA
MOC3011	5	10	mA
MOC3012	3	5	mA

T1 . Correntes de disparo para o LED, em mA.

fator de degradação para cada grau Celsius de elevação.

- **Circuitos disparadores:** Para os circuitos disparadores temos informações sobre sua compatibilidade com lógicas TTL e CMOS, velocidade máxima, e tensão máxima de alimentação.

Características Gerais

A característica geral mais importante de um isolador óptico é a tensão de isolamento. Normalmente, especifica-se o pico de tensão máxima que pode aparecer entre qualquer ponto do receptor e o do emissor suportado pelo dispositivo. Os tipos comuns podem ter tensões de isolamento de 5000 a 8000 V, tipicamente.

Também é dada como característica geral do dispositivo a dissipação máxima, que é a soma da dissipação máxima do emissor e do receptor, em mW à temperatura ambiente, com um fator de degradação.

Utilização

A maioria dos isoladores ópticos e das chaves ópticas é fornecida em invólucros DIL e SMD de fácil utilização. Seu tamanho reduzido permite uma instalação fácil em qualquer placa de circuito impresso.

Entretanto, ao usar um isolador óptico ou uma chave óptica o projetista deve estar atento para suas características na aplicação específica.

De um modo geral, podemos dar as recomendações vistas na **tabela 2.**

	Tipo Recomendado – Receptor
Sinais Analógicos de Baixa Frequência	Fototransistor ou foto-Darlington
Sinais Analógicos de Média Frequência	Fotodiodo ou fototransistor
Sinais Analógicos e Digitais de Altas Frequências	Fotodiodo
Sinais de Controle para SCRs e TRIACS	FotoDarlington, Fototransistor, foto-DIAC ou foto-SCR
Sinais Digitais	Fotodiodo, fototransistor ou fotodisparador
Controle digita	Fototransistor ou fotodisparador

T2 . Recomendações de uso dos isoladores ópticos conforme a aplicação específica.

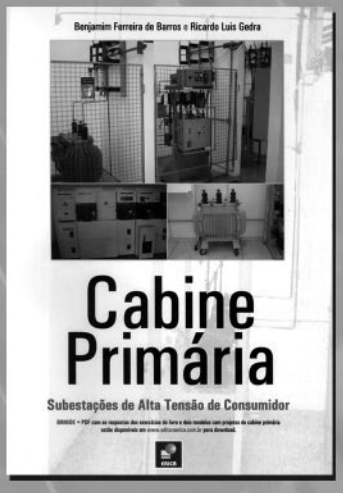
Conclusão

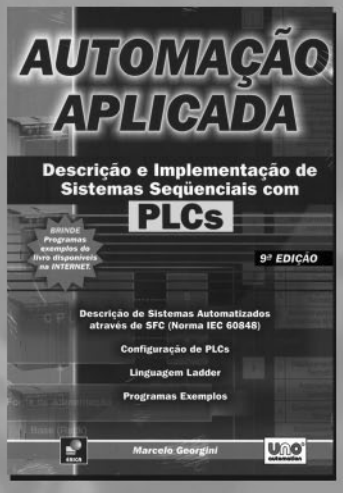
Acopladores e chaves ópticas podem ser usados numa infinidade de aplicações em que se exige transferência de sinais entre circuitos de forma isolada. A segurança da transferência óptica garante a integridade dos equipamentos e de quem os manuseia.

O uso de chaves e acopladores ópticos como relés de estado sólido é outra opção que deve ser levada em conta ao se analisar esses componentes. Enfim, o leitor projetista deve estar atento às características desses componentes de baixo custo, eficientes e fáceis de obter ao pensar em um novo projeto.

Confira essas ofertas imperdíveis!









novasaber
www.novasaber.com.br

Técnicas de Extração de Circuitos Integrados SIP e DIP

Um problema que aborrece muitos profissionais de manutenção eletrônica, principalmente aqueles menos experientes ou que têm menos habilidade com as ferramentas, reside na remoção de um circuito integrado de uma placa de circuito impresso. Soltar o circuito integrado totalmente não é algo fácil, principalmente se levarmos em conta sua quantidade de terminais e sua posição nem sempre favorável. Neste artigo, mostraremos como este tipo de trabalho pode ser feito com facilidade.

Newton C. Braga

Retirar um circuito integrado com invólucro SIP ou DIP de um equipamento é simples, se ele estiver montado em um soquete. Porém, caso ele esteja soldado na placa, e isso ocorre em praticamente todos os equipamentos comerciais, o trabalho envolvido poderá ser bastante enfadonho.

O risco de se causar danos aos componentes adjacentes, ou mesmo de se causar danos à placa é grande, e isso faz com que muitos profissionais evitem ao máximo realizar esse tipo de tarefa, chegando ao ponto de afirmarem que o equipamento não tem mais conserto, ou ainda preferindo trocar a própria placa.

De fato, para se extrair um circuito integrado precisamos ter alguma habilidade, além de algumas ferramentas apropriadas.

Neste artigo, mostraremos como a extração de circuitos integrados comuns pode ser feita com facilidade maior ou menor, dependendo dos recursos que o leitor disponha.

Evidentemente, o procedimento é válido para os tipos mais comuns com invólucros DIP ou SIP (*dual in line* e outros), não se aplicando a microprocessadores, microcontroladores, DSPs e outras funções muito complexas, cujos invólucros chegam a ter mais de 200 pinos. Veja um exemplar desses últimos na **figura 1**.

Extração com o ferro de soldar

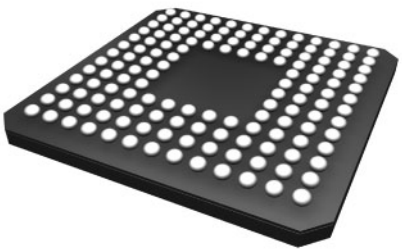
Obviamente, numa oficina de reparação de equipamentos eletrônicos, o ferro de soldar é uma ferramenta indispensável. Para usá-lo na extração de um circuito integrado, o procedimento exige algum cuidado e habilidade, mas é perfeitamente possível.

O procedimento é simples: com uma chave de fenda introduzida entre o componente e a placa de circuito impresso, forçamos levemente para cima, observe a **figura 2**.

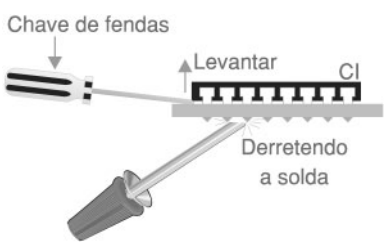
Esse esforço não deverá ser grande para não colocar em risco o componente e a própria placa de circuito impresso.

Ao mesmo tempo que forçamos o componente, passamos a ponta do ferro de soldar rapidamente nos terminais de modo a obter a fusão da solda na maior parte deles.

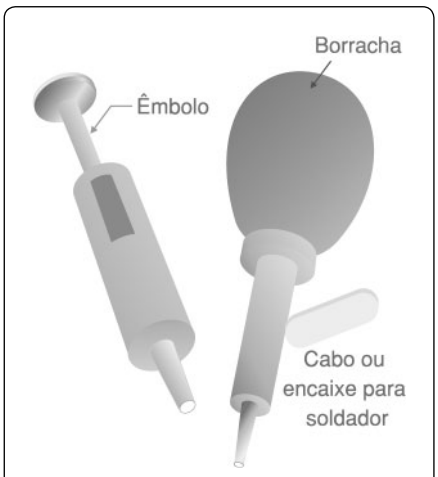
Quando a solda derrete, os pinos vão se soltando e o circuito vai saindo, ajudado pela força exercida pela chave de fenda.



F1. Exemplar de um CI muito complexo com grande nº de pinos.



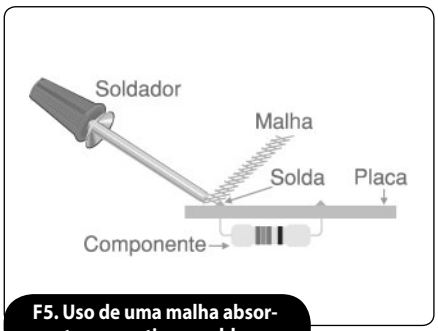
F2. Extração do CI com o ferro de soldar.



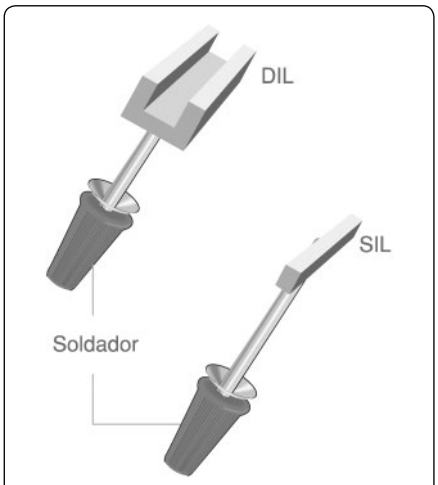
F3. Dois tipos comuns de sugadores de solda.



F4. Modo como deve ser usado o sugador de solda.



F5. Uso de uma malha absorvente para retirar a solda.



F6. Dois tipos comuns de pontas extratoras de CIs.

Assim, passando diversas vezes o soldador e mudando a posição da chave de fenda para a outra ponta do CI de modo a levantá-la, em pouco tempo conseguimos liberá-lo completamente. Devemos apenas ter o cuidado de limpar depois o local dos terminais para remover as eventuais pontes de solda que se formaram.

Usando um sugador de solda

Uma ferramenta barata, porém de grande utilidade em qualquer oficina de reparação de equipamentos eletrônicos, consiste no sugador de solda que pode ser do tipo isolado ou encaixado no soldador, conforme mostra a **figura 3**.

A finalidade do sugador é remover totalmente a solda em torno dos terminais de um componente quando ela é derretida, liberando-o.

Na **figura 4** exemplificamos como o sugador deve ser usado para retirar a solda derretida de modo a liberar os terminais de um componente.

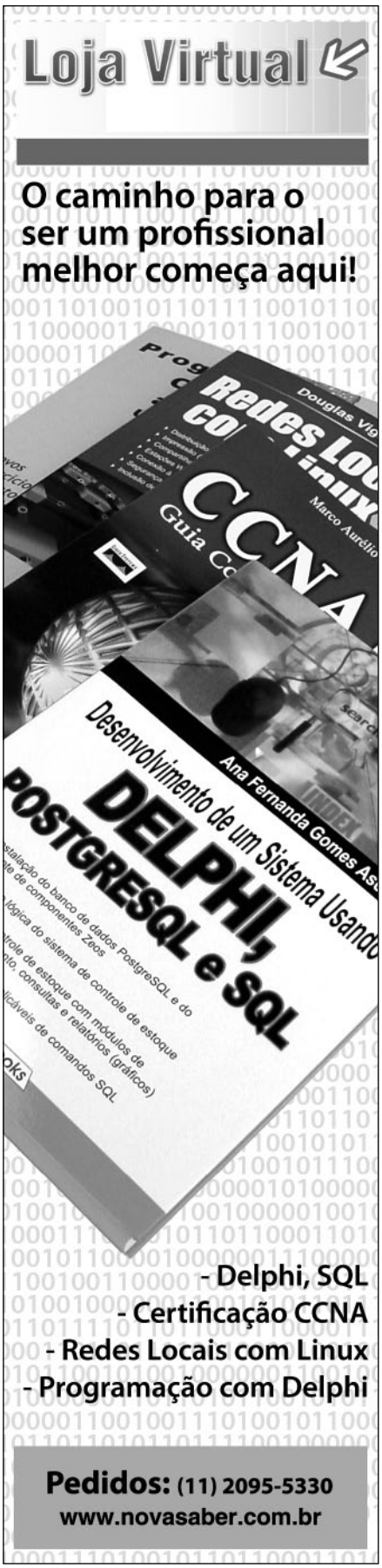
O sugador exibido é do tipo que usa uma bisnaga de borracha para fazer o vácuo que puxa a solda derretida. Existem outros que possuem um pequeno pistão com uma mola.

O pistão é posicionado por uma mola e para se sugar a solda, um botão é pressionado, liberando assim a mola, que puxa esse mesmo pistão fazendo o vácuo.

No caso de um circuito integrado, devemos derreter e remover a solda de cada terminal de modo que ele possa ser desencaixado depois com facilidade.

É claro que, de tempos em tempos, o reservatório para onde são sugadas as pelotinhas de solda deve ser limpo.

Convém observar que teremos maior eficiência no trabalho de liberação dos terminais de um CI, se usarmos um soldador de maior potência (40 a 60 watts). Contudo, se o CI estiver bom e pretendermos aproveitá-lo em outra aplicação, a operação deverá ser rápida para que o calor não o danifique.



Usando uma malha absorvente de solda

Um outro recurso barato que ajuda a limpar a solda dos terminais de um circuito integrado, ou de outro componente, e assim permitir sua remoção , é a malha absorvente de solda, que é ilustrada na **figura 5**.

Devemos, então, aplicar o calor da ponta do soldador nessa malha que se posiciona sobre os terminais de um componente ou de um circuito integrado.

Aquecida, a malha derrete a solda e a absorve, livrando, dessa maneira, os terminais do componente que pode ser extraído com facilidade.

Obviamente, a operação de remoção da solda deve ser rápida se não desejamos causar dano ao componente. Isso é importante no caso dele estar ainda bom e simplesmente sua extração seja feita para aproveitá-lo em outro equipamento.

A malha de remoção deve ser jogada fora quando estiver "saturada" e solta. Ela poderá ser adquirida em rolinhos de 1 metro ou mais.

Usando uma ponta extratora de CIs

Um outro recurso interessante que os profissionais de reparação devem ter em sua oficina é a ponta extratora de CIs, que pode ter dois formatos, conforme exemplificamos na **figura 6**.

Nela, mostramos uma ponta para a extração de CIs com incvólucros DIP (*Dual In-line Package*) ou DIL, e uma ponta para invólucros SIP (*Single In-line Package)* ou SIL.

O procedimento consiste em colocar essa ponta em um soldador de potência um pouco maior que o normal (40 a 100 watts) e, então, aquecê-la. Seu formato permite que ela seja encostada ao mesmo tempo em todos os terminais do circuito integrado que se pretende extrair, observe na **figura 7**.

Dessa forma, podemos derreter a solda de todos os terminais ao mesmo tempo e forçando o circuito integrado para fora conseguiremos retirá-lo com facilidade.

Veja, entretanto, que o calor desenvolvido no processo é elevado, o que significa que este método de extração coloca em risco a integridade do circuito integrado, principalmente se o profissional não for experiente a ponto de fazer a operação rapidamente.

Também, neste caso, recomenda-se retirar eventuais pontes de solda que podem se formar quando o circuito integrado é extraido, isso, é claro, antes de se colocar o novo.

Usando um extrator de CIs

O extrator de CIs é uma ferramenta útil que pode se usada em conjunto com as demais descritas anteriormente, de modo a facilitar a retirada de circuitos integrados de placas de circuito impresso. Um extrator típico de circuitos integrados DIL é exibido na **figura 8**.

Essa ferramenta contém duas presas que são encaixadas nas partes laterais do circuito integrado. Um conjunto de molas força essas presas de tal modo que um esforço é exercido sobre o CI no sentido de retirá-lo da placa.

Emtão, bastará passar o soldador nos terminais de modo a retirar a solda que o extrator se encarregará de fazer a força necessária para retirá-lo.

Extração de circuitos SMD

Os circuitos integrados SMD (para montagem em superfície) encontrados em muitos equipamentos eletrônicos mais modernos, além de terem seus terminais soldados na parte de cima da placa, são delicados e muito pequenos e estão colados na placa, observe a **figura 9**.

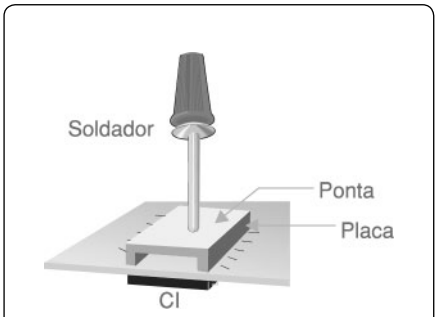
Para sua extração, existem técnicas e *kits* especiais que os reparadores mais avançados devem ter. A forma mais simples de fazer reparos com este tipo de componente é remover a solda de seus terminais com um soldador de ponta bem fina e, depois, quebrar o componente para sua extração.

O componente substituto deverá então ser soldado no seu lugar com muito cuidado para que pontes de solda não curto-circuitem seus terminais.

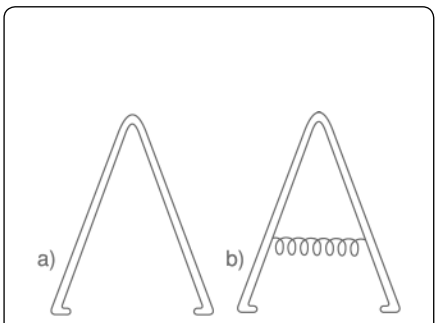
Conclusão

Retirar um circuito integrado de uma placa de circuito impresso não é tão difícil quando o profissional sabe como proceder. No entanto, como em qualquer operação mais delicada, é preciso prática, e isso só se consegue após algumas tentativas.

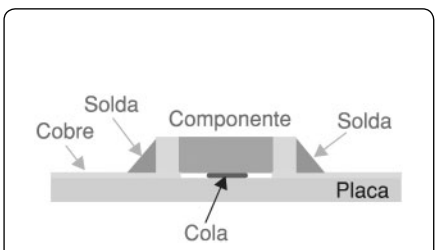
Se o leitor nunca tentou dessoldar um circuito integrado de uma placa de circuito impresso, e sabe que mais cedo ou mais tarde precisará fazê-lo, é bom começar a praticar. Assim, arranje alguma placa velha que tenha circuitos integrados que não sejam mais aproveitáveis e treine usando os recursos que você possui. Em pouco tempo você não terá dificuldades em efetuar substituições de circuitos integrados em placas de circuito impresso. *T*



F7. Modo como deve ser usada a ponta extratora de CIs.



F8. Dois extratores típicos de CIs.



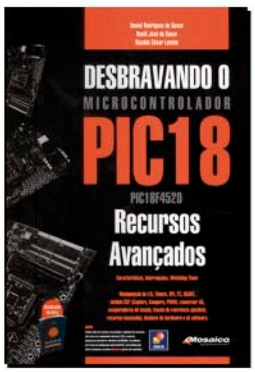
F9. CI SMD montado em placa de circuito impresso.

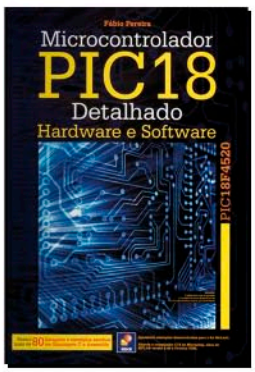
novasaber
www.novasaber.com.br

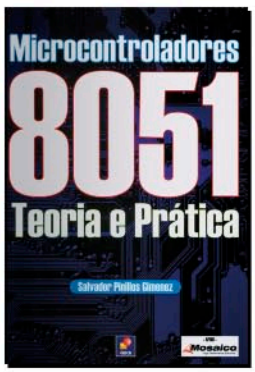
Sua loja de livros técnicos na internet

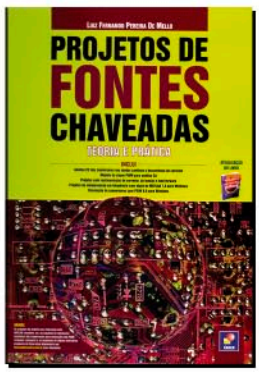
Promoções especiais e brindes

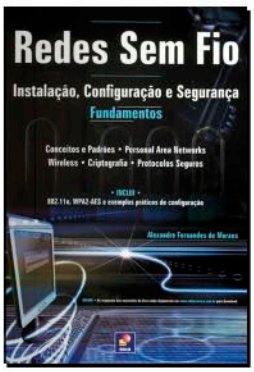


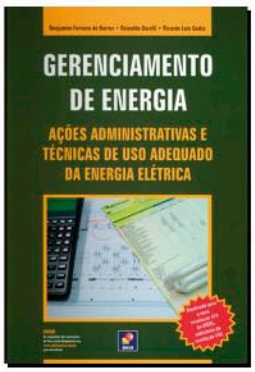


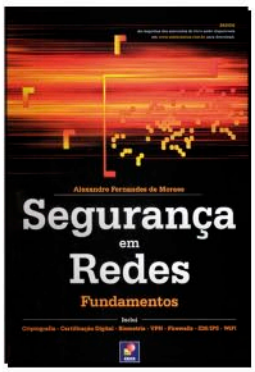


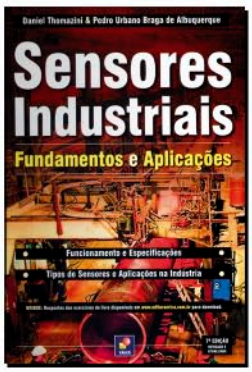


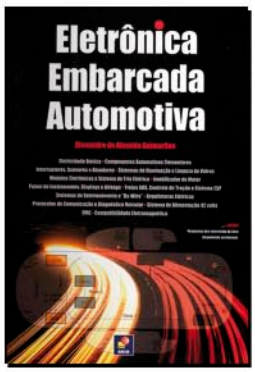


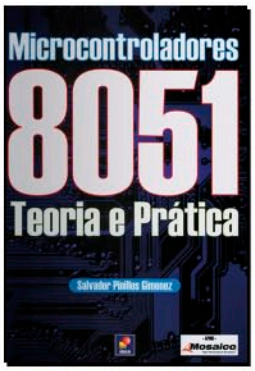


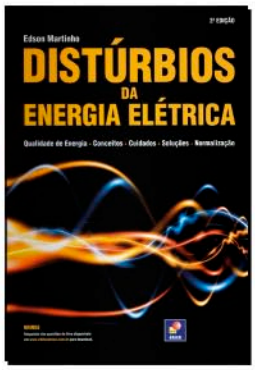


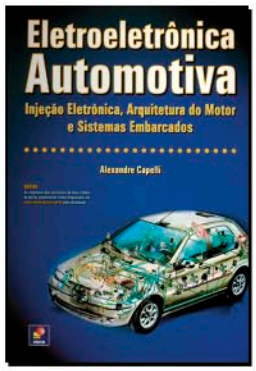






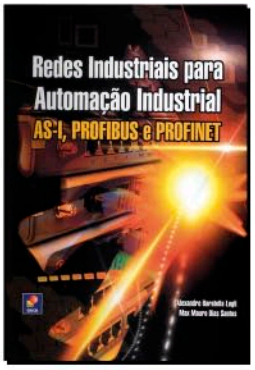






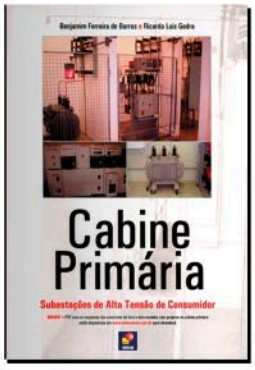


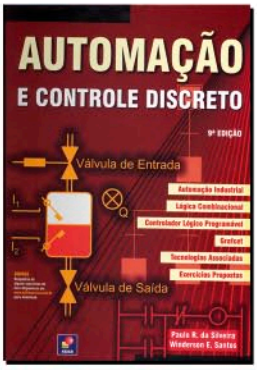




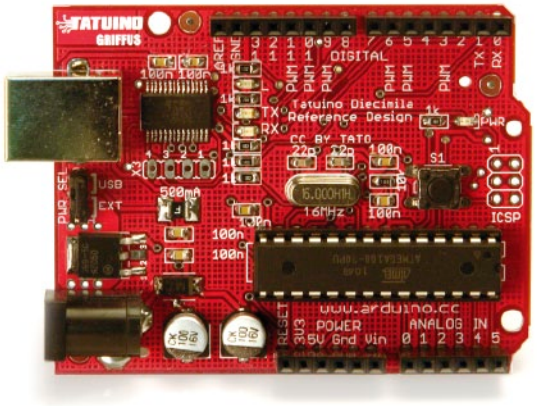








Trabalhos Práticos com o Arduino Uno



Neste artigo será apresentado o novo Arduino Duemilanove. E em seguida veremos um projeto prático com o Arduino UNO.

Filipe Pereira

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre, projetada com um microcontrolador Atmel AVR, com suporte embutido de entrada/saída, e linguagem de programação padrão, a qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++. Com isto, temos uma ferramenta acessível de baixo custo e fácil de usar.

A placa Arduino é composta por um controlador, algumas linhas de E/S digital e analógica, além de uma interface serial ou USB. Ela não possui recurso de rede, assim é comum combinar um ou mais Arduinos, usando extensões apropriadas chamadas de *shields*.

O Arduino foi projetado na cidade de Ivrea, Itália, em 2005, com o intuito de interagir em projetos escolares de forma a ter um orçamento menor que outros sistemas de prototipagem disponíveis naquela época. No Brasil temos a versão industrializada da TATO Equipamentos Eletrônicos, que desenvolveu o seu TATUINO.

Neste artigo, será apresentado o Arduino Duemilanove e a elaboração de um simples projeto com o Arduino UNO.

Apresentação do Arduino Duemilanove

Duemilanove (que significa dois mil e nove, em italiano) é o mais recente modelo do Arduino. Veja algumas especificações na **tabela 1**.

Alimentação

O Arduino Duemilanove pode ser alimentado pela ligação USB, ou por qualquer fonte de alimentação externa. A fonte de alimentação é selecionada automaticamente.

Alimentação externa (não USB) pode ser tanto de uma fonte como de uma bateria. A fonte pode ser ligada com um plugue de 2,1mm (centro positivo) no conector de alimentação. Cabos vindos de uma bateria podem ser inseridos nos pinos GND (Massa) e Vin (entrada de tensão) do conector de alimentação.

A placa pode funcionar com uma alimentação externa de 6 a 20 volts.

Entretanto, se a alimentação for inferior a 7 volts, o pino 5V pode fornecer menos de 5 volts e a placa pode ficar instável. Se a alimentação for superior a 12 volts, o regulador de tensão pode sobreaquecer e avariar a placa. A ali-

Microcontrolador	ATmega328
Tensão de funcionamento	5 V
Tensão de entrada (recomendada)	7-12 V
Tensão de entrada (limites)	6-20 V
Pinos E/S digitais	14 (dos quais 6 são saídas PWM)
Pinos de entrada analógicos	6
Corrente DC por pino E/S	40 mA
Corrente DC por pino 3.3 V	50 mA
Memória Flash	32 KB, sendo 2 KB utilizados pelo bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidade de Clock	16 MHz

T1. Especifações do Arduino Duemilanove.

mentação recomendada é de 7 a 12 volts. Os pinos de alimentação são:

- **VIN** - Entrada de alimentação para a placa Arduino, quando uma fonte externa for utilizada. Poder-se-á fornecer alimentação por este pino ou, caso se use o conector de alimentação, utilizar a alimentação por este pino.
- **5V** - A fonte de alimentação utilizada para o microcontrolador e para outros componentes da placa. Pode ser proveniente do pino Vin através de um regulador on-board ou ser fornecida pelo USB, ou ainda de outra fonte de 5 volts.
- **3V3** - Alimentação de 3,3 volts fornecida pelo chip FTDI. A corrente máxima é de 50 mA.
- **GND** - Pino terra ou massa.

Memória

O ATmega328 tem 32 KB de memória flash para armazenar código (dos quais 2 KB são utilizados pelo *bootloader*), além de 2 KB de SRAM e 1 KB de EEPROM (que pode ser lida e escrita através da biblioteca EEPROM).

Entrada e Saída

Cada um dos 14 pinos digitais do Duemilanove pode ser usado como entrada ou saída, usando-se as funções de pinMode(), digitalWrite(), e digitalRead(). Eles trabalham com 5 volts. Cada pino pode fornecer ou receber um máximo 40 mA, e tem uma resistência de *pull-up* interna (vem desligada de fábrica) de 20 – 50 kΩ. Além disso, alguns pinos têm funções específicas, a saber:

- Serial: 0 (RX) e 1 (TX) – são usados para receber (RX) e transmitir (TX) dados série TTL. Estes pinos são ligados aos pinos correspondentes do chip serial FTDI USB-to-TTL.
- External Interrupts: 2 and 3 - Estes pinos podem ser configurados para ativar uma interrupção por um baixo valor, uma elevação ou *falling edge*, ou uma mudança de valor. Veja a função attachInterrupt() para mais pormenores.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, e 11 - Fornecem uma saída analógica PWM de 8 bits com a função analogWrite().
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) - Estes pinos suportam comunicação SPI, que embora compatível com o hardware, não está incluída na linguagem do Arduino.
- LED: 13 - Há um LED já montado e ligado de origem ao pino digital 13. Quando o pino está no valor HIGH, o LED acende; quando o valor está em LOW, ele apaga.

O Duemilanove tem 6 entradas analógicas e cada uma delas tem uma resolução de 10 bits (i.e. 1024 valores diferentes). Por padrão, elas medem de 0 a 5 volts, embora seja possível mudar o limite superior usando o pino AREF e um pouco de código de baixo nível. Adicionalmente alguns pinos têm funcionalidades específicas, a saber:

- I^2C: 4 (SDA) and 5 (SCL) - Suportam comunicação I^2C (TWI) usando a biblioteca Wire (documentação no site do WIRE).

Há ainda mais alguns pinos na placa:

- AREF - Referência de tensão para entradas analógicas. São usados com o analogReference().
- Reset - Envia o valor LOW para efetuar o RESET ao microcontrolador. É tipicamente utilizado para adicionar um botão de reset aos shields que bloqueiam o que há na placa.

Analise o diagrama de blocos entre os pinos do Arduino e as portas do ATmega 168 e referência do ATmega328.

Comunicação

Com o Arduino Duemilanove, a comunicação com um computador, com outro Arduino ou com outros microcontroladores é muito simplificada. O ATmega328 permite comunicação-série no padrão UART TTL (5V), que está disponível nos pinos digitais 0 (RX) e 1 (TX). Um chip FTDI FT232RL na placa encaminha esta comunicação- série através do USB e os *drives FTDI* (incluídos no software do Arduino) fornecem uma porta COM virtual para o software no computador. O software Arduino inclui um monitor- série que permite que dados simples de texto sejam enviados à placa Arduino.

Os LEDs RX e TX da placa piscam, quando os dados estão para ser transferidos ao computador pelo chip FTDI. Pela ligação USB não dá, quando há comunicação- série pelos pinos 0 e 1.

A biblioteca SoftwareSerial permite a comunicação- série por quaisquer dos pinos digitais do Duemilanove.

O ATmega328 também oferece suporte aos padrões de comunicação I^2C (TWI) e SPI. O software do Arduino inclui uma biblioteca Wire para simplificar o uso do bus I^2C; para usar a comunicação SPI, veja a folha de informações do Atmega328.

Veja no **box 1** como instalar drivers da USB do Arduino - *FTDI Arduino drivers solution.*

Programação

O Arduino Duemilanove pode ser programado com o software Arduino.

O ATmega328 no Arduino Duemilanove vem pré-gravado com um bootloader que permite enviar novos programas sem o uso de um programador de hardware externo. Ele se comunica utilizando o protocolo original STK500 (referência, C header files).

Também poder-se-á programar o ATmega328 através do ICSP (In-Circuit Serial Programming) header;

Reset automático (Software)

Algumas versões anteriores do Arduino requerem um *reset* físico (pressionando o botão de reset na placa) antes de carregar um *sketch*. O Arduino Duemilanove é projetado de modo a permitir que isto seja feito através do software que esteja correndo no computador a que está ligado. Uma das linhas de controle de hardware (DTR) do FT232RL está ligada ao reset do ATmega328 por via de um capacitor de 100 nF.

Quando é feito o reset a esta linha (ativo baixo), o sinal cai por tempo suficiente para efetuar o reset ao chip. O software Arduino usa esta caracterís-

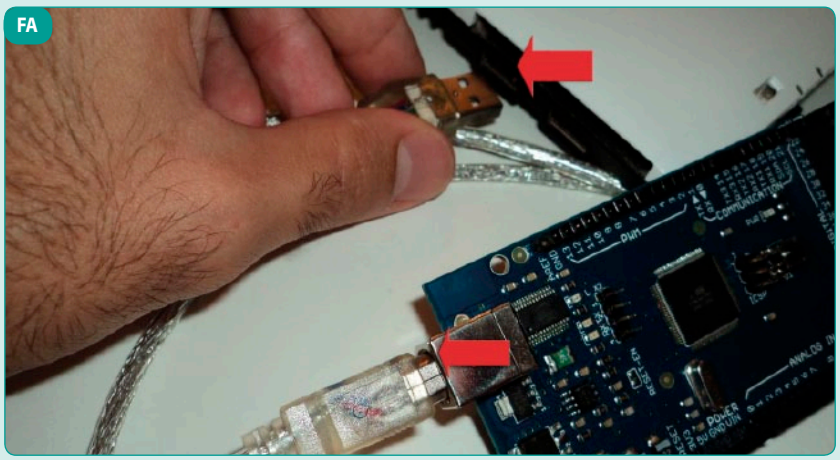
Box 1

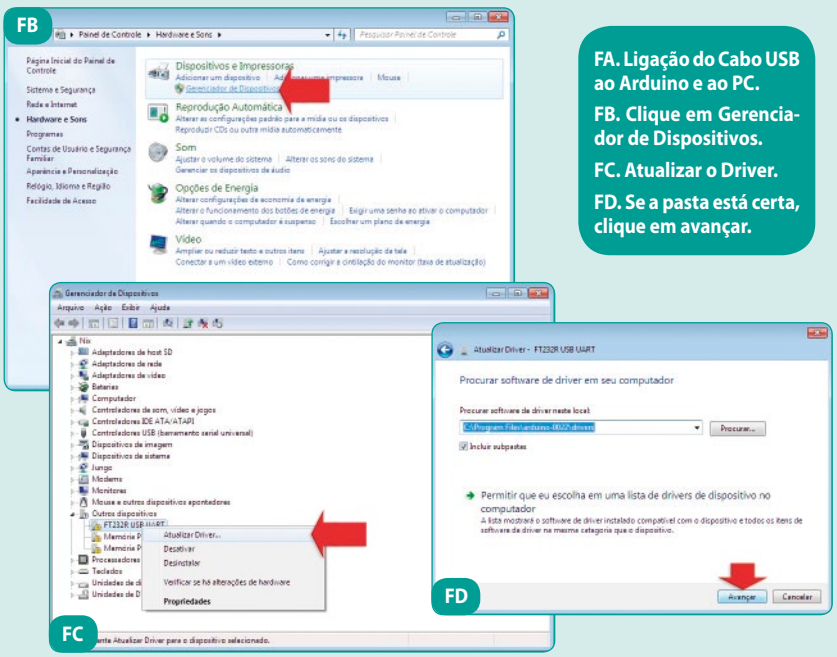
Caso o Windows não reconheça o Arduino, essa situação poderá ser normal.
É comum o Windows não reconhecer automaticamente o FTDI que vem no Arduino. É necessário efetuar manualmente essa tarefa.
Este guião serve também para o modelo UNO, mesmo não tendo o FTDI. No modelo UNO temos um microcontrolador da Atmel para essas mesmas funções.
Como primeiro passo dever-se-á ligar o Cabo USB ao Arduino e ao PC (**figura A**).
Agora, vamos aos passos a serem seguidos no computador:

- Abrir o Painel de Controle.
- Entre em "Hardware e Sons" e depois em "dispositivos e impressoras", clique em "Gerenciador de Dispositivos". **Figura B**.
- Neste momento, clicar com o botão direito do mouse no FT232R USB UART e ir na opção "atualizar o driver" (**figura C**). Escolha a opção "Procurar software de driver no computador (localizar e instalar software manualmente)".

Observe que, se retirar o cabo USB essa porta será desativada.

- Agora, é necessário encontrar a pasta onde estão os drivers. Quando fez o *download* da IDE de programação do Arduino, efetuou também o download desses drives. Eles estão lá, numa pasta denominada "drivers".
- Selecione a pasta onde estão os drivers e depois clique em "OK". **Figura D**.
- Observe que o ícone da porta muda, e uma confirmação deve aparecer informando que tudo transcorreu corretamente.





FA. Ligação do Cabo USB ao Arduino e ao PC.
FB. Clique em Gerenciador de Dispositivos.
FC. Atualizar o Driver.
FD. Se a pasta está certa, clique em avançar.

tica para permitir carregar o programa simplesmente pressionando o botão "upload" no ambiente Arduino. Isto significa que o "bootloader" pode ter um "timeout" mais curto, já que a ativação do DTR (sinal baixo) pode ser bem coordenada com o início do "upload".

Esta configuração tem outras implicações. Quando o Duemilanove está ligado a um computador com o Mac OS X ou Linux, ele faz o reset cada vez que a ligação é feita por software (via USB). No próximo meio segundo aproximadamente, o bootloader estará correndo no Duemilanove. Considerando-se que é programado para ignorar dados espúrios (i.e. qualquer coisa a não ser um "upload" de um novo código), ele interceptará os primeiros *bytes* dos dados que são enviados para a placa depois que a ligação é aberta.

Se um "sketch" rodando na placa recebe uma configuração de uma vez ou outros dados ao inicializar, dever-se-á assegurar que o software esteja em comunicação e espere um segundo depois de aberta a ligação antes de enviar estes dados.

Proteção contra sobrecorrente USB

O Arduino Duemilanove tem um fusível que protege a porta USB do seu computador contra curto-circuito. Apesar da maioria dos computadores possuírem proteção interna própria, o fusível proporciona uma proteção extra. Se mais de 500 mA foram aplicados na porta USB, o fusível irá automaticamente interromper a ligação até que o curto (ou sobrecarga) seja eliminado.

Características físicas

O comprimento e largura máximos do Duemilanove são 2,7" (68,50 mm) e 2,1" (53,34 mm) respectivamente, com o conector USB e o jaque de alimentação indo um pouco além destas dimensões. Três furos de fixação permitem a montagem da placa numa superfície ou caixa. Note que a distância entre os pinos de entrada e saídas digitais nº 7 e nº 8 é de 160 mil (milésimos de polegada), não é sequer múltiplo do espaçamento de 100 mil dos outros pinos.

Colocação de um LED para piscar

Existem dois blocos distintos de instruções entre chavetas (**box 2**).

A função setup() é chamada quando o código (*sketch*) é executado. Use-a para:

- Iniciar variáveis;
- O modo como os pinos deverão funcionar: entrada (INPUT) ou saída (OUTPUT);
- Bibliotecas.
- Cabeçalhos

Mas, atenção! Tudo o que estiver no setup() será executado apenas uma vez imediatamente após o microcontrolador ser alimentado.

Caso o botão de reset que se encontra na placa do Arduino for pressionado ou houver uma falha na alimentação, o código será reiniciado e nessa condição especial o setup() será executado novamente.

A função loop() tem um pressuposto fundamental que é repetir infinitamente o que está escrito. Bem... mas qual a finalidade disso?

Ao repetir a mesma função, o microcontrolador nunca para de funcionar. Imagine como seria se ao digitar uma letra no editor de texto parasse de funcionar, e fosse preciso abri-lo novamente para escrever as outras letras da palavra? Ou, se após um carro passar num semáforo de trânsito, as luzes não brilhassem mais?

Basicamente, o loop() será o seu escravo e o setup() dirá como o escravo se comportará.

Usa-se: // (duas barras invertidas) para fazer comentários na linha de código. O objetivo é deixar o mais claro possível para que terceiros possam entender o programa.

Tudo que é deixado como comentário será descartado no momento da gravação no microcontrolador.

O Primeiro Projeto com o Arduino

Para este projeto será preciso um LED, um resistor, fios condutores e uma *bradboard* (**figura 1**).

Aprendendo um pouco sobre os componentes em causa no projeto:

O LED é um componente polarizado e deve ser corretamente ligado. O polo positivo possui um terminal maior.

Alguns LEDs apresentam o polo negativo com um chanfro (parte ligeiramente plana) no seu encapsulamento.

Temos no Arduino:

- VCC (+)
- GND ou Ground como (-).

O LED é um diodo emissor de luz e ao alimentá-lo corretamente, permitirá o fluxo de corrente apenas num sentido.

O resistor é um componente que oferece uma oposição à passagem da corrente elétrica. Ao combiná-lo com outros componentes, poder-se-á fornecer a corrente necessária para alimentar alguns componentes.

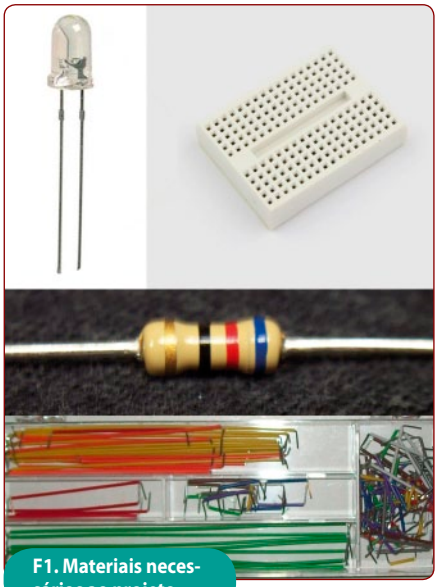
O filamento de tungstênio das lâmpadas incandescentes é uma resistência que transforma grande parte da energia que flui por ele em energia térmica e luminosa.

As faixas de cores determinam quanto será (maior ou menor) o valor dessa resistência.

A matriz de contatos ou bradboard possui apenas pontos interligados num sentido vertical. O que permite combinar e interligar os componentes rapidamente.

Veja na **figura 2** duas fileiras independentes ("A" e "B") com seus respectivos pontos interligados.

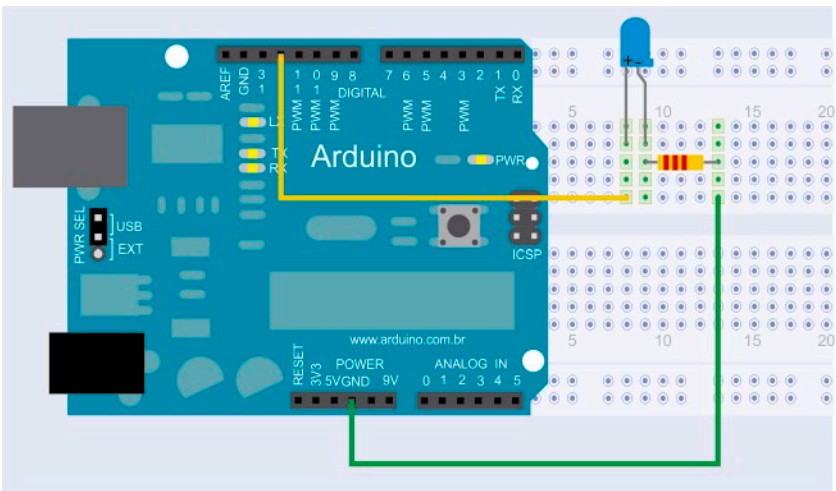
Os fios condutores: existem modelos de fios que permitem uma fácil ligação elétrica. Dê preferência para estes



F1. Materiais necessários ao projeto.



F2. Matriz de contatos.



F3. Representação da Montagem do circuito para o projeto.

Box 2

```
void setup()
{
// Escreva o código que será executado apenas uma vez.
}

void loop()

{
// Escreva o código que será executado infinitas vezes
}
```

Box 3

```
/*
Tutorial desenvolvido por…
 */
void setup()
{
pinMode(12, OUTPUT); //Declara-se que o pino 12 do AAduino é de Saída. Vai enviar dados, corrente...
}

void loop()

{
digitalWrite(12, HIGH); // Diz-nos que o pino 12 do arduino está Ligado. Logo o LED está a "ON".
delay(1000); // Atraso ou Espera de 1s
digitalWrite(12, LOW); // O pino 12 do Arduino está Desligado. Logo: LED a "OFF".
delay(1000); // Atraso ou Espera de 1s
}
```

Box 3

```
/*
Tutorial desenvolvido …
 */
void setup()
{
pinMode(12, OUTPUT); //Declara que o pino 12 do Arduino é de Saída.
}

void loop()
{
digitalWrite(12, HIGH); // O pino 12 do Arduino está Ligado. Logo LED ON
delay(100); // Atraso de 1s
digitalWrite(12, LOW); // O pino 12 do Arduino está Desligado. Logo: LED OFF
delay(100); // Atraso de 1s
}
```

modelos, pois vão garantir ligações seguras e a rapidez na montagem e manutenção do circuito.

Montagem do Projeto

Tendo todos os componentes referenciados anteriormente, poderemos montar o circuito das **figuras 3 e 4**.

Os valores das resistências poderão variar entre 220 Ω e 10 kΩ.

Após a montagem, copie o código no **box 3** e cole na interface de programação do Arduino (software) e faça o *upload*, após alguns segundos ele executará automaticamente:

O código no box 2 é chamado Blink. Nele temos declarado no setup() que usaremos o pino 12 do Arduino e este não fará leitura de dados, mas enviará. Por isso é definido como Saída(OUTPUT).

Temos no loop() duas tarefas sendo executadas:

- digitalWrite(12,HIGH); diz-nos que o pino 12 é o polo + que alimenta o LED. Logo há um polo (+) e outro (-) e o Led liga, pois é possível fluir a corrente.
- digitalWrite(12,LOW); diz-nos que o pino 12 é o polo - logo não há fluxo de corrente com dois pólos (-) e o LED fica desligado.
- delay(1000); Por cada "1000" temos 1s, logo se tivéssemos 5000 teríamos um atraso de 5 s.

Então, se temos o LED ligado por 1s e desligado por 1s, ele liga e desliga muito rápido. Como essa informação está no loop() que executa infinitas vezes, teremos o LED piscando o tempo todo.

Modifique o Código

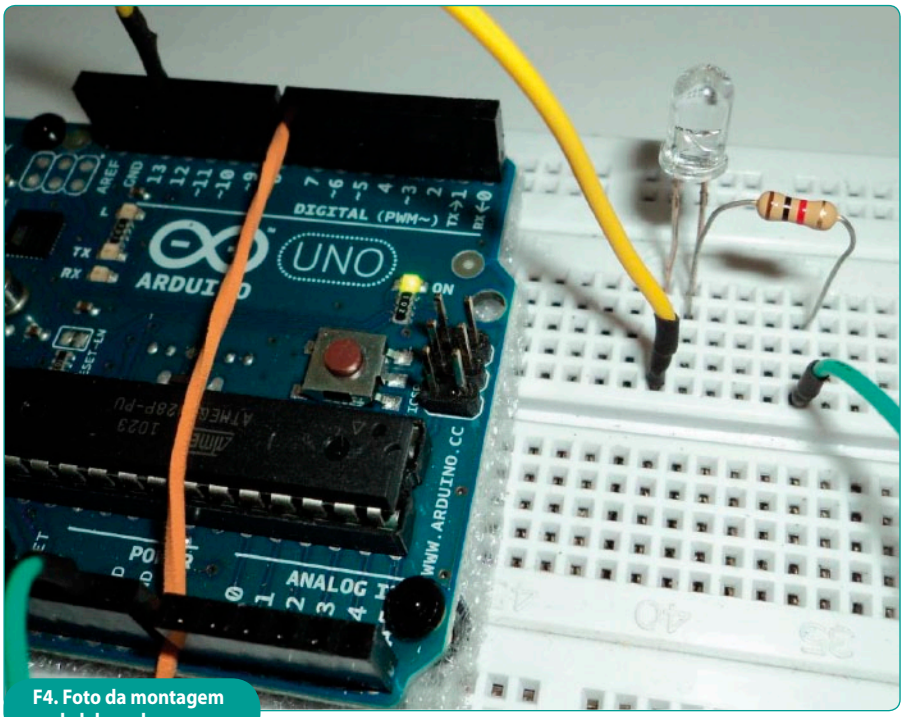
M1 - Execute o código do **box 4**.

- Comente o código acima descrito.
- Observe que o valor do delay() foi modificado de (1000) para (100). O que aconteceria se fosse (10) ou qualquer outro valor?
- Experimente modificar e perceba que ligando e desligando algo, temos comportamentos de piscar diferentes. Explique essa situação.

M2 - Execute outro código (**box 5**).

- Substituímos no delay() o valor de (1000) por: random(100). O que que se pretende com essa alteração?
- Analise se está ocorrendo um "comportamento" inesperado no piscar do LED. Em caso afirmativo, identifique a razão desse "comportamento".

Experimente o seguinte em casa:



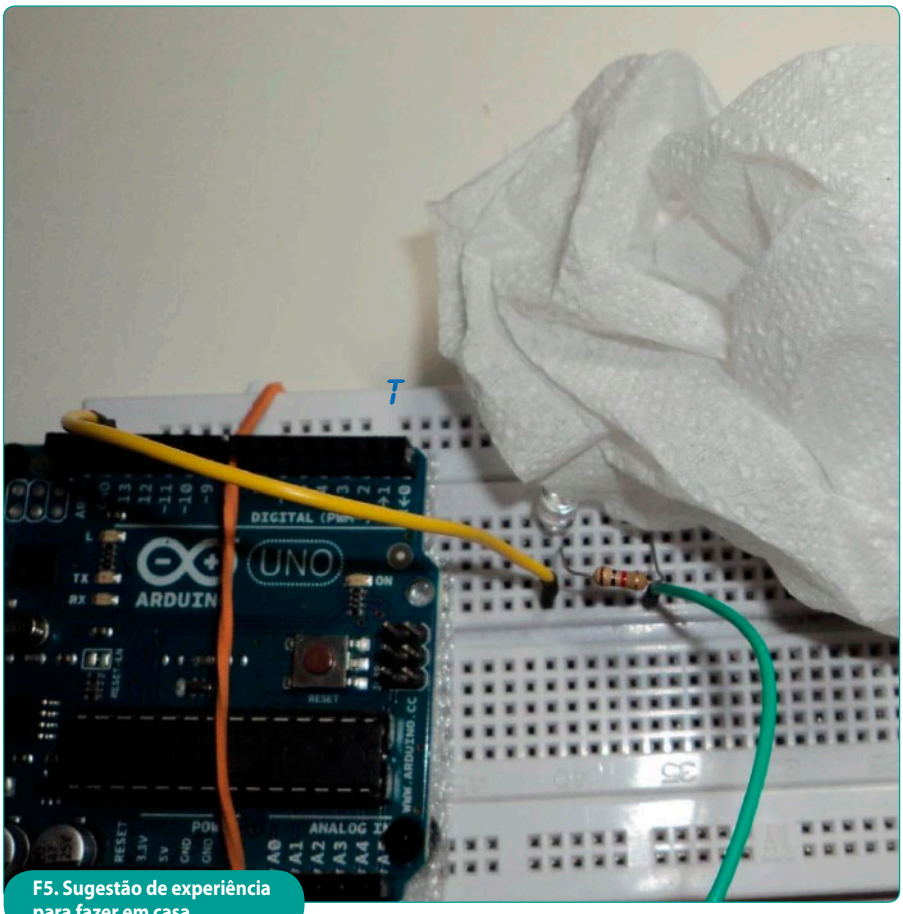
F4. Foto da montagem real elaborada.

- Pegue em alguns centímetros de um papel branco. Papel higiênico seria excelente.
- Amolgue bem e posicione-o sobre o LED.
- Mude a cor do LED para testar os efeitos.

Veja a **figura 5**.

Box 4

```
/*
Tutorial desenvolvido …
 */
void setup()
{
pinMode(12, OUTPUT); //Declara que o pino 12 do Arduino é de Saída.
}
void loop()
{
digitalWrite(12, HIGH); // O pino 12 do Arduino está Ligado. Logo LED ON
delay(random(100)); // atraso de 1s
digitalWrite(12, LOW); // O pino 12 do Arduino está Desligado. Logo: LED OFF
delay(random(100)); // Atraso de 1s
}
```



F5. Sugestão de experiência para fazer em casa.



Guias práticos de
Manutenção de Computadores

Estudantes, entusiastas e profissionais da área encontram um conteúdo didático e objetivo sobre os cuidados necessários para a manutenção preventiva e corretiva de um PC. De forma gradativa, aborda conceitos básicos de eletricidade, instrumentos de medida, principais componentes que integram um PC, microprocessadores, barramento, arquitetura interna, encapsulamentos, conexão do processador com a motherboard etc.

novasaber
www.novasaber.com.br

Soluções Práticas para o Técnico de Campo

Neste artigo apresentamos pequenos circuitos que podem ser úteis como soluções para problemas em diversos setores profissionais como na indústria, telecomunicações, instrumentação, etc.

Informamos aos leitores que todos os circuitos foram previamente testados, e os resultados finais dependerão apenas da qualidade dos componentes usados e da habilidade do montador.

Temos a ideia básica de fornecer soluções simples baseadas em componentes tradicionais e que, por esse motivo, podem ser desenvolvidas rapidamente com muita facilidade sem a necessidade de recursos especiais.

Newton C. Braga

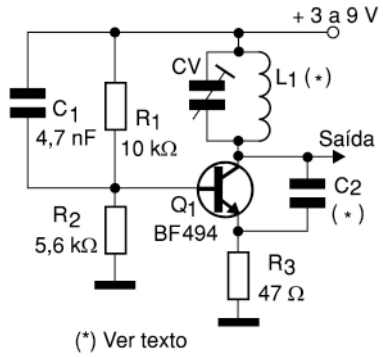
Oscilador 30-150 MHz [01]

Com o circuito apresentado na **figura 1** podemos gerar sinais na faixa de 30 a 150 MHz, o que pode ser muito útil no teste e ajuste de receptores, na determinação de sensibilidade a interferências nessa faixa por parte de equipamentos de telecomunicações, ou ainda num pequeno *link* de dados para a faixa de VHF.

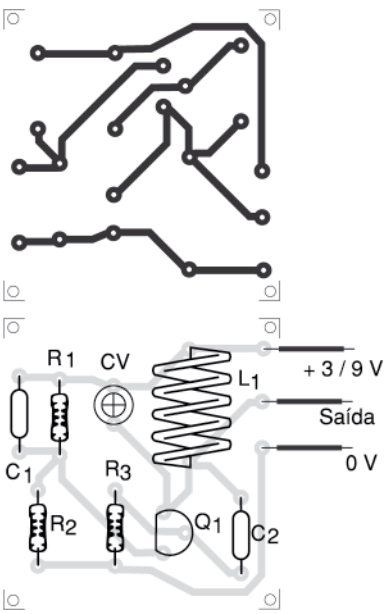
A modulação, se necessária, pode ser feita aplicando-se o sinal modulante na base ou emissor do transistor, conforme sua amplitude.

A frequência de operação depende da bobina, que pode ser enrolada com fio esmaltado de 18 a 22 AWG em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo, conforme mostrado na **tabela1**.

Observe que o valor de C_2 também depende da faixa de frequências.



F1. Circuito do Oscilador 30-150 MHz.



F2. Montagem do oscilador em placa de circuito impresso.

Lista de Materiais [01]

- **Q_1** – BF494 ou equivalente – transistor NPN de RF
- **R_1** – 10 kΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
- **R_2** – 5,6 kΩ x 1/8 W – resistor – verde, azul, vermelho
- **R_3** – 47 Ω x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, preto
- **C_1** – 4,7 nF – capacitor cerâmico
- **C_2** – 1 a 10 pF – ver texto
- **C_V** – trimmer de 5 a 20 pF de capacitância máxima
- **L_1** – Bobina – ver texto

Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda etc.

Faixa de Frequências	Número de Espiras	C2
30 – 50 MHz	7 a 10	22 pF
50 a 80 MHz	4 a 6	10 pF
80 a 120 MHz	3 a 4	4,7 pF
120 a 150 MHz	1 a 2	1 a 2 pF

Tabela 1

O transistor pode ser o BF494 ou equivalentes, e todos os capacitores devem ser cerâmicos de boa qualidade. Para o ajuste fino de frequências, o *trimmer* pode ter valores entre 5 e 20 pF de capacitância máxima.

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse circuito.

PWM para Ponte H [02]

O circuito apresentado na **figura 3** pode controlar a velocidade de um motor conectado a uma ponte H.

Este circuito também pode ser empregado no controle direto de motores de corrente contínua com correntes máximas que dependem apenas do transistor de efeito de campo usado. Correntes de até uns 10 A podem ser controladas com motores, não apenas de 12 V, mas até com tensões maiores.

A faixa de controle deve ser obtida experimentalmente em função do valor do capacitor C_1. Dependendo do motor, alterações de valor desse componente podem ser necessárias para se evitar a vibração do motor em velocidades muito baixas.

A fonte de alimentação do 4011 deve ser de 6 a 12 V com um terra comum em relação à fonte que alimenta o motor, a qual pode ter tensões diferentes.

Na **figura 4** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem desse controle.

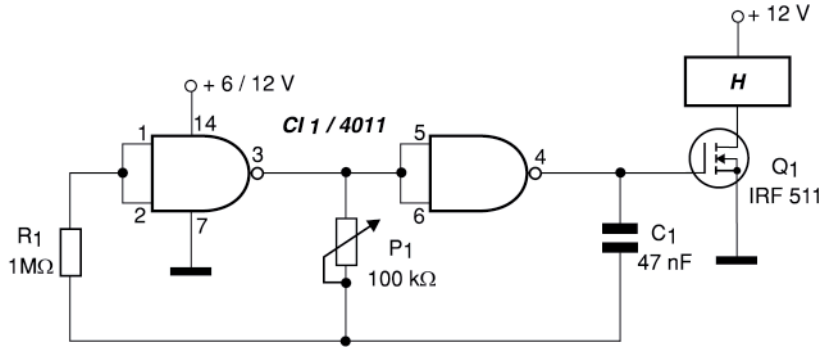
O transistor de efeito de campo pode ser de qualquer tipo de canal N e deve ser dotado de radiador de calor compatível com a corrente controlada.

Interface Paralela [03]

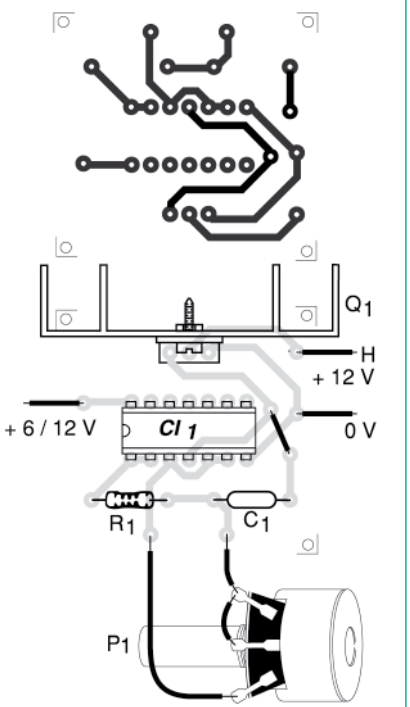
O circuito mostrado na **figura 5** é uma solução rápida para se comandar uma carga externa através de relé a partir de sinais obtidos da porta paralela de um PC.

Podemos usar este circuito como parte de uma interface de controle em testes de equipamentos automatizados por um software, ou mesmo para teste de equipamentos que devam ser controlados por um computador.

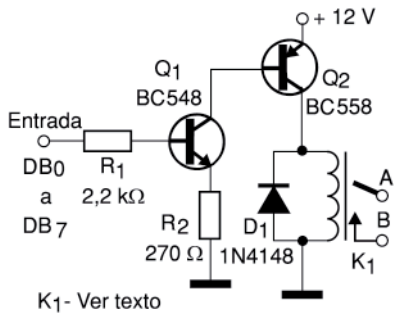
O relé recomendado é do tipo sensível com corrente de bobina de 50 mA e corrente de contatos de acordo com a carga que deverá ser controlada. A tensão



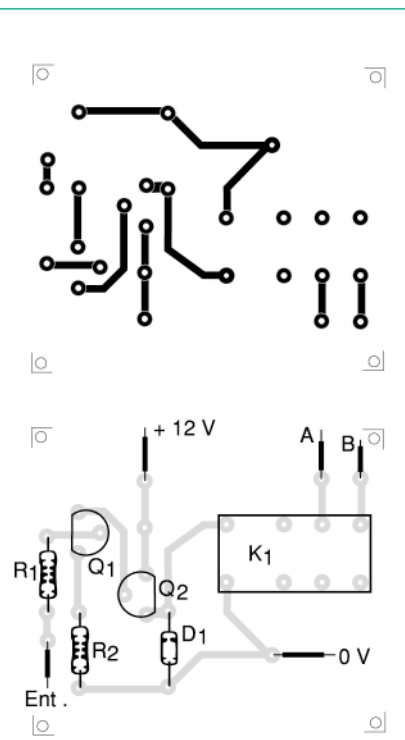
F3. Circuito do controle PWM p/ ponte H.



F4. Montagem do controle PWM.



F5. Circuito de um canal da interface paralela.



F6. Montagem do circuito para interface paralela em PCI.

Lista de Materiais [02]

- **CI_1** – 4011 – circuito integrado CMOS
- **Q_1** – IRF511 – transistor de efeito de campo de potência – ou equivalente
- **R_1** – 1 M ohm x 1/8 W – resistor – marrom, preto, verde
- **P_1** – 100 k ohms – potenciômetro
- **C_1** - 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster

Diversos:
Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda etc.

do relé depende da alimentação externa para esse setor do circuito.

Mostramos apenas um canal de controle, mas uma interface completa pode ser elaborada com a utilização de 8 circuitos como esse.

Na **figura 6** temos uma sugestão de placa de circuito impresso em que o relé utilizado tem invólucro DIL. Para outros tipos de relés, o desenho da placa deve ser modificado.

A conexão ao computador deve ser feita através de um conector DB-25 nas saídas de DB0 a DB7, conforme a linha de controle que será utilizada na aplicação.

Amplificador para Termopar [04]

Na falta de um circuito para amplificar os sinais de um termopar num controle de temperatura ou outra aplicação industrial, a configuração dada na **figura 7** pode ser uma solução interessante.

O CA3140 consiste em um amplificador operacional com transistores de efeito de campo de junção (JFET) na entrada, o que lhe dota de uma impedância de entrada extremamente elevada.

O ganho do circuito é dado pela relação entre R_3 e R_1, com valores de componentes que podem ser alterados conforme a aplicação.

Observe que a fonte de alimentação utilizada não precisa ser simétrica, mas deve ter excelente filtragem dado o elevado ganho do circuito.

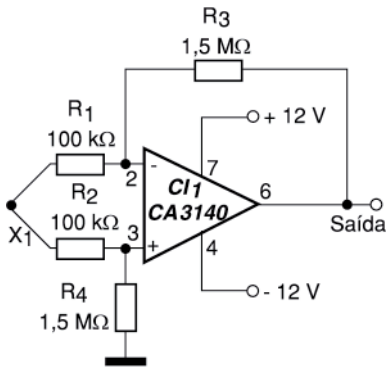
Na **figura 8** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem deste aplicativo.

Também informamos que amplificadores operacionais equivalentes como os da série TL070 e TL080 podem ser experimentados.

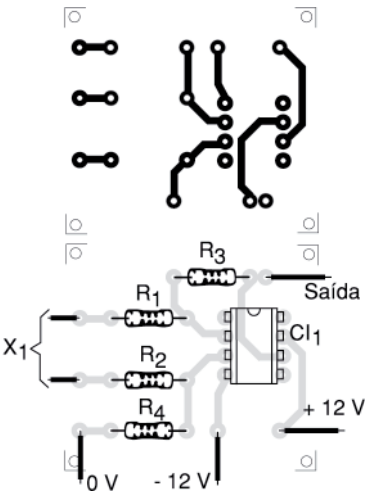
Ponte H com MOSFETs de Potência [05]

O circuito apresentado na **figura 9** possibilita o controle de motores de corrente contínua de vários ampères a partir de sinais lógicos CMOS.

Duas das portas de um circuito integrado 4011 são usadas como inversores. Elas são ligadas de tal forma que,



F7. Circuito do amplificador para termopar.



F8. Montagem do amplificador para termopar em PCI.

quando uma se encontra com a saída no nível alto, a outra obrigatoriamente se encontra com a saída no nível baixo.

Dessa forma, os transistores de efeito de campo de potência que formam a ponte H conduzem dois a dois, estabelecendo sentidos diferentes de circulação da corrente através do motor. Com o nível alto na entrada o motor gira num sentido, e com o nível baixo no sentido oposto.

A corrente máxima do motor controlado depende apenas dos transistores escolhidos.

A alimentação pode ser feita com tensões diferentes de 12 V, conforme o motor empregado. Com tensões abaixo de 9 V, a resistência entre o dreno e a fonte dos transistores começa a se tornar sensível nas perdas para o motor.

Eventualmente, poderá ser necessário ligar em paralelo com o motor um capacitor de 1 a 10 µF (despolarizado) para se evitar instabilidades causadas pela comutação de suas escovas.

Na **figura 10** temos uma sugestão de placa de circuito impresso para essa montagem.

Observe que, dependendo da intensidade da corrente exigida pelo motor, os transistores devem ser dotados de radiadores de calor apropriados. *T*

Lista de Materiais [03]

- **Q_1** – BC548 – transistor NPN de uso geral
- **Q_2** – BC558 – transistor PNP de uso geral
- **D_1** – 1N4148 ou equivalente – diodo de silício
- **R_1** – 2,2 k ohms x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, vermelho
- **R_2** – 270 ohms x 1/8 W – resistor – vermelho, violeta, marrom
- **K_1** – Relé sensível de 12 V – ver texto

Diversos:
Placa de circuito impresso, bornes de ligação para a carga, conector DB-25, fios, solda etc.

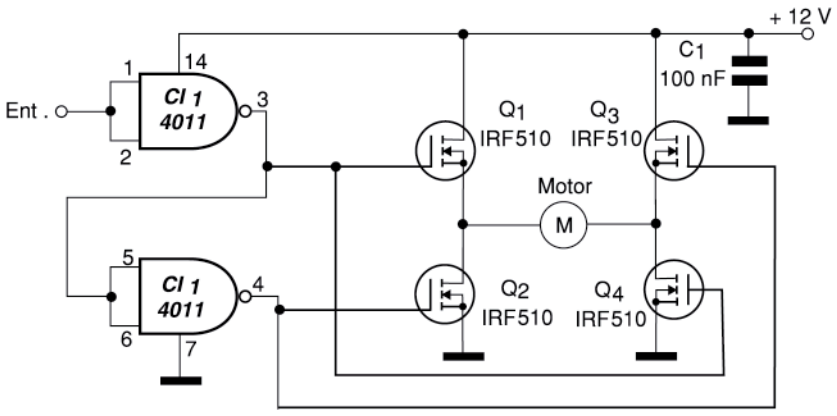
Lista de Materiais [04]

- **CI_1** – CA3140 – amplificador operacional
- **R_1, R_2** – 100 k ohms x 1/8 W – resistores – marrom, preto, amarelo
- **R_3, R_4** – 1,5 M ohms x 1/8 W – resistores – marrom, verde, verde

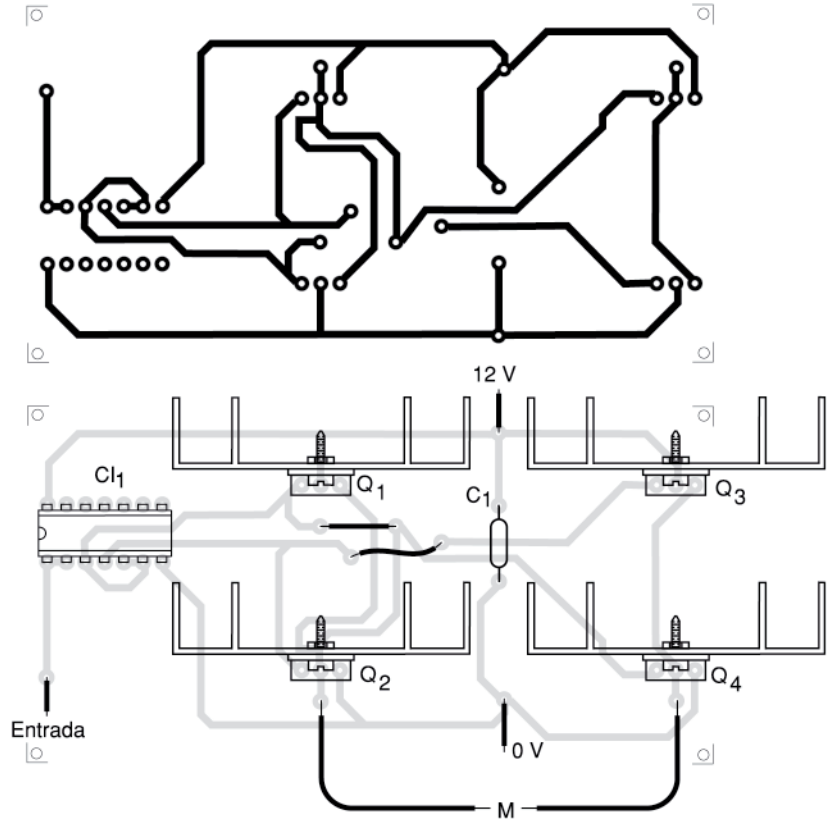
Lista de Materiais [05]

- **CI_1** – 4011 – circuito integrado CMOS
- **Q_1 a Q_4** – IRF510 ou qualquer MOSFET de potência de canal N
- **C_1** – 100 nF – capacitor cerâmico
- **M** – motor

Diversos:
Placa de circuito impresso, radiadores de calor para os transistores, fios, solda etc.



F9. Circuito da Ponte H com MOSFETs de potência.



F10. Montagem da ponte H em placa de circuito impresso.



Redes de Comunicação Automotiva

Fornece uma visão abrangente dos sistemas automotivos e exercícios para fixar o estudo. Indicado a iniciantes, técnicos e engenheiros da área. Aborda as arquiteturas eletrônicas dos veículos e classifica as redes automotivas. Abrange barramento SPI, tecnologia I2C, LIN para controle de dispositivos, TTP/A para conexões de baixo custo, J1587/1708.

novasaber
www.novasaber.com.br

Inglês para Eletrônicos

Newton C. Braga

Um texto técnico, em especial de áreas que envolvem eletrônica, mecatrônica, informática e telecomunicações, utiliza jargões próprios que não encontramos nos textos comuns. De fato, enquanto um texto comum pode ter boas diferenças quanto à linguagem quando passamos de um país de língua inglesa para outro, os textos técnicos quase não as têm. Assim, é muito mais fácil se comunicar usando estes textos, mas são precisos alguns conhecimentos básicos que fornecemos agora aos leitores que já possuem uma base neste idioma e desejam aplicá-la à tecnologia.

Um ponto interessante que temos observado é a dificuldade que os jornalistas têm em cobrir eventos técnicos, quando aparecem termos próprios que cada ciência ou tecnologia utiliza.

As traduções nem sempre são corretas, revelando que não basta saber o inglês, mas também é preciso conhecer o assunto de que se está tratando.

Em nosso exemplo desta edição vamos tomar um texto de um livro técnico e analisá-lo, mostrando alguns termos em que os jornalistas e tradutores "comuns" podem eventualmente tropeçar.

Texto

"The fast changes in the logic levels of CMOS ICs cause current spikes that propagate throughout the circuit. If the sensitive elements of this circuit are not decoupled, these spikes can affect their operation, which causes them to go to undeterminated states. When designing printed circuit board for CMOS aplications, the designer must care with the trails that supply power for the ICs and, when necessary, must decouple the devices". (Do livro CMOS Sourcebook – Newton C. Braga – Prompt Publications)

Diversos são os termos técnicos utilizados em eletrônica que merecem um comentário mais profundo neste texto.

O termo "*fast changes*" é indicado normalmente para expressar mudanças rápidas de tensão num circuito, quer seja uma mudança de nível lógico como também transientes.

De qualquer forma, o termo "*fast*" (rápido) se aplica nos casos em que os fenômenos envolvidos ocorrem num intervalo de tempo muito curto.

O termo "*spike*" é definido como "objetos ou pontas de metal agudas", o verbo " *to spike*" significa " picar".

No entanto, na literatura técnica, principalmente na relacionada com a eletrônica, o termo *spike* se refere aos picos de corrente ou tensão muito agudos como, por exemplo, os transientes.

O termo *Printed Circuit Board*, significando placa de circuito impresso e que na literatura técnica em inglês é abreviado por PCB, não deve ser confundido com *Integrated Circuit* (Circuito Integrado) que é abreviado por IC.

Então, se levarmos em conta as abreviações em português para os dois termos (circuito impresso = CI) e (Circuito Integrado = CI), a confusão não é muito difícil de se estabelecer.

Finalmente, temos o termo "*supply power*", em inglês o termo "*power*" é usado para designar a alimentação dos circuitos, e "*supply*" significa fornecer, prover, suprir quando na forma de verbo.

Assim, " *power supply*" pode ser traduzido tanto como " fonte de alimentação" como na forma inversa "*supply power*", ou " suprimento de energia ou alimentação", que é o caso de nosso texto.

Um outro termo que aparece neste circuito é "*sensitive*" para designar "sensível", devendo não ser confundido com o termo "*sensible*" que indica "sensato".

As duas frases abaixo mostram a diferença no uso dos dois termos:

- "I think that the most sensible thing to do is ask him what had happened"
- "The author is sensitive to criticism..."

Levando em conta estes termos, podemos traduzir o texto da seguinte forma:

"As mudanças rápidas dos níveis lógicos no circuitos integrados (CIs) CMOS causam picos de corrente que se propagam através do circuito. Se os elementos sensíveis do circuito não estiverem desacoplados, esses picos podem afetar sua operação, a qual os faz ir para estados indeterminados".

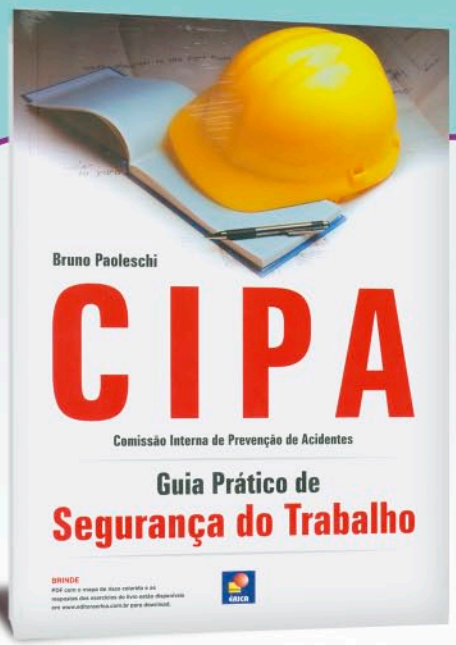
Quando projetando uma placa de circuito impresso para aplicações CMOS, o projetista precisa tomar cuidado com as trilhas que fornecem energia (trilhas de alimentação) para os CIs, e quando necessário, deve desacoplar os componentes."

Vocabulário

Fast changes: mudanças rápidas
Spikes: picos
Throughout: através
Sensitive: sensível , sensíveis
Decoupled: desacoplado, desacoplados
Printed Circuit Board: placa de circuito impresso
Supply Power: Suplemento de alimentação
Devices: dispositivos, componentes

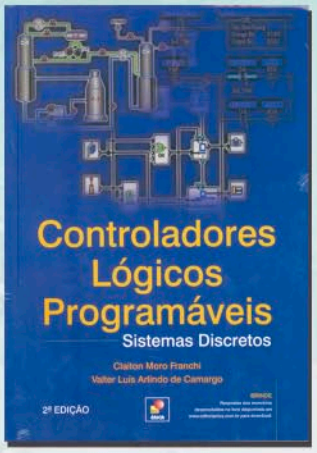
Acrônimos Importantes

CMOS: Complementary Metal-Oxide Semiconductor
PCB: Printed Circuit Board – Placa de Circuito Impresso
IC: Integrated Circuit – Circuito Integrado
EMI: Electromagnetic Interference-Interferência eletromagnética
PS: Power Supply – Fonte de Alimentação
HI: High – Nível lógico alto
LO: Low – Nível lógico baixo



CIPA

Ensina como criar o mapa de riscos, identificar uma área insalubre ou perigosa, os riscos, a necessidade e a importância dos EPIs e EPCs e uma introdução ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).



Controladores Lógicos Programáveis

Indispensável a técnicos, tecnólogos e engenheiros que atuam nas áreas de automação, mecatrônica e eletrotécnica, além de profissionais que desejam manter-se atualizados. Apresenta exemplos resolvidos nos CLPs Allen-Bradley, Schneider Electric e Siemens, além de implementações em um controlador que segue a norma IEC 61131-3.



Curso de Eletrônica Digital

Basta observar os anúncios de empregos em jornais para se perceber a importância atual desse ramo da Ciência: em todos os casos onde encontramos ofertas relacionadas com a informática, manutenção, automação industrial, telecomunicações e muitos outras funções técnicas vemos como exigência principal o domínio da eletrônica digital.

novasaber
www.novasaber.com.br

Estudo e Aplicação dos Circuitos de Pré-Ênfase e De-Ênfase

Circuitos que são utilizados para eliminar (ou diminuir) os efeitos do ruído em sistemas analógicos de comunicação: rádio, TV, telefonia etc é o que trataremos neste artigo.

Francisco Bezerra Filho

O ruído que aparece no final de um sistema, provoca graves problemas na mensagem transmitida. O ruído é gerado por diversas fontes, posicionadas ao longo do sistema, tanto do lado do transmissor (TX) como do lado do receptor (RX). O ruído, na maioria dos casos, não pode ser totalmente eliminado, mas podemos aplicar soluções que visam reduzir o seu efeito ao mínimo possível. O ruído de fundo que aparece junto com a mensagem, manifestando-se na forma de "fritura" ou de "estalidos", prejudica tanto a comunicação de voz como a transmissão de dados, provocando erros na informação recebida no lado do RX. No caso de transmissão de imagem de TV, o ruído aparece na tela na forma de pontos luminosos.

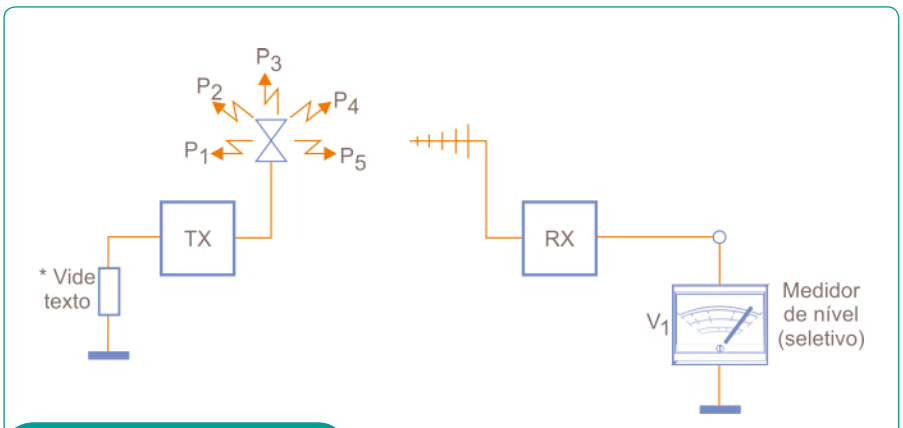
Só lembrando que os sistemas de alta capacidade, usados na transmissão de canais telefônicos via rádio (acima de 2.700 canais de voz), assim como aqueles empregados na transmissão de sinais de vídeo de TV, também via rádio, da Embratel, são fortemente afetados pelo ruído.

A solução em ambos os casos é a mesma, ou seja, o uso de circuitos de pré-ênfase e de-ênfase, com o objetivo de minimizar o seu efeito, ou até mesmo eliminar parte dele, como será visto no decorrer do artigo.

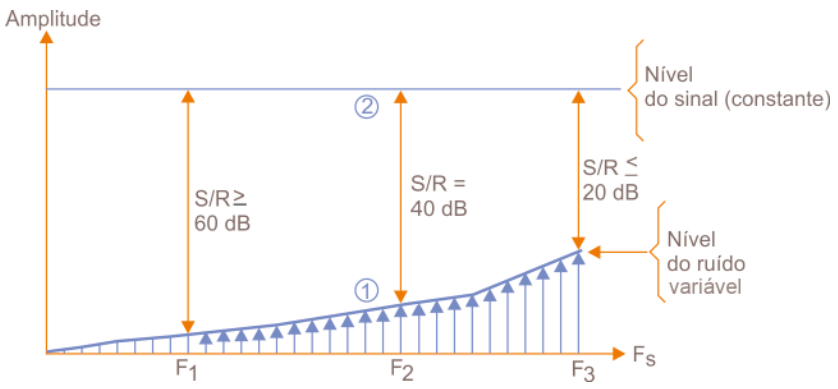
Fontes de Ruído

O ruído é gerado por diversas fontes localizadas ao longo do sistema, como por exemplo: dissipação térmica em resistores, transistores e diodos; nos osciladores, principalmente nos controlados a cristal; nos misturadores/conversores de frequências; e, principalmente, por não linearidade no sistema RX e TX, além do ruído gerado no espaço entre o RX e TX, conhecido por ruído variável.

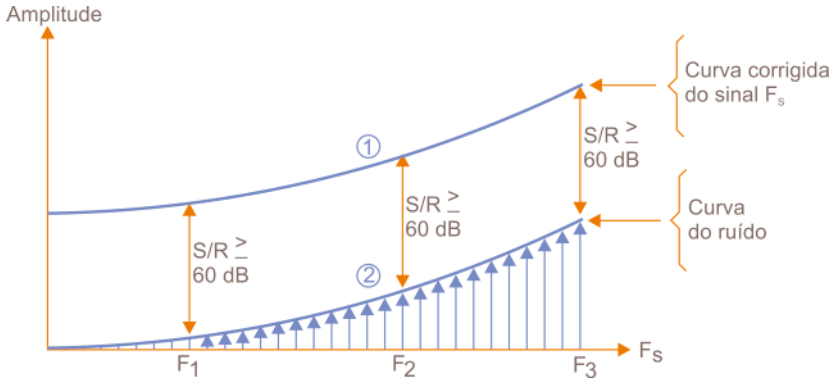
O ruído gerado dentro do equipamento do TX modula a portadora, sendo ela recebida e demodulada do lado do RX, sendo ele recuperado e somado ao ruído gerado nos componentes dentro do RX, vide **figura 1**. Assim o ruído medido no final do sistema será a somatória dos dois gerados dentro dos equipamentos TX e RX.



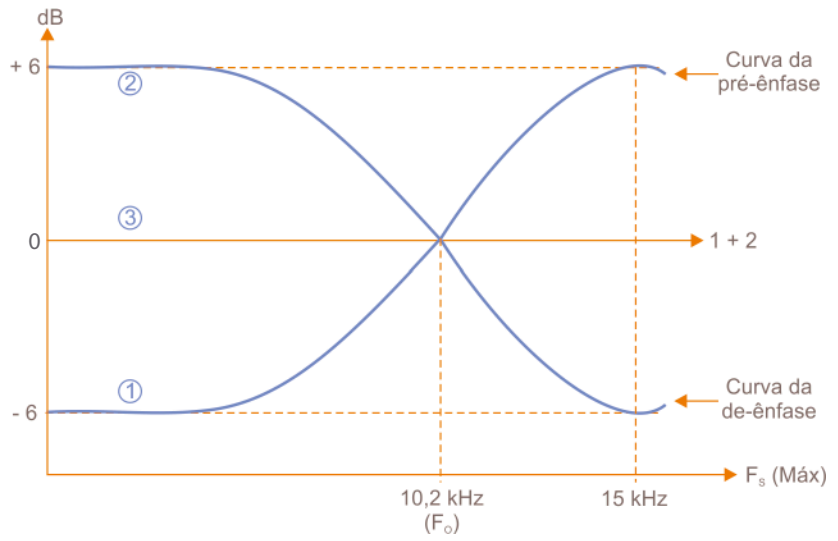
F1. Dispositivo para determinar o nível de ruído do sistema.



F2. Aumento do nível do ruído em função do aumento de F_s.



F3. Curva do sinal F_s corrigida com relação S/R constante.



F4. Curvas da pré-ênfase (1), de-ênfase (2) e resultante (3).

Guias Mangás

Cada título desta coleção de sucesso foi produzido combinando a ilustração de mangás com conhecimentos científicos e matemáticos, tornando a leitura e o estudo técnico divertido e agradável.



novasaber
www.novasaber.com.br

Se formos levantar o nível do ruído que aparece no final do sistema, em diversas frequências: f_1, f_2 e f_3, usando para isso um medidor de nível seletivo, observaremos que o nível do ruído aumenta em função do aumento da frequência do sinal modulante f_S, curva 1 vista na **figura 2**. Nas baixas frequências, em torno de f_1, o nível do ruído é mínimo e, ao contrário, nas frequências mais altas, a partir de f_2 ele aumenta rapidamente.

Relação Sinal/Ruído (S/R)

Para determinar-se o nível do ruído presente no final do sistema devemos usar o dispositivo mostrado na **figura 1**, tomando o cuidado de carregar a entrada do TX com um resistor de valor igual a impedância de entrada do mesmo, que normalmente é de 150 ou 75 Ω.

Considerando-se o nível do sinal f_S constante, curva 2 vista na **figura 2**, veremos que a relação sinal / ruído (S/R) nas baixas frequências é alta, acima de 60 dB, isso significa que o nível do ruído está 60 dB (ou mil vezes) abaixo do nível do sinal f_S.

Em f_2, como o nível do ruído aumentou, a relação S/R caiu, ficando em torno de 40 dB. Em f_3, a relação S/R piorou ainda mais, caindo abaixo de 20 dB, e com essa baixa relação (≤20 dB), a qualidade da comunicação fica fortemente comprometida.

Correção da Curva do Sinal Modulante F_S

Para conseguir-se uma relação S/R acima de 60 dB em toda a faixa, devemos usar do lado do TX, em série com o sinal modulante f_S, um circuito que apresente uma inclinação ou reforço na curva do sinal f_S (curva 1), semelhante à curva do ruído (curva 2) - **figura 3**. O circuito que serve para essa função é conhecido por pré-ênfase, sua função é reforçar as altas frequências e ao mesmo tempo atenuar as baixas do sinal f_S. O circuito da pré-ênfase apresenta uma curva de correção, como visto na **figura 4**, curva 1.

Após a correção da curva do sinal f_S, a relação S/R medida em qualquer frequência: f_1. f_2 ou f_3 estará sempre acima dos 60 dB, conforme a **figura 3**. Por outro lado, como na entrada do TX, ponto A indicado na **figura 5**, temos uma resposta plana de 0,3 a 15 kHz (resposta esta válida para as emissoras de FM), se desejarmos recuperar na saída, mais uma vez, uma resposta plana, no ponto B deveremos usar do lado do RX um circuito que apresente uma curva de atenuação igual e contrária a curva da pré-ênfase, curva 2 vista na **figura 4**. A nova curva tem um comportamento contrário à curva do pré-ênfase, ou seja, ela reforça as baixas e atenua as altas frequências.

Se formos somar os valores das curvas 1 e 2, ponto a ponto, o resultado será uma reta plana - reta 3, **figura 4,** não esquecendo, que tanto o circuito da pré-ênfase como o da de-ênfase são iguais, isto é, usam os mesmos componentes, todos passivos, como: indutores, capacitores e resistores, só que em posições invertidas: se em um temos um indutor, no outro, na mesma posição, temos um capacitor e vice-versa, daí o fato deles exercerem funções contrárias. A frequência fo vista na **figura 4**, é conhecida por frequência de zero pré-ênfase ou frequência de teste, pois como se observa, ela não sofreu nem atenuação e nem reforço de ambas as curvas. Essa frequência corresponde a 0,68 da frequência máxima do sinal modulante f_S. Considerando-se o sistema de transmissão de FM, onde a frequência máxima transmitida é de 15 kHz, neste caso, fo vale:

$$f_0 = 15 \cdot 0{,}68 = 10{,}2 \text{ kHz}$$

A mesma equação vista acima também aplica-se para os demais sistemas de alta capacidade.

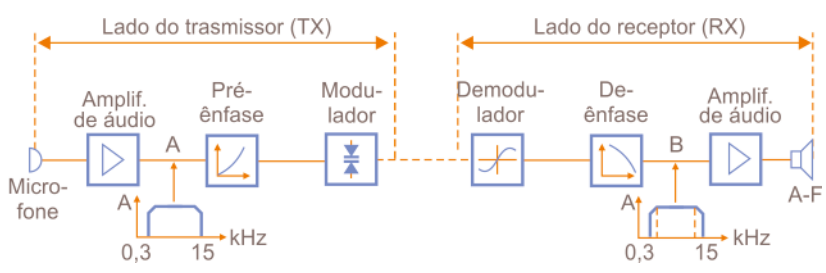
Sistema de Transmissão Completo (TX + RX)

Na **figura 5** temos um sistema de transmissão completo, onde aparecem praticamente todos os circuitos envolvidos na correção do sinal transmitido, assim como a posição da pré-ênfase e da de-ênfase. Não esquecendo que nos sistemas de transmissão onde é usada a modulação em fase (*phase modulation*), também conhecida por modulação indireta, a pré-ênfase e a de-ênfase aparecem em posição oposta, enquanto a de-ênfase está do lado do TX, a pré-ênfase está no lado do RX, o oposto do visto nessa figura.

O amplificador de áudio presente na entrada tem três funções, que são: amplificar o sinal de voz captado pelo microfone, equalizar o sinal, isto é, deixar a resposta a mais plana possível, e ponderar, ou seja, reduzir a faixa de áudio (de 20 Hz a 20 kHz) para uma faixa mais estreita de 0,3 a 15 kHz. O sinal presente na saída do amplificador, já com a faixa reduzida, ponto A, é aplicado ao circuito da pré-ênfase, onde os sinais de baixas frequências são atenuados e os de altas são reforçados. Na saída do demodulador, do lado do RX, temos o circuito da de-ênfase, com a função inversa a da pré-ênfase, ou seja, reforçar as baixas frequências e de atenuar as altas.

Conclusão

Todo o estudo visto acima é válido para a transmissão de sinais analógicos, já no caso de sinais digitais o processo de correção é diferente.



F5.Sistema completo de transmissão (TX + RX) e a posição da pré-ênfase e da de-ênfase.

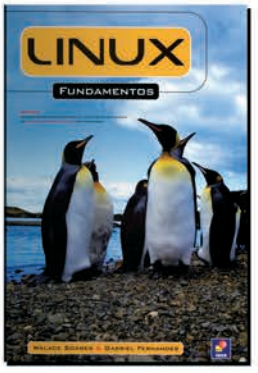
novasaber
www.novasaber.com.br

Sua loja de livros técnicos na internet
Promoções especiais e brindes

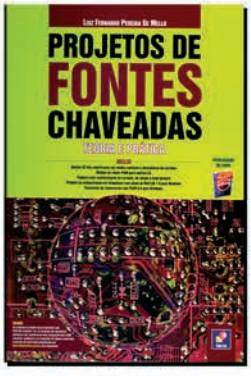












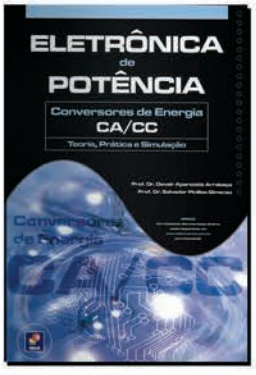








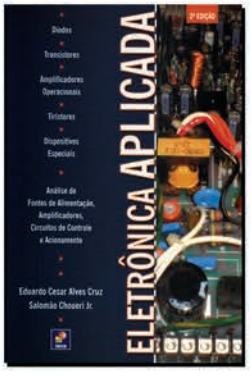




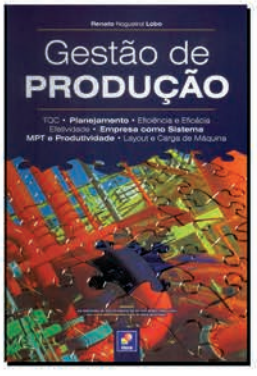




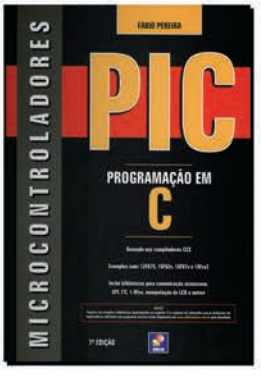


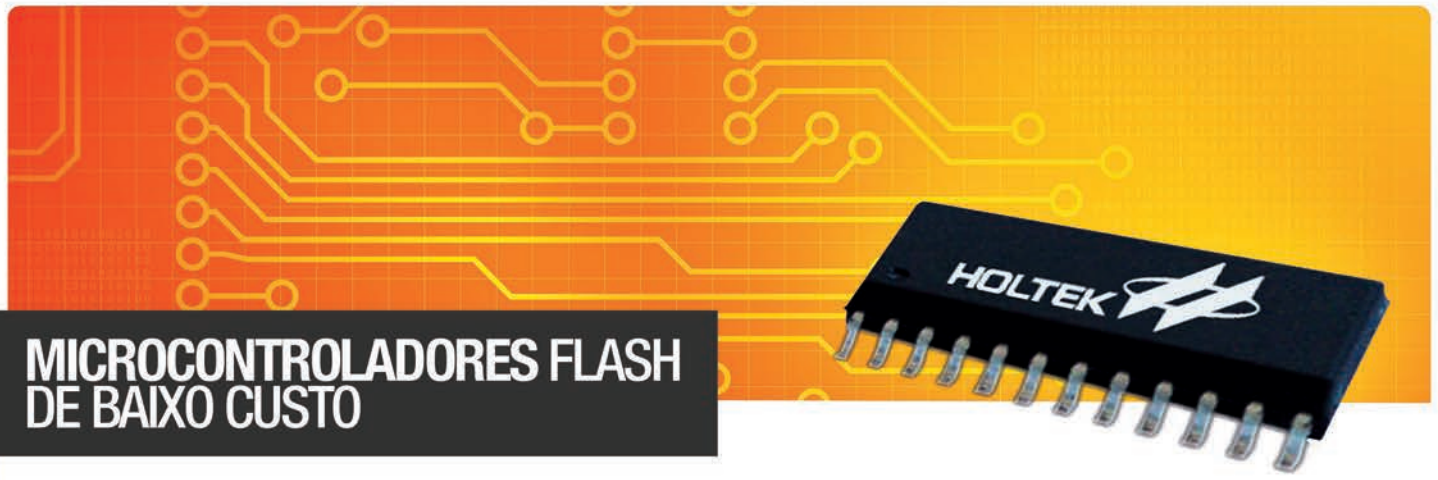












MICROCONTROLADORES FLASH DE BAIXO CUSTO

HOLTEK LANÇA NOVA SÉRIE HT66Fxx - HT68Fxx

Microcontroladores Enhanced I/O e A/D Flash 8-Bit

CARACTERÍSTICAS:

- Arquitetura RISC – Ótimo Desempenho;
- Memória de Programa Flash de 1 Kbyte a 12 Kbytes;
- Memória de Dados RAM de 64 bytes a 576 bytes;
- EEPROM de 32 bytes a 256 bytes;
- Disponibilidade de 18 a 50 portas I/Os;
- Encapsulamentos disponíveis: 16DIP/NSOP/SSOP, 20DIP/SOP/SSOP, 24SKDIP/SOP/SSOP, 28SKDIP/SOP/SSOP, 44QFP, 40/48QFN;
- Interface SPI/I^2C, UART, USB
- A/D de 12 bit para HT66Fxx
- Excelente para aplicações em áreas de eletroeletrônicos, segurança, automação industrial, automotiva, produtos de consumo, etc.

HOLTEK

ANYTEK conectores

FORDATA FOR DATA DISPLAY

módulos RF WENSHING

GlobalSat Wired by Wireless

APLUS CI reprodutor de sons

FAGOR

SIMCom A company of SIM Tech

Visite o site da Holtek e conheça toda linha:

WWW.HOLTEK.COM

Cika Eletrônica

Seu Distribuidor de Componentes Eletrônicos

Tel.: 55 11 2693-6428 / Fax: 55 11 2693-8805

vendas@cikaeletronica.com

www.cikaeletronica.com