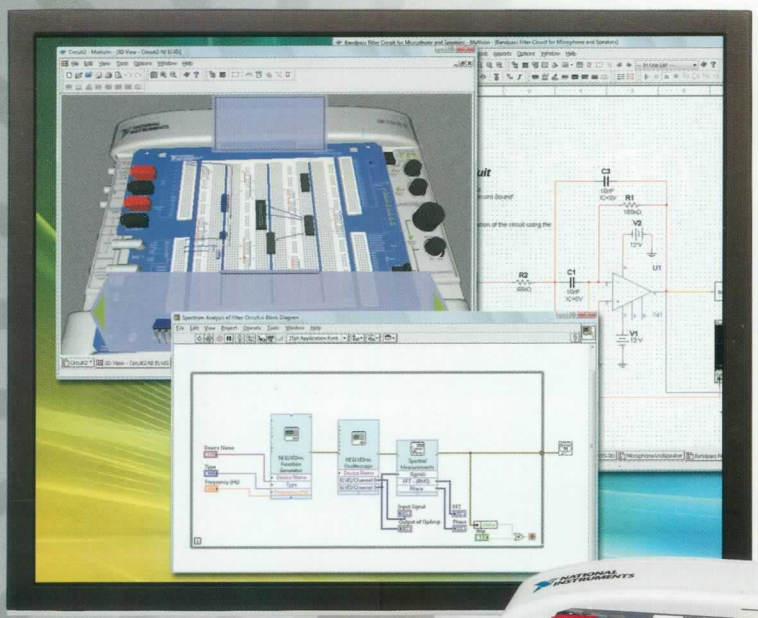
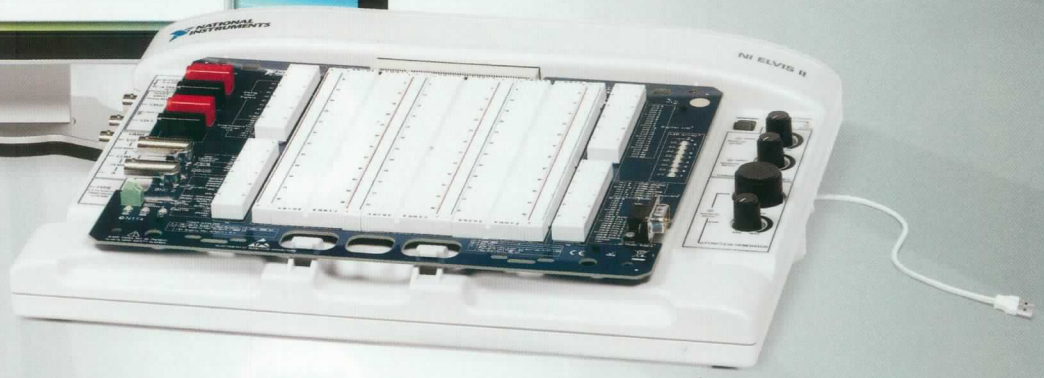
# ELETRÔNICA TOTAL

Ano 24 - Nº 157
Europa € 4,30 Brasil **R$ 12,90**



## NI ELVIS

Laboratório educacional suíte de instrumentação virtual







## Introdução à Tecnologia FPGA

que substitui os circuitos integrados ASICs

ISSN 0103-4960

## Fontes ressonantes

futuro das fontes chaveadas!?

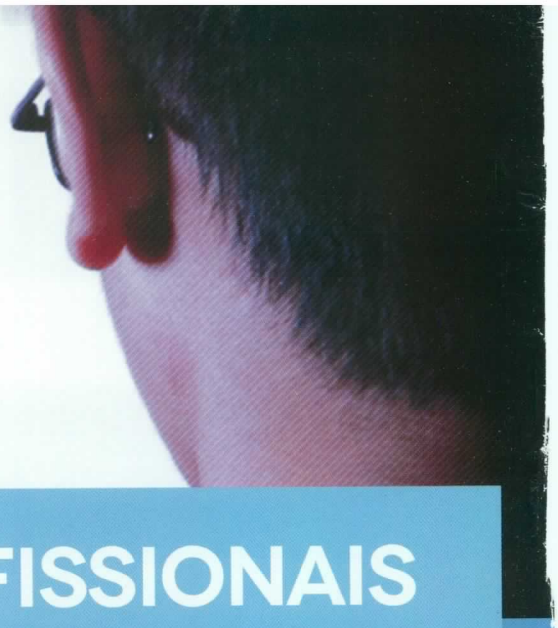
## Aterramento elétrico eficiente

evite a queima de equipamentos ou choques

## Práticas com o multímetro

no teste de componentes

SABER
EDUCACIONAL



# TREINAMENTOS PROFISSIONAIS

Agora a SABER está promovendo treinamentos técnicos, fazendo aquilo que mais sabe fazer que é ensinar. Nosso diferencial é saber muito antes, as novidades tecnológicas e preparar um bom material didático teórico, nunca esquecendo da prática (que é a nossa principal característica), para passar para você, leitor.

C# Treinamento Básico e Avançado de Programação de Microcontroladores em linguagem C

Treinamento de Programação de Microcontroladores Atmel / Freescale / Holtek / Infineon / Renesas

Treinamento Prático em SMD com Estações de Solda/Retrabalho

Treinamento de Instrumentação e Controle Aplicados em Caldeiras à Óleo

## Aulas em três sedes:

**SÃO PAULO** - Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Parque São Jorge - Tatuapé - Próximo à estação do Metrô Carrão

**CARAPICUIBA** - Av. Rui Barbosa, 540 – Piso 1 sala 40 Centro - Carapicuiba próximo à estação de trêm e também em frente de Tamboré e Alphaville.

**SÃO BERNARDO DO CAMPO** - SP -Rua Ângelo Dusi, 326 - Vila Dusi

## CONSULTE A PROGRAMAÇÃO DE 2013

Ligue para: (11) 2095-5330 – Miriam das 10h às 16h.
Mais informações : (11) 2095-5333 - Mari das 10h às 16h.

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**
Rafaela Turiani

**Publicidade**
Caroline Ferreira;
Marileide de Oliveira

**Colaboradores**
Alexandre Capelli;
Filipe Pereira;
Francisco Bezerra Filho;
Guilherme Kenji Yamamoto;
Henrique Machado Martins;
Newton C. Braga;
Renan Airosa Machado de Azevedo;
Wagner Rambo

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

**Capa**
Arquivo Editora Saber

**Impressão**
EGB

**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

A tecnologia avança a passos largos nos dias de hoje e muitas pessoas estão perdendo o tempo de reação e de se adequarem aos avanços. Todo dia precisamos rever nossas posições, pois podemos perder o emprego por ficar defasados, ou até o próprio negócio se os produtos (ou serviços) ficaram obsoletos.

Com a internet disponibilizando informações, muitos concorrentes surgem e com melhores preços, assim, tentamos através de nossas páginas, disseminar o conhecimento tecnológico e o do mercado.

Nossas revistas continuam a sair impressas em papel, uma vez que muitos gostam de ler neste veículo, mas também temos um enorme contingente de pessoas que preferem ler na tela dos computadores, dos celulares inteligentes, dos tablets e, logo, logo, nas televisões das salas de muitos lares.

Por este motivo estamos disponibilizando nosso conteúdo por diversos meios e, aos poucos, os leitores irão definindo quais os seus preferidos para se manterem atualizados.

Já notamos uma tendência crescente, que é a de ler em papel em determinadas situações e, ao mesmo tempo, quando é preciso uma consulta rápida recorrer ao meio digital.

Tendo isto em mente e para facilitar as consultas a todos, estamos a partir deste mês de agosto/2013 com o novo portal da Saber Eletrônica e Eletrônica Total (**www.sabereletronica.com.br**) apresentando um visual mais claro e bem cuidado. Nele, você verá artigos publicados nas duas revistas desde o ano de 2.005 até a edição atual. A navegação está mais rápida e fácil. Se você aprecia a edição em papel e não a encontra mais nas bancas de jornais do seu bairro ou cidade, é só fazer uma assinatura para recebê-la comodamente em sua casa. Aproveite agora, pois assinando a revista impressa, você ganha o acesso gratuito ao portal durante o período da assinatura.

**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

**Dez razões para usar o NI ELVIS ..... 06**
**Conheça os principais tipos de sensores de temperatura ..... 08**
**Conversor A/D para Joystick ..... 10**
**Transmissores ..... 16**
**Aterramento elétrico eficiente ..... 19**
**Características e tendências das emissoras de radiodifusão ..... 23**
**Provador de isolamento ..... 27**
**Funcionamento do limitador de ruído e do demodulador do receptor em FM ..... 31**
**Estudo das fontes ressonantes ..... 36**
**Práticas com o multímetro no teste de componentes ..... 40**
**Inglês para eletrônicos ..... 46**
**Introdução à tecnologia FPGA ..... 48**
**Perguntas e respostas ..... 50**

**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.

# Tecnologia propõe nova forma de interação com as torneiras

Abrir (ou fechar) uma torneira com um simples toque em qualquer ponto da peça. É com isso que a tecnologia Touch2O®, da Delta Faucet, se diferencia das outras torneiras de acionamento automático.

Essa tecnologia funciona com a eletricidade estática do contato do corpo humano ao corpo da peça. Por isso, evita que cores de roupas ou a luminosidade do ambiente interfiram no sistema de funcionamento da torneira.

Além da Touch2O®, a tecnologia Proximity® equipa linhas de torneiras automáticas para uso em banheiros públicos, com uma diferença essencial: ao invés de utilizar o infravermelho, como os sensores mais comuns, as peças detectam a presença das mãos por meio de eletricidade estática.

"Assim, com o uso da eletricidade estática, a tecnologia Proximity reduz drasticamente a incidência de falhas e a necessidade de trocas ou calibragens periódicas nos sensores, o que se traduz em economia para *shoppings*, hotéis e outras instalações públicas", explica o diretor da Delta Faucet, Luiz Lunardelli.



# Economia de energia é mais eficaz com o uso de lâmpadas de LED

Quando a situação financeira aperta, todo mundo começa a listar gastos para ver como enxugar o orçamento. Em tempos de dúvidas quanto à inflação, sai na frente quem consegue evitar gastos desnecessários. No caso da energia elétrica, muita gente aprendeu que a substituição das lâmpadas halógenas pelas fluorescentes traz um ganho significativo no fim do mês. O que poucos ainda sabem é que, com as lâmpadas de LED, a economia pode ser ainda maior.

LED significa *Light Emitting Diode*, ou seja, diodo emissor de luz, que é capaz de converter 80% da energia em luz, sendo bastante econômica e com ótima capacidade de iluminar. Outra grande vantagem é que a lâmpada de LED é resistente aos impactos e tem vida útil muito superior quando comparada com outras tecnologias, podendo durar até 10 anos (em média), dependendo da intensidade do uso.

Na LLUM | Bronzearte as lâmpadas de LED são produzidas em diversos tamanhos, podendo ser utilizadas nos mais variados ambientes e lustres. "Um grande diferencial da lâmpada de LED é que seu facho de luz é livre de calor. Desta forma, além de manter a temperatura ambiente mais baixa, evita danos a alguns materiais como estofados, couro e pisos", explica Marcelo M. Mizuno, coordenador de comunicação da empresa. Sua longa durabilidade e o fato de não possuir metais pesados em sua composição tornam o LED uma boa opção para quem quer uma casa *eco-friendly*.



# Robtec traz novas versões da Impressora 3D Cube

A Robtec traz ao Brasil em parceria com a 3D Systems, a CubeX, impressora 3D de uso pessoal.

O equipamento chega em três versões: a tradicional X, a Duo e a Trio. As impressoras são portáteis, pequenas, e são modelos superiores à Cube, lançada em abril pela empresa no país.

Agora, os usuários aficionados por tecnologia têm à disposição uma impressora 3D com a maior área de impressão existente, rapidez no funcionamento, e com a possibilidade de imprimir um único objeto em diferentes materiais (plásticos ABS e PLA) e cores - são mais de 30 opções, sendo possível obter até 4.000 combinações para colorir as criações. Ainda, o equipamento permite imprimir em três resoluções: SD (Standart Definition), CD (Crisp Definition) e HD (High Definition). O novo sistema de impressão 3D da CubeX não utiliza parafusos e rolamentos, e acompanha um software amigável para criação de desenhos a serem materializados.

"Estamos satisfeitos em oferecer, num curto espaço de tempo, essas impressoras 3D. Isso significa que, além da popularização do equipamento, estamos revolucionando a forma de produção e consumo das pessoas. Nossa gama de impressoras 3D é a mais completa do continente latino-americano, já que oferece opções para todos os gostos e necessidades, e realmente estamos avançando ainda mais no segmento e agregando valor e tecnologia a diversos setores", comemora Luiz Fernando Dompieri, diretor geral da Robtec.




**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

# 10 razões para usar o NI ELVIS



Professores podem usar o NI Educational Laboratory Virtual Instrumentation Suite (NI ELVIS) para ensinar conceitos de projetos de circuitos, instrumentação, controle, telecomunicações e teoria de microcontroladores. Com um novo osciloscópio de 100 MS/s no NI ELVIS II+, nunca foi tão fácil explorar componentes de alta frequência, caracterizar circuitos e investigar tempos de resposta. Descubra as 10 razões pelas quais você deve adotar o NI ELVIS, a plataforma educacional líder para sala de aula ou laboratório.

**Guilherme Kenji Yamamoto**
**Renan Airosa Machado de Azevedo**
National Instruments

## Componentes da plataforma NI Electronics Education

O NI ELVIS é o componente primário da plataforma *NI Electronics Education* juntamente com o NI LabVIEW e NI Multisim, que é a ferramenta-líder para simulação SPICE e captura de esquemáticos elétricos. A plataforma NI Electronics Education pode ajudá-lo a ensinar conceitos de circuitos elétricos por ser a ponte entre a teoria e o mundo real. Os estudantes podem simular conceitos teóricos no Multisim, prototipar o circuito no NI ELVIS e comparar o resultado da simulação com o resultado real no LabVIEW e LabVIEW Signal Express. Com o NI ELVIS II+ e o Multisim, aprender sobre circuitos elétricos torna-se mais interativo com os novos recursos como o 3D NI ELVIS e a função para acessar os instrumentos do NI ELVIS através do Multisim.

## 12 Instrumentos integrados

O NI ELVIS inclui 12 dos instrumentos mais utilizados em laboratório, dispondo de osciloscópio, multímetro digital, gerador de função, alimentação variável, analisador de sinal dinâmico (DSA), analisador de diagrama de Bode, analisador de 2 e 3 fios de corrente-tensão, gerador de forma de onda arbitrária, E/S digital e analisador de impedância em uma única plataforma. Esta gama de instrumentos em uma plataforma compacta traz para o laboratório uma redução de custos tanto em termos de espaço quanto em termos de manutenção. Adicionalmente, os instrumentos do NI ELVIS foram projetados para serem usados com o ambiente de programação gráfica LabVIEW, permitindo aos professores personalizarem os instrumentos para atender as suas necessidades específicas.

## Desenvolvido em LabVIEW

Os instrumentos do NI ELVIS são baseados no ambiente gráfico de desenvolvimento líder da indústria, NI LabVIEW. Ele traz um diagrama de blocos gráfico e uma programação baseada em fluxo de dados, que permite realizar aplicações personalizadas e medições. Por exemplo, os instrumentos do NI ELVIS podem ser acessados dentro do LabVIEW por serem instrumentos virtuais abertos, e os professores podem tirar vantagens deste recurso para criar instrumentos personalizados, assim como usar outros recursos de programação que o LabVIEW oferece para projetar, prototipar e depurar sistemas.

## Plataforma de aprendizado à distância

Professores ao redor do mundo têm obtido sucesso ao usarem o NI ELVIS

e o LabVIEW como plataformas de aprendizado. Com as interfaces remotas do LabVIEW, professores podem publicar os VIs na internet, permitindo o monitoramento e controle *online*, de modo que permita o acesso a estudantes de qualquer lugar e, como resultado temos a facilidade na demonstração de conceitos e realização experimentos à distância.

## Plataforma de aprendizado multidisciplinar

O NI ELVIS é uma plataforma aberta que dá às empresas-líderes em áreas como controle, dispositivos embarcados, eletrônica digital ou telecomunicações, a possibilidade de desenvolverem placas *plug-in* que os professores podem usar para ensinar conceitos. Estas placas plug-in do NI ELVIS e o software LabVIEW possibilitam o aprendizado em uma plataforma de engenharia multidisciplinar. Os professores podem usar o NI ELVIS para ensinar conceitos como circuitos elétricos, medição, instrumentação, controle, telecomunicações e projetos embarcados para diferentes disciplinas, incluindo elétrica, computação, biomedicina, mecânica, aeroespacial e física.

## Dezenas de programas de ensino documentados e fornecidos gratuitamente

Com um plano de aula pré-escrito por universidades ao redor do mundo e disponível para *download*, começar a utilizar o NI ELVIS é muito simples. Os professores também podem mudar os requisitos para atender as suas necessidades e elaborar os seus próprios exercícios, e usar a comunidade NI para compartilhar com outros professores. Junto com cada currículo, existem apostilas e VIs de exemplo.

## Conceitos para projeto de controle com a Quanser

Professores podem usar o NI ELVIS para ensinar conceitos de controle e simulação, usando para isso as diferentes placas criadas pela Quanser, líder em sistemas de projetos de controle voltados para o ensino. A Quanser oferece uma linha de placas para a plataforma do NI ELVIS como a QNET DC-010 para controle de motor, a QNET-012 para AVAC (Aquecimento, Ventilação e arcondicionado), a QNET-013 para decolagem e aterrissagem vertical, a QNET-014 para mecatrônica e a QNET-011 para controle avançado (com pêndulo invertido). Com os VIs inclusos e o plano de aula documentado, os professores agora podem ensinar sistemas de controle e usar experimentos reais para ensinar conceitos como PID e lugar das raízes.

## Conceitos de telecomunicações com a Emona Instruments

A Emona Instruments usa a abordagem de diagrama de blocos para ensinar conceitos de telecomunicações e fibra óptica. O DATEx - telecommunications trainer - é o módulo para o NI ELVIS e fornece aos professores uma plataforma para ensinar conceitos básicos de telecomunicações. Com o DATEx, os estudantes podem construir sistemas de comunicações em hardware ligando blocos de circuitos através de cabos de interconexão. A FOTEx oferece uma abordagem similar para o estudo de fibras ópticas, transmissão e perda de sinal.

Após construir o circuito, os estudantes podem aplicar a geração de sinal e as funções de medição do LabVIEW, juntamente com a plataforma do NI ELVIS para explorar o sistema. Os *kits* DATEx e FOTEx incluem aulas pré-escritas que ajudam os estudantes a compreenderem estes tópicos complexos.

## Conceitos de MCU/Embedded com o Freescale

Microcontroladores e sistemas embarcados estão se tornando cada vez mais comuns na indústria. Os professores podem utilizar a placa da Freescale MCU com NI ELVIS para ensinar os estudantes a projetarem e testarem microcontroladores. A placa plug-in inclui um USB HCS12(x)/HCS08. Os módulos da Freescale que os professores podem conectar na placa, incluem os MCUs da família HCSO8, HCS12/HCS12x/DSP, processadores ColdFire e *transceivers* de RF. O Kit inclui também o software Freescale CodeWarrior que pode ser usado para programar as MCUs. Adicionalmente, como a placa foi feita para o NI ELVIS, os professores podem usar os 12 instrumentos integrados para testar diferentes parâmetros, como tensão de operação, e medir as variáveis, fornecendo assim uma experiência completa em projetos, protótipos e implementação na indústria.

## Bioinstrumentação com NI ELVIS II+ e NI Multisim

Bioinstrumentação é um curso requisitado por todos os estudantes de engenharia biomédica, e possui como foco ensinar a teoria, o projeto e a prototipagem de circuitos elétricos, além de como trabalhar com sensores e instrumentos de medição. O NI ELVIS II+ e a integração com o Multisim, inclui recursos como o 3D NI ELVIS II e instrumentos simulados/reais no Multisim, o que converge para uma plataforma ideal no ensino de bioinstrumentação. O manual do curso para bioinstrumentação inclui tópicos de projetos de circuitos e instrumentação, e pode ser personalizado para atender planos de aula individuais.

## Conclusão

A plataforma NI ELVIS pode ser usada em uma ampla faixa de aplicações e disciplinas, aumentando os recursos do seu laboratório por meio das placas plug-in, possibilitando ir do projeto de circuitos eletrônicos para o ensino de conceitos de telecomunicações, microcontroladores, sistemas embarcados, simulação e controle avançado, entre outros. Você também pode otimizar o uso dos laboratórios por meio da padronização, economia de espaço e custo de manutenção, além de possibilitar o compartilhamento das aulas entre as diversas disciplinas, de uma maneira fácil, sendo apenas necessário alterar as placas plug-in. Isto é possível com a plataforma de projeto e prototipagem NI ELVIS. T

# Conheça os principais tipos de Sensores de Temperatura aplicados na indústria

A temperatura é uma medida da energia cinética existente em uma amostra de material, expressa em unidades de graus em uma escala padrão. Você pode medir temperatura de muitas formas diferentes, que variam em custo do equipamento e precisão. Os modelos mais comuns de sensores são os termopares, os RTDs, e os termistores.

**Guilherme Kenji Yamamoto**
**Renan Airosa Machado de Azevedo**
**National Instruments**

## Termopar

Os termopares são os sensores de temperatura mais comumente usados porque eles são relativamente baratos, além de serem sensores precisos que podem operar sobre uma larga faixa de temperatura. Um termopar é criado quando dois metais diferentes se tocam e o ponto de contato produz uma pequena tensão de circuito aberto como uma função da temperatura. Você pode usar esta tensão termoelétrica, conhecida como tensão de Seebeck, para calcular a temperatura. Para pequenas mudanças na temperatura, a tensão á aproximadamente linear.

Você pode escolher diferentes tipos de termopar designados por letras maiúsculas que indicam suas composições de acordo com as convenções do American National Standards Institute (ANSI). Os tipos mais comuns de termopar incluem B, E, K, N, R, S, e T. Veja a **figura 1.**

## RTD

Um RTD de platina é um dispositivo feito de bobinas (ou filmes) de metal, normalmente platina. Quando aquecido, a resistência do metal aumenta; quando resfriado, a resistência diminui. Passar corrente através de um RTD gera uma tensão sobre ele. Medindo esta tensão, você pode determinar sua resistência e, então, sua temperatura. A relação entre resistência e temperatura é relativamente linear. Tipicamente, os RTDs têm uma resistência de 100 Ω a 0 °C e podem medir temperaturas até 850 °C. Observe a **figura 2**.

## Termistor

Um termistor é um pedaço de semicondutor feito de óxidos metálicos que são pressionados em uma pequena gota, disco, *wafer*, ou outra forma sinterizada para medir altas temperaturas. Por último, eles são revestidos com epóxi ou vidro. Como ocorre com os RTDs, você pode passar uma corrente através de um termistor para ler a tensão sobre ele e determinar sua temperatura. No entanto, diferentemente dos RTDs, os termistores têm uma resistência maior (2.000 a 10.000 Ω) e uma sensibilidade muito maior (~200 Ω/°C), permitindo-lhe alcançarem maiores sensibilidades sem limitação de faixa de temperatura (até 300 °C). Atente para a **figura 3**.

## Projetando o melhor sistema de medição para sensores de temperatura

O condicionamento de sinal é necessário para fazer medições de temperatura precisas e confiáveis. Ao projetar um correto sistema de medição para seu sensor de temperatura, você deve considerar amplificação, isolamento, filtragem, excitação, precisão, resolução, e compensação de junta fria (CJC).

## Amplificação

Sinais de saída dos sensores de temperatura estão tipicamente na faixa de milivolts, então você deve amplificar o sinal e tomar cuidado para prevenir ruído no seu sistema de medição. Escolha um ganho que otimize os limites de

entrada do conversor analógico para digital (ADC) no seu hardware. Para melhorar o desempenho de ruído do seu sistema, você pode amplificar as tensões de baixo nível próximo à fonte de tensão ou ponto de medição.

## Isolamento

Os termopares sendo montados ou soldados diretamente em um material condutor, como aço ou água, introduzem outra fonte de ruído. Esta configuração faz os termopares particularmente suscetíveis a tensão de modo comum e malhas de terra. O isolamento ajuda a prevenir malhas de terra e pode aumentar dramaticamente a rejeição da tensão de modo comum. Com o material condutor que tem uma tensão de modo comum maior, o isolamento é necessário porque amplificadores não isolados não podem medir sinais com tensões de modo comum grandes.

## Filtragem

Filtros passabaixas são comumente usados para efetivamente eliminar ruído de alta frequência em medições de temperatura. Por exemplo, filtros passabaixa são úteis para remover o ruído de 60 Hz da rede elétrica, que é predominante em muitos laboratórios e configurações de plantas.

## Excitação

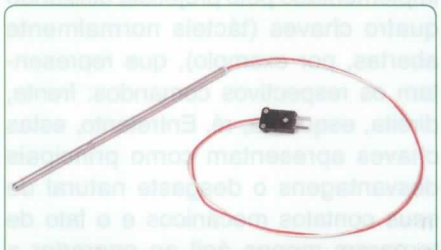
Como os RTDs e termistores são dispositivos resistivos, você deve fornecer uma corrente de excitação e então ler a tensão sobre seus terminais. Se o calor extra não puder ser dissipado, o aquecimento causado pela corrente de excitação pode aumentar a temperatura do elemento de detecção acima da temperatura ambiente. O autoaquecimento realmente muda a resistência do RTD ou termistor, causando erro na medição. Você pode minimizar os efeitos do autoaquecimento fornecendo uma corrente de excitação menor.

## Precisão e Resolução

Ao escolher o sensor e o hardware de aquisição de dados certos, você deve conhecer os requisitos de precisão e resolução para sua aplicação. Através de filtragem e amplificação pode melhorar dramaticamente a precisão de medições de termopar; RTDs e termistores são conhecidos por produzir leituras mais precisas. Além das considerações do sensor, você deve comparar a precisão e resolução requerida para sua aplicação ao hardware de aquisição de dados e condicionamento de sinais que você selecionou.

## Compensação de Junta Fria (CJC)

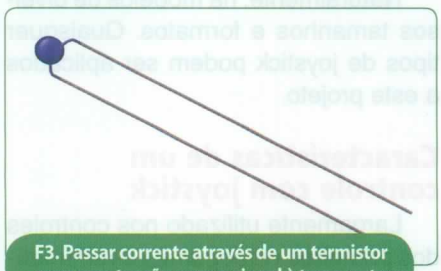
CJC é uma tecnologia necessária para medições precisas de termopares. Uma tensão é gerada na conexão entre o termopar e o terminal do dispositivo de aquisição de dados. A CJC melhora a precisão da sua medição, fornecendo a temperatura nesta junção e aplicando a correção apropriada. Entender como trabalha a CJC é importante porque o erro introduzido pelo seu sensor de CJC compõe qualquer outro erro já existente em sua medição. Quando calcular a precisão do sistema, lembre-se de que este erro pode ser significante e deve ser considerado. T



F1. Termopares são baratos e podem operar sobre uma grande faixa de temperaturas.



F2. Os RTDs são feitos de bobinas de metal e podem medir temperaturas até 850 °C.



F3. Passar corrente através de um termistor gera uma tensão proporcional à temperatura.





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

# Conversor A/D para Joystick

Um projeto de grande utilidade aos adeptos de modelismo e robótica, é o que descrevemos neste artigo. Trata-se de um conversor analógico/digital para ser utilizado em sistemas de radiocontrole ou mesmo sistemas controlados diretamente por fios, principalmente aos que dizem respeito ao controle de direção de dispositivos de modelismo (carros, barcos, aviões, etc) e robôs móveis.

**Wagner Rambo**
**Diretor da WR Kits**

Robôs móveis autônomos como já é de nosso conhecimento, são unidades que apresentam a capacidade de executar diversas tarefas sem o auxílio de controles manuais ou programação prévia. Contudo, para tornar a unidade robótica mais versátil, pode-se implementar um sistema radio- controlado, alternando assim os modos de operação da mesma.

Para um robô móvel controlado remotamente, o controle de direção é indubitavelmente uma das partes mais críticas, sendo este geralmente implementado pelo projetista utilizando quatro chaves (tácteis normalmente abertas, por exemplo), que representam os respectivos comandos: frente, direita, esquerda, ré. Entretanto, estas chaves apresentam como principais desvantagens o desgaste natural de seus contatos mecânicos e o fato de tornarem menos ágil ao operador a alternância de direções do robô.

O conversor A/D desenvolvido pela WR Kits contorna estes problemas causados pelas chaves de contatos simples, substituindo-as por um *joystick*. Na **figura 1**, pode-se observar um exemplo de joystick que poderá ser utilizado neste projeto. Este modelo de exemplo traz ainda como recurso uma chave táctil extra, que é acionada quando se pressiona a pequena alavanca.

Naturalmente, há modelos de diversos tamanhos e formatos. Quaisquer tipos de joystick podem ser aplicados a este projeto.

## Características de um controle com joystick

Largamente utilizado nos controles dos primeiros *videogames* e reintroduzido nos modelos mais atuais, o joystick consiste em um dispositivo que apresenta basicamente dois potenciômetros, fixos perpendicularmente um em relação ao outro, onde uma alavanca mantida na posição central tipicamente com auxílio de molas, é movimentada para cima e para baixo movendo o eixo do primeiro potenciômetro; ou para esquerda e para direita movendo o eixo do segundo potenciômetro.

Os potenciômetros utilizados em joysticks são muito semelhantes aos comumente aplicados na indústria eletrônica, com a diferença de que variam linearmente da resistência mínima (aproximadamente 0 Ω) para a máxima (100 kΩ tipicamente) em um curto ângulo de movimento. São construídos assim para que a alavanca utilizada no joystick não precise ser movimentada em um ângulo superior a 130° para percorrer toda faixa de resistência de seus potenciômetros. Se fossem empregados potenciômetros convencionais, cujo ângulo necessário para percorrer toda faixa de resistência é de aproximadamente 270°, não seria possível realizar isto com um movimento suave de alavanca.



F1. Exemplo de joystick que pode ser empregado.

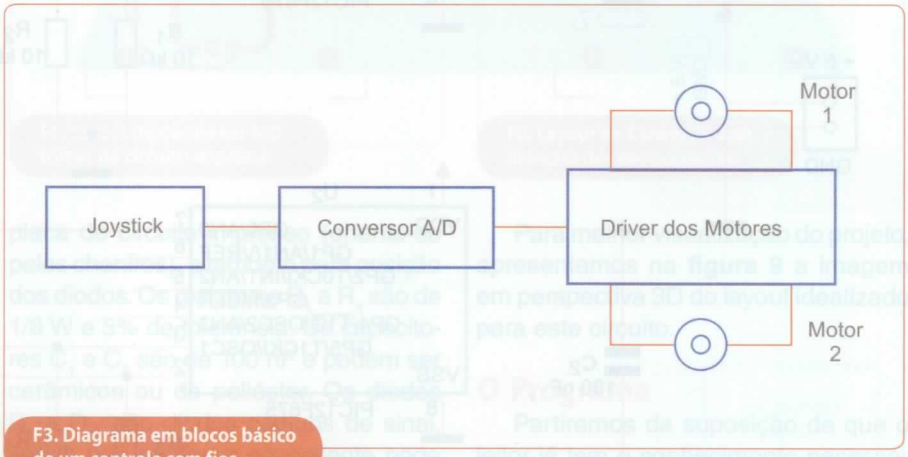
Um joystick facilita muito mais o controle de navegação de um robô móvel dando mais agilidade à troca de direção do mesmo, apresentando ainda a vantagem de possuir um desgaste bem inferior se comparado com as chaves de contato simples. A desvantagem de um joystick é que, para aplicá-lo ao codificador de um sistema de radiocontrole ou utilizá-lo no controle direto com fios da unidade comandada, o mesmo necessita de um conversor A/D justamente para converter suas grandezas analógicas (oriundas da linearidade dos potenciômetros) nos bits discretos que serão aplicados já na entrada do codificador (ou do *driver* quando um controle de fios for implementado).

Na **figura 2** apresentamos o diagrama de blocos básico para um transmissor de radiocontrole com estas características.

Na **figura 3**, outro diagrama de blocos básico: para um controle idealizado com fios ligados diretamente ao driver da unidade comandada.



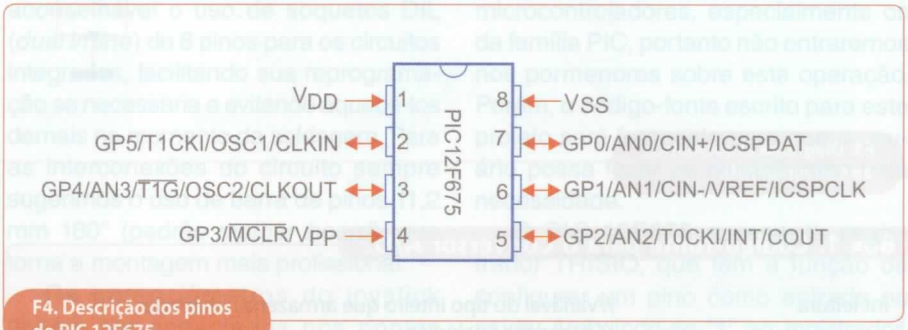

**F2. Diagrama em blocos básico do transmissor do radiocontrole.**




**F3. Diagrama em blocos básico de um controle com fios.**

## O Circuito

Empregando-se um microcontrolador de baixo custo facilmente encontrado no mercado nacional e mais uns poucos componentes periféricos, desenvolveu-se o circuito conversor A/D para joystick. O microcontrolador utilizado é o conhecido PIC 12F675, de 8 bits, que apresenta um conversor A/D com 4 canais (AN0 a AN3) e um oscilador interno de 4 MHz com boa precisão. Existe a possibilidade de se utilizar um oscilador externo de até 20 MHz com este dispositivo.




**F4. Descrição dos pinos do PIC 12F675.**

Na **figura 4** pode-se observar os pinos do PIC 12F675, fornecidos no *datasheet* do fabricante.

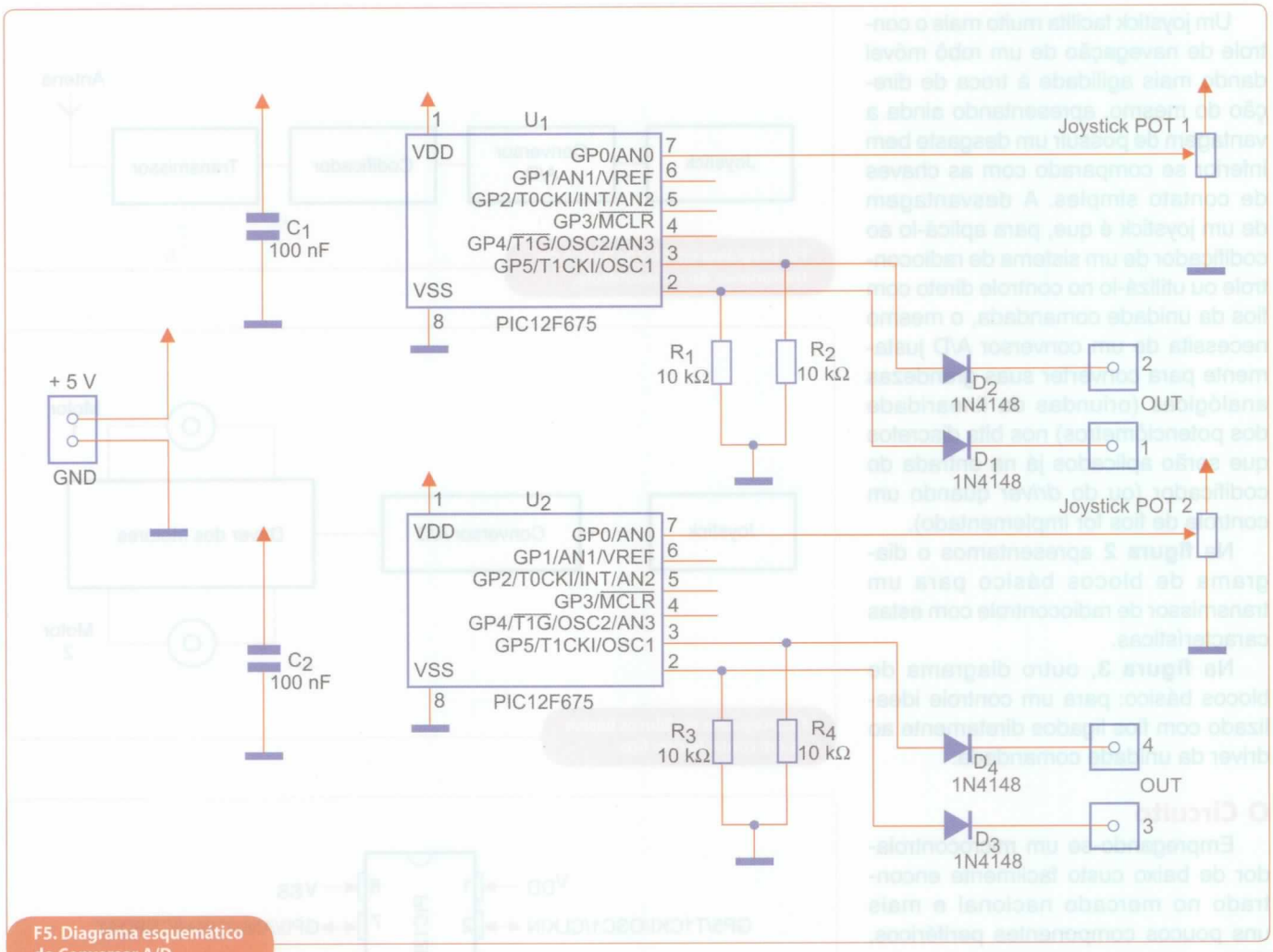
Como se pode ver, este componente apresenta alimentação VDD no pino 1, e o VSS (terra do circuito) no pino 8. Os pinos GP0, GP1, GP2, GP4 e GP5 podem ser programados tanto como entrada quanto como saída digital (observar as setas apontando para ambas as direções). O pino GP3 pode ser programado apenas como entrada digital e é também o pino de RESET do circuito integrado.

Optou-se pelo uso de um microcontrolador para implementar este circuito a fim de simplificar o mesmo ao máximo e, principalmente, pela versatilidade que sua programação integra ao sistema, visto que, com um simples ajuste no código-fonte, já se pode alterar o ângulo de atuação do joystick sem que o hardware tenha de ser modificado, característica muito útil visto que há modelos diversificados de joysticks. Mas adiante, no artigo, explanaremos sobre o assunto.

O diagrama esquemático completo do Conversor A/D pode ser visualizado na **figura 5**.

Como se pode observar nesse diagrama, foi necessária a utilização de dois microcontroladores PIC 12F675 devido ao mesmo não apresentar saídas digitais suficientes para implementar os 4 bits do controle de direção (o pino GP3 pode apenas ser programado como entrada digital, observe a seta em uma única direção na figura 4).

De acordo com o circuito da figura 5, os potenciômetros do joystick estão representados individualmente no diagrama, sendo que o primeiro tem seu terminal central conectado ao pino AN0 do primeiro microcontrolador; e o segundo tem o pino central conectado à mesma entrada no CI U2. Estes potenciômetros atuam como divisores de tensão, variando a tensão de alimentação da




F5. Diagrama esquemático do Conversor A/D.

## Box 1. Código-fonte para o Conversor A/D.

```
int leitura                 //variável do tipo inteiro que armazena o valor da
                            // grandeza analógica

void main ()
{
ANSEL = 0x13;               //Configura os pinos GP4 e PG5 como digitais
CMCON = 7;                  //Desabilita os comparadores AD
adcon0 = 0b00000001         //Ativa o pino AN0 para utilizar seu canal AD

TRISIO0_bit = 1;            //pino GP0 configurado como entrada
TRISIO4_bit = 0;            //pino GP4 configurado como saída
TRISIO5_bit = 0;            //pino GP5 configurado como saída

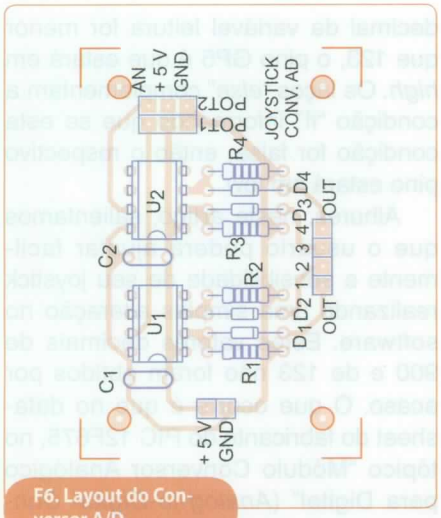
GPIO = 0;                   //Inicia GPIO em low

while(1)                    //Laço infinito
{
leitura = ADC_Read(0);      //Armazena a grandeza analógica na variável leitura
if(leitura>900) GPIO.f4 = 1; //Se leitura maior que 900, GP4 será high
else GPIO.f4 = 0;           //Senão, GP4 será low
if(leitura<123) GPIO.f5 = 1; //Se leitura menor que 123, GP5 será high
else GPIO.f5 = 0;           //Senão, GP5 será low
```

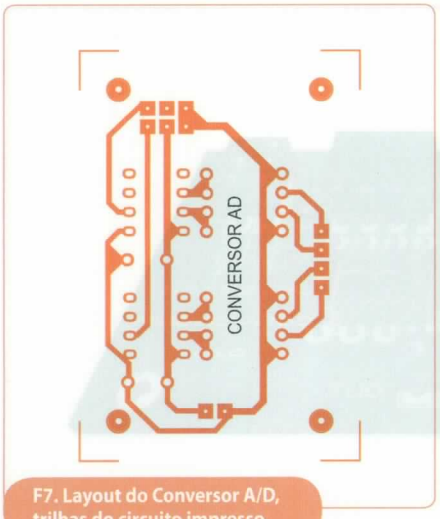
fonte de 0 a 5 V, sendo esta a grandeza analógica "lida" pelo pino do PIC. Os pinos 2 e 3 (respectivamente GP5 e GP4) de ambos os CIs foram programadas via software como saídas digitais. Os resistores R1 a R4 (todos com valor de 10 kΩ) têm a função de manter estas saídas em nível lógico baixo, isto é, são resistores de *pull-down*.

Porém, quando a tensão lida pela entrada analógica AN0 aproxima-se dos 5 V, a saída GP4 vai a nível *high* e, quando a mesma tensão aproxima-se de 0 V, é a saída GP5 que vai a nível high. Esta mesma análise vale para ambos os microcontroladores utilizados. Como será visto mais a frente, a lógica principal de funcionamento deste circuito foi implementada via software.

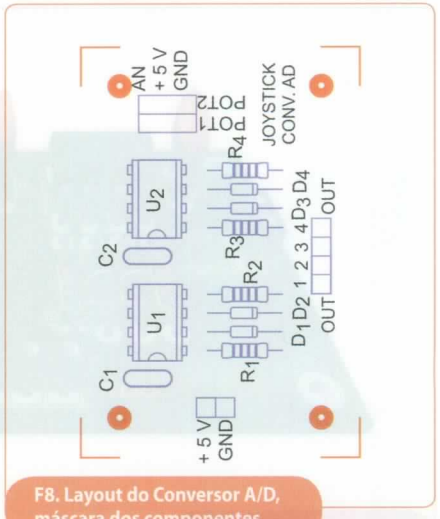
Os diodos de uso geral $D_1$ a $D_4$ apresentam a importante função de fazer com que o sinal de cada saída seja totalmente independente, não inter-




F6. Layout do Conversor A/D.




F7. Layout do Conversor A/D, trilhas do circuito impresso.




F8. Layout do Conversor A/D, máscara dos componentes.

ferindo umas nas outras pois, dependendo do circuito codificador utilizado no radiocontrole, poderiam ocorrer problemas como o funcionamento errático das funções de comando.

Os capacitores $C_1$ e $C_2$ atuam no desacoplamento dos microcontroladores, em outras palavras, servem como uma fonte de energia de ação rápida junto ao circuito integrado, permitindo que ele opere até que a fonte de alimentação principal possa fornecer a corrente que ele necessita, também apresentam a função de desviar ruído de alta frequência de volta para a fonte de alimentação.

## Montagem

Na **figura 6** apresentamos uma sugestão de *layout* para o circuito proposto, onde pode-se observar claramente a simplicidade da montagem.

As trilhas de circuito impresso, que deverão ser desenhadas pelo projetista ou transferidas diretamente para a placa de fenolite (ou fibra de vidro) pelas técnicas de construção de placas (artesanal, *silk-screen* etc.) são apresentadas na **figura 7**. Todos os furos pertinentes aos componentes utilizados podem ser de 1 mm. Para os furos de fixação da placa, utilize broca de 3,5 mm.

Na **figura 8** pode-se observar a máscara dos componentes presentes no circuito, com suas respectivas referências para melhor orientação.

Deve-se tomar cuidado com o posicionamento dos microcontroladores na placa de circuito impresso (oriente-se pelos chanfros), e também para posição dos diodos. Os resistores $R_1$ a $R_4$ são de 1/8 W e 5% de tolerância. Os capacitores $C_1$ e $C_2$ são de 100 nF e podem ser cerâmicos ou de poliéster. Os diodos $D_1$ a $D_4$, são diodos comuns de sinal, sendo que qualquer equivalente pode ser utilizado (1N914, por exemplo). É aconselhável o uso de soquetes DIL (*dual in line*) de 8 pinos para os circuitos integrados, facilitando sua reprogramação se necessária e evitando aquecê-los demais no momento da soldagem. Para as interconexões do circuito sempre sugerimos o uso de barra de pinos 11,2 mm 180° (padrão *mother board*), que torna a montagem mais profissional.

Os potenciômetros do joystick devem ser conectados nos pontos indicados da placa, observando que as entradas analógicas (AN) localizam-se na parte superior, isto é, nestes pontos na qual o terminal central dos potenciômetros deve ser ligado. Os terminais laterais podem ser conectados sem a preocupação de posição (explicaremos isto no tópico "Prova e Uso"). Joysticks novos já podem ser facilmente adquiridos no mercado local a preços bastante acessíveis. Mas, fica a dica que os mesmos podem ser reaproveitados de controles de videogame fora de uso. Outro local que o projetista pode procurar é nas empresas que trabalham na manutenção de videogames, que frequentemente apresentam controles velhos em sua sucata.

Para melhor visualização do projeto, apresentamos na **figura 9** a imagem em perspectiva 3D do layout idealizado para este circuito.

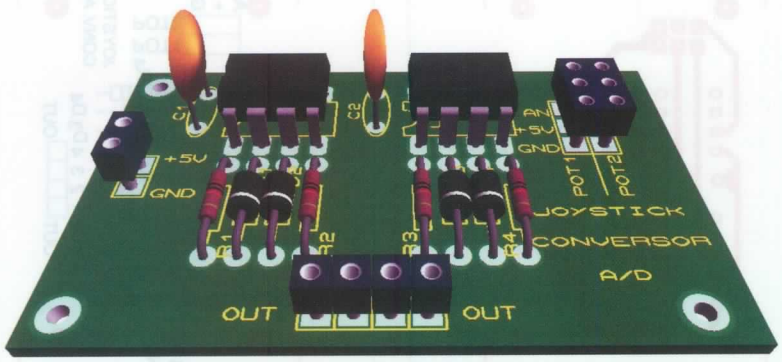
## O Programa

Partiremos da suposição de que o leitor já tem o conhecimento necessário para programação e gravação de microcontroladores, especialmente os da família PIC, portanto não entraremos nos pormenores sobre esta operação. Porém, o código-fonte escrito para este projeto será fornecido para que o usuário possa fazer os ajustes caso haja necessidade.

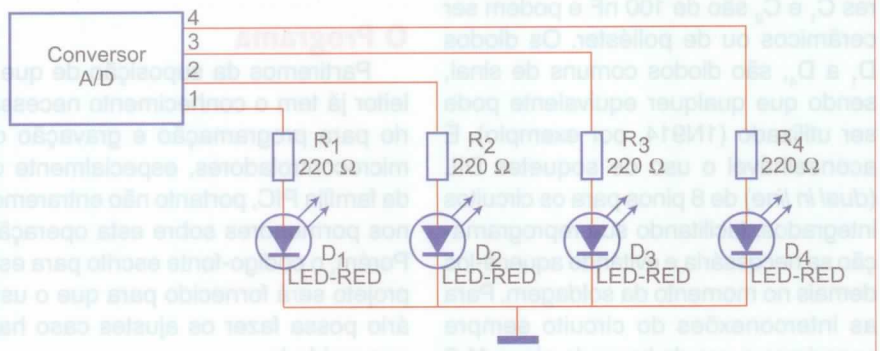
O PIC 12F675 apresenta registrador TRISIO, que tem a função de configurar um pino como entrada ou saída. Atribuindo-se "1" ao registrador, este estará configurado como entrada (INPUT) e; atribuindo-se "0", o mesmo será saída (OUTPUT). Para configurar a inicialização dos pinos deste PIC (*high ou low*), utiliza-se o registrador GPIO, diferentemente de PICs maiores (16F628A, 18F4550, etc.) que utilizam o registrador PORT para a mesma função.

No **box 1** apresentamos o código-fonte escrito para este projeto, ricamente comentado para facilitar sua compreensão. A linguagem de programação utilizada foi a C e o compilador empregado para criação do código foi o MikroC Pro For PIC, que consiste em um software livre para códigos até 2 kB.

Inicia-se o programa com a declaração de uma variável do tipo inteiro




F9. Layout do Conversor A/D em perspectiva.




F10. Sugestão de teste para Conversor A/D.

chamada de "leitura" para armazenar o valor da grandeza analógica "lida" pelo pino AN0 do PIC. Já na função "main" configura-se os pinos GP4 e GP5 como digitais, utilizando-se para isso o comando "ANSEL = 0x13;". Deve-se desabilitar os comparadores A/D do PIC com o comando "CMCON = 7;". Para configurar o bit menos significativo AN0 como pino analógico, foi utilizado o comando "adcon0 = 0b00000001;" (caso prefira o pino AN1 deve utilizar "adcon0 = 0b00000010;", e assim por diante). Depois, no registrador TRISIO configurou-se paulatinamente os bits utilizados em nosso hardware, GP0 como entrada; GP4 e GP5 como saída. Optou-se por iniciar todo GPIO em *low* com o comando "GPIO = 0;".

Após as configurações iniciais de nosso dispositivo, entramos no *loop* infinito com o comando "while(1);". Inicialmente a função ADC_Read(), recebe zero como parâmetro. Esta função está contida na biblioteca do compilador e é ela que registra os valores analógicos através de AN0.

A priori, atribui-se o valor obtido na função ADC_Read(0) à nossa variável "leitura". Em seguida criam-se dois laços de condição "if". O primeiro diz que se o valor decimal de leitura for maior que 900, o pino GP4 estará em *high*. O segundo, por sua vez, diz que se o valor decimal da variável leitura for menor que 123, o pino GP5 é que estará em *high*. Os laços "*else*" complementam a condição "if", informando que se esta condição for falsa, então o respectivo pino estará em low.

Alhures, neste artigo, salientamos que o usuário poderá ajustar facilmente a sensibilidade de seu joystick realizando uma simples alteração no software. Estes valores decimais de 900 e de 123 não foram obtidos por acaso. O que ocorre é que no datasheet do fabricante do PIC 12F675, no tópico "Módulo Conversor Analógico para Digital" (*Analog-to-Digital Converter module*) está especificado que o microcontrolador apresenta 10 bits de resolução. Isto significa que em decimal temos: $2^{10} = 1024$

Em suma, a resolução de nosso módulo conversor A/D em decimal pode ser representada nos valores de 0 a 1023 (porque o zero também entra na contagem). Portanto, utilizou-se estes dois extremos como referência para o ajuste de nosso joystick, concluindo-se que o menor valor seria igual a 123 e o maior seria portanto 900 (1023 – 123 = 900).

Vale destacar que os extremos devem ser simétricos entre si, preferencialmente. Por exemplo, se o menor valor para o seu joystick for de 300, então o maior deverá ser 723 (1023 – 300 = 723), e assim sucessivamente. Os limites superior e inferior desta resolução de 1024 devem ser obtidos de forma empírica, como pode ser observado.

Compilando-se o código para gerar o arquivo ".hex" referente ao mesmo, basta gravá-lo nos dois PICs 12F675 utilizados ($U_1$ e $U_2$) com o gravador de sua preferência.

## Prova e Uso

Com a montagem finalizada e minuciosamente verificada para corrigir possíveis erros, pode-se alimentar o circuito utilizando para isto uma fonte de 5 V, que poderá ser construída a partir de um regulador de tensão LM7805, por exemplo. Para testar o funcionamento do circuito, o leitor poderá conectar 4 LEDs comuns de 5 mm com resistor de 220 Ω à saída do conversor A/D, como sugere a **figura 10**.

Atue no joystick para cima e verifique qual LED irá acender. Após isso, mova a alavanca para baixo verificando que o primeiro LED se apaga e acenderá um segundo LED. Efetue o mesmo procedimento para as posições direita e esquerda da alavanca do joystick para observar quais LEDs irão acender. Cada posição terá apenas um respectivo LED aceso e, naturalmente, quando a alavanca estiver na posição central, todos deverão estar apagados. O conversor estará funcionando perfeitamente desta forma.

Conhecidas as respectivas saídas de cada posição, é só conectá-las ao codificador do radiocontrole (ou driver de motores), respeitando o correto sentido de navegação (frente, ré, direita, esquerda). Alterando a ligação dos potenciômetros ao circuito, você altera a saída que a posição do joystick leva a nível alto. Isto pode ser feito caso o usuário prefira que a saída "1" seja o comando para frente, a "2" a ré, e assim por diante.

Caso ache que o joystick esteja atuando muito rápido nas saídas (com um simples movimento já leva a saída a high), altere os valores decimais no código-fonte, diminuindo o limite inferior e aumentando o limite superior. Se a atuação do mesmo estiver lenta demais, basta aumentar o limite inferior e diminuir o limite superior.

Tratando-se de um circuito bem pequeno, o mesmo pode facilmente ser instalado dentro da caixa do controle utilizado.

## Conclusão

O circuito aqui proposto viabilizou o estudo de noções básicas de eletrônica digital, programação de microcontroladores, hardware e software, bem como os princípios de uma conversão A/D. Aproveitou-se estes elementos para o desenvolvimento de um pequeno circuito de conversão A/D, para ser implementado em sistemas radiocontrolados ou com fio.

Como já mencionado, a aplicação de um joystick a um sistema de navegação (controle de direção), seja de um robô móvel ou outros dispositivos, traz uma série de vantagens em se tratando de sensibilidade de controle e durabilidade dos componentes empregados. Nada impede do usuário utilizar mais conversores como este para outras funções da unidade comandada, que não a de navegação.

### Lista de Materiais

**Circuitos Integrados:**
$U_1$ e $U_2$ - Microcontrolador PIC 12F675

**Semicondutores**
$D_1$, $D_2$, $D_3$ e $D_4$ - diodo 1N4148

**Capacitores**
$C_1$ e $C_2$ - 100 nF / 63V - disco cerâmico ou poliéster

**Resistores**
$R_1$, $R_2$, $R_3$ e $R_4$ - 10 kΩ 1/8W 5%

**Diversos**
Joystick - ver texto; Barra de pinos 11,2 mm (tamanhos diversos); PCI: Placa de circuito impresso (fenolite ou fibra de vidro); Soquetes DIL de 8 terminais para os circuitos integrados






# Transmissores:
## Ruídos, Espúrios, Parasitas, e Harmônicas

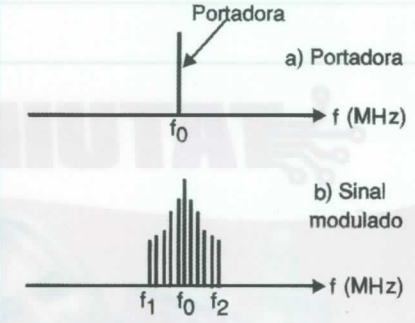
Um dos maiores problemas que ocorrem quando se pretende colocar no ar um transmissor de construção caseira ou um equipamento não muito bem elaborado, é a produção de sinais que não correspondem à frequência que se deseja realmente transmitir, os quais podem causar interferências. Em especial, este problema tem sido enfrentado pelas pequenas emissoras experimentais de FM, denominadas "comunitárias", ou mesmo pelas "piratas", e pode causar sérias interferências, principalmente em serviços de orientação de aeronaves devido às proximidades das frequências.

Veja neste artigo quais são os principais tipos de sinais indevidos produzidos pelos transmissores, e algumas ideias para evitá-los.

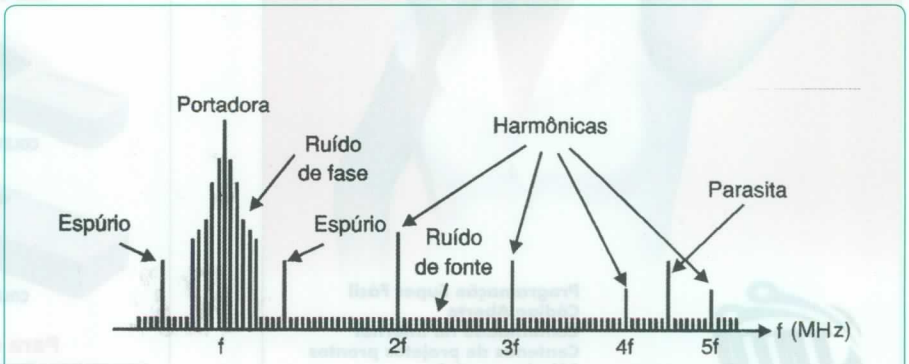
**Newton C. Braga**

Um transmissor que produza uma onda portadora pura deve emitir sinais em uma única frequência. No entanto, quando este transmissor é modulado, o sinal modulador faz com que novas frequências apareçam, ocupando normalmente uma pequena faixa em torno da frequência do sinal portador, conforme mostra a **figura 1**.

Na prática, porém, os sinais de um transmissor modulado não ficam restritos apenas a esta faixa estreita, mas espalham-se pelo espectro podendo causar diversos tipos de problemas.




**F1. Um sinal modulado apresenta bandas laterais, ocupando uma certa faixa do espectro.**




**F2. Sinais produzidos por um transmissor.**

Na **figura 2** temos um gráfico que mostra o que pode ocorrer com um transmissor em condições reais de funcionamento (e que estão longe das condições ideais).

O sinal principal e de maior amplitude é, naturalmente, a portadora gerada pelo transmissor.

Em condições normais, toda a energia do transmissor deveria ser concentrada nesta frequência e irradiada.

Contudo, na prática, não é isso o que acontece. Apenas para simplificar nossa análise, vamos supor um transmissor que deva emitir uma portadora (sem modulação) e ver que tipos de sinais indevidos ele vai produzir.

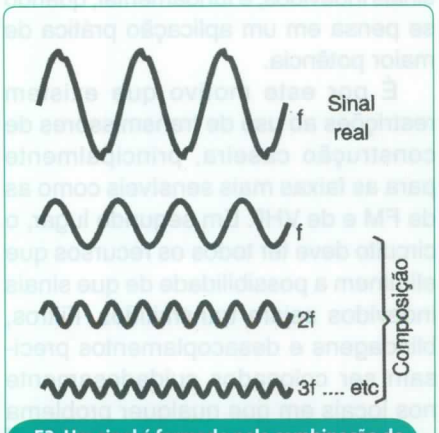
## Ruído de fase

Quando um transmissor gera o sinal que deve transmitir, os componentes usados no seu circuito não são absolutamente lineares, o que quer dizer que não temos a produção de um sinal senoidal perfeito e nem ao menos de forma absolutamente sincronizada.

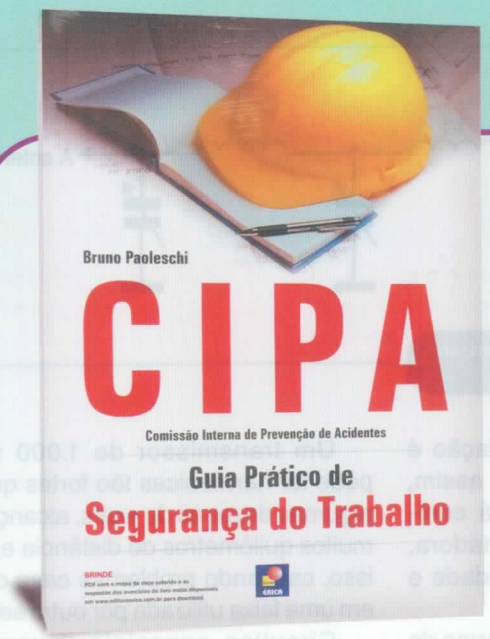
Isso significa que as pequenas diferenças entre as fases dos sinais gerados a cada instante podem modular a portadora, criando assim algumas faixas de sinal que são emitidas juntamente com ela. Estes sinais vão se concentrar nas frequências próximas da portadora, um pouco acima e um pouco abaixo.

## Ruído de fonte

Qualquer tipo de sinal indevido que esteja presente no circuito de um transmissor pode servir de fonte de modulação.




**F3. Um sinal é formado pela combinação de sinais senoidais de frequência múltiplas.**


**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**

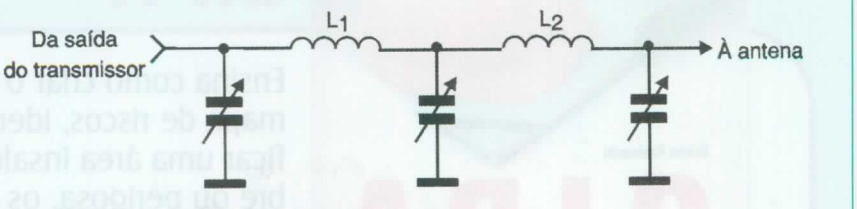
Indispensável a técnicos, tecnólogos e engenheiros que atuam nas áreas de automação, mecatrônica e eletrotécnica, além de profissionais que desejam manter-se atualizados. Apresenta exemplos resolvidos nos CLPs Allen-Bradley, Schneider Electric e Siemens, além de implementações em um controlador que segue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



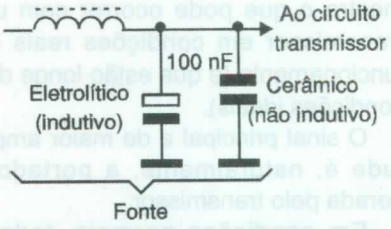

**Curso de Eletrônica Digital**

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




F4. Filtro passabaixa usado em transmissores para eliminar ou reduzir harmônicas.




F5. Um capacitor deve ser ligado em paralelo com eletrolíticos nas fontes de transmissores.

A própria fonte de alimentação é uma fonte de sinal, gerando, assim, um sinal modulador que será combinado com a frequência portadora, transmitido com menor intensidade e se espalhando pelo espectro.

Este sinal, que aparece na forma de ronco, depende justamente do *ripple* da fonte usada para alimentar o transmissor, daí a necessidade de circuitos com excelentes filtragens para este tipo de aplicação.

Na maioria dos casos, como a fonte de alimentação tem retificação em onda completa, estes sinais se espalham pelo espectro em intervalos de 120 Hz, tanto acima como abaixo da frequência da portadora.

## Harmônicas

Um sinal puro é um sinal senoidal perfeito. No entanto, na prática, os sinais gerados pelos transmissores não são senoides perfeitas, dada justamente a não linearidade dos circuitos usados para isso.

Isso quer dizer que, conforme Fourier explica, um sinal complexo de certa frequência como o produzido por um transmissor, é formado por um sinal senoidal de determinada frequência (fundamental) e sinais senoidais de frequências múltiplas (harmônicas) que se estendem pelo espectro com intensidade cada vez menor, mas até o infinito, de acordo com a **figura 3**.

Estes sinais de menor intensidade e frequências múltiplas são irradiados e podem causar problemas de interferências. Dependendo de como o sinal do transmissor seja gerado, as harmônicas podem ter intensidade suficiente para causar sérios inconvenientes.

Um transmissor de 1.000 watts pode ter harmônicas tão fortes quanto algumas dezenas de watts, alcançando muitos quilômetros de distância e, com isso, causando problemas caso caiam em uma faixa utilizada por outro serviço.

Circuitos especiais devem ser agregados às saídas dos transmissores de modo a evitar a passagem das harmônicas, ou pelo menos reduzir sua intensidade a níveis tais que não possam causar problemas, como o exibido na **figura 4**.

Neste circuito temos um filtro passabaixas que deixa passar o sinal fundamental, mas não as harmônicas com o dobro, o triplo, o quádruplo, etc. da frequência.

## Espúrios

Em certos circuitos de transmissores podem surgir realimentações de sinais que vão atingir circuitos diferentes do mesmo aparelho como, por exemplo, amplificadores de áudio, de modulação, ou mesmo a fonte de alimentação, causando problemas. Com esta realimentação, os circuitos afetados tendem a entrar em oscilação gerando sinais que passam a ser transmitidos em frequências mais baixas e mais altas do que a portadora.

Um caso comum que encontramos deve-se ao fato de que os capacitores eletrolíticos usados em fontes de alimentação podem ser de papel enrolado, formando assim uma estrutura que, além da capacitância, tem uma certa indutância. Esta indutância pode ser importante, fazendo com que os eletrolíticos passem a representar uma alta impedância para estes sinais.

Em uma fonte que tenha somente capacitores eletrolíticos, esta indutância pode ser responsável por realimentações e, com isso, pela emissão de espúrios. Um artifício para se evitar este tipo de problema é a ligação de um capacitor cerâmico de 100 nF em paralelo com o eletrolitico, veja a **figura 5**.

Os capacitores cerâmicos não são indutivos e, por isso, fornecem um percurso para os sinais de RF que poderiam realimentar o circuito.

## Divisão de frequência

Os transistores bipolares, quando usados em transmissores, tendem a apresentar um fenômeno interessante que consiste na produção de uma oscilação parasita com metade da frequência original.

## Soluções

Evidentemente, não podemos deixar que um transmissor irradie energia em frequências que não sejam especificamente aquelas em que ele deve operar. Problemas de interferências são graves e, por isso, proibidos pelas leis vigentes. Inicialmente, um bom projeto de transmissor, que tenha características que reduzam ao máximo a emissão de sinais indevidos, é fundamental, quando se pensa em um aplicação prática de maior potência.

É por este motivo que existem restrições ao uso de transmissores de construção caseira, principalmente para as faixas mais sensíveis como as de FM e de VHF. Em segundo lugar, o circuito deve ter todos os recursos que eliminem a possibilidade de que sinais indevidos sejam transmitidos. Filtros, blindagens e desacoplamentos precisam ser colocados cuidadosamente nos locais em que qualquer problema possa vir a ocorrer.

# Aterramento Elétrico Eficiente

O aterramento elétrico, com certeza, é um assunto que gera um número enorme de dúvidas quanto às normas e procedimentos no que se refere ao ambiente elétrico industrial. Muitas vezes, o desconhecimento das técnicas para realizar um aterramento eficiente ocasiona a queima de equipamentos, ou pior, o choque elétrico nos operadores desses equipamentos.

Mas o que é o "terra"? Qual é a diferença entre terra, neutro, e massa? Quais são as normas que devo seguir para garantir um bom aterramento? Bem, esses são tópicos que este artigo tentará esclarecer. É fato que o assunto "aterramento" é bastante vasto e complexo, porém, demonstraremos algumas regras básicas.

**Alexandre Capelli**

## Para que serve o aterramento elétrico?

O aterramento elétrico tem três funções principais:

Proteger o usuário do equipamento das descargas atmosféricas, através da viabilização de um caminho alternativo delas para a terra.

"Descarregar" cargas estáticas acumuladas nas carcaças das máquinas ou equipamentos para a terra.

Facilitar o funcionamento dos dispositivos de proteção (fusíveis, disjuntores etc.), através da corrente desviada para a terra.

Veremos, mais adiante, que existem várias outras funções para o aterramento elétrico, até mesmo para eliminação de EMI, porém as três acima são as mais fundamentais.

## Definições: Terra, Neutro, e Massa

Antes de tratarmos sobre os tipos de aterramento, devemos esclarecer (de uma vez por todas!) o que é terra, neutro, e massa.

Na **figura 1** temos um exemplo da ligação de um PC à rede elétrica, que possui duas fases (110 VCA, -110 VCA), e um neutro.

Essa alimentação é fornecida pela concessionária de energia elétrica, que somente liga a caixa de entrada ao poste externo se houver uma haste de aterramento- padrão dentro do ambiente do usuário. Além disso, a concessionária também exige dois disjuntores de proteção.

Teoricamente, o terminal neutro da concessionária deve ter potencial igual a zero volt. Porém, devido ao desbalanceamento nas fases do transformador de distribuição, é comum esse terminal tender a assumir potencias diferentes de zero.

O desbalanceamento de fases ocorre quando temos consumidores com necessidade de potências muito distintas, ligadas em um mesmo *link*. Por exemplo, um transformador alimenta, em um setor seu, uma resistência comum, e no outro setor, um pequeno supermercado. Essa diferença de demanda, em um mesmo *link*, pode fazer com que o neutro varie seu potencial (flutue).

Para evitar que esse potencial "flutue", ligamos (logo na entrada) o fio neutro a uma haste de terra. Sendo assim, qualquer potencial que tender a aparecer será escoado para a terra.

Ainda analisando a figura 1, veremos que o PC está ligado em 110 VCA, pois utiliza uma fase e o neutro.

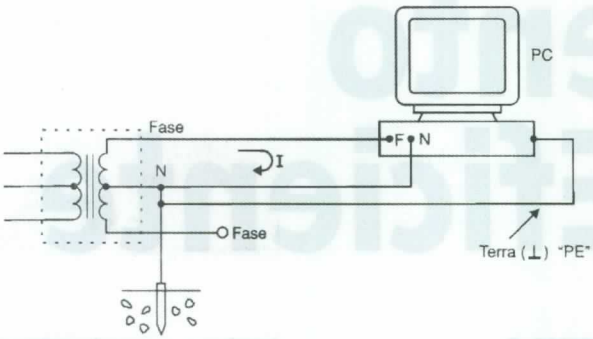
Mas, ao mesmo tempo, ligamos sua carcaça através de outro condutor na mesma haste e damos o nome desse condutor de "terra".

**Pergunta "fatídica": Se o neutro e o terra estão conectados ao mesmo ponto (haste de aterramento), por que um é chamado de terra e o outro de neutro?**

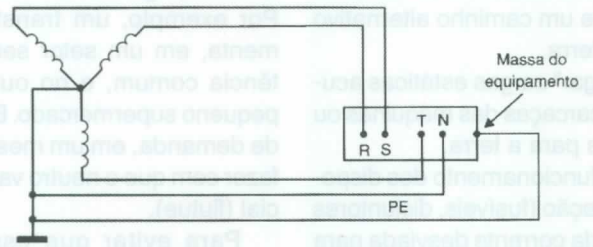
Aqui vai a primeira definição: O neutro é um "condutor" fornecido pela concessionária de energia elétrica, pelo qual há o "retorno" da corrente elétrica.

O terra é um condutor construído através de uma haste metálica e que, em situações normais, não deve possuir corrente elétrica circulante.

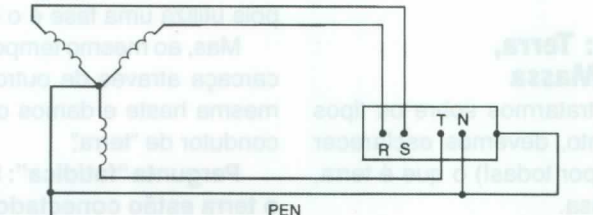
**Resumindo:** A grande diferença entre terra e neutro é que pelo neutro há corrente circulando, e pelo terra não há. Quando houver alguma corrente circulando pelo terra, normalmente ela deverá ser transitória, isto é, o desvio de



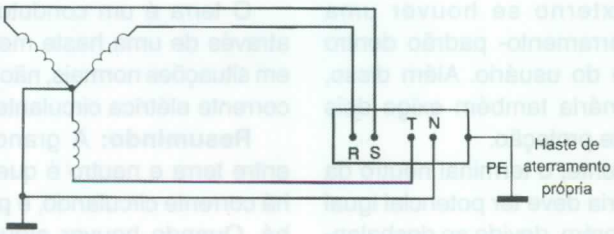

F1. Ligação de um PC à rede elétrica.




F2. Sistema TN-S.




F3. Sistema TN-C.




F4. Sistema TT.

uma descarga atmosférica para a terra, por exemplo. O fio- terra, por norma, vem identificado pelas letras PE, e deve ser de cor verde e amarela. Notem ainda que ele está ligado à carcaça do PC. A carcaça do PC ou de qualquer outro equipamento, é o que chamamos de "massa".

## Tipos de aterramento

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) possui uma norma que rege o campo de instalações elétricas em baixa tensão. Essa norma é a NBR 5410, a qual, como todas as demais normas da ABNT, possui subseções. As subseções: 6.3.3.1.1, 6.3.3.1.2, e 6.3.3.1.3 referem-se aos possíveis sistemas de aterramento que podem ser feitos na indústria.

Os três sistemas da NBR 5410 mais utilizados na indústria são:

### Sistema TN-S

Notem, pela **figura 2,** que temos o secundário de um transformador (cabine primária trifásica) ligado em Y. O neutro é aterrado logo na entrada, e levado até a carga. Paralelamente, outro condutor identificado como PE é utilizado como fio- terra e é conectado à carcaça (massa) do equipamento.

### Sistema TN-C

Esse sistema, embora normalizado, não é aconselhável, pois o fio- terra e o neutro são constituídos pelo mesmo condutor. Dessa vez, sua identificação é PEN (e não PE, como o anterior). Podemos notar pela **figura 3** que após o neutro ser aterrado na entrada, ele próprio é ligado ao neutro e à massa do equipamento.

### Sistema TT

Esse sistema é o mais eficiente de todos. Na **figura 4** veremos que o neutro é aterrado logo na entrada e segue (como neutro) até a carga (equipamento). A massa do equipamento é aterrada com uma haste própria, independente da haste de aterramento do neutro.

O leitor pode estar pensando "Mas qual desses sistemas devo utilizar na prática?"

Geralmente, o próprio fabricante do equipamento especifica qual sistema é melhor para sua máquina, porém, como regra geral, temos:

- Sempre que possível, optar pelo sistema TT em primeiro lugar;
- Caso, por razões operacionais e estruturais do local, optar pelo sistema TN-S;
- Somente optar pelo sistema TN-C em último caso, isto é, quando realmente for impossível estabelecer qualquer um dos dois sistemas anteriores.

## Procedimentos

Os cálculos e variáveis para dimensionar um aterramento podem ser considerados assuntos para "pós"-graduação em Engenharia Elétrica. A resistividade e o tipo de solo, a geometria e constituição da haste de aterramento, e o formato em que as hastes são distribuídas são alguns dos fatores que influenciam o valor da resistência do aterramento.

Como não podemos abordar tudo isso em um único artigo, daremos algumas "dicas" que, com certeza, irão ajudar:

### Haste de aterramento

A haste de aterramento normalmente é feita de uma alma de aço revestida de cobre. Seu comprimento pode variar de 1,5 a 4,0 m. As de 2,5 m são as mais utilizadas, pois diminuem o risco de atingirem dutos subterrâneos em sua instalação.

### O valor ideal

Para um bom aterramento, o valor deve ser menor ou igual a 5 Ω. Dependendo da química do solo (quantidade de água, salinidade, alcalinidade, etc.), mais de uma haste pode se fazer necessário para nos aproximarmos desse valor. Caso isso ocorra, existem duas possibilidades. A primeira é o tratamento químico do solo (que será analisado mais adiante), e o agrupamento de barras em paralelo.

Uma regra para agruparem-se barras é a da formação de polígonos. A **figura 5** mostra alguns passos. Notem que, quanto maior o número de barras, mais próximo a um círculo ficamos. Outra regra no agrupamento de barras é manter sempre a distância entre elas, o mais próximo possível do comprimento de uma barra.

É bom lembrar que essas são regras práticas. Como dissemos anteriormente, o dimensionamento do aterramento é complexo, e repleto de cálculos. Para um trabalho mais preciso e científico, o leitor deve consultar uma literatura própria.

## Tratamento químico do solo

Como já observamos, a resistência do terra depende muito da constituição química do solo.

Muitas vezes, o aumento de números de "barras" de aterramento não consegue diminuir a resistência do terra significativamente. Somente nessa situação devemos pensar em tratar quimicamente o solo.

O tratamento químico tem uma grande desvantagem em relação ao aumento do número de hastes, pois a terra, aos poucos, absorve os elementos adicionados. Com o passar do tempo, sua resistência volta a aumentar, portanto, essa alternativa deve ser o último recurso.

Há vários produtos que podem ser colocados no solo antes (ou depois) da instalação da haste para diminuirmos a resistividade do solo. A Bentonita e o Gel são os mais utilizados. De qualquer forma, o produto a ser utilizado para essa finalidade deve ter as seguintes características:

- Não ser tóxico;
- Deve reter umidade;
- Ter pH alcalino (não corrosivo);
- Não deve ser solúvel em água.

Uma observação importante no que se refere à instalação em baixa tensão, é a proibição (por norma) de tratamento químico do solo para equipamentos a serem instalados em locais de acesso público (colunas de semáforos, caixas telefônicas, controladores de tráfego, etc.). Essa medida visa resguardar a segurança das pessoas nesses locais.

## Medindo o terra

O instrumento clássico para medir a resistência do terra é o terrômetro.

Esse instrumento tem duas hastes de referência, que servem como divisores resistivos conforme ilustra a **figura 6**.



Na verdade, o terrômetro "injeta" uma corrente pela terra que é transformada em "quedas" de tensão pelos resistores formados pelas hastes de referência, e pela própria haste de terra.

Através do valor dessa queda de tensão, o mostrador é calibrado para indicar o valor ôhmico da resistência do terra.

Uma grande dificuldade na utilização desse instrumento é achar um local apropriado para instalar as hastes de referência. Normalmente, o chão das fábricas é concretado e, com certeza, fazer dois "buracos" no chão (muitas vezes, já pintado) não é algo agradável.

Infelizmente, caso haja a necessidade de medir-se o terra, não temos outra opção a não ser essa. Mas, podemos ter uma ideia sobre o estado em que ele se encontra, sem medi-lo propriamente. A **figura 7** revela esse "truque".

Em primeiro lugar, escolhemos uma fase qualquer e a conectamos ao polo de uma lâmpada elétrica comum. Em segundo lugar, ligamos o outro polo da lâmpada na haste de terra que estamos analisando. Quanto mais próximo do normal for o brilho da lâmpada, mais baixa é a resistência de terra.

Caso o leitor queira ser mais preciso, imaginem um exemplo de uma lâmpada de 110 volts por 100 W. Ao fazer esse teste em uma rede de 110 V com a lâmpada, podemos medir a corrente elétrica que circula por ela. Para um "terra" considerado razoável, essa corrente deve estar acima de 600 mA.

Lembrando que essa prática é apenas um artifício (para não dizer macete) com o qual podemos ter uma ideia das condições gerais do aterramento. Em hipótese alguma esse método pode ser utilizado para a determinação de um valor preciso.

## Implicações de um mau aterramento

Ao contrário do que muitos pensam, os problemas que um aterramento deficiente pode causar não se limitam apenas aos aspectos de segurança.

É bem verdade que os principais efeitos de uma máquina mal aterrada são choques elétricos ao operador, e resposta lenta (ou ausente) dos sistemas de proteção (fusíveis, disjuntores, etc.).

Mas outros problemas operacionais podem ter origem no aterramento deficiente.

A seguir, uma pequena lista do que já observamos em campo. Caso alguém se identifique com algum desses problemas e ainda não checou o seu aterramento, está aí a dica:

- Quebra de comunicação entre máquinas e PCs (CLP, CNC, etc.) em modo *online*. Principalmente se o protocolo de comunicação for RS-232.
- Excesso de EMI gerado (interferências eletromagnéticas).
- Aquecimento anormal das etapas de potência (inversores, conversores, etc.), e motorização.
- Em caso de computadores pessoais, funcionamento irregular com constantes "travamentos".
- Falhas intermitentes, que não seguem um padrão.
- Queima de CIs ou placas eletrônicas sem razão aparente, mesmo elas sendo novas e confiáveis.
- Para equipamentos com monitores de vídeo, interferências nas imagens e ondulações podem ocorrer.

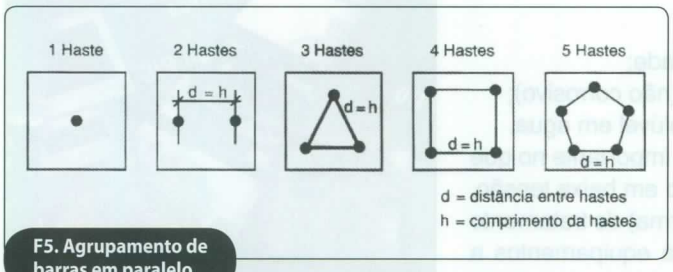
## Conclusão

Antes de executarmos qualquer trabalho (projeto, manutenção, instalação etc.) na área eletroeletrônica, devemos observar todas as normas técnicas envolvidas no processo.

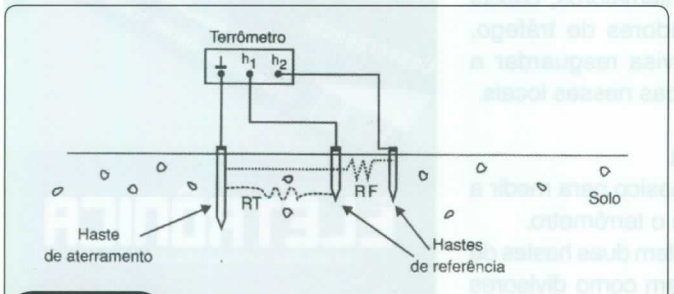
Somente assim poderemos realizar um trabalho eficiente, e sem problemas de natureza legal.

Atualmente, com os programas de qualidade das empresas, apenas um serviço bem feito não é o suficiente. Laudos técnicos e documentação adequada também são elementos integrantes do sistema.

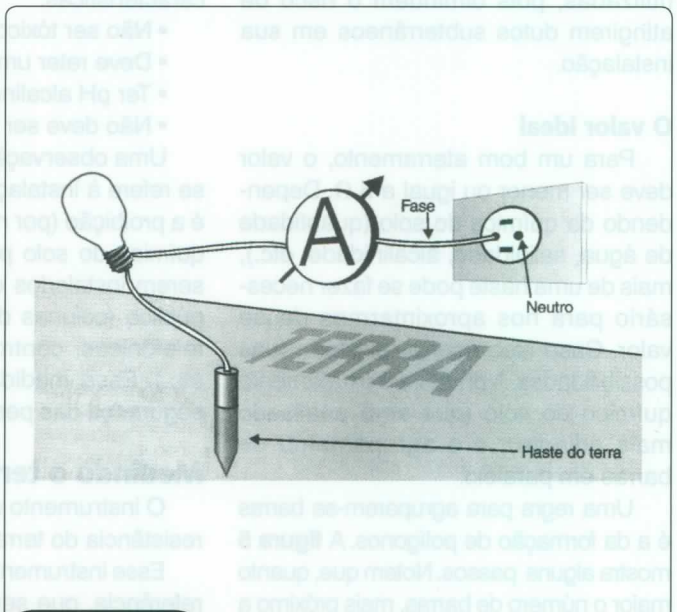
Para quem estiver preparado, a consultoria de serviços de instalações em baixa tensão de um mercado é, no mínimo, interessante. T




F5. Agrupamento de barras em paralelo.




F6. Um terrômetro.




F7. Verificação do estado do "terra".

# As principais características e tendências das Emissoras de Radiodifusão

Este artigo tem como principal objetivo passar para os técnicos que trabalham nesta área as vantagens e desvantagens dos meios de transmissão usados pelas emissoras comerciais atuais. As emissoras, até então, usavam mais o processo de modulação em amplitude (AM), mas a partir da década de 60 surgiu outro processo de modulação, bem mais moderno, chamado de modulação em frequência (FM), com muito mais vantagens em relação à modulação AM. Em função disso, as emissoras de AM atuais tendem a desaparecer em um futuro próximo, sendo substituídas pelas emissoras em FM, como será visto no final deste artigo.

**Francisco Bezerra Filho**

## Dimensões das antenas usadas em AM e FM

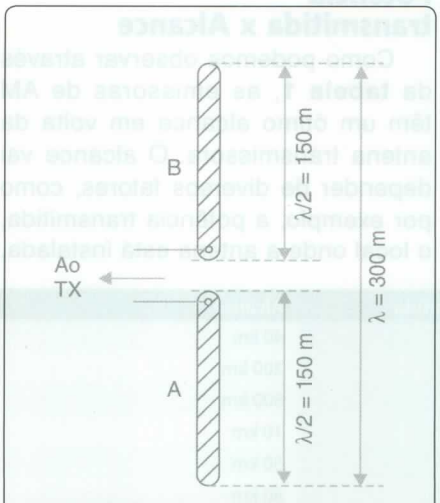
As antenas usadas, principalmente na transmissão AM, operando em ondas médias (625 – 1620 kHz) são completamente diferentes das demais antenas, especialmente as publicadas nesta Revista. Por exemplo, uma antena cortada para operar na frequência de 1.000 kHz, portanto no centro da faixa, tem um comprimento de 300 metros, tornando sua instalação no campo muito complicada, vide **figura 1**.

Em função disso, cada segmento com comprimento de meia onda (λ/2) corresponde a 150 m. Logicamente, uma antena com essas dimensões é inviável de ser instalada na vertical. Por outro lado, essa antena é do tipo omnidirecional, polarizada na vertical, transmitindo energia de RF em todas as direções em volta dela. Observe a **figura 3**.

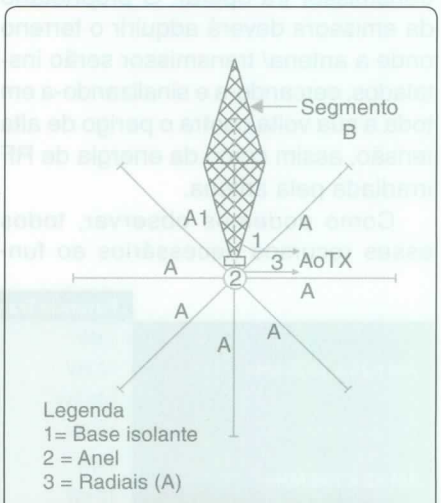
A antena de onda completa, vista na figura 1, foi dividida em segmentos A e B, cada um com um comprimento de 150 m. O segmento A é aterrado no chão, na forma de radiais, formando ângulo de 90° em relação ao segmento B, fixado na vertical, conforme mostra a **figura 2**. Os fios de cobre ou tubos de latão, que formam os radiais com bitolas acima de 2,5 mm, devem ser enterrados, de preferência em uma área repleta de alta umidade, por exemplo, área alagada e/ ou pantanosa. Portanto, com a alta condutividade, faz um bom contato entre os radiais e o solo.

Neste tipo de antena, as ondas de rádio que a deixam, propagam-se em duas frentes: uma acompanhando a superfície do solo, conhecida por "ondas terrestres", e a outra através do espaço, conhecida por "ondas espaciais". Os radiais devem ser colocados no fundo de uma vala com 60 cm de profundidade por 40 cm de largura e com um comprimento igual ao radial a ser enterrado e coberto com terra. Se o terreno não for úmido, devemos usar um sistema de gotejamento, para manter a vala úmida.

**Obs.:** Não esquecer que o segmento B fixado na vertical é formado por uma estrutura de ferro trançada super pesada com algumas centenas de kg, difícil de ser mantida assim.



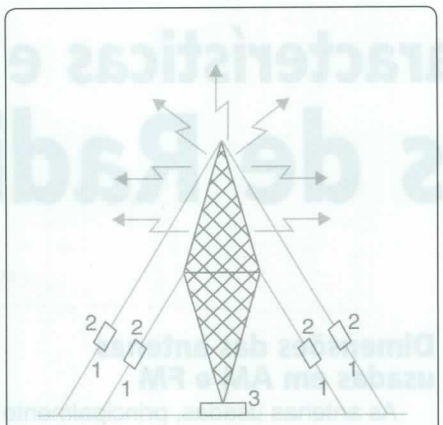

F1. Dimensões de uma antena para operar em ondas médias.



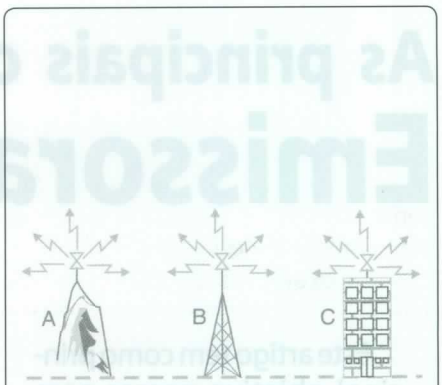

F2. Antena para ondas médias na vertical, vendo-se o anel e os radiais.

Esse segmento, também conhecido por "elemento vivo", é apoiado sobre uma base de material isolante, tal como, vidro, porcelana ou fibra de vidro, com o objetivo de isolá-lo da terra. O segmento B posicionado na vertical é do tipo autoestaiado, sendo sustentado nessa posição por cabos de aço usados como estirantes.

Por sua vez, os cabos de aço também são isolados por castanhas a base de material isolante, de maneira a manter o elemento B também isolado do solo. A energia a ser transmitida é aplicada através do anel, no qual estão ligados os radiais e o segmento B.




F3. Segmento B posicionado na vertical, vendo-se os estirantes e os isoladores.




F4. Instalação das antenas de FM com transmissão omnidirecional.

## Custo da instalação das antenas AM x FM

O maior problema das emissoras de AM diz respeito ao custo da instalação da sua antena transmissora, além da sua manutenção preventiva ao longo do seu uso. Como vimos, a antena transmissora deve ser instalada em área de brejo, portanto zona rural longe do estúdio de produção, ao passo que o transmissor deve ficar o mais próximo possível da antena transmissora. Pelo fato da antena/ transmissor ficar na zona rural e o estúdio no centro da cidade, há a necessidade de instalar uma linha de transmissão de áudio, com milhares de metros ligando o estúdio à entrada do transmissor.

Por outro lado, deve-se prever a instalação de rede de energia elétrica, do tipo trifásica, no local onde o transmissor irá operar. O proprietário da emissora deverá adquirir o terreno onde a antena/ transmissor serão instalados, cercando-a e sinalizando-a em toda a sua volta contra o perigo de alta tensão, assim como da energia de RF irradiada pela antena.

Como podemos observar, todos esses recursos necessários ao funcionamento de uma emissora de AM elevam em muito o custo final da sua instalação, enquanto que o mesmo não acontece com as emissoras de FM.

As emissoras de FM operam em altas frequências, as dimensões físicas de suas antenas são pequenas, permitindo sua instalação a baixo custo. As antenas de FM também são do tipo omnidirecional, transmitindo energia em toda a sua volta, como exibe a **figura 4**.

Elas devem ser instaladas em locais os mais altos possíveis, como o alto de uma montanha, em torres ou prédios. O objetivo é obter-se uma melhor linha de visada, isto é, melhor alcance óptico em volta dela.

## Potência transmitida x Alcance

Como podemos observar através da **tabela 1**, as emissoras de AM têm um ótimo alcance em volta da antena transmissora. O alcance vai depender de diversos fatores, como por exemplo, a potência transmitida, o local onde a antena está instalada, se o solo é úmido ou seco, o meio na qual o sinal se propaga, se a água é salgada ou não, e o horário.

Outro fator que faz aumentar o seu alcance é a umidade do solo sobre o qual o sinal se propaga, por exemplo, em um dia chuvoso, no solo úmido, é possível receber-se uma emissora mesmo longe do mar, a centenas de quilômetros de distância, o que não ocorre em um dia ensolarado.

Dependendo dos fatores vistos acima, uma emissora de AM operando em ondas médias pode ter um alcance médio de 800 km. Em volta de sua antena, o exemplo acima pode ser melhor exemplificado: quando estamos a beira-mar, principalmente à noite, podemos sintonizar em ondas médias não só diversas emissoras instaladas próximas do mar como também a quilômetros de distância do local, por exemplo, rádios de Buenos Aires – Argentina, Uruguai, Porto Alegre, Recife, Fortaleza, e muitas outras.

Já no caso das emissoras de FM, nas quais o sinal se propaga em linha reta, o alcance depende de dois fatores: a potência transmitida e a altura das antenas TX e RX. O alcance vai depender da linha de visada que há entre as duas antenas. Para isso, a antena receptora (RX) deve estar localizada em um ponto totalmente livre de obstáculos sólidos, de maneira que ela possa

| | Potência Transmitida | Alcance |
|---|---|---|
| AM 625 a 1625 kHz | 1 kW | 40 km |
| | 10 kW | 200 km |
| | 100 kW | 800 km |
| FM 88 a 108 MHz | 100 W | 10 km |
| | 1 kW | 50 km |
| | 10 kW | 80 km |
| | 100 kW | 120 km |

T1. Comparativo entre potência e alcance.

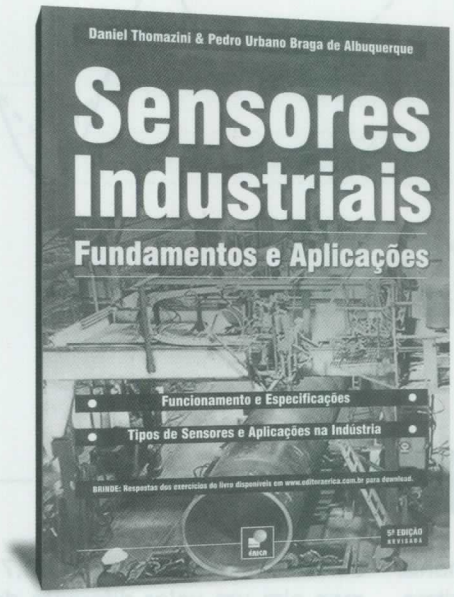
banda passante bastante larga, vide figura 4B. A interação das duas curvas resultou em uma curva, conhecida por curva "S", linha cheia vista na figura 4B. Quanto mais linear for o segmento OP da curva, mais perfeito será o sinal recuperado, vide **figura 4C**.

Na entrada do circuito do demodulador, base de $Q_1$, é injetada a portadora modulada em FM, recebida através da FI, com um desvio de ± 75 kHz em torno da portadora, vide **figura 4A**. Só lembrando que: do lado do TX durante o processo de modulação (visto em artigo anterior) quanto maior era a amplitude do sinal modulante aplicado a entrada do modulador, maior era o desvio da portadora. Do lado do RX acontece o contrário, quanto maior o desvio da portadora, maior será a amplitude do sinal modulante recuperado, linha cheia vista na figura 4C.

À medida que a frequência da portadora sofre um desvio no sentido positivo, irá induzir uma tensão no circuito ressonante superior, formado por $L_2$ $C_2$, proporcional do desvio, atingindo a tensão máxima induzida no ponto 1, vide figura 4B. A tensão induzida será retificada pelo diodo $D_1$, que de acordo com sua posição só irá deixar passar a tensão positiva da portadora, aparecendo sobre a resistência de carga RC. Quando a portadora sofre um desvio, agora no sentido negativo, vai induzir uma tensão no circuito ressonante inferior, formado por $L_3$ $C_3$, proporcional ao desvio, atingindo uma tensão máxima induzida no ponto 2. A tensão induzida será retificada pelo diodo $D_2$, que de acordo com a sua posição só irá deixar passar a tensão negativa da portadora. Daí o fato que a curva "S" vista na figura 4B é formada por duas tensões, sendo uma positiva a posicionada acima do eixo X, e uma negativa posicionada abaixo do eixo X.

Como podemos observar acima, à medida que o desvio da portadora aumenta tanto no sentido positivo como negativo, a tensão induzida nos circuitos do secundário também aumenta na mesma proporção, excursionando ao longo da reta "s" o desvio provocado pelo sinal modulante/ mensagem aplicada ao modulador do lado do TX. Por sua vez o sinal na saída do demodulador, que


# 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

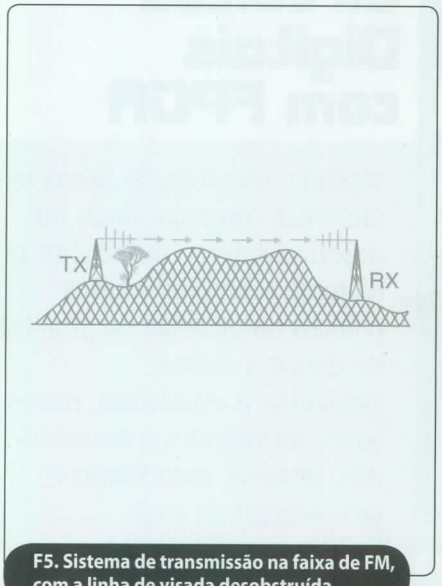
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



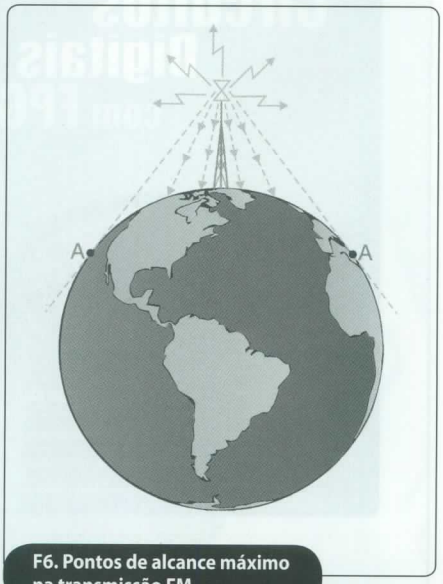

## Injeção eletrônica de motores diesel

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




F5. Sistema de transmissão na faixa de FM, com a linha de visada desobstruída.




F6. Pontos de alcance máximo na transmissão FM.




F7. Raio de alcance máximo das emissoras de FM a partir de São Paulo.

operando com 10 kW, por exemplo, e passa a operar a metade da potência com outro transmissor, ou seja, 5 kW, nem sempre de boa qualidade, mas com o mesmo alcance. Às 6 horas do dia seguinte, ele inverte novamente: sai o de 5 kW e entra o de 10 kW para operar durante o dia.

Isso acontece pela seguinte razão: vamos supor duas emissoras de AM operando em ondas médias transmitindo na mesma frequência, uma operando em São Paulo e a outra em Cuiabá, com uma distância superior a 1.600 km entre elas. Em um ponto intermediário entre as duas cidades há uma área de guarda, determinada pela Anatel, onde a emissora de São Paulo não pode invadir essa área e nem a de Cuiabá.

Levando-se em consideração que à noite a propagação é boa, se continuasse transmitindo à noite com a mesma potência que transmite durante o dia, inevitavelmente haveria invasão de área, pois teria área de sobreposição ou de influência mútua das duas emissoras, o que é proibido. Essa redução de potência tem dois motivos: o primeiro é para que não haja invasão de área, e o segundo (o mais importante para o dono da emissora) é que à noite a audiência cai e não há muito ouvintes. Em consequência disso, o preço do anúncio neste horário também se reduz. Transmissor com menor potência significa menor faturamento e ao mesmo tempo menos conta de energia a ser paga no final do mês.

## Características técnicas das emissoras de FM e de AM

A grande vantagem da transmissão em FM em relação à transmissão AM é a ampla faixa de áudio transmitida, de até 15 kHz, enquanto que em AM não vai além de 5 kHz. Com uma faixa de 15 kHz podem ser transmitidas todas as notas musicais geradas pelos instrumentos de uma orquestra, assim como as notas geradas pelo voz do cantor sem que haja perdas de informações. O sistema de transmissão de FM, através do processo de multiplexação, torna possível transformar o canal de voz em dois camais de 15 kHz (direito e esquerdo), e com isso faz transmissão estéreo.

Enquanto parte dos instrumentos são transmitidos por um canal, os demais instrumentos são transmitidos pelo outro canal, sendo ambos canais reproduzidos em caixas acústicas separadas com efeito estereofônico. Isso passa a sensação para o ouvinte, como se ele estivesse assistindo a orquestra ao vivo, o que não acontece em AM.

Outra grande vantagem de transmissão em FM é a facilidade na instalação de sua antena transmissora que pode ser instalada no alto dos prédios, próxima ao estúdio, facilitando a ligação estúdio-transmissor, como foi mostrado na figura 4 C. Sua grande desvantagem em relação ao sistema AM está no seu alcance, que é limitado a um raio máximo de 120 km em torno de sua antena transmissora, já mostrado na figura 7, ao passo que a transmissão AM atinja um raio de 800 km, portanto um alcance bem maior.

O sistema de transmissão AM, por sua vez, apresenta duas grandes desvantagens em relação ao sistema FM: a faixa de áudio transmitida é de no máximo 5 kHz, e com isso, as notas musicais que estão acima deste valor são cortadas, não sendo transmitidas. Como consequência, uma música reproduzida por um receptor AM é pobre em notas musicais. A outra desvantagem está no custo da instalação da antena transmissora, como já observamos através das figuras 2 e 3.

Em função dessas desvantagens, já há um projeto do Governo Federal através da Anatel para que, no futuro, se possa substituir todas as emissoras de AM em operação por emissoras de FM, pois estas apresentam uma melhor qualidade no sinal transmitido, além de ter uma instalação bem mais fácil, principalmente da sua antena transmissora.

# Provador de Isolamento

A prova de isolamento de condutores e dispositivos eletroeletrônicos industriais e de eletrônica de consumo, na qual resistências de dezenas de megohms já podem significar um problema, somente poderá ser feita com a aplicação de uma tensão suficientemente alta para excitar os instrumentos de medida. Isso significa que instrumentos comuns, como os multímetros analógicos, não são apropriados para esta finalidade.

O teste que descrevemos, apesar de ser portátil e operar com pilhas, gera altas tensões de prova podendo superar os 500 V, o que lhe garante um desempenho à altura que este tipo de aplicação exige.

**Newton C. Braga**

Uma resistência de alguns megohms ou mesmo algumas dezenas de megohms entre os enrolamentos de um transformador, ou entre os condutores de um fio que transporte dados num *link* de computadores, ou para um sensor de uma máquina industrial (ou seu controle) poderá significar problemas, e estes problemas exigem técnicas especiais para sua detecção.

Muito mais graves são as resistências de fuga que podem ocorrer por deficiências de isolamento, que aparecem em máquinas industriais, eletrodomésticos e eletrônicos alimentados pela rede de energia onde existe o perigo de choques para os operadores. Uma máquina industrial que opere com um elemento de aquecimento atuando sobre produtos úmidos e que tenha este elemento umedecido, ou ainda suas conexões internas deterioradas, poderá deixar passar pequenas correntes para a carcaça, as quais podem ser extremamente perigosas para um operador que esteja, por exemplo, descalço. Observe a ilustração da **figura 1**.

Na bancada, o mesmo tipo de fuga em um soldador pode aplicar tensões perigosas na ponta quente, capazes de causar a queima de dispositivos mais delicados como transistores de efeito de campo e circuitos integrados CMOS, pelo simples toque.

O aparelho que descrevemos aqui é muito interessante para quem trabalha em condições onde a detecção de fugas ou problemas de isolamento sejam importantes.

Ao gerar uma alta tensão de prova, da ordem de 500 volts, ele pode detectar fugas muito pequenas, mesmo as responsáveis por resistências de muitos megohms que aparelhos diversos operando com baixas tensões não acusariam.

Funcionando com pilhas e tendo uma lâmpada néon como indicadora, este aparelho é bastante simples de montar, não exigindo nem ajustes especiais nem componentes críticos.

Dentre as provas que podem ser feitas com ele, destacamos as seguintes:

- Isolamento de cabos e fios;
- Isolamento de máquinas industriais;
- Isolamento entre enrolamentos de transformadores;
- Isolamento de eletrodomésticos;
- Isolamento entre componentes e invólucros ou carcaças;
- Isolamento de capacitores e outros componentes que tenham dielétricos;
- Isolamento de instalações ou fiações elétricas.

## Características

- Tensão de alimentação: 6 V;
- Corrente drenada durante a prova: 80 a 200 mA;
- Tensão de prova: 500 V (tip);
- Resistência máxima de fuga detectada: 50 megohms (tip).

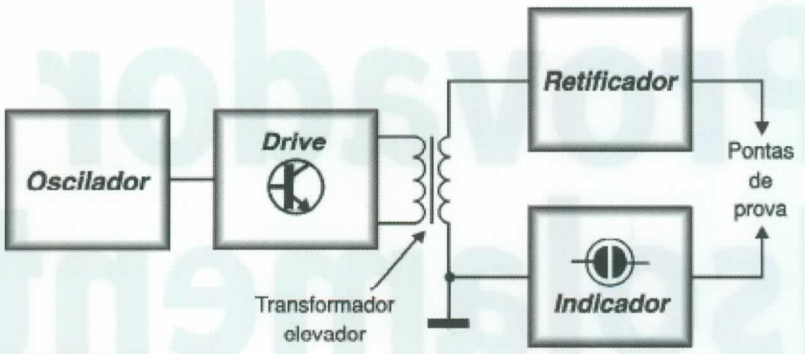
## Como funciona

O aparelho tem sua configuração mostrada em blocos na **figura 2**.

Um inversor gera a alta tensão que é aplicada ao componente (ou aparelho)




F1. Fugas podem causar choques perigosos.



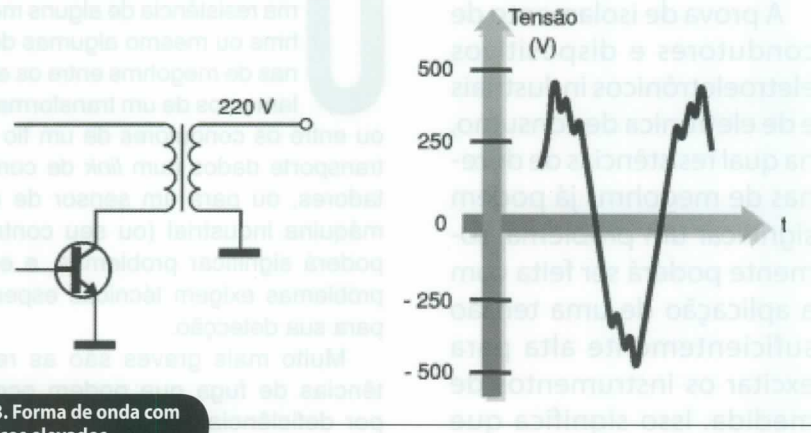

F2. Diagrama de blocos do aparelho.

em teste. Se houver fuga, a tensão que aparece na lâmpada néon é suficiente para ionizá-la e ela acende com um brilho alaranjado característico do gás. O brilho será tanto mais intenso quanto maior for a fuga. Como esta lâmpada opera tipicamente em função da tensão, exigindo correntes muito baixas, mesmo uma resistência de fuga da ordem de dezenas de megohms é suficiente para deixar passar uma corrente que a acende.

Para produzir a alta tensão de prova a partir de 6 V de pilhas comuns, usamos um inversor com base no circuito integrado 555 na configuração astável.

Este circuito integrado gera um sinal entre 500 e 2 000 Hz e o aplica a um transistor de potência, que tem como carga de coletor o enrolamento de baixa tensão de um pequeno transformador. O primário deste transformador é para a rede de 220 V, entretanto, como a forma de onda gerada no circuito não é senoidal, ele não opera de maneira normal. Assim, devido às suas características, picos de tensão muito mais altos que os 220 V são produzidos, podendo chegar a mais de 500 V, conforme mostra a forma de onda não simétrica gerada (**figura 3**).

Pelo fato da forma de onda obtida no enrolamento de alta tensão do transformador não ser simétrica, com a retificação podem ocorrer variações nos resultados obtidos. Assim, em alguns casos, poderá ser necessário inverter os terminais do enrolamento de alta tensão do transformador no sentido de conseguir a tensão mais alta possível.




F3. Forma de onda com picos elevados.

Observe, todavia, que a alta tensão que aparece neste ponto do circuito vem de uma fonte de resistência interna muito alta, ou seja, que não dispõe de corrente.

Então, a corrente é extremamente baixa e se tentarmos medir a tensão com um multímetro, ele certamente irá carregar o circuito proporcionando uma falsa indicação de valor, bem abaixo da tensão real que existe com o circuito aberto.

A alta tensão retificada é usada para carregar um capacitor de poliéster que funciona como filtro e ao mesmo tempo como reservatório de energia.

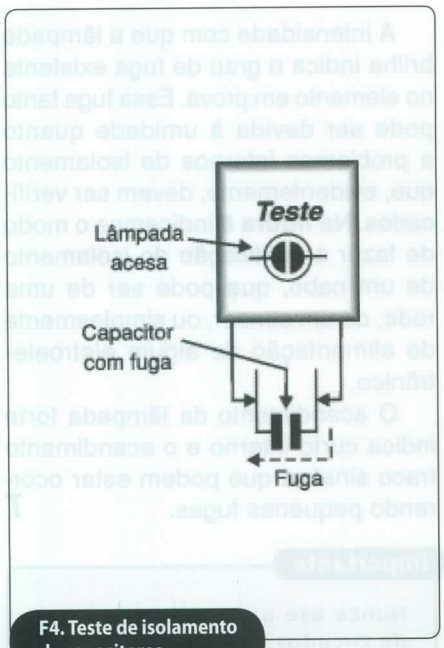
A alta tensão armazenada é utilizada para alimentar o circuito de prova, no qual temos um resistor de 4,7 Mohms que limita a corrente de prova no circuito externo, caso sua resistência seja muito baixa, e que serve também para evitar que um toque acidental nas pontas de prova cause choques desagradáveis no operador.

O dispositivo indicador é uma lâmpada néon que, conforme vimos, requer uma tensão da ordem de 80 V para acender, mas que precisa de uma corrente extremamente baixa para se manter acesa.

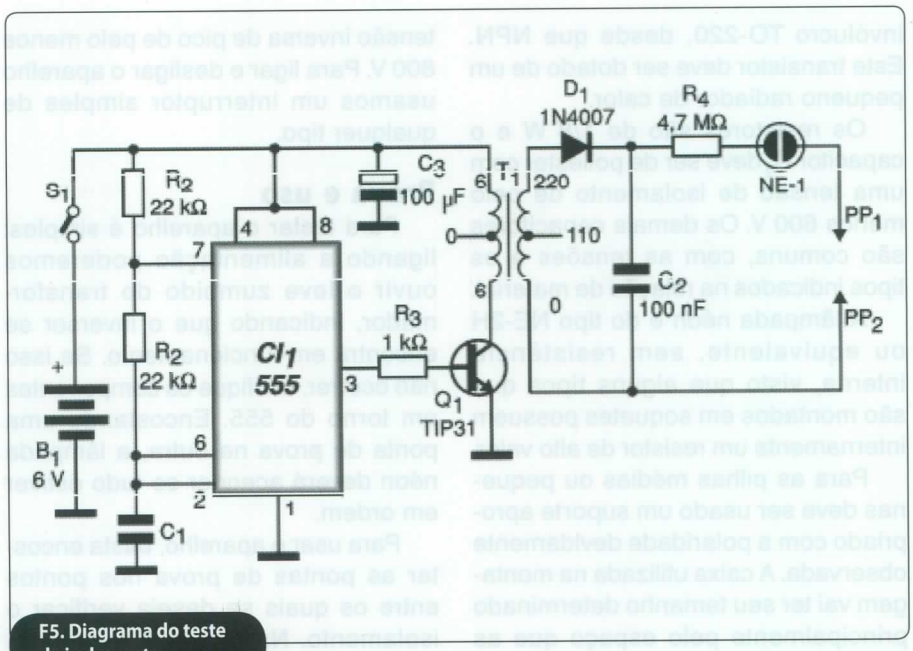
Como a corrente de prova que temos neste circuito é extremamente baixa, além do isolamento, poderemos fazer a prova de capacitores de baixo valor, que tenham tensões de trabalho de pelo menos 450 V.

Encostando as pontas de prova nos terminais destes capacitores (com valores na faixa de 47 pF a 100 nF), a carga sobre eles produz uma piscada visível da lâmpada néon, o que é suficiente para sabermos se eles se encontram em bom estado.

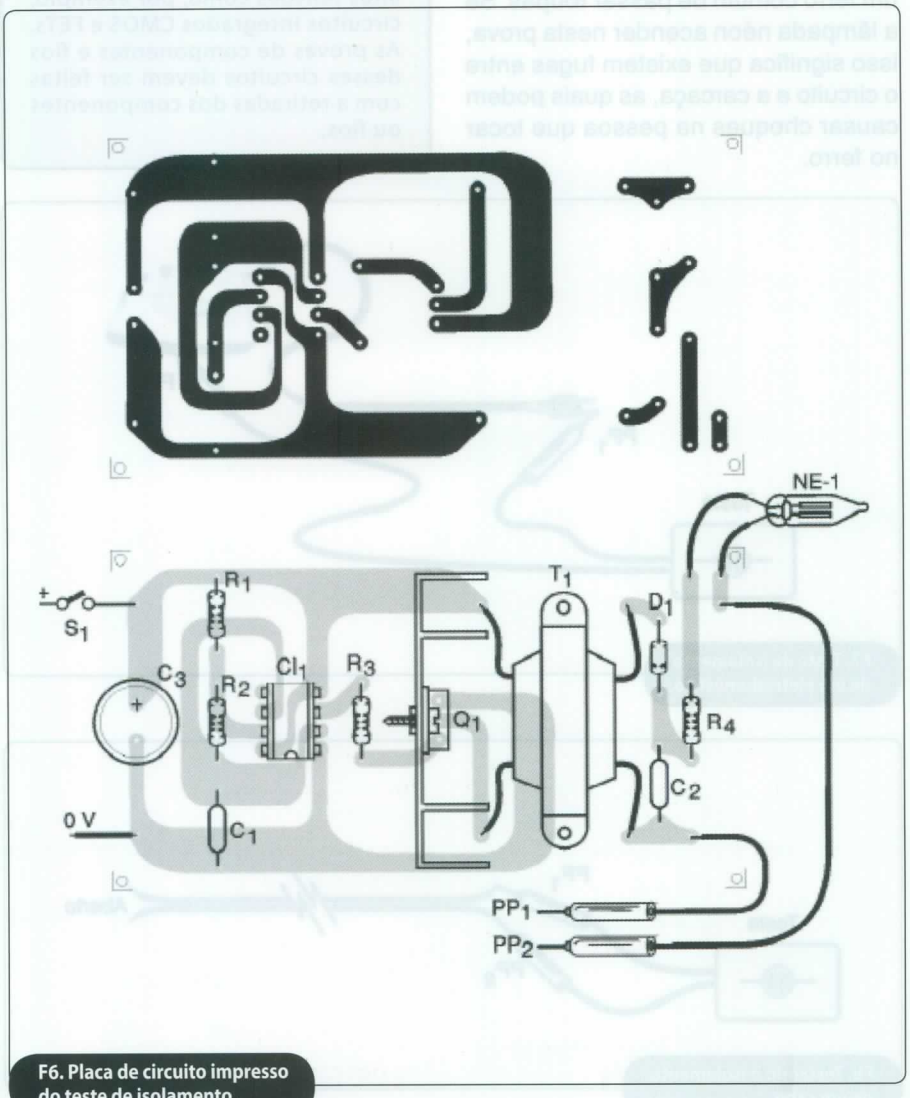
Se a lâmpada permanecer acesa no teste de um capacitor deste tipo, é sinal de que, mesmo carregado (ou descarregado) flui uma pequena




F4. Teste de isolamento de capacitores.




F5. Diagrama do teste de isolamento.




F6. Placa de circuito impresso do teste de isolamento.

corrente entre suas armaduras. Caso o brilho da lâmpada seja reduzido, temos uma simples fuga, mas se o brilho for máximo, teremos um capacitor em curto. Veja a **figura 4**.

## Montagem

O diagrama completo do provador de isolamento é apresentado na **figura 5**. Todos os componentes principais incluindo o pequeno transformador podem ser acomodados na placa de circuito impresso, observe a **figura 6**.

O transformador é do tipo de alimentação comum com um enrolamento primário de 110/220 V (*) ou só 220 V, já que a tomada de 110 V permanecerá desligada, e um enrolamento secundário de 6+6 V ou 7,5 + 7,5 V com corrente entre 100 e 300 mA.

Como este tipo de transformador varia bastante de tamanho em função da corrente e do fabricante, será interessante tê-lo antes em mãos para verificar se ele cabe no espaço disponível na placa que desenhamos. Se for maior, deverá ser feita uma alteração nesse espaço, o que não é difícil.

Para maior segurança, o circuito integrado pode ser instalado em um soquete DIL de 8 pinos. O transistor pode ser o TIP31 ou equivalente próximo de média potência, com

invólucro TO-220, desde que NPN. Este transistor deve ser dotado de um pequeno radiador de calor.

Os resistores são de 1/8 W e o capacitor $C_2$ deve ser de poliéster com uma tensão de isolamento de pelo menos 600 V. Os demais capacitores são comuns, com as tensões e os tipos indicados na relação de material.

A lâmpada néon é do tipo NE-2H ou equivalente, sem resistência interna, visto que alguns tipos que são montados em soquetes possuem internamente um resistor de alto valor.

Para as pilhas médias ou pequenas deve ser usado um suporte apropriado com a polaridade devidamente observada. A caixa utilizada na montagem vai ter seu tamanho determinado principalmente pelo espaço que as pilhas exigem.

Para a prova externa são colocadas duas pontas de prova comuns do tipo encontrado em multímetros, sendo uma vermelha e a outra preta.

O diodo pode ser o 1N4007 ou qualquer equivalente que tenha uma tensão inversa de pico de pelo menos 800 V. Para ligar e desligar o aparelho usamos um interruptor simples de qualquer tipo.

## Prova e uso

Para testar o aparelho é simples: ligando a alimentação poderemos ouvir o leve zumbido do transformador, indicando que o inversor se encontra em funcionamento. Se isso não ocorrer, verifique os componentes em torno do 555. Encostando uma ponta de prova na outra, a lâmpada néon deverá acender se tudo estiver em ordem.

Para usar o aparelho, basta encostar as pontas de prova nos pontos entre os quais se deseja verificar o isolamento. Na **figura 7** temos um exemplo de prova de isolamento de um ferro comum de passar roupas. Se a lâmpada néon acender nesta prova, isso significa que existem fugas entre o circuito e a carcaça, as quais podem causar choques na pessoa que tocar no ferro.

A intensidade com que a lâmpada brilha indica o grau de fuga existente no elemento em prova. Essa fuga tanto pode ser devida à umidade quanto a problemas internos de isolamento que, evidentemente, devem ser verificados. Na **figura 8** indicamos o modo de fazer a verificação do isolamento de um cabo, que pode ser de uma rede, de um sensor, ou simplesmente de alimentação de algum eletroeletrônico.

O acendimento da lâmpada forte indica curto interno e o acendimento fraco sinaliza que podem estar ocorrendo pequenas fugas. *T*

### Importante

Nunca use o aparelho na prova de circuitos eletrônicos que possuam componentes sensíveis a altas tensões como, por exemplo, circuitos integrados CMOS e FETs. As provas de componentes e fios desses circuitos devem ser feitas com a retiradas dos componentes ou fios.

### Lista de Materiais

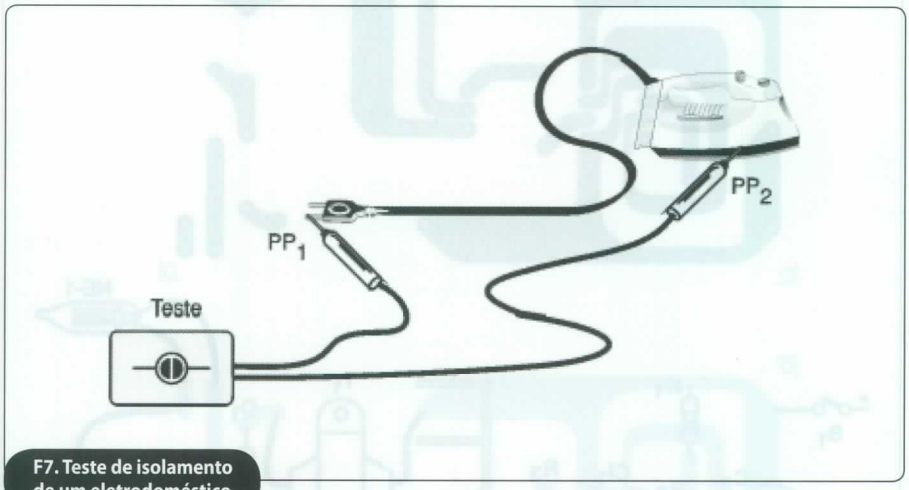
**Semicondutores:**
- $CI_1$ - 555 - circuito integrado
- $Q_1$ - TIP31 - transistor NPN de potência
- $D_1$ - 1N4007 ou equivalente – diodo de silício

**Resistores: (1/8 W, 5%)**
- $R_1$, $R_2$ - 22 kΩ
- $R_3$ - 1 kΩ
- $R_4$ - 4,7 MΩ

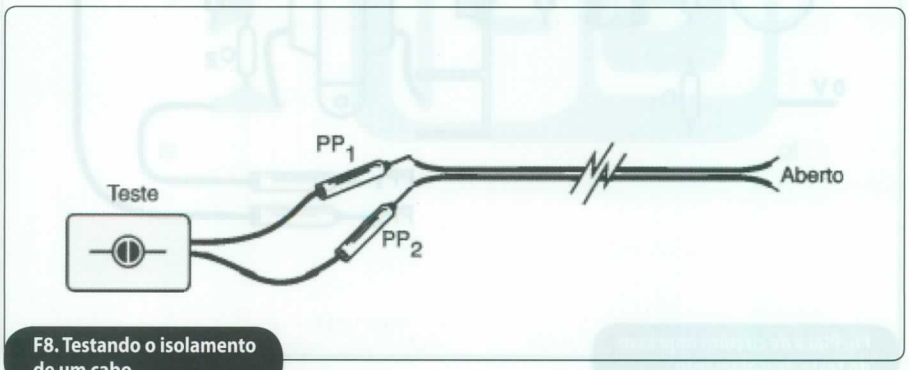
**Capacitores:**
- $C_1$ - 100 nF - poliéster ou cerâmico
- $C_2$ - 100 nF/600V – poliéster
- $C_3$ - 100 µF/12V – eletrolítico

**Diversos:**
- $NE_1$ - NE-2H - lâmpada néon
- $T_1$ - Transformador com primário de 110/220 V ou 220 V, e secundário de 6+6 V ou 7,5+7,5 V com corrente entre 100 mA e 300 mA
- $S_1$ - Interruptor simples
- $B_1$ – 6 V - 4 pilhas pequenas ou médias
- $PP_1$, $PP_2$ - Pontas de prova

Placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte de 4 pilhas pequenas ou médias, fios, solda etc.




**F7. Teste de isolamento de um eletrodoméstico.**




**F8. Testando o isolamento de um cabo.**

# Funcionamento do limitador de ruído e do demodulador do receptor em FM

Mostraremos um diagrama de bloco de um receptor de FM formado por oito blocos, onde cada um executa uma função específica, mas a principal diferença está no funcionamento do limitador de ruído e do discriminador de fase. O funcionamento e a aplicação de cada um será mostrado a seguir.

**Francisco Bezerra Filho**

Na **figura 1** temos o diagrama em blocos de um receptor de FM formado por oito blocos, onde cada um executa uma função específica no funcionamento dele.

O receptor (RX) de FM difere em diversos pontos em relação a um receptor de AM operando em ondas médias. A começar pela frequência de operação: enquanto o RX de AM opera na faixa de 620 a 1625 kHz, o de FM opera na faixa de 88 a 108 MHz, portanto em uma faixa bem mais alta. Outra diferença está na frequência de sintonia dos amplificadores de FI: no RX de AM a FI opera em 455 kHz com uma banda passante de ± 5 kHz, ao passo que o de FM opera em 10,7 MHz com uma banda passante de ± 75 kHz em torno da portadora.

Outra diferença está no demodulador: o RX de AM usa um demodulador de envoltório para recuperar a mensagem modulada em AM, já o RX de FM usa um discriminador de fase com o mesmo objetivo.

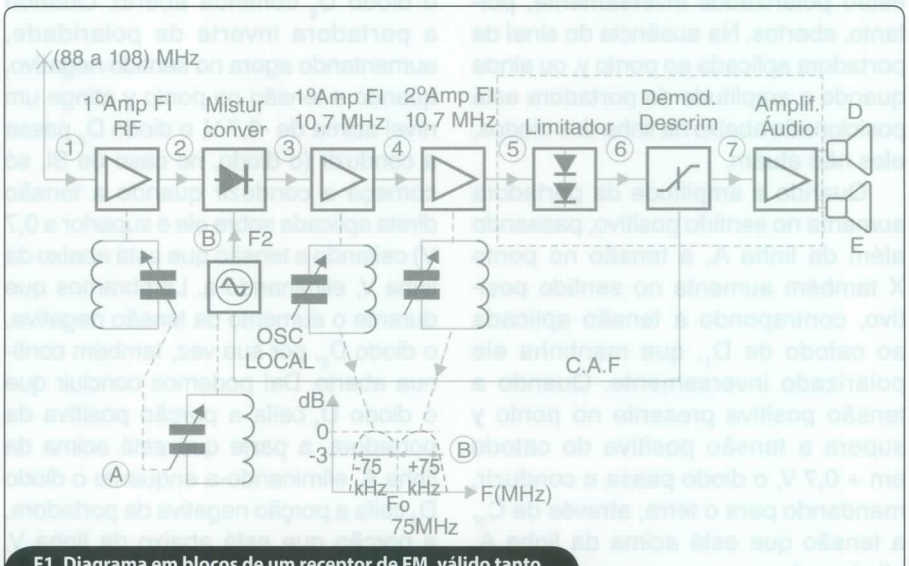
## Função do limitador de ruído

Na **figura 2** temos o esquema elétrico do limitador de ruído, do tipo passivo, formado por dois diodos. Na entrada (**figura 2A**) temos a portadora modulada em frequência, mas com variação de amplitude. Essa variação aparece no lado do receptor na forma de ruído. Sobrepondo a portadora, também aparece outro tipo de ruído conhecido por ruído térmico, modulando a portadora em amplitude. O ruído térmico é gerado em três ambientes: nos componentes no lado do TX, no espaço entre as antenas TX e RX, e nos componentes no lado do RX.

Quando a portadora é demodulada, esses dois ruídos são somados, sendo que o resultado da soma é conhecido por ruído térmico total. Se os ruídos não forem eliminados antes da portadora ser demodulada, eles aparecem nos alto-falantes, junto com a música, prejudicando-a.

Como vimos no processo de modulação em FM, a mensagem estava contida na variação de fase, que ocorria sobre o eixo da onda (**figura 2C**).

Assim, mesmo que o limitador elimine parte de sua amplitude, onde está presente o ruído, a mensagem presente na variação da fase não será prejudicada.

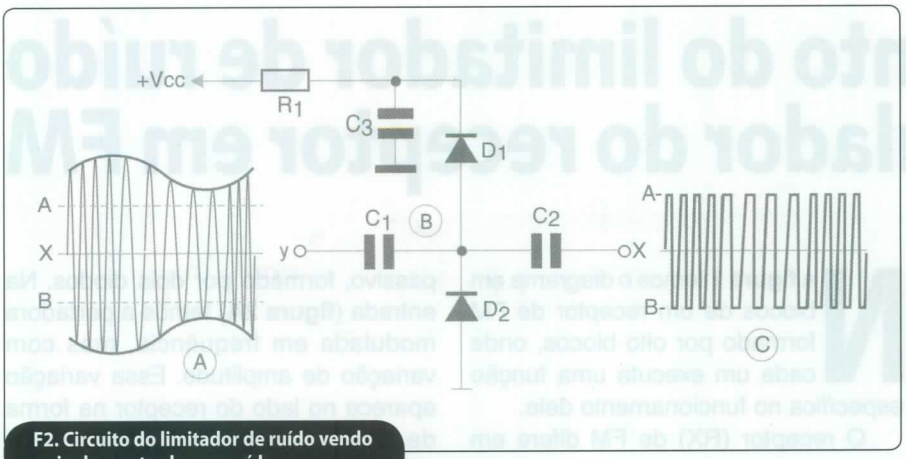



**F1. Diagrama em blocos de um receptor de FM, válido tanto para RX de uso doméstico quanto o profissional.**

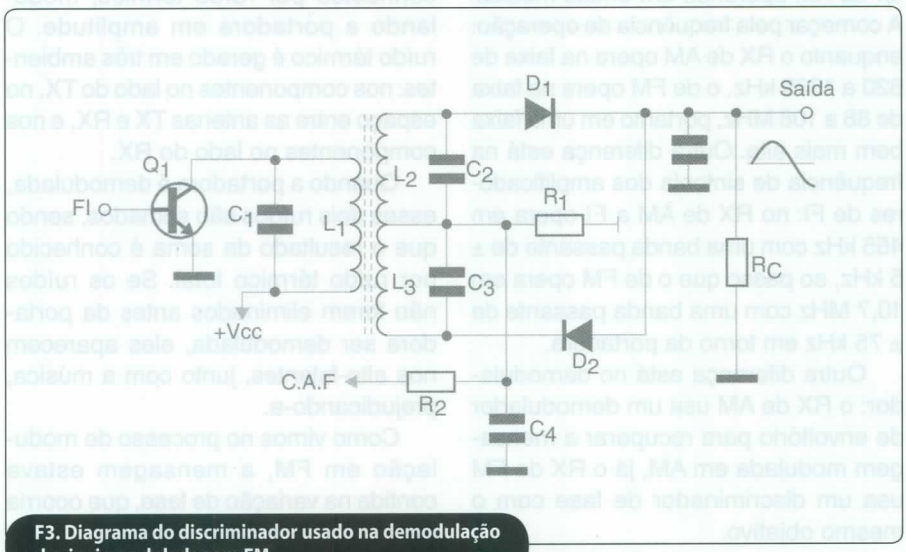
Adquira o mais completo livro sobre manutenção de fornos de micro-ondas do Autor, à venda na Gráfica D&F:

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

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




F2. Circuito do limitador de ruído vendo o sinal na entrada e na saída.




F3. Diagrama do discriminador usado na demodulação de sinais modulados em FM.

## Funcionamento do limitador

O diodo $D_1$ e $D_2$, vistos na **figura 2B** estão polarizados inversamente, portanto, abertos. Na ausência do sinal da portadora aplicada ao ponto y, ou ainda quando a amplitude da portadora está posicionada abaixo da linha dos diodos, eles não atuam.

Quando a amplitude da portadora aumenta no sentido positivo, passando além da linha A, a tensão no ponto X também aumenta no sentido positivo, contrapondo a tensão aplicada ao catodo de $D_1$, que mantinha ele polarizado inversamente. Quando a tensão positiva presente no ponto y supera a tensão positiva do catodo em + 0,7 V, o diodo passa a conduzir, mandando para o terra, através de $C_3$, a tensão que está acima da linha A, eliminando-a.

Só lembrando que, durante a elevação da tensão positiva da portadora, o diodo $D_2$ continua aberto. Quando a portadora inverte de polaridade, aumentando agora no sentido negativo, quando a tensão no ponto y atinge um nível acima de -0,7 V, o diodo $D_2$ passa a conduzir (o diodo, no caso do Si, só começa a conduzir quando a tensão direta aplicada sobre ele é superior a 0,7 V) ceifando a tensão que está abaixo da linha V, eliminando-a. Lembramos que durante o aumento da tensão negativa, o diodo $D_2$, por sua vez, também continua aberto. Daí podemos concluir que o diodo $D_1$ ceifa a porção positiva da portadora, a parte que está acima da linha A, eliminando-a enquanto o diodo $D_2$ ceifa a porção negativa da portadora, a porção que está abaixo da linha V, eliminando-a, vide a figura 2A.

Com isso, só irá aparecer na saída (figura 2C) a amplitude do sinal que está posicionado entre as linhas A e B, mas sem o ruído.

**Observação:** os amplificadores sintonizados do receptor (RF e de FI) operam no seu ganho máximo, não havendo sobre eles controle de ganho, a exemplo do C.A.G no receptor de AM; no receptor de FM essa função é exercida pelo limitador. Mesmo que os sinais (emissoras) recebidos na antena sofram grandes variações onde cada emissora recebida tenha um nível diferente, o demodulador posicionado após o limitador, só irá "ver" o níveis posicionados entre as linhas A e B. Com isso, qualquer que seja o nível do sinal recebido, o volume do som reproduzido nos alto-falantes não se altera, mantém-se constante.

Por outro lado, o limitador passivo visto na figura 2B pode ser substituído por um limitador ativo, por exemplo,um amplificador a transistor operando nas regiões de corte e saturação.

## Funcionamento do demodulador

Na **figura 3** temos o esquema completo de um discriminador/demodulador, muito comum nos receptores de FM, tanto nos de uso doméstico como nos profissionais, para recuperar os sinais modulador em FM.

O circuito do primário formado por $L_1$ $C_1$ está ressonante em 10,7 MHz ± 75 kHz, como uma banda passante de ± 75 kHz em torno da portadora com uma curva semelhante à vista na **figura 1B**. O secundário é formado por dois circuitos, sendo o superior formado por $L_2$ $C_2$, sintonizado 75 kHz acima da portadora (na realidade um pouco acima de 75 kHz) com a tensão máxima de sintonia no ponto 1, vide **figura 1B**. O circuito inferior, formado por $L_3$ $C_3$, ressonante 75 kHz abaixo da portadora (na realidade, um pouco abaixo), com uma tensão máxima de sintonia no ponto 2.

Como podemos observar através das curvas vistas na figura 4B, o fator de mérito Q, de ambos os circuitos do secundário, é baixo, com baixa seletividade, proporcionando uma

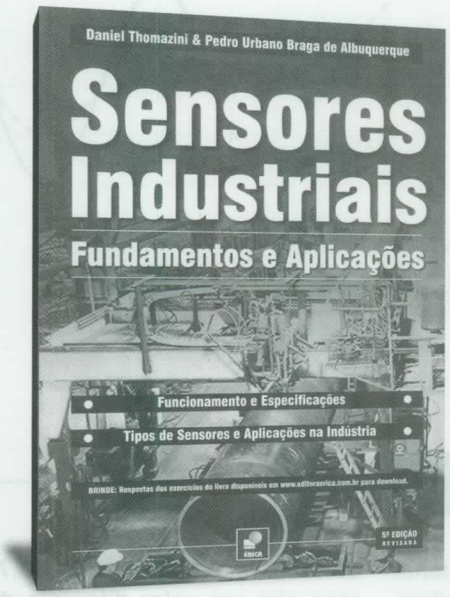
banda passante bastante larga, vide figura 4B. A interação das duas curvas resultou em uma curva, conhecida por curva "S", linha cheia vista na figura 4B. Quanto mais linear for o segmento OP da curva, mais perfeito será o sinal recuperado, vide **figura 4C**.

Na entrada do circuito do demodulador, base de $Q_1$, é injetada a portadora modulada em FM, recebida através da FI, com um desvio de ± 75 kHz em torno da portadora, vide **figura 4A**. Só lembrando que: do lado do TX durante o processo de modulação (visto em artigo anterior) quanto maior era a amplitude do sinal modulante aplicado a entrada do modulador, maior era o desvio da portadora. Do lado do RX acontece o contrário, quanto maior o desvio da portadora, maior será a amplitude do sinal modulante recuperado, linha cheia vista na figura 4C.

À medida que a frequência da portadora sofre um desvio no sentido positivo, irá induzir uma tensão no circuito ressonante superior, formado por $L_2$ $C_2$, proporcional do desvio, atingindo a tensão máxima induzida no ponto 1, vide figura 4B. A tensão induzida será retificada pelo diodo $D_1$, que de acordo com sua posição só irá deixar passar a tensão positiva da portadora, aparecendo sobre a resistência de carga RC. Quando a portadora sofre um desvio, agora no sentido negativo, vai induzir uma tensão no circuito ressonante inferior, formado por $L_3$ $C_3$, proporcional ao desvio, atingindo uma tensão máxima induzida no ponto 2. A tensão induzida será retificada pelo diodo $D_2$, que de acordo com a sua posição só irá deixar passar a tensão negativa da portadora. Daí o fato que a curva "S" vista na figura 4B é formada por duas tensões, sendo uma positiva a posicionada acima do eixo X, e uma negativa posicionada abaixo do eixo X.

Como podemos observar acima, à medida que o desvio da portadora aumenta tanto no sentido positivo como negativo, a tensão induzida nos circuitos do secundário também aumenta na mesma proporção, excursionando ao longo da reta "s" o desvio provocado pelo sinal modulante/ mensagem aplicada ao modulador do lado do TX. Por sua vez o sinal na saída do demodulador, que ▶


# 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

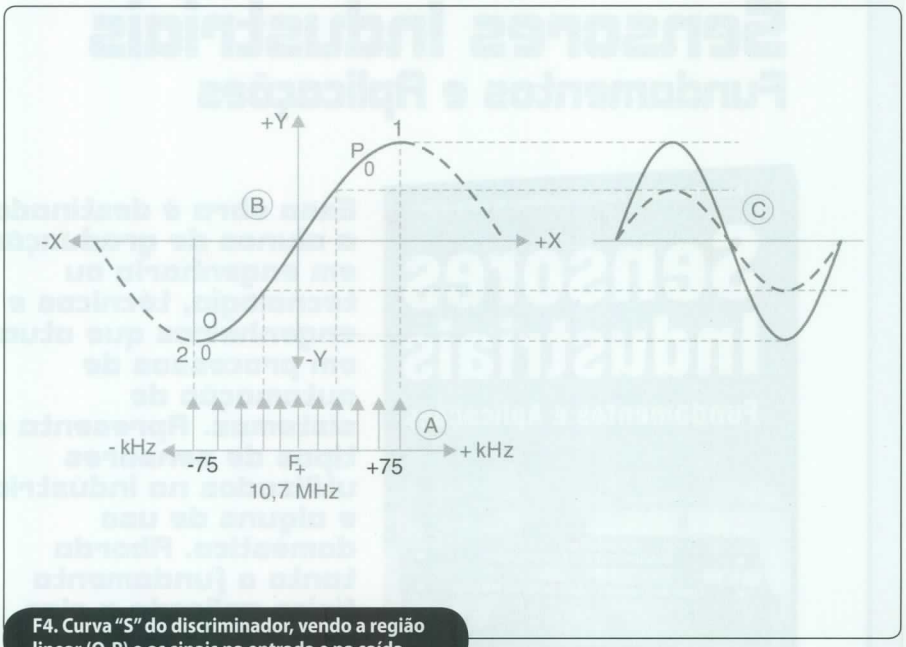
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



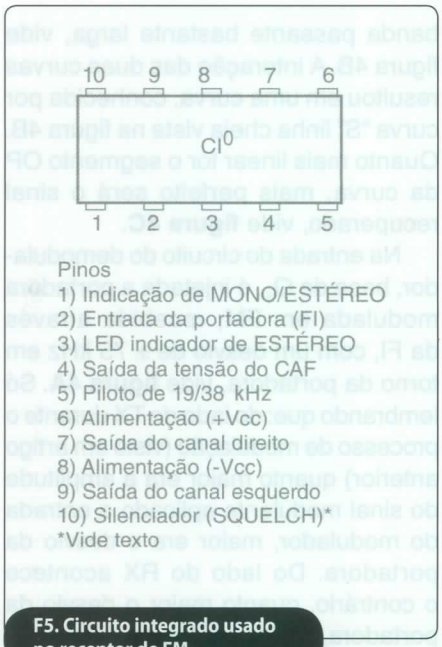

## Injeção eletrônica de motores diesel

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




F4. Curva "S" do discriminador, vendo a região linear (O-P) e os sinais na entrada e na saída.




F5. Circuito integrado usado no receptor de FM.

aparece sobre RC, também aumenta na mesma proporção e no mesmo ritmo. Com isso, conseguimos recuperar, do lado do RX, o sinal/mensagem aplicado ao modulador do lado do TX.

Só lembrando que os aparelhos de TV, também usam demodulador semelhante ao visto na figura 3, com a função de demodular o som, só que neste caso o desvio máximo é de ± 25 kHz, em torno da portadora de 4,5 MHz.

## Aplicação e funcionamento do controle automático de frequência (C.A.F)

Alguns receptores de FM mais sofisticados usam uma tensão fornecida pelo demodulador para controlar a frequência do oscilador local.

A frequência de FI presente no RX visto na figura 1 é resultante do batimento que ocorre no misturador entre a frequência recebida na antena ($F_1$) e a frequência gerada pelo oscilador local ($F_2$).

As frequências $F_1$ e $F_2$ devem ter valores tais que o batimento entre elas resulte em uma frequência central exata de 10,7 MHz.

Quando há uma variação na frequência nominal do oscilador, variação esta provocada, por exemplo, pela variação da temperatura do ambiente onde o RX está operando, a frequência de FI, neste caso, não seria mais exatamente de 10,7 MHz, mas sim um valor diferente do previsto. Quando a frequência central da FI é exatamente de 10,7 MHz, a tensão Vcc presente na saída do demodulador, que aparece sobre $R_1$, vide figura 3, é zero. Neste caso, não há correção na frequência do oscilador local.

Quando ocorre uma variação na sua frequência, que poderá ser para mais ou para menos, neste caso a tensão Vcc apresenta uma polaridade oposta ao sentido da variação da frequência, trazendo-a para seu valor nominal, corrigindo-a.

A atuação do C.A.F pode ser melhor observada em duas condições: quando sintonizamos uma emissora em um receptor que dispõe dessa função, a emissora continua sintonizada para sempre; ao contrário, quando sintonizamos uma emissora em um RX que não dispõe dessa função, após um certo tempo, a sintonia começa a fugir, sendo necessário retocá-la novamente.

## Uso do circuito integrado CI

Nos circuitos vistos nas figura 2 e 3, foram usados componentes discretos com o objetivo de facilitar aos leitores a compreensão dos seus funcionamentos.

Nos receptores atuais estes tipos de componentes não são mais usados. Eles foram compactados e colocados dentro de um circuito integrado, ocupando pouco espaço. Os três circuitos que estão dentro da linha pontilhada vista na figura 1, estão dentro de CI executando todas as funções destinadas a eles.

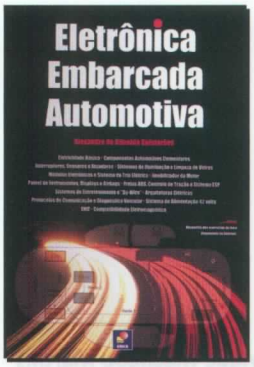
Se os leitores abrirem hoje um receptor, com certeza, não irão encontrar mais componentes discretos, mas sim circuitos integrados, substituindo-os. O CI visto na **figura 5** executa diversas funções em um receptor de FM, tais como: limitador de ruído, demodulador, multiplexador e amplificador de áudio, além de outras funções secundárias, visto ao lado dessa figura. O multiplexador converte o canal de áudio recuperado em dois canais: canal direito (R-RIGHT) e canal esquerdo (L-LEFT).

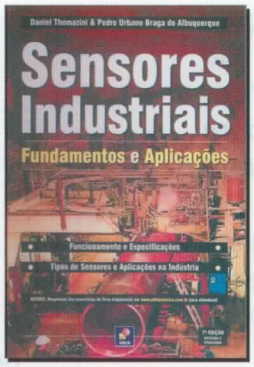
Lembramos que o silenciador (SQUELCH), presente no pino 10 do CI, só é usado nos receptores profissionais usados em sistemas de telecomunicações (polícia, corpo de bombeiros, ambulâncias, etc). Quando o ruído, na saída do receptor aumenta a ponto da relação sinal/ruído (S/R) cair abaixo de um valor pré-estabelecido, ele atua cortando a mensagem, silenciando-o.




# Sua loja de livros técnicos na internet

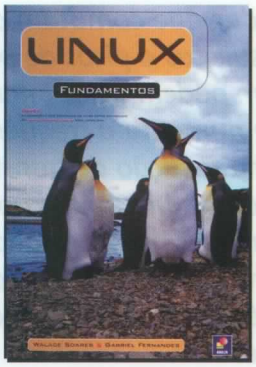
## Promoções especiais e brindes









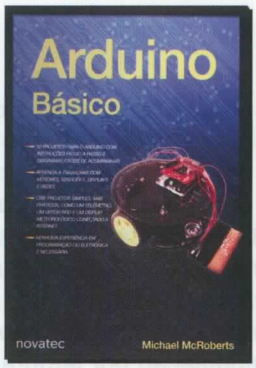






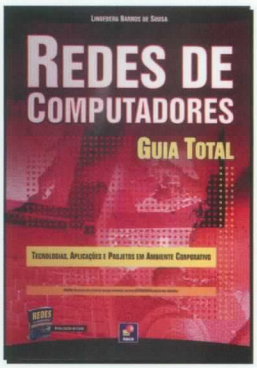






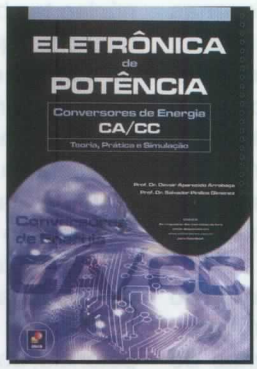


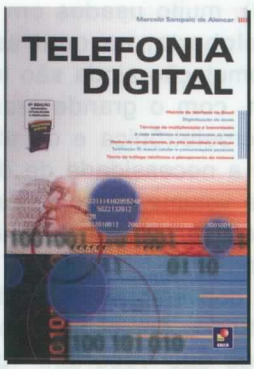


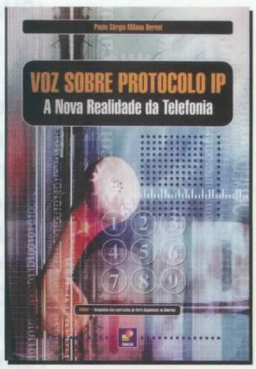


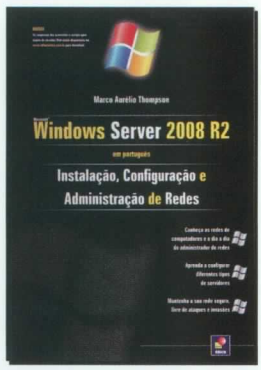


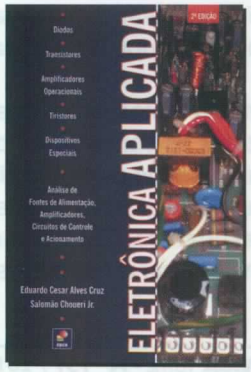




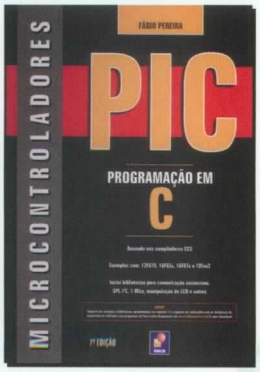












# Estudo das Fontes Ressonantes

*Fontes chaveadas que comutam a corrente total da carga a cada ciclo ficam sujeitas a picos de potência que reduzem a sua vida útil e também podem gerar interferências eletromagnéticas (EMI). Quando se aumenta a frequência de chaveamento para tentar realizar uma redução de transformadores e componentes de filtragem, as perdas de comutação são mais significativas. Por outro lado, caso a mudança de estado das chaves ocorra quando a tensão e/ou corrente por elas for nula, o chaveamento se faz sem dissipação de potência, onde está o foco deste artigo que trata das "fontes ressonantes".*

**Henrique Machado Martins**

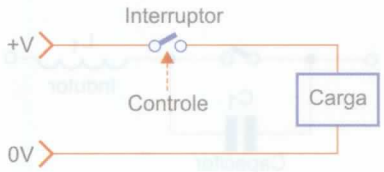
Pode-se dizer que os conversores de potência estão divididos em dois grandes grupos: os conversores com comutação forçada (*Hard Switching*) e os conversores com comutação suave (*Soft Switching*). Os primeiros e muito utilizados conversores são aqueles com modulação por largura de pulso (PWM), muito usados em dezenas de quilohertz, na qual as perdas por comutação ainda são toleráveis. Porém, com o grande crescimento da microeletrônica e da eletrônica, houve a necessidade de diminuir o peso e volume dos componentes e, ainda assim, aumentar a potência dos conversores.

Os conversores de potência são constituídos por circuitos com interruptores que "recortam" formas de ondas de tensão e/ou corrente com o objetivo de variar seu valor médio e, assim, entregar à saída um valor desejado de tensão ou corrente. Porém, este raciocínio se esquece que os componentes não são ideais e que os mesmos apresentam um aumento nas perdas com o aumento da frequência.

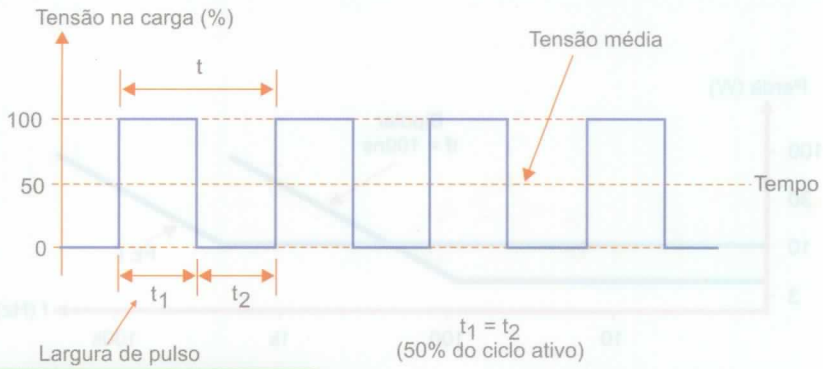
Então, para manter as perdas constantes é necessário utilizar componentes com melhores características, o que geralmente só é possível de se obter colocando um capacitor em paralelo para reduzir a resistência série equivalente; no caso dos indutores é necessário trabalhar com valores de indução reduzidos, pois as perdas no núcleo também aumentam com a frequência, o que implica em um aumento do tamanho do núcleo utilizado. É possível, ainda, empregar núcleos de ferrite de melhor qualidade, os quais apresentam um custo mais elevado.

Outro fato importantíssimo está relacionado às perdas de comutação no interruptor, que crescem de forma proporcional à frequência de operação, desta forma para uma mesma potência, ao aumentar a frequência de operação, seria necessário aumentar o tamanho do dissipador e/ou trocar o transistor.

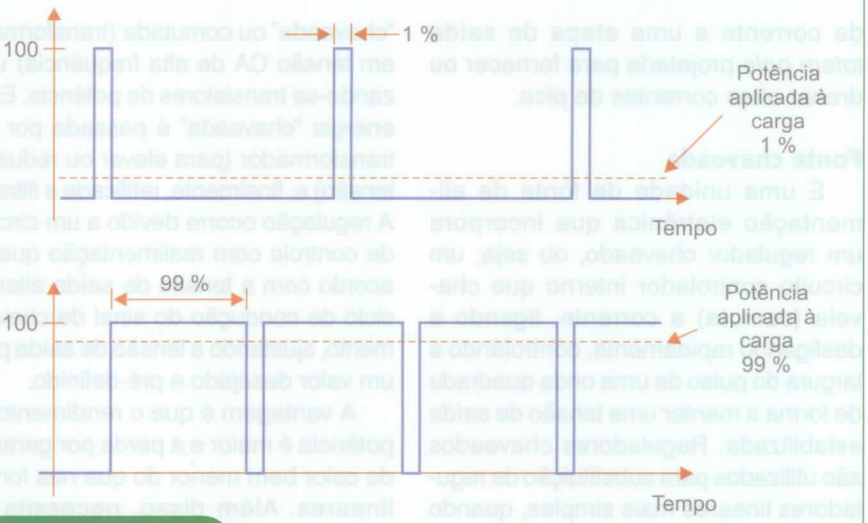
Para minimizar estes problemas foram introduzidos os conversores de comutação suave, sendo os principais: os ressonantes, os quase ressonantes e os multirressonantes. Eles fazem com que a tensão e/ou a corrente se




F1. Chaveamento de uma carga.




F2. Chaveamento para obter-se uma potência de 50% aplicada à carga.




F3. Gráfico de potência na carga.

anulem naturalmente no interruptor e utilizam este momento para desligar o interruptor, reduzindo assim as perdas por comutação. Como nada é perfeito, ao "ganhar" nas perdas por comutação se perde em condução devido às ondas senoidais das tensões e correntes.

A seguir, será visto o que são as fontes lineares, as chaveadas, o PWM e as fontes ressonantes, alguns tipos de perdas em fontes chaveadas e em fontes ressonantes, além das topologias básicas de conversores ressonantes que possibilitam a comutação sem dissipação por potência (calor).

## Fontes lineares

Em uma fonte de alimentação linear, a tensão alternada da rede elétrica é aumentada ou reduzida por um transformador. Depois, a tensão alternada em forma de onda senoidal é retificada por diodos (ou por uma ponte de diodos) para que somente os ciclos positivos ou negativos da onda senoidal possam ser usados, a seguir estes são filtrados para reduzir o *ripple* (ondulação) e, finalmente, regulados pelo circuito regulador de tensão de onde sairá a tensão contínua desejada.

## PWM

PWM é a abreviação de *Pulse Width Modulation*, ou Modulação de Largura de Pulso.

Para que se entenda como funciona essa tecnologia no controle de potência, partimos de um circuito imaginário formado por uma carga que deve ser controlada, de acordo com a **figura 1**.

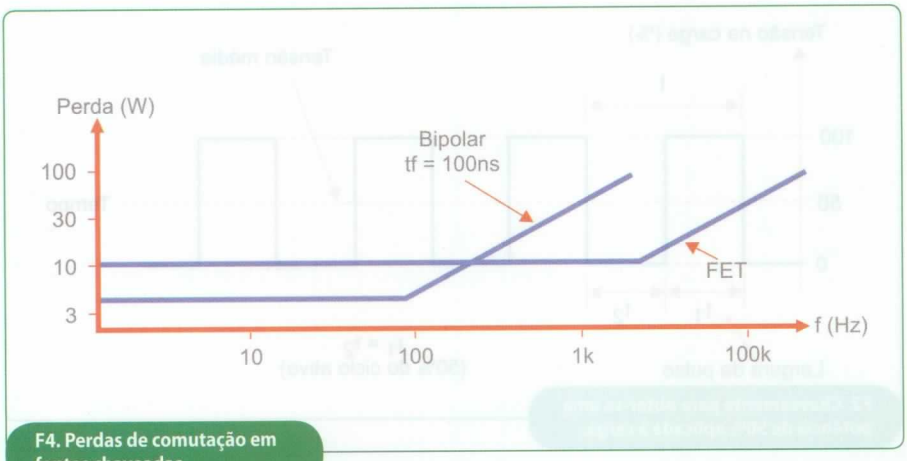
Quando o interruptor está aberto não há corrente na carga e a potência aplicada é nula.

No instante em que o interruptor é fechado, a carga recebe a tensão total da fonte e a potência aplicada é a máxima.

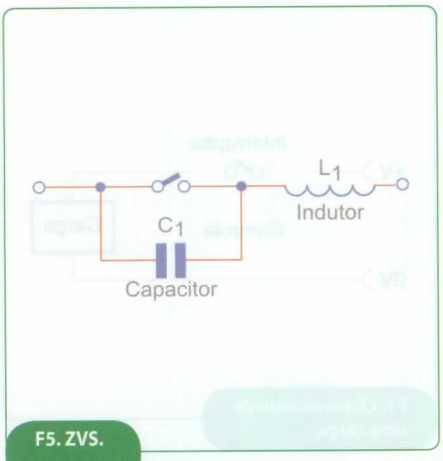
Para se obter uma potência intermediária de 50% aplicada à carga deve-se fazer com que a chave seja aberta e fechada rapidamente, de modo a ficar 50% do tempo aberta e 50% fechada. Isso significa que, em média, teremos metade do tempo com corrente e metade do tempo sem corrente, conforme mostra a **figura 2.**

Variando-se a largura do pulso e também o intervalo de modo a termos ciclos ativos diferentes, pode-se controlar a potência média aplicada a uma carga. Assim, quando a largura do pulso varia de zero até o máximo, a potência também varia na mesma proporção. Este princípio é usado justamente no controle PWM: a largura do pulso é modulada (variada) de modo a controlar o ciclo ativo do sinal aplicado a uma carga e, com isso, a potência aplicada a ela, conforme indica o gráfico na **figura 3** a seguir.

Os circuitos integrados desta série possuem implementados internamente um oscilador ajustado para um controle preciso do ciclo ativo sob condições de *lock-out* de tensão, além de possuir uma corrente de partida menor que 0,5 mA. Além disso, eles possuem uma referência de precisão para a entrada do amplificador de erro, uma lógica para assegurar a operação travada, um comparador PWM que também proporciona um controle de limitação




F4. Perdas de comutação em fontes chaveadas.




F5. ZVS.

de corrente e uma etapa de saída *totem pole* projetada para fornecer ou drenar altas correntes de pico.

## Fonte chaveada

É uma unidade de fonte de alimentação eletrônica que incorpora um regulador chaveado, ou seja; um circuito controlador interno que chaveia (comuta) a corrente, ligando e desligando rapidamente, controlando a largura do pulso de uma onda quadrada de forma a manter uma tensão de saída estabilizada. Reguladores chaveados são utilizados para substituição de reguladores lineares mais simples, quando uma eficiência maior, menor tamanho e maior leveza forem requeridas. Eles, entretanto, são mais complexos e mais caros, e o chaveamento da corrente pode causar problemas de ruído (tanto eletromagnético quanto sonoro) se não forem cuidadosamente suprimidos, e projetos simples podem ter baixo fator de potência.

A fonte de alimentação chaveada é alimentada com uma tensão alternada (CA) para uma etapa de retificação (de alta ou baixa tensão) e filtrada através de capacitores, a tensão resultante é "chaveada" ou comutada (transformada em tensão CA de alta frequência) utilizando-se transistores de potência. Essa energia "chaveada" é passada por um transformador (para elevar ou reduzir a tensão) e, finalmente, retificada e filtrada. A regulação ocorre devido a um circuito de controle com realimentação que de acordo com a tensão de saída altera o ciclo de condução do sinal de chaveamento, ajustando a tensão de saída para um valor desejado e pré-definido.

A vantagem é que o rendimento de potência é maior e a perda por geração de calor bem menor do que nas fontes lineares. Além disso, necessita de transformadores menores e mais leves. A desvantagem é a emissão de ruídos e radiação devido à alta frequência de chaveamento.

## Perdas em fontes chaveadas

As fontes chaveadas que não possuem conversor ressonante têm perdas significativas quando ocorre o chaveamento. Veja na **figura 4**.

## Conversores ressoantes

As fontes ressonantes foram desenvolvidas para suprir a necessidade da microeletrônica e também para ganhar melhor desempenho.

Estas fontes realizam a comutação quando a tensão e/ou a corrente estão anuladas pelo capacitor e indutor. Quando a comutação ocorre nos pontos de anulação da tensão ZVS (*Zero Voltage Switching*), fica indicada conforme ilustra a **figura 5**. O capacitor fica ligado em paralelo com o dispositivo.

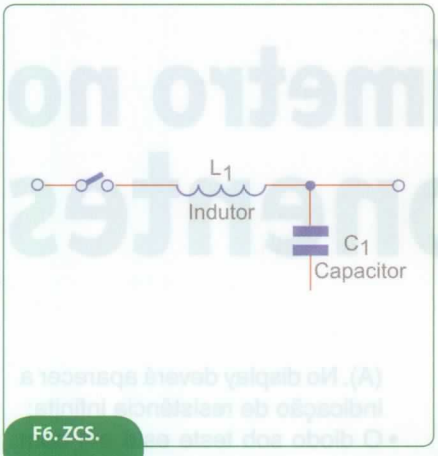
Quando a comutação ocorre nos pontos de anulação da corrente ZCS (*Zero Current Switching*), fica indicada conforme exibe a **figura 6**. O indutor fica em série com o dispositivo.

As principais vantagens dos conversores ressonantes são as seguintes: operação com alta frequência; as perdas de comutação são reduzidas (devido à existência de ZVS ou de ZCS); comutação suave com geração de EMI reduzida, contrariamente ao que acontece nas topologias comutadas (devido aos valores elevados de di/dt e de dv/dt); redução de dimensões (volume e peso); e grande densidade de potência.

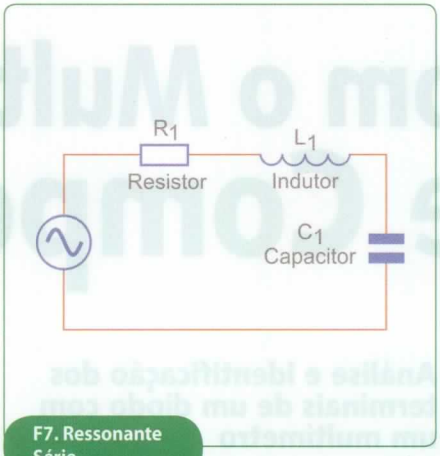
Desvantagens: Difícil dimensionamento das grandezas elétricas;

| | ZCS | ZVS |
|---|---|---|
| Controle | Tempo de condução constante | Tempo de corte constante |
| Tensão no dispositivo | Aproximadamente retangular | Quase senoidal |
| Corrente no dispositivo | Quase senoidal | Aproximadamente retangular |
| Variação na carga | Rmín. a 0 | 0 a Rmáx. |
| Ganho de tensão aumenta quando | A frequência aumenta | A frequência diminui |
| Ganho de tensão diminui quando | R aumenta | R diminui |
| Onda completa | Diodo em paralelo com a carga | Diodo em série com a carga |
| Meia onda | Diodo em série com a carga | Diodo em paralelo com a carga |

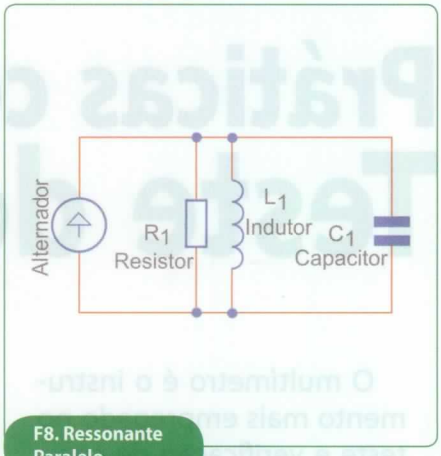
T1. Comparação ZCS x ZVS (IST-DEEC 2007).




F6. ZCS.




F7. Ressonante Série.




F8. Ressonante Paralelo.

controle mais complexo; e perdas de condução não desprezáveis. A **figura 6** representa o ZCS. Um exemplo de circuito ressonante-série e mostrado na **figura 7**.

As fórmulas para os cálculos dos circuitos em série são:

- **Resistor e indutor:** $Z = V (Xl^2 + R^2)$
- **Resistor e capacitor:** $Z = V (Xc^2 + R^2)$
- **Resistor, indutor e capacitor:** $Z = V (Xl - Xc)^2 + R^2$
- **Corrente:** $Ic = V_T / Z$

Onde:

- Z = impedância
- R = resistor
- C = capacitor
- Xl = reatâncias indutivas
- Xc = reatâncias capacitivas
- L = indutor
- V = tensão
- Ic = Corrente no capacitor

Um exemplo de circuito ressonante paralelo é visto na **figura 8**.

As fórmulas para os cálculos dos circuitos em paralelo são:

- **Corrente no capacitor:** Ic = Vt / Xc
- **Corrente no indutor:** Il = Vt / Xl
- **Corrente total:** $It = V Ir^2 + (Il - Ic)^2$
- **Impedância no circuito paralelo:** Z = Vt / It

### Conversores quase ressoantes

Os conversores quase ressonantes se assemelham às topologias de PWM com o mesmo princípio de transferência de energia, onde se inclui um interruptor ressonante, este interruptor engloba uma bobina ($L_1$) e um capacitor ($C_1$).

## Materiais e Métodos

Neste capítulo mostraremos como foram realizados os softwares e hardwares aplicados nos testes e na pesquisa.

Os esquemas elétricos foram realizados no software ambiente de programação PROTEUS. Este é utilizado no desenvolvimento de projetos de eletrônica, possui diversos componentes onde é possível realizar simulações dos circuitos montados, além de possuir osciloscópios e multímetros para realização de possíveis medições.

O método utilizado é o bibliográfico. Foram pesquisadas várias fontes bibliográficas, comparando-se diversos autores.

Foram testados os circuitos no software de programação PROTEUS.

Na **tabela 1** são comparados os resultados de "zero tensão" no momento do chaveamento ZVS e de "zero corrente" no momento do chaveamento ZCS.

## Aplicações para circuitos ressonantes RLC em Série e em Paralelo

Além de obterem um melhor desempenho e funcionalidade em fontes, os circuitos ressonantes também possuem outras funções, tais como em um aparelho de rádio, por exemplo, que recebe os sinais (frequências) transmitidos por todas as emissoras, mas apenas reproduz os sinais de uma delas, sendo necessário separar uma única frequência de todo o conjunto. Para essa finalidade utilizam-se os circuitos RLC ou LC em paralelo.

Já uma aplicação para o circuito RLC em série consiste em eliminar uma frequência de um conjunto, como, por exemplo, em uma TV que recebe sinais (frequências) de todos os canais de televisão, e através de um circuito LC em paralelo, apenas um canal é selecionado. Entretanto, o sinal do canal compõe-se de vídeo e áudio, que devem ser encaminhados para circuitos diferentes. Para evitar que o sinal de som interfira na imagem, é necessário acrescentar (antes do circuito de vídeo) um circuito que elimine a frequência de som. Para esta função, utiliza-se um circuito RLC em série.

## Conclusão

Circuitos ressonantes são novos no mercado e por isso devem ser estudados e analisados, pois poderão constituir o futuro das fontes chaveadas.

Pode-se observar que o uso de conversores ressonantes garante um melhor desempenho/rendimento, além de trabalhar com componentes de menor porte na filtragem da fonte. Estes conversores visam aumentar o controle de chaveamento para obter-se um valor de tensão desejada. Empresas que investirem seus capitais neste diferencial, nestes conversores, estarão investindo em tecnologia e saindo na frente com relação aos seus concorrentes. T

# Práticas com o Multímetro no Teste de Componentes

O multímetro é o instrumento mais empregado no teste e verificação de componentes eletroeletrônicos. Neste artigo apresentamos algumas práticas para testar diversos tipos de componentes e analisar os resultados obtidos, utilizando sempre esse aparelho.

**Filipe Pereira**

## Análise e identificação dos terminais de um diodo com um multímetro

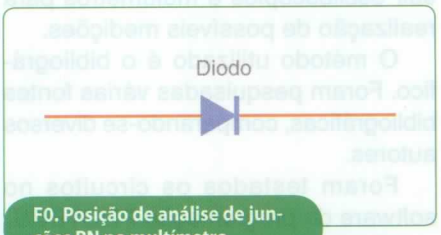
Se o ânodo e o cátodo do diodo estão identificados:

- Selecionar através do comutador rotativo do multímetro a posição de análise de junções PN (**figura 0**);
- Ligar as pontas de prova ao multímetro;
- Ligar a ponta de prova vermelha do multímetro (+ da pilha interna) ao ânodo (A) e a ponta de prova preta (- da pilha interna) ao cátodo (K). No *display* deverá aparecer um certo valor da resistência da junção PN;
- Ligar a ponta de prova vermelha do multímetro (+ da pilha interna) ao cátodo (K) e a ponta de prova preta (- da pilha interna) ao ânodo (A). No display deverá aparecer a indicação de resistência infinita;
- O diodo sob teste está em bom estado. Veja um mult-digital na **figura 1**.

Se o ânodo e o cátodo do diodo não estão identificados:

- Selecionar através do comutador rotativo do multímetro a posição de análise de junções PN (**figura 0**);
- Ligar as pontas de prova ao multímetro;
- Ligar a ponta de prova vermelha do multímetro (+) a um dos terminais e a ponta de prova preta (-) ao outro terminal.

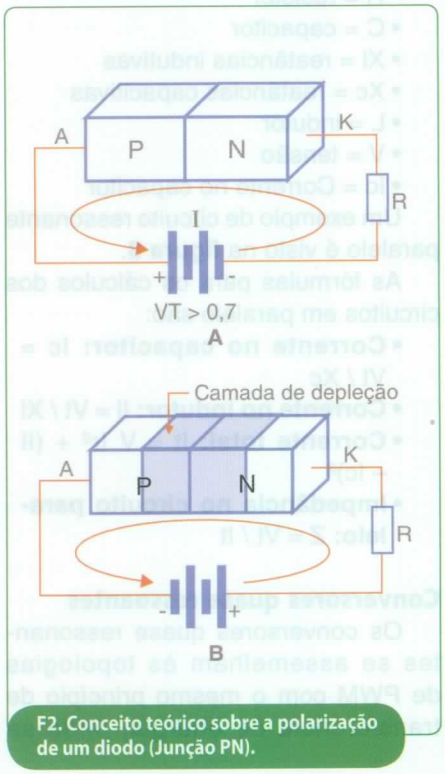
Se no display aparecer um certo valor de resistência, é sinal que estamos polarizando diretamente a junção PN. Logo o terminal do diodo que entrou em contato com a ponta de prova ver-




**F0. Posição de análise de junções PN no multímetro.**




**F1. Multímetro Digital.**




**F2. Conceito teórico sobre a polarização de um diodo (Junção PN).**

melha é o ânodo (A) e o terminal que entrou em contato com a ponta de prova preta é o cátodo (K).

Se no display aparecer a indicação de resistência infinita, é sinal que estamos polarizando inversamente a junção PN. Logo o terminal do diodo que entrou em contato com a ponta de prova vermelha é o cátodo (K) e o terminal que entrou em contato com a ponta de prova preta é o ânodo (A): O diodo sob teste está em bom estado. Observe a **figura 2.**

## Análise de tiristores com um multímetro

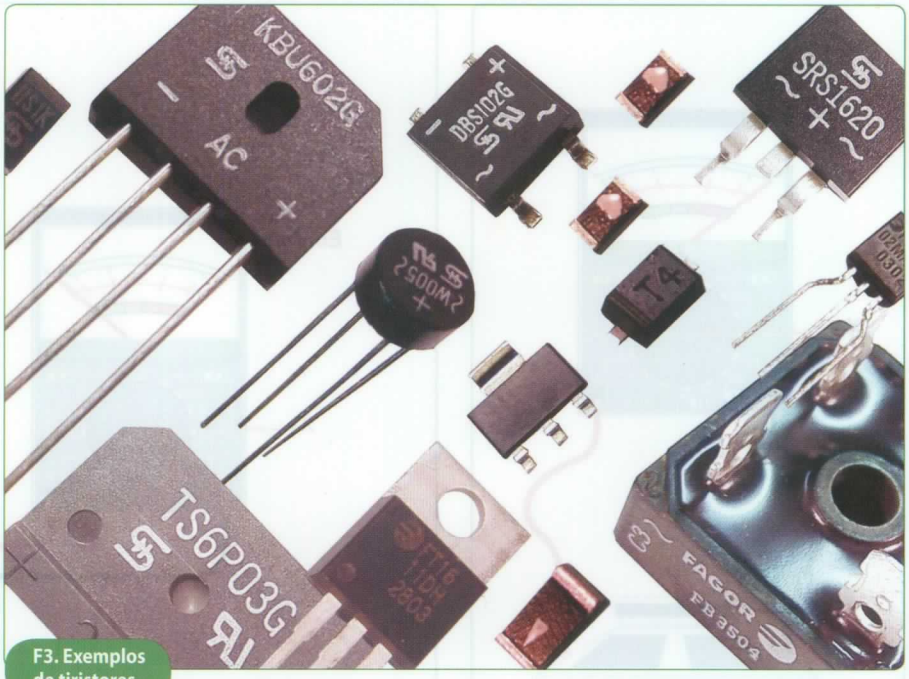
Para comprovação de um tiristor (**figura 3 e 4**) pode-se utilizar a função de análise de junções PN (**figura 0)** de um multímetro. Com as pontas de prova ligadas em qualquer, sentido o componente não deve conduzir entre os seus terminais de ânodo e cátodo, indicando um valor da resistência infinita.

Se medirmos a resistência entre o ânodo e a *gate*, com as pontas de prova ligadas em qualquer sentido, a resistência medida deve também ser infinita.

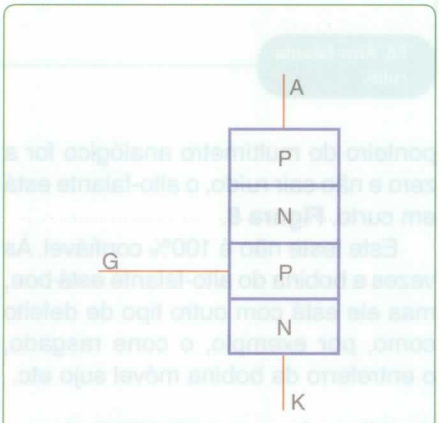
Podemos fazer uma comprovação aproximada da gate, aplicando um teste idêntico aos terminais de gate e cátodo. Se aplicarmos uma polarização direta (gate positiva e cátodo negativo), a resistência indicada pelo multímetro deve ser baixa. Se pelo contrário polarizarmos inversamente (gate negativa e cátodo positivo), a resistência indicada pelo multímetro deve ser alta.

Pode-se realizar um teste melhor, com o multímetro na função de análise de junções PN (**figura 0)**, seguindo o processo descrito na **figura 5**. Primeiramente, ligar a ponta de prova positiva ao ânodo e a negativa ao cátodo. Colocar em curto-circuito por breves instantes o terminal de gate com o ânodo: deverá obter-se uma leitura bastante baixa.

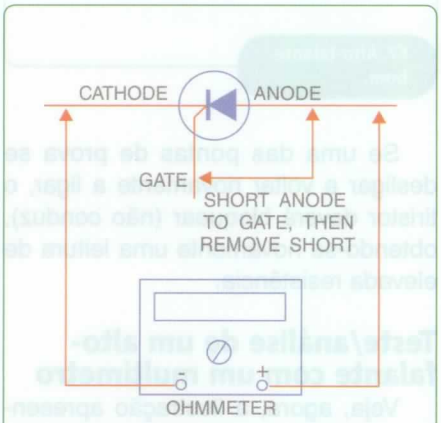
Ao deixar este curto-circuito, deverá todavia obter-se uma leitura bastante baixa, uma vez que o tiristor entrou em condução, e a corrente deverá ser suficiente para proporcionar a manutenção deste estado (a corrente poderá ser insuficiente para produzir o efeito de manutenção).



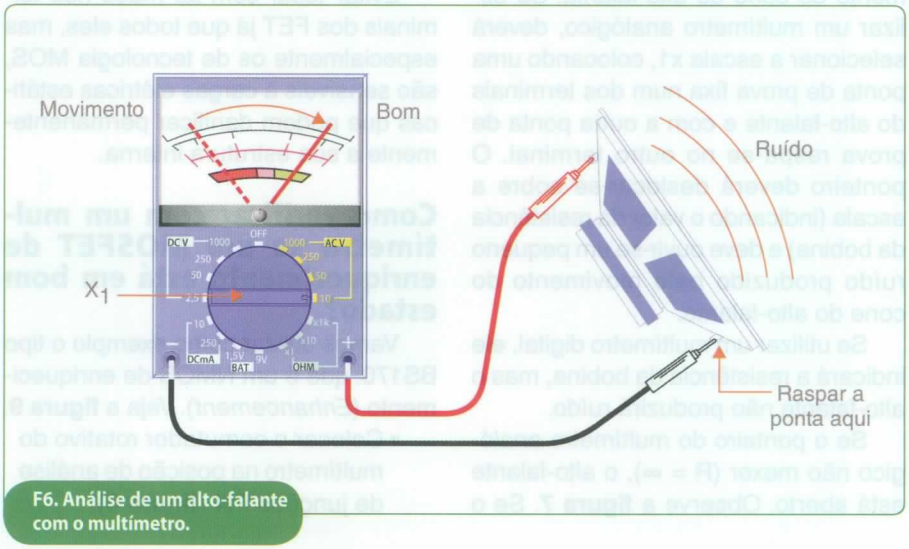

F3. Exemplos de tiristores.



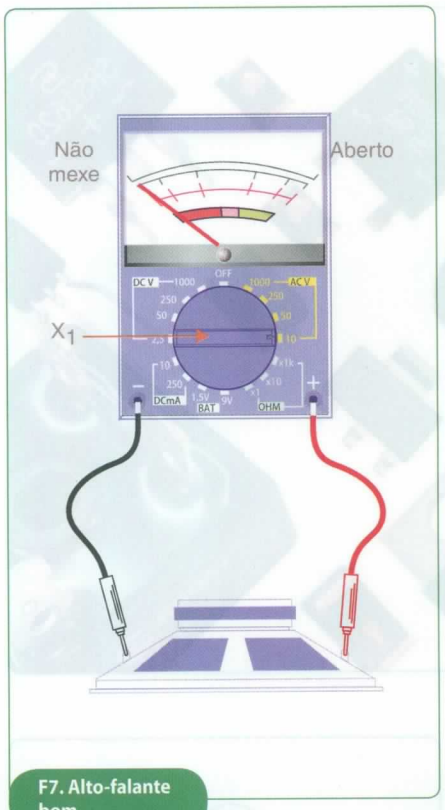

F4. Estrutura interna do tiristor.



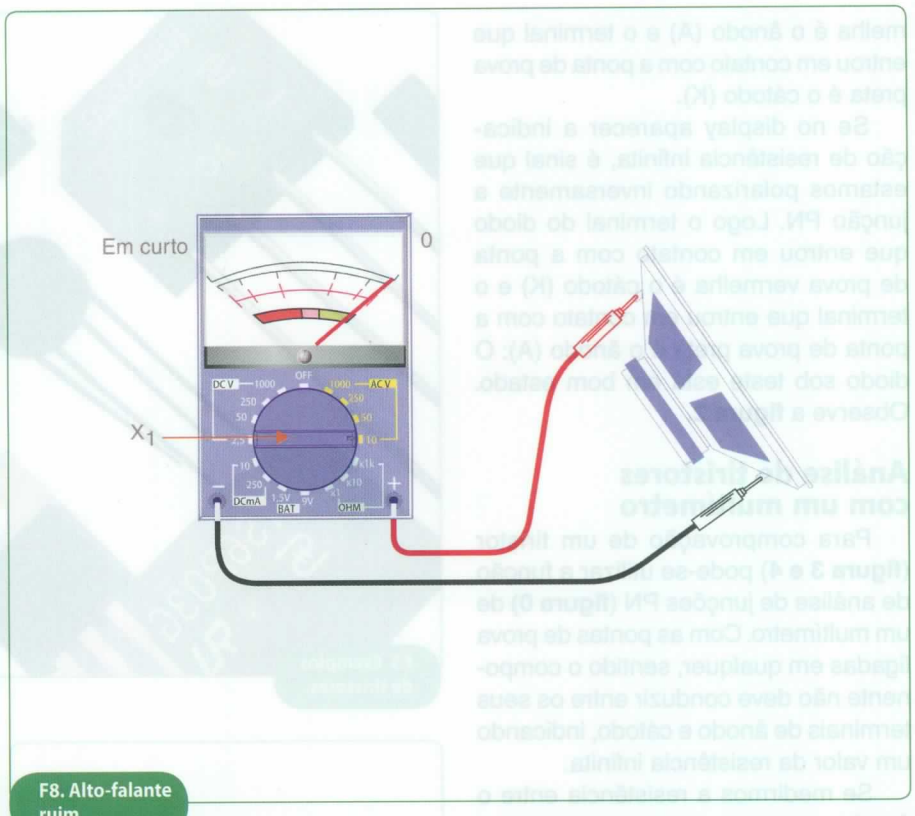

F5. Análise de um tiristor com o multº.




F6. Análise de um alto-falante com o multímetro.




F7. Alto-falante bom.




F8. Alto-falante ruim.

Se uma das pontas de prova se desligar e voltar novamente a ligar, o tiristor deverá bloquear (não conduz), obtendo-se novamente uma leitura de elevada resistência.

## Teste/análise de um alto-falante com um multímetro

Veja, agora, a ilustração apresentada na **figura 6**. Com um multímetro pode-se medir a resistência da bobina e, em certos casos, provocar o movimento do cone do alto-falante. Se utilizar um multímetro analógico, deverá selecionar a escala x1, colocando uma ponta de prova fixa num dos terminais do alto-falante e com a outra ponta de prova raspa-se no outro terminal. O ponteiro deverá deslocar-se sobre a escala (indicando o valor da resistência da bobina) e deve ouvir-se um pequeno ruído produzido pelo movimento do cone do alto-falante.

Se utilizar um multímetro digital, ele indicará a resistência da bobina, mas o alto-falante não produzirá ruído.

Se o ponteiro do multímetro analógico não mexer (R = ∞), o alto-falante está aberto. Observe a **figura 7**. Se o ponteiro do multímetro analógico for a zero e não sair ruído, o alto-falante está em curto. **Figura 8**.

Este teste não é 100% confiável. Às vezes a bobina do alto-falante está boa, mas ele está com outro tipo de defeito como, por exemplo, o cone rasgado, o entreferro da bobina móvel sujo etc.

## Análise de um MOSFET de enriquecimento com um multímetro

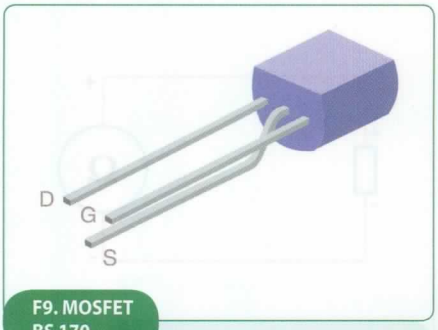
Evitar tocar com as mãos nos terminais dos FET já que todos eles, mas especialmente os de tecnologia MOS, são sensíveis a cargas elétricas estáticas que podem danificar permanentemente a sua estrutura interna.

## Como verificar com um multímetro se um MOSFET de enriquecimento está em bom estado?

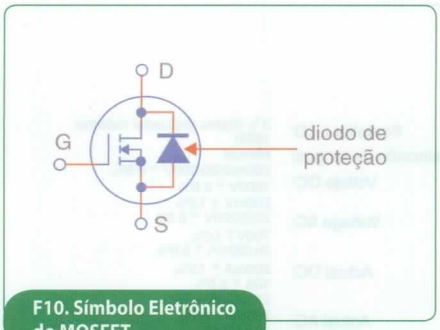
Vamos utilizar como exemplo o tipo BS170. que é um NMOS de enriquecimento (*Enhancement*). Veja a **figura 9**.

- Colocar o comutador rotativo do multímetro na posição de análise de junções PN (**figura 0**);
- Como o MOSFET de enriquecimento não tem o canal formado, a resistência indicada entre o Dreno (D) e a Fonte (S) deve ser infinita, seja qual for a polaridade aplicada (exceto na situação de existir um diodo de proteção interno que fique polarizado diretamente - fonte positiva em relação ao dreno), **figura 10**;
- Colocar a ponta de prova positiva (vermelha) na Gate (G) e a ponta de prova negativa (preta) na Fonte (S), o que irá induzir a criação do canal N entre o Dreno e a Fonte;
- Agora, seja qual for a polaridade aplicada pelas pontas de prova aos terminais de Dreno e de Fonte, verificamos que passou a haver condução entre eles e uma certa resistência que depende da dopagem do material semicondutor que forma o canal.

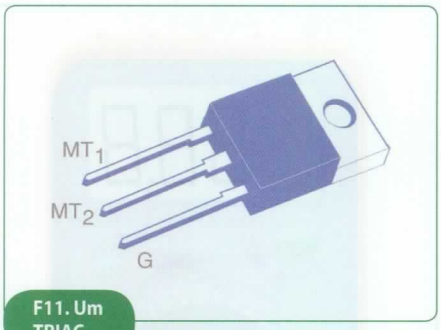
**Observação**: Para um PMOS de enriquecimento (Enhancement) os procedimentos são idênticos, tendo-se só que trocar a polaridade das pontas de prova.



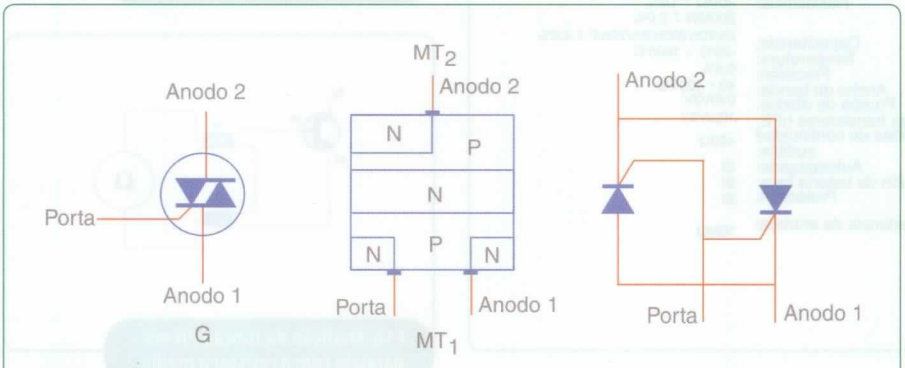

F9. MOSFET BS 170.



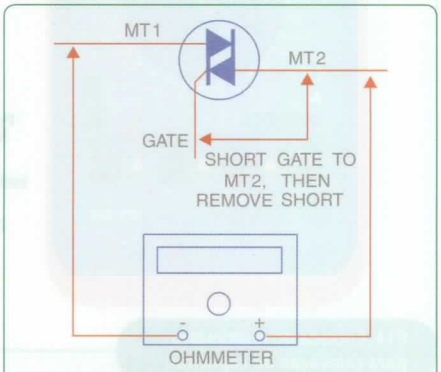

F10. Símbolo Eletrônico do MOSFET.




F11. Um TRIAC.




F12. Símbolo eletrônico do TRIAC.




F13. Análise de um TRIAC com um multímetro.

## Análise do TRIAC com um multímetro

Para comprovação de um TRIAC pode-se utilizar a função de análise de junções PN (**figura 0**) de um multímetro. De maneira semelhante ao tiristor, uma comprovação de resistência entre os terminais MT1 (ou T1) e MT2 (ou T2) deverá indicar uma resistência infinita (junção PN inversamente polarizada), independentemente da polaridade das pontas de prova. Atente para a **figura 11**.

Se medirmos a resistência entre o terminal MT1 e a Gate (G), com as pontas de prova ligadas em qualquer sentido, a resistência medida deverá indicar um valor baixo (junção PN diretamente polarizada). Repare na **figura 12**.

Empregando o mesmo procedimento de ensaio de disparo/manutenção para o tiristor, o resultado deve ser exatamente igual com o TRIAC. Colocando as pontas de prova do multímetro nos terminais MT1 e MT2 e curto-circuitando por breves instantes o terminal de gate com o terminal MT2 (independentemente da polaridade), deverá obter-se uma leitura bastante baixa (provocou-se o disparo do TRIAC). Ao deixar este curto-circuito, poderá obter-se ainda uma leitura bastante baixa, já que o TRIAC entrou em condução (isto se a corrente for suficiente para proporcionar a manutenção do estado de condução), **figura 13**. Se uma das pontas de prova se desligar e voltar novamente a ligar, o TRIAC deverá bloquear (não conduz), obtendo-se novamente uma leitura de elevada resistência.

**Observação**: A corrente ($I_T$) poderá ser insuficiente para produzir o efeito de manutenção ($I_T < I_H$).

## Medição e análise de capacitores com um multímetro

Olhe, agora, para a **figura 14**.

## Se dispusermos de um capacímetro ou de um multímetro digital com escala de capacitâncias:

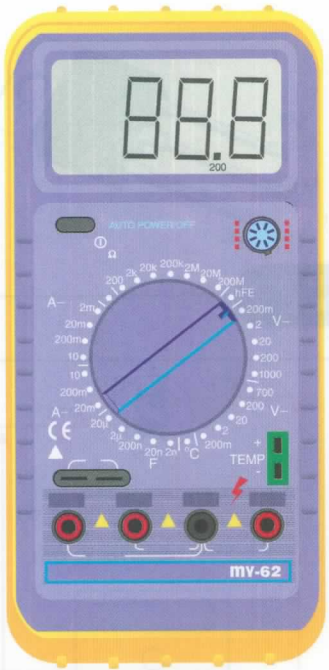
Se conhecermos o valor da capacitância (através do código de cores ou do código alfanumérico), deveremos selecionar o campo de medida imediatamente acima desse valor.

Se não dispomos de um capacímetro ou de um multímetro com escala de capacitâncias:

- Selecionar o campo de medida de resistências;
- Ligar as pontas de prova aos terminais do capacitor. Respeitar a polaridade se for eletrolítico (de alumínio ou de tântalo), **figura 15;**
- Se a resistência do capacitor sob teste der 0 Ω, o capacitor está em curto-circuito;
- Se a resistência do capacitor sob teste der ∞, o capacitor está em bom estado (já que está sendo medida a resistência do dielétrico).

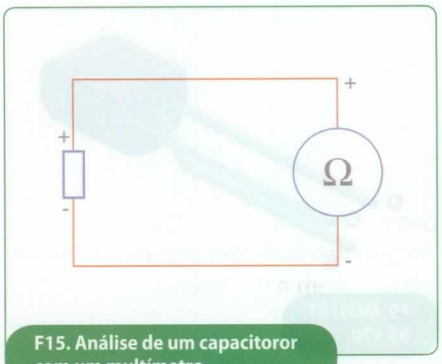
## Para observar a carga do capacitor

Ao ligar inicialmente o multímetro (como ohmímetro) é muito provável que se obtenha uma leitura baixa (da resistência) – carga do capacitor → corrente elevada, mas a resistência rapidamente subirá até um nível muito elevado (quando a tensão no capacitor = tensão na fonte → I = 0 logo R = ∞). O tempo que o capacitor demora em carregar-se por completo depende:

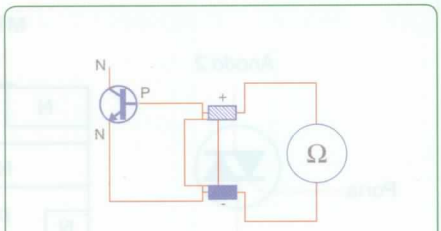



| | |
|---|---|
| Pantalha LCD: | 3 ½ dígitos (indicador máximo: 1999) |
| Selección de rangos: | Manual |
| Voltaje DC: | 200m/2/20/200V ± 0.5%, 1000V ± 0.8% |
| Voltage AC: | 200mV ± 1.2% 2/20/200V ± 0.8% 700V ± 1.2% |
| Actual DC: | 2m/20mA ± 0.8% 200mA ± 1.5%, 10A ± 2.0% |
| Actual AC: | 2m/20mA +-1.0% 200mA - 1.8% 10A ± 3.0% |
| Resistancia: | 200/2k/20k/200k/2MΩ ± 0.8% 20MΩ ± 1.0% 200MW ± 5.0% |
| Capacitancia: | 2n/20n/200n/2m/20mF ± 4.0% |
| Temperatura: | -20°C ÷ 1000°C |
| Precisión: | 0,5% |
| Ancho de banda: | 40 ÷ 400 Hz |
| Prueba de diodos: | 0.8A/3V |
| Prueba transistores hFE: | 10µA/3V |
| Medidas de continuidad audible: | <50Ω |
| Autoapagado: | Sí |
| Indicación de batería baja: | Sí |
| Protection: | Sí |
| Impedancia de entrada: | 10MΩ |

F14. Entrada do multímetro para colocação do capacitor.




F15. Análise de um capacitoror com um multímetro.




F16. Medição da Junção PN em paralelo com a resistor a medir.

- Da escala de resistência empregada (se a escala R é elevada → I é fraca → T de carga é grande);
- Do valor da capacidade do capacitor (C↑ → T carga ↑).

Se o capacitor tem:

- C ↓ (centenas de nF ou menos), não importa a escala que se utiliza pois R = ∞. Na realidade pode não existir um período apreciável de carga no caso dos capacitores de baixa capacitância.
- C ↑ empregar uma escala de baixa resistência, para que o tempo de carga seja pequeno.

## Medição e análise de resistores fora do circuito com um multímetro

**Com um multímetro analógico:** Se conhece o valor da resistência (através do código de cores ou do código alfanumérico) deverá selecionar o campo de medida imediatamente acima desse valor:

- Selecionar o campo de medida de resistências;
- Ligar as pontas de prova;
- Curto-circuitar as pontas de prova e ajustar o zero (Sempre que mudar de campo de medida terá que ajustar o zero);
- Se a resistência sob teste der valor 0Ω, o resistor está em curto-circuito ou o campo de medida selecionado é muito superior ao valor da resistência a medir;
- Se a resistência sob teste der ∞, (infinito), o resistor está em aberto ou o campo de medida selecionado é muito inferior ao valor da resistência a medir.

**Com um multímetro digital:** Se conhece o valor da resistência (através do código de cores ou do código alfanumérico), deverá selecionar o campo de medida imediatamente acima desse valor:

- Selecionar o campo de medida de resistências;
- Ligar as pontas de prova ao multímetro;
- Se a resistência sob teste der 0Ω, o resistor está em curto-circuito ou o campo de medida selecionado é muito superior ao valor da resistência a medir;
- Se a resistência sob teste der ∞, (infinito), o resistor está em aberto ou o campo de medida selecionado é muito inferior ao valor da resistência a medir.

## Cuidados complementares

Quando se pretender medir resistores de elevado valor (aproximadamente 1 MΩ ou mais), não se deve tocar com as mãos nos terminais do componente, uma vez que colocaremos a resistência elétrica própria do nosso corpo (que é elevada) em paralelo com a resistência que está sendo medida, o que falseará o resultado da medição.

## Medição e análise de resistores no circuito, com um multímetro

**Desligar o circuito:** Não utilizar o multímetro para medir resistores que se encontram inseridos num circuito sob tensão. Se tiver que medir resistores que fazem parte de um circuito, é necessário antes, desligar o circuito.

**Componentes em paralelo com o resistor a medir:** A medição de resistores num circuito pode ser problemática, já que frequentemente podem existir outros (resistores, indutores, transformadores, semicondutores) em paralelo com o que se quer medir.

Para combater o problema das resistências em paralelo deve-se desligar um dos terminais da resistor a medir.

**Junção PN em paralelo com o resistor a medir:** A maioria dos aparelhos de medida de resistências funciona com uma tensão de teste que é superior à tensão de polarização direta de uma junção PN de silício (0,6 - 1 V) ou de germânio (0,2 - 0,4 V). Qualquer junção PN polarizada diretamente que esteja em paralelo com a resistência a medir pode colocar em derivação a referida resistência da junção PN e fornecer uma leitura baixa. Veja a **figura 16**.

Um semicondutor polarizado inversamente (através das pontas de prova) ficará com uma resistência muito elevada e obtém-se assim uma leitura correta.

## Análise de um JFET com um multímetro

Como verificar com um multímetro se um JFET está em bom estado. Atente, agora, para a ilustração dada na **figura 17**. Vamos utilizar como exemplo o 2N3819, que é um JFET canal N.

- Colocar o comutador rotativo do multímetro na posição de análise de junções PN (**---figura 00**);
- Colocar a ponta de prova positiva (vermelha) na Gate (G) e a ponta de prova negativa (preta) no Dreno (D) e na Fonte (S). O multímetro deve indicar uma certa resistência (junção PN canal/gate diretamente polarizada); **Figura 18**.
- Colocar o comutador rotativo do multímetro na posição de medição de resistências;
- Colocar as pontas de prova com qualquer polaridade entre o Dreno (D) e a Fonte (S). O multímetro deve indicar uma certa resistência (que corresponde à resistência do material semicondutor do canal N, que pode estar mais ou menos dopado).

**Observação:** Se medir a resistência do canal e, depois de polarizar inversamente a junção PN canal/gate, tornar a medi-la, poderá verificar que a resistência do canal aumentou (isto devido ao fato da polarização inversa da junção PN ter estreitado o canal devido ao aumento da zona de depleção). Para um JFET canal P os procedimentos são idênticos, tendo-se só que trocar as polaridades das pontas de prova.

## Identificação com um multímetro dos terminais e polaridade de um transistor bipolar

Colocar o comutador rotativo do multímetro na posição de análise de junções PN (**figura 0**). Apenas para estas identificações podemos considerar o transistor como dois diodos em oposição. **Figura 19A**.

## Procedimentos

Os procedimentos serão apresentados a seguir:

## Identificação da base

Devemos encontrar um par de terminais em que, medindo a resistência num e noutro sentido, esteja seja muito elevada. Estamos em presença do Emissor e do Coletor (entre C e E diodos em oposição $R \approx \infty$). Por exclusão de partes, o outro terminal é a base;

## Transistor PNP ou NPN?

Coloque a ponta de prova + ou – no terminal da base e a outra ponta de prova num dos outros terminais.

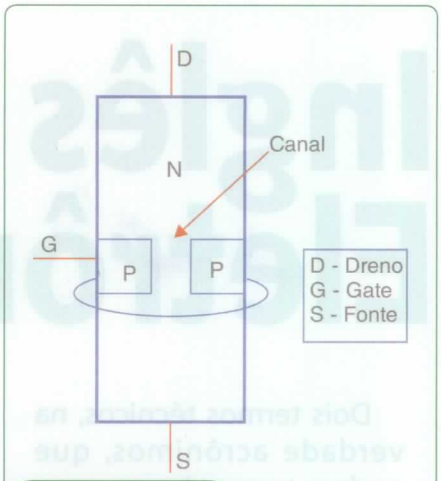
- + na base = se R é pequeno, temos polarização direta da junção = o transistor é NPN;
- + na base = se R é grande, temos polarização inversa da junção = o transistor é PNP;
- - na base = se R é pequeno, temos polarização direta da junção = o transistor é PNP;
- - na base = se R é grande, temos polarização inversa da junção = o transistor é NPN.

## Identificar o Emissor e o Coletor

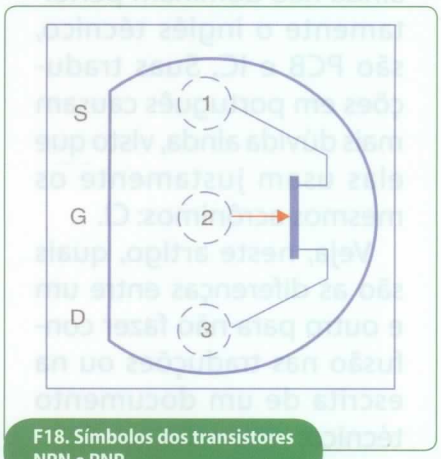
Entre o terminal de Base e qualquer um dos outros terminais medimos a resistência (no transistor NPN - positivo na Base, no PNP - negativo na Base). A resistência entre a Base e o Coletor é sensivelmente menor que a resistência entre a Base e o Emissor.

## Teste de fugas

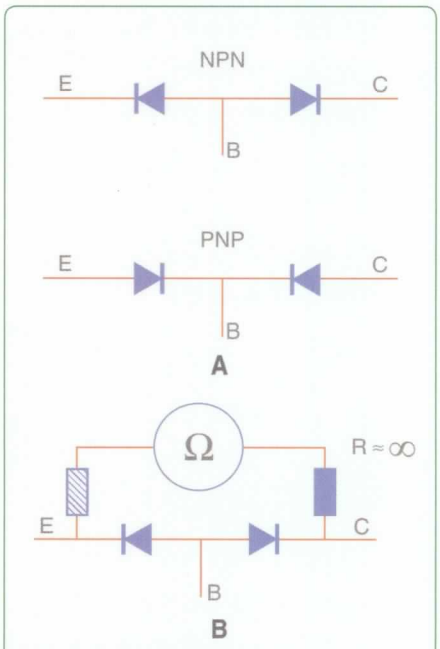
A corrente de fuga de um transistor de silício é inferior a 1 µA, no entanto, num transistor de germânio a corrente de fuga já é significativa. Repare na **figura 19B**.




F17. Vista de cima de um JFET.




F18. Símbolos dos transistores NPN e PNP.




F19. Teste de fugas de um transistor.

# Inglês para Eletrônicos

Newton C. Braga

Dois termos técnicos, na verdade acrônimos, que podem trazer alguma confusão para os leitores que ainda não dominam perfeitamente o inglês técnico, são PCB e IC. Suas traduções em português causam mais dúvida ainda, visto que elas usam justamente os mesmos acrônimos: CI.

Veja, neste artigo, quais são as diferenças entre um e outro para não fazer confusão nas traduções ou na escrita de um documento técnico.

PCB é o acrônimo para *Printed Circuit Board* ou Placa de Circuito Impresso que, em português, é abreviado por CI ou PCI. Por outro lado, IC é o acrônimo para *Integrated Circuit* ou Circuito Integrado, que leva justamente a mesma abreviação de circuito impresso, em português, ou seja, CI.

São duas coisas diferentes : PCB é a placa onde são montados os componentes, isto é, a placa que serve de chassi e que possui as trilhas de cobre de interligação. Já, IC, é o circuito integrado ou componente que possui em seu interior um "chip" de silício com os diversos elementos de um circuito, já interligados, de modo a realizar uma função.

O seguinte texto (em inglês) serve de exemplo para o uso desses termos:

> *"Solder the ICs, transistors, CA3140 op amp, and the MOSFET to the PCB. IC sockets are not included with the kit, but may be used if desired".*

Uma observação que deve ser feita neste texto é em relação à regência do verbo "to solder" (solder, solders, soldering, soldered). Em português usamos "soldar um componente na placa de circuito impresso" ou numa placa de circuito impresso. Em inglês a regência é *"to"*. Assim, a forma correta de usar o verbo é: *"to solder a component to a PCB"*.

Outro termo importante nesta frase é o verbo *"may"*. Como vimos em artigos anteriores desta série, ele indica uma recomendação, não sendo obrigatória. Em outras palavras, o significado dado para *"may"* é um deve (ou pode) permissível. Diferentemente de "shall", que é um deve exigido; de "must" que é um deve essencial para que a coisa funcione; ou de "should" que é de um deve de uma recomendação. Veja que temos ainda o "can" (pode), que significa que é possível mas não obrigatório.

A tradução desse pequeno texto ficará, então, como:

> *"Solde os CIs (circuitos integrados), transistores, amplificador operacional CA3140 e o MOSFET na placa de circuito impresso (PCI). Os soquetes dos circuitos integrados não estão incluídos no kit, mas podem ser usados se assim se desejar"*

## Confúcio

Os leitores já devem ter percebido que é de extrema importância usar a linguagem correta nas especificações técnicas. Um termo impróprio pode levar a erros, e erros podem levar a desastres. Um pequeno texto com mais de 2.000 anos, em inglês, é claro, do grande filósofo chinês Confúcio, nos mostra onde podemos chegar:

> *"If language is not correct, then what is said is not what is meant; if what is said is not what is meant, then what ought to be done remains undone; if this remains undone, morals and art deteriorate; if morals and art deteriorate, justice will go astray; if justice goes astray, the will stand about in helpless confusion. Hence there must be no arbitrariness in what is said"*
>
> *Confucius.*

Esse texto, que ensina muito (não só de inglês, mas também de moral), tem

algumas formas idiomáticas bastante interessantes que devem ser analisadas mais detidamente:

Começamos pelo termo "*ought*" que é explicado pelo "*Collins Cobuild English Language Dictionary*" através do seguinte texto: *"you use ought to say you think that an action or someone's behaviour is morally right. If you say ought not you think it is morally wrong".*

A tradução desse texto diz tudo: "você usa "*ought*"(deve) para dizer que pensa que uma ação ou procedimento de alguém é moralmente certa. Se você diz "não deve", você acredita (pensa) que ela é moralmente errada"

Outro termo que merece atenção é "*goes astray*". O "*Collins*" tem o seguinte texto para designar a expressão " goes astray": *"If something goes astray, it gets lost while it is being taken or sent somewhere. Ex: The had gone astray".*

Traduzindo: Se alguma coisa se extravia, ela se perde ao ser transportada ou enviada para algum lugar. Ex: A carta se extraviou.

A tradução para o texto de Confúcio fica, então:

*"Se a linguagem não for correta, então o que é dito não é o que significa; se o que é dito não é o que significa, então o que deve ser feito permanece sem ser feito; se permanece sem ser feito, moral e arte se deterioram; se moral e arte se deterioram, a justiça se extravia; se a justiça se extravia, o povo ficará numa confusão sem socorro. Portanto, é preciso não ser arbitrário no que se diz"*

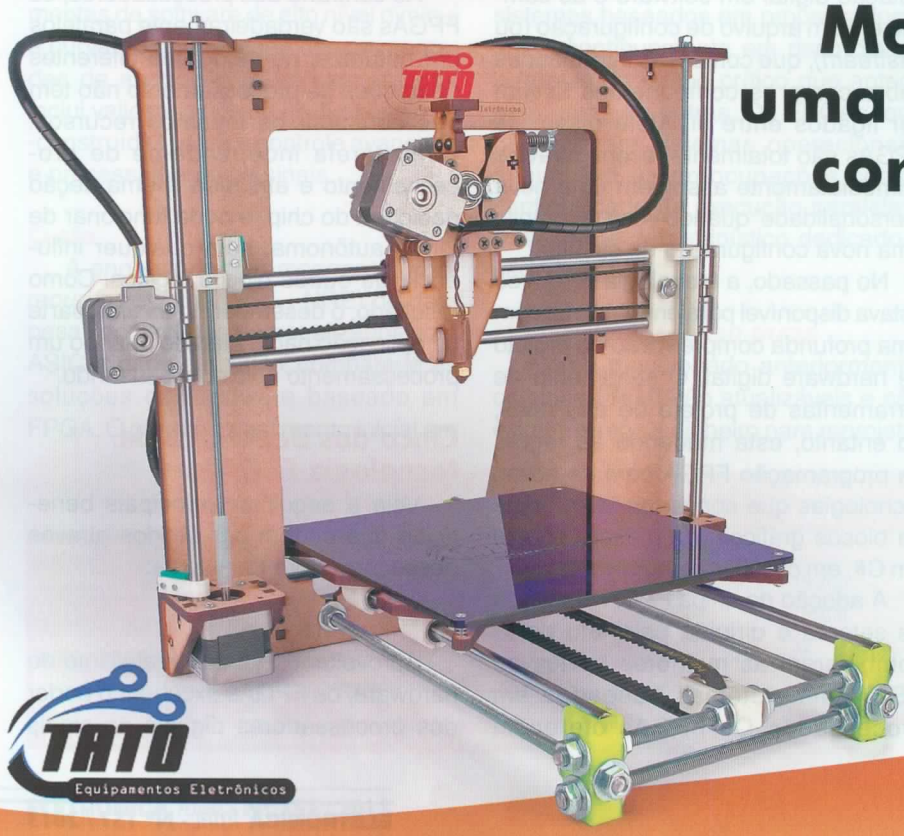
*Confúcio.*

## Vocabulário

***Solder:*** solde, solda, soldar
***Op amp:*** amplificador operacional
***PCB (Printed Circuit Board):*** placa de circuito Impresso
***Sockets:*** soquetes.
***Meant:*** significado (*de to mean* – significar, *means, meaning, meant*)
***Ought:*** deve, é conveniente
***Undone:*** desfeito (sem ser feito)
***Deteriorate:*** deterioram
***Astrays:*** desencaminhar, extraviar, enganosa
***Stand about:*** ficar em
***Helpless:*** sem socorro
***Arbitrariness:*** arbitrariedade.

## Acrônimos

***IC (Integrated Circuit):*** Circuito Integrado
***PCB (Printed Circuit Board):*** Placa de Circuito Impresso
***KGB (Knowm Good Board):*** Placa de circuito impresso correta.
***LSI (Large Scale Integration):*** Integração em Larga Escala (também Laboratório de Sistemas Integrados da USP)
***MLB (Multi Layer Board):*** Placa de circuito impresso multimarcas.
***PCA (Printed Circuit Assembly):*** Montagem em placa de circuito impresso: Usado para designar a placa com os componentes já montados.
***PWB (Printed Wiring Board):*** Placa de Conexões Impressas: o substrato formado pela placa e pelas conexões: o mesmo que PCB.
***SMD (Surface Mount Devices):*** componentes para montagem em superfície
***SMT (Surface Mount Technology):*** Tecnologia para montagem em superfície.
***SMA: (Surface Mount Assembly):*** módulo ou circuito que tem os componentes usando a tecnologia de montagem em superfície.


Monte você mesmo uma impressora 3D e construa protótipos em plástico!

Diversas opções de kits (ferragens, estrutura,...) até impressora montada



TATO Equipamentos Eletrônicos

www.tato.ind.br




# Introdução à tecnologia FPGA

A tecnologia FPGA (*Field-programmable gate array*) continua a ganhar impulso, e o mercado mundial de FPGA vem crescendo de US$ 1,9 bilhões em 2005 para US$ 2,75 bilhões em 2010. Desde sua invenção em 1984 pela Xilinx, os FPGAs passaram de um simples *chip* de lógica personalizada até realmente substituir circuitos integrados de aplicações específicas *(application-specific integrated circuits – ASIC)* personalizadas para processamento de sinais e aplicações de controle.

Por que essa tecnologia foi tão bem sucedida? Este artigo fornece uma introdução ao FPGA e destaca alguns dos benefícios que fazem os FPGAs únicos.

**Guilherme Kenji Yamamoto**
**Renan Airosa Machado de Azevedo**
**National Instruments**

## O que é um FPGA?

FPGAs são *chips* de silício reprogramáveis que usam blocos lógicos programáveis pré-construídos que têm recursos de roteamento, você pode configurar esses chips para implementar funcionalidades personalizadas de hardware sem nunca ter que pegar em uma placa de montagem ou ferro de solda. Você desenvolve tarefas de computação digital em software e as compila em um arquivo de configuração (ou *bitstream),* que contém as informações sobre como os componentes devem ser ligados entre si. Além disso, os FPGAs são totalmente reconfiguráveis e imediatamente assumem uma nova "personalidade" quando você recompila uma nova configuração de circuito.

No passado, a tecnologia FPGA só estava disponível para engenheiros com uma profunda compreensão do projeto de hardware digital. O surgimento de ferramentas de projeto de alto nível, no entanto, está mudando as regras da programação FPGA com as novas tecnologias que convertem diagramas de blocos gráficos, ou mesmo código em C#, em circuitos de hardware digital.

A adoção de chips FPGA em todos os setores é dirigida pelo fato deles combinarem as melhores partes do ASIC com sistemas baseados em processador. Os FPGAs oferecem confiabilidade e velocidade na temporização por hardware, mas não exigem grandes volumes para justificar o grande gasto inicial de um projeto ASIC personalizado. O silício reprogramável também tem a mesma flexibilidade de um software rodando em um sistema baseado em processador, mas não é limitado pelo número de núcleos de processamento disponível.

Ao contrário dos processadores, os FPGAs são verdadeiramente paralelos por natureza, de modo que diferentes operações de processamento não têm que consumir os mesmos recursos. Cada tarefa independente de processamento é atribuída a uma seção dedicada do chip, e pode funcionar de forma autônoma, sem qualquer influência de outros blocos lógicos. Como resultado, o desempenho de uma parte da aplicação não é afetado quando um processamento adicional é inserido.

## Cinco dos Benefícios da tecnologia FPGA

Veja a seguir os principais benefícios que podem ser obtidos através dessa inovadora tecnologia:

### Desempenho

Aproveitando-se do paralelismo do hardware, os FPGAs excedem o poder dos processadores digitais de sinais

(*digital signal processors* – DSPs) quebrando o paradigma de execução sequencial e realizando mais por um ciclo de *clock*. A BDTI, uma notável empresa de realização de *benchmarks*, lançou estes mostrando como os FPGAs podem oferecer muitas vezes o poder de processamento por dólar de uma solução DSP em algumas aplicações. Controlar entradas e saídas (E/S) no nível do hardware fornece tempos de resposta muito mais rápidos devido a funcionalidades especializadas para aproximar aos requisitos da aplicação.

## Tempo de mercado

A tecnologia FPGA oferece flexibilidade e rapidez na capacidade de prototipagem em face às crescentes preocupações sobre o tempo de mercado. Você pode testar uma ideia (ou conceito) e verificar no hardware sem passar pelo longo processo de fabricação de um projeto personalizado com ASIC. Você pode então implementar mudanças incrementais e interagir com o projeto de FPGA em poucas horas em vez de semanas.

Os Hardwares de mercado (*Commercial off-the-shelf* - COTS) também estão disponíveis com diferentes tipos de E/S já conectados a um chip FPGA. A crescente disponibilidade de ferramentas de software de alto nível diminui a curva de aprendizado com as camadas de abstração e, frequentemente, inclui valiosos núcleos IP (funções pré-construídas) para o controle avançado e processamento de sinais.

## Custo

A engenharia não recorrente (*non-recurring engineering* – NRE) de despesas em projetos personalizados com ASIC excede em muito, comparada às soluções de hardware baseado em FPGA. O grande investimento inicial em ASICs é fácil de justificar para os envios de milhares de chips OEMs por ano, mas muitos usuários finais precisam de funcionalidades personalizadas de hardware para as dezenas a centenas de sistemas em desenvolvimento. A própria natureza do silício programável significa que não há nenhum custo para a fabricação ou um longo prazo para a montagem. Como os requisitos do sistema mudam frequentemente ao longo do tempo, o custo de fazer mudanças incrementais para projetos FPGA é insignificante quando comparado com a grande despesa de reprogramar um ASIC.

## Confiabilidade

Enquanto as ferramentas de software fornecem o ambiente de programação, os circuitos FPGA são fáceis de implementar para a execução do programa. Sistemas baseados em processador, geralmente, envolvem várias camadas de abstração para ajudar a agendar tarefas e compartilhar recursos entre vários processos. A camada de *driver* controla os recursos de hardware e o sistema operacional gerencia a memória e a largura de banda do processador. Para qualquer núcleo do processador, apenas uma instrução pode executar por vez, e os sistemas baseados em processadores estão continuamente em risco devido a tarefas de tempo crítico que antecipam umas as outras. Os FPGAs, que não utilizam sistemas operacionais, minimizam as preocupações com a confiabilidade da execução paralela e o hardware determinístico dedicado a cada tarefa.

## Manutenção a longo prazo

Como mencionado anteriormente, os chips FPGA são atualizáveis e não exigem tempo e dinheiro para reprojetar como no ASIC. Protocolos de comunicação digital, por exemplo, têm especificações que podem mudar ao longo do tempo, e interfaces baseadas em ASIC podem causar adiantamento de desafios de compatibilidade e manutenção. Por serem reconfiguráveis, os chips FPGA são capazes de acompanhar as modificações futuras que possam ser necessárias. Conforme um produto ou sistema amadurece, você pode fazer melhorias funcionais sem gastar tempo reprojetando hardware ou modificando o *layout* da placa.

## Escolhendo um FPGA

Ao analisar as especificações de um chip FPGA, note que elas são divididas em blocos lógicos configuráveis, células lógicas, lógica de função fixa como multiplicadores e recursos de memória como bloco de RAM integrada. Há muitos outros componentes do chip FPGA, mas estes são normalmente os mais importantes para selecionar e comparar FPGAs para uma determinada aplicação.

A **tabela 1** apresenta as especificações dos recursos utilizados para comparar chips FPGA Xilinx dentro de várias famílias. O número de portas lógicas tem sido tradicionalmente uma forma de comparar o tamanho dos chips FPGA e a tecnologia ASIC, mas não acaba descrevendo realmente o número de componentes individuais dentro de um FPGA. Esta é uma das razões para que a Xilinx não especifique o número de portas do sistema para a nova família Virtex-5.

## Conclusão

A adoção da tecnologia FPGA vem aumentando, assim como o nível das ferramentas que fornecem benefícios para engenheiros e cientistas de todas as áreas.

| | Virtex-II 1000 | Virtex-II 3000 | Spartan-3 1000 | Spartan-3 2000 | Virtex-5 LX30 | Virtex-5 LX50 | Virtex-5 LX85 | Virtex-5 LX110 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Portas | 1 milhão | 3 milhões | 1 milhão | 2 milhões | - | - | - | - |
| Flip-Flops | 10.240 | 28.672 | 15.360 | 40.960 | 19.200 | 28.800 | 51.840 | 69.120 |
| LUTs | 10.240 | 28.672 | 15.360 | 40.960 | 19.200 | 28.800 | 51.840 | 69.120 |
| Multiplicadores | 40 | 96 | 24 | 40 | 32 | 48 | 48 | 64 |
| Bloco de RAM (kb) | 720 | 1.728 | 432 | 720 | 1.152 | 1.728 | 3.456 | 4.608 |

T1. Especificações de Recursos FPGA para várias famílias.

# Perguntas e Respostas mais Frequentes sobre Componentes Eletrônicos

Newton C. Braga

Parte Final

## Que cuidados devemos ter ao manusear componentes MOS?

Os componentes MOS (*Metal Oxide Semicondutor*) possuem uma camada finíssima de um óxido metálico isolante (que lhe dá nome), isolando os seus diversos elementos, por exemplo, a porta do substrato. Esta capa pode ser facilmente rompida por qualquer descarga de uma tensão mais elevada como, por exemplo, a provocada pela eletricidade estática acumulada em nosso corpo. Assim, basta o contato dos dedos nos terminais destes componentes para que a descarga produzida seja suficiente para furar esta capa, e assim inutilizá-los.

Circuitos integrados MOS, transistores de efeito de campo, circuitos de memórias de computadores e outros são alguns exemplos de componentes que não devem ser seguros pelos terminais.

## O que é impedância?

O modo como um circuito "vê" outro, para o qual deve transferir o sinal, pode ser medido por uma impedância. A impedância nada mais é do que a "resistência" que um circuito representa, mas em termos de corrente contínua ou alternada, ou seja, é composta por uma resistência pura, uma capacitância e uma indutância. Um circuito só consegue transferir para outro toda a energia de que ele dispõe, quando sua impedância de saída é igual à da entrada do outro circuito que deve receber os sinais. Por este motivo, para que os sinais de uma etapa para outra de um circuito, ou de um equipamento para outro, sejam transferidos de modo eficiente, deve haver um casamento de impedâncias entre eles, ou seja, suas impedâncias devem ser iguais.

Um caso importante a ser observado é o da entrada de certos circuitos que não necessitam necessariamente de todo o sinal que lhes pode ser fornecido para funcionar. Por exemplo, se um amplificador pode fornecer uma potência em sua saída de 1 W, mas o circuito que ele deve excitar só precisa de 1 mW, as impedâncias não precisam ser casadas exatamente. Basta que a tensão de saída do circuito que excita atinja o valor mínimo que o outro exige, mesmo que a potência transferida seja menor, para que haja o bom funcionamento do circuito que deve receber o sinal.

Em um amplificador, se ligarmos alto-falantes com impedância total igual a da saída, teremos o melhor rendimento. Com uma impedância menor, o sistema ainda funciona, mas a potência de áudio obtida será menor. O perigo está em usar alto-falantes com impedâncias menores que a saída do amplificador. Os circuitos podem ser forçados, ocorrendo a queima de componentes.

## Como dimensionar a potência de alto-falantes?

Os alto-falantes devem ser capazes de transformar em som toda a potência de áudio fornecida pelo equipamento de som. Se isso não ocorrer, pode haver um excedente que se transforma em calor e o alto-falante queima-se. Isso significa que o conjunto de alto-falantes ligado em cada canal de um sistema de som deve ser capaz de manusear a potência deste canal.

## Como obter componentes?

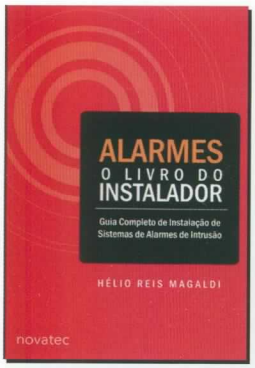
Está cada vez mais difícil contar com lojas de componentes mesmo nos grandes centros. A redução do número de técnicos reparadores e montadores, já que é possível obter muitos equipamentos em *kits* e as empresas que fabricam os têm em suas oficinas autorizadas, dificultam a obtenção dos componentes, mesmo os mais simples. Para os leitores que precisam de componentes, existem as seguintes alternativas:

- Compra pelo correio ou Internet. Existem empresas que vendem componentes pelo Correio e Internet como a RS, Farnell etc.
- Ida aos grandes centros que ainda possuem lojas, como São Paulo (Rua Santa Ifigênia) e Rio de Janeiro.
- Obtenção de componentes a partir de equipamentos fora de uso que possam ser desmontados.




# Sua loja de livros técnicos na internet

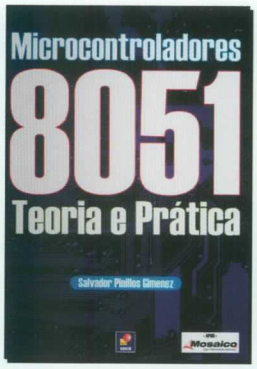
## Promoções especiais e brindes

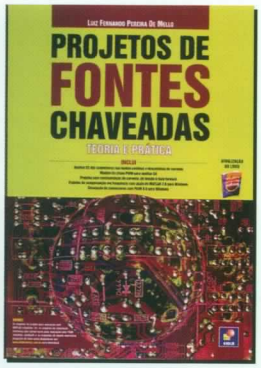






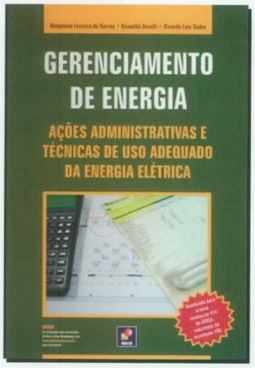


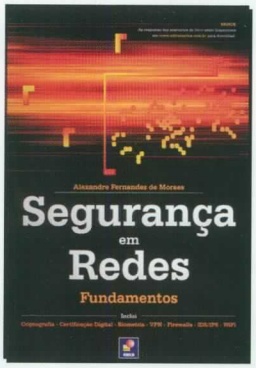



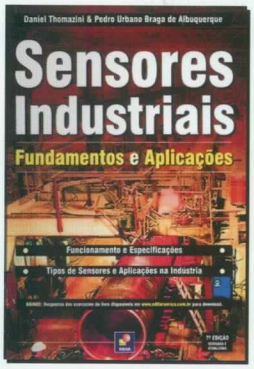



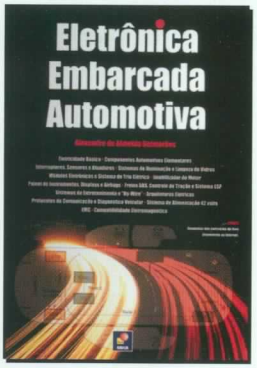


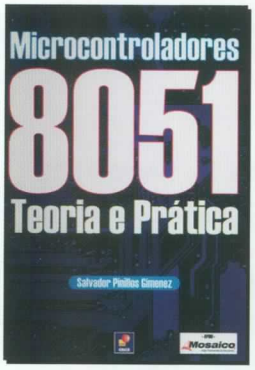


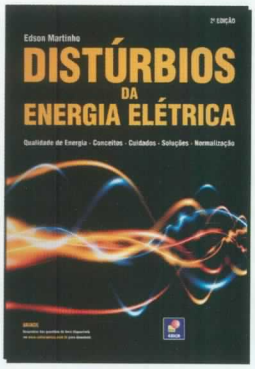


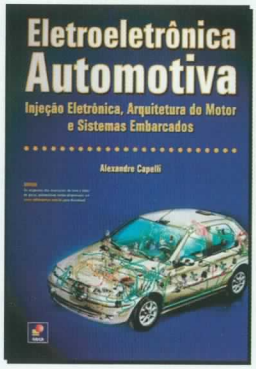









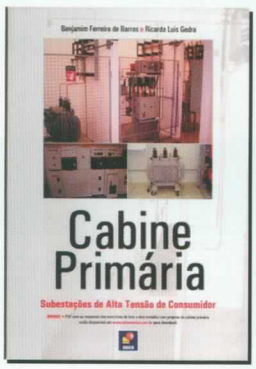














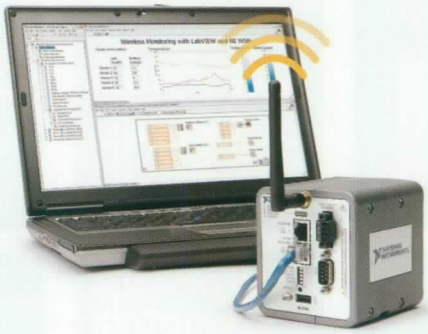

# Monitoramento remoto fácil para ambientes desafiadores,

## com o NI Wireless Sensor Networks









A plataforma NI Wireless Sensor Networks (WSN) simplifica as aplicações de monitoramento remoto e oferece uma solução de monitoramento completa e personalizável. O NI WSN reduz os custos de instalação e manutenção, além de ser uma solução flexível e confiável que tem por característica a operação em ambientes industriais e nós de medição alimentados por bateria. Usando o ambiente de desenvolvimento gráfico NI LabVIEW, você pode visualizar e analisar os dados, acessá-los via web e programar os nós para processamento local.

### PLATAFORMA DE PRODUTOS

*Gateway programável*
*Gateway com comunicação Ethernet*
*Nós para medição de sinais analógicos*
*Nós para medição com termopar*
*Nós para medição de tensão/RTD*
*Módulo LabVIEW WSN*
*Chassis para encapsulamento dos nós*

>> Aprenda mais sobre as tecnologias do WSN em **ni.com/wirelessdevices** **(11) 3149-3149**

National Instruments Portugal, Unipessoal Lda • Sociedade por Quotas • Sede: Taguspark - Parque de Ciência e Tecnologia n Núcleo Central, 483, 2740-122 Oeiras Portugal • Conservatória do Registo Comercial de Cascais • N° de Matrícula (NIPC/NIF): 504597892 • Capital social: 5.000,00 Euros

©2012 National Instruments. Todos os direitos reservados. LabVIEW, National Instruments, NI, e ni.com são marcas registradas da National Instruments. Os outros nomes de produtos e das empresas mencionadas são marcas registradas e nomes comerciais das respectivas empresas. 02964

NATIONAL INSTRUMENTS