12 CIRCUITOS DE FREQÜÊNCIA CMOS

Ano 40 Nº 386 - Março/05
Europa € 4,30
Brasil R$ 11,90

www.sabereletronica.com.br

# SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO



## Display de Mensagens Publicitárias

## Interferência Eletromagnética
Problemas, soluções e casos reais em TI

## Geração de Energia Eólica

Novidade Tecnológica
## O Fim do Transistor




## Qualidade da Energia Elétrica

Diagnosticando problemas com precisão usando analisador Fluke 434

ISSN 0101-0274




## Lançamento ( Janeiro/2005 )

**Microcontroladores PIC16F628A/648A - Uma abordagem prática e objetiva**

Fornece um conteúdo didático, que possibilita desenvolver aplicações em linguagem assembly para os PIC16F628A/648A, utilizando todos os recursos desses microcontroladores. A primeira parte explica como estruturar programas em linguagem assembly, simular, debugar e gravar o programa na memória do microcontrolador. A segunda parte aborda os periféricos, cada um em um capítulo exclusivo, seguido por um programa exemplo, desenvolvido sob a óptica da programação estruturada, que possibilita comprovar, em circuito, o funcionamento do periférico estudado.

Autor: Wagner da Silva Zanco

De: R$ ~~89,00~~ **Por: R$ 80,10**

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Automação - Controle Discreto

Autor: Paulo R. da Silveira e Winderson E. Santos

de R$ ~~62,00~~ por R$ 55,80

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Automação Industrial

Autor: Ferdinando Natale

de R$ ~~61,00~~ por R$ 54,90

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Automação Hidráulica

Autor: Arivelto Bustamante Fialho

de R$ ~~79,00~~ por R$ 63,00

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Automação Eletropneumática

Autor: Nelso Gauze Bonacorso e Valdir Noll

de R$ ~~44,00~~ por R$ 39,60

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Automação Pneumática

Autor: Arivelto Bustamante Fialho

de R$ ~~76,00~~ por R$ 68,40

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Centrais e Aproveitamentos Hidrelétricos - Uma introdução ao Estudo

Autor: Gilio A. Simone

de R$ ~~61,00~~ por R$ 54,90

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Máquinas de Indução Trifásicas - Teoria e Exercícios

Autor: Gilio A. Simone

de R$ ~~43,00~~ por R$ 40,50

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Dispositivos Semicondutores Tiristores - Estude e Use

Autor: José Luiz A. de Almeida

de R$ ~~44,00~~ por R$ 39,80

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Máquinas de Corrente Contínua - Teoria e Exercícios

Autor: Gilio A. Simone

de R$ ~~45,00~~ por R$ 40,50

OFERTA! 10% DE DESCONTO




Dispositivos Semicondutores: Diodos e Transistores - Estude e Use - 9ª Edição

Autor: Marques / Cruz / Salomão

de R$ ~~82,00~~ por R$ 73,80

| Título / Autor | Preço |
|---|---|
| Curso Básico de Eletrônica / Newton C. Braga | R$ 18,90 |
| Instalações Elétricas sem Mistério / Newton C. Braga | R$ 15,90 |
| Cabeamento de Redes / Pedro Medoe | R$ 18,90 |
| Curso de Instrumentação Eletrônica | |
| Multímetros - Vol. 1 / Newton C. Braga | R$ 14,90 |
| Curso de Instrumentação Eletrônica | |
| Multímetros - Vol. 2 / Newton C. Braga | R$ 14,90 |
| Curso Básico de Telefonia / Pedro Medoe | R$ 13,90 |

**PEDIDOS - SABER MARKETING DIRETO**

www.sabermarketing.com.br ou pelo telefone: (11) 6195-5330

*NOS PREÇOS NÃO ESTÁ INCLUIDO O VALOR DO FRETE QUE SERÁ CALCULADO DEPENDENDO DA LOCALIDADE E DO TIPO DE ENVIO ( ENCOMENDA OU SEDEX)

*REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL* *PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 25/03/2005*

**Editora Saber ltda.**

**Diretores**
Hélio Fittipaldi
Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

ELETRÔNICA
TECNOLOGIA · INFORMÁTICA · AUTOMAÇÃO
www.sabereletronica.com.br

**Editor e Diretor Responsável**
Hélio Fittipaldi

**Diretor Técnico**
Newton C. Braga

**Redação**
Sérgio Vieira

**Conselho Editorial**
João Antonio Zuffo
Newton C. Braga

**Colaboradores**
Alexandre Capelli,
Alfonso Perez,
Dante J. S. Conti,
Luiz Henrique C. Bernardes,
Márcio José Soares

**Designers**
Diego M. Gomes,
Diogo Shiraiwa,
Jonas Ribeiro Alves,
Renato Paiotti

**Circulação**
José Luiz Cazarim

**PUBLICIDADE**
André Zanferrari
Carla de Castro Assis
Melissa Rigo Peixoto
Ricardo Nunes Souza

**PARA ANUNCIAR: (11)6195-5339**
publicidade@editorasaber.com.br

**Impressão**
PROL Editora Gráfica Ltda.

**Distribuição**
Brasil: DINAP
Portugal: Logista Portugal
tel.: 121-9267800

**ASSINATURAS**
www.sabereletronica.com.br
fone: (11) 6195-5335/fax: (11) 6198-3366
atendimento das 8:30 às 17:30h

**Saber Eletrônica** é uma publicação mensal da Editora Saber Ltda, ISSN 0101-6717. Redação, administração, publicidade e correspondência: Rua Jacinto José de Araújo, 315, Tatuapé, CEP 03087-020, São Paulo, SP, tel./ fax (11) 6195-5333. Edições anteriores (mediante disponibilidade de estoque), solicite pelo site www.sabereletronica.com.br, ou pelo tel. 6195-5330, ao preço da última edição em banca.

**Associada da:**
ANER
Associação Nacional dos Editores de Revistas.

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

# EDITORIAL



Hélio Fittipaldi

O mercado brasileiro ainda é um imenso desconhecido dos empresários em geral. Este desconhecimento afeta muito o desempenho da indústria que deixa de investir, no que trará melhores resultados para o negócio, para fazê-lo, no que não contribuirá para um sucesso a curto e médio prazo.

Notamos que informações básicas sobre o tamanho do mercado, quantidade de concorrentes e sua participação de mercado, ainda não está na mira de muitos empresários e até de executivos de algumas multinacionais. Não queremos aqui, neste exíguo espaço discutir esta questão, mas sim alertar que tudo isto afeta muito a área de novos projetos que não é acionada e conseqüentemente por falta de inovação e novos produtos o faturamento tende a diminuir. Sempre no intuito de fomentar o mercado é que tratamos de assuntos diversos para economia de custos, manutenção e desenvolvimento.

Nesta edição destacamos o Display de mensagens publicitárias microcontrolado, que serve como base para um projeto comercial. Para a área de energia elétrica, analisamos um instrumento lançado no fim do ano passado, pela Fluke, que facilita muito a vida do profissional responsável pelo funcionamento ininterrupto e a qualidade da rede de energia de baixa voltagem até 600 volts. Ele é capaz de analisar tensão e corrente simultaneamente além de ser um osciloscópio, multímetro categoria IV True RMS, e também registra dados conectado a um computador.

**Atendimento ao Leitor: a.leitor.saberelet ronica@editorasaber.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 idéias 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.

# ÍNDICE


**MICROCONTROLADORES**

Display de Mensagens Publicitárias com Microcontrolador PIC16F877 — 3

**ENERGIA**

Qualidade da Energia Elétrica Diagnosticando problemas com precisão (Analisador Fluke 434) — 12

Geração de Energia Eólica — 18

Interferência Eletromagnética — 22

**TECNOLOGIA**

O Fim do Transistor — 30

Entenda as Especificações dos Semicondutores de Potência — 32

Usando Mosfets de Canal P — 35

**DESENVOLVIMENTO**

Divisores de Freqüência CMOS — 38

**INGLÊS NA ELETRÔNICA**

Interpretando "Data Sheets" — 42

**TELECOMUNICAÇÃO**

Técnicas de Modulação e Multiplexação — 44

Medidor de Intensidade de Campo — 48

**CIRCUITOS PRÁTICOS**

60 Hz TTL — 54

Referência de 5 V — 55

Receptor para RS-232 — 56

**COMPONENTES**

Cuidados ao Usar Mosfets de Potência — 57

LM4960- Amplificador Boomer para FTE Piezoelétrico — 60

ACS754 – Sensor de Corrente — 61

TPA2005D1- Amplificador de 1,1 W Classe D — 62

TPI8011N e TPI12011N- Proteção Tripolar p/ Interfaces ISDN — 64

Informativo ABEE-SP..... 28

# DISPLAY DE MENSAGENS PUBLICITÁRIAS COM MICROCONTROLADOR PIC16F877



Há algum tempo nossos leitores tem aguardado por este projeto: um *display* para mensagens publicitárias com um microcontrolador PIC Microchip®. Já publicamos alguns similares em edições anteriores, mas nunca utilizando esta família de microcontroladores. Este projeto, além de preencher uma lacuna também poderá abrir novas possibilidades para o mercado, já que serve como base para um projeto comercial.

Márcio José Soares

## A PROPOSTA

No ano de 1999 publicamos um artigo, na edição nº 318, que na época chamou muito a atenção dos nossos leitores. Tratava-se do "Display Alfanumérico Programável" do autor Alfonso Perez. O projeto foi um sucesso. Tanto que a edição está esgotada!

Nossos leitores sempre atentos à possibilidade de realizarem pequenos (e por que não grandes?) projetos para o mercado, nos cobraram um novo projeto dessa natureza. Em julho de 2002, na revista Eletrônica Total edição nº 92, republicamos o artigo. O sucesso do projeto foi novamente confirmado.

Porém, para a grande maioria dos nosso leitores havia um pequeno problema: o microcontrolador utilizado. Apesar do microcontrolador 87C751 ainda ser facilmente encontrado no mercado (e também seus similares), nossos leitores desejavam algo mais "moderno". E a resposta a esse anseio está neste artigo. Nosso articulista, Márcio José Soares, reestruturou o "antigo" projeto utilizando um microcontrolador PIC16F877 Microchip®.

O novo *display* tem agora as seguintes características:

- 60 colunas no total
- 12 caracteres por linha
- 24 caracteres ou mais no *buffer* de escrita
- Comunicação RS-232 para entrada de dados (comunicação com PC, modem GSM, teclado serial, etc)
- menor número de componentes externos.

O controle do *display* é feito pelo Microcontrolador PIC16F877 Microchip®. As características do mesmo são as seguintes:

- Memória FLASH de programa com 8kbytes
- 368 bytes de RAM
- 256 bytes de EEPROM
- 32 pinos de I/O com dreno de corrente na ordem de 20 mA
- 10 conversores analógicos (AD) de 10 bits
- Dois "timer's" de 8 bits e um de 16 bits
- Dois canais CCP (*Capture, Compare and PWM*)
- Um canal USART para comunicação RS-232
- Comunicação SPI ou I²C
- Várias opções para oscilador
- RC
- Cristal ou ressonador
- Cristal de alta freqüência (acima de 10 MHz)
- *Clock* externo
- Watch Dog Timer: (cão de guarda) interno
- Controle de "Power-on Reset" e "Power-up Timer"
- Proteção de código contra cópias
- Código de instruções reduzido (35 instruções)
- Encapsulamento DIP com 40 pinos.

Para aqueles que desejam maiores informações sobre este microcontrolador, aconselhamos o "download" do "datasheet" no *site* do fabricante, www.microchip.com.

## PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Antes de prosseguir com qualquer explanação sobre o funcionamento do circuito, é necessário entender mais a respeito do princípio "fisiológico" e também "psicológico", no qual o mesmo se apóia: a Persistência Retiniana e o fenômeno *Phi*.

O conceito da Persistência Retiniana é conhecido desde o antigo Egito e apesar dos trabalhos desenvolvidos por Isaac Newton, só em 1824 é que Peter Mark Roget definiu-o satisfatoriamente como a capacidade que a retina possui de reter a imagem por cerca de 1/20 a 1/5 segundo após o seu desaparecimento do campo de visão.

Por muito tempo acreditou-se que este fenômeno fisiológico fosse o responsável pela síntese do movimento. Porém, posteriormente chegou-se a conclusão que ele constitui um obstáculo à formação das imagens animadas, pois tende a sobrepô-las na retina, misturando-as entre si.

O que salvou o Cinema, por exemplo, como aparato técnico, foi a inserção de um intervalo "negro" entre a projeção de um fotograma para outro, permitindo atenuar a imagem persistente que ficava retida pelos olhos (retina). O fenômeno da retina explicado através do exemplo do cinema, é o fato de justamente não se ver este intervalo (quadro) negro.

A síntese do movimento é, na verdade, explicada através de um fenômeno psíquico, e não óptico ou fisiológico, e foi analisada por Max Wertheimer e Hugo Musterberg entre 1912 e 1916, ao qual se deu o nome de fenômeno *Phi*. Este providencia uma "ponte" mental entre as figuras expostas aos olhos permitindo ver uma série de imagens estáticas como apenas um movimento contínuo, isto é, se duas imagens são expostas aos olhos em diferentes posições uma após a outra e com pequenos intervalos de tempo, os observadores julgam que se trata apenas de uma imagem que se move da primeira para a segunda posição.

Baseado neste principio, é possível através de uma matriz de pontos (LEDs) criar a ilusão do movimento de um caracter ou mesmo de uma seqüência deles, apenas montando-os em posições diferentes (seqüência lógica) com pequenos intervalos de tempo para cada montagem, exatamente como o que é feito com os fotogramas no Cinema. O intervalo "negro" é feito com o "desligar" momentâneo de toda a matriz de LEDs.

## O CIRCUITO

Na **figura 1** o leitor tem o circuito elétrico do display. O microcontrolador CI, é o cérebro de "controle" de todo o circuito. Note que as matrizes de LEDs utilizadas tem 5 colunas com 7 linhas, totalizando 35 LEDs por matriz.

Na **figura 2** o leitor pode ver o esquema desta matriz, extraído do *datasheet* da mesma (que pode ser obtido em nosso *site*). Repare que nas colunas estão ligados os anodos dos LEDs e nas linhas seus catodos. No mercado existem vários tipos, com cores, tamanhos, e outras variantes interessantes. Aconselhamos ao leitor, caso não encontre o tipo por nós utilizado que, baseado no *datasheet* cedido, adquira um "similar".

Os itens a serem observados são:

- consumo de corrente por LED
- tensão máxima e mínima por segmento (LED)
- pinagem compatível entre linhas e colunas
- posição do anodo e catodo em relação à linha e coluna compatíveis.

$CI_3$, $CI_4$, $CI_5$ e $CI_6$ são "demux" de "4" linhas para "16" (74HC154). A entrada deste CI recebe um valor BCD, o qual é refletido na sua saída na forma decimal. É importante salientar que este CI tem a saída "barrada" (invertida), ou seja, o pino na saída vai a nível lógico "0" sempre que selecionado, permanecendo todos os outros em nível lógico "1".

A aplicação destes CIs no circuito é bem clara. Temos no PIC16F877 um total de 32 I/Os apenas. Porém, para controlar o display são necessários 60 pinos de I/O para as colunas e "7" pinos de I/O para as linhas. Fica claro que apenas o microcontrolador não teria condições de fazê-lo.

Todas as entradas BCD dos quatro CIs (3, 4, 5 e 6) estão interligadas. A escolha da coluna desejada é

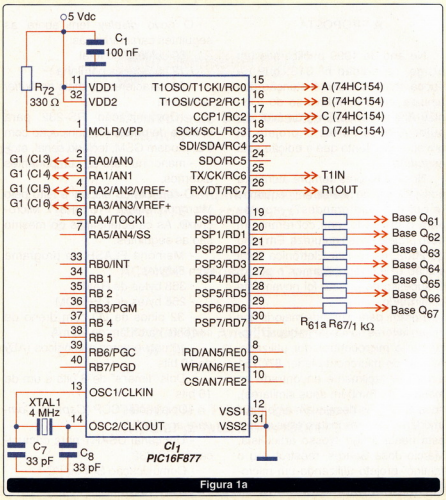



Figura 1a

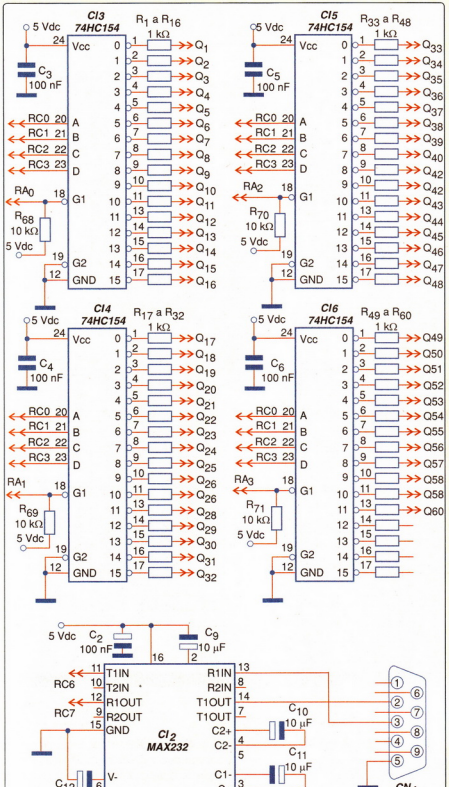



Figura 1b

feita através do pino G1 destes CIs. Quando este pino é levado ao nível lógico "1", todas as saídas são colocadas também em nível lógico "1", e quando colocado em nível lógico igual a "0" temos o dado BCD da entrada, refletido de forma decimal na saída do CI. Desta forma, tem-se uma maneira de selecionar a coluna desejada através do CI 74HC154 ligado à mesma.

$CI_2$ é um MAX232, um "line driver" para comunicação serial RS-232. $CI_7$ é um regulador de voltagem de 5 VDC para a parte lógica do circuito. Os LED's (emissores de $Q_1$ a $Q_{50}$) também são alimentados por uma linha de 5 VDC, porém externa. Essa providência foi tomada para que a escolha da matriz fique livre para nossos leitores.

Os transistores $Q_1$ a $Q_{50}$ são do tipo PNP, pois são ativados pela saída "barrada" do 74HC154. Note que não há qualquer resistor limitador para os LEDs da matriz.

Apesar de termos 5 VDC alimentando cada LED da matriz, devemos considerar a queda de tensão provocada pelo transistor de controle de linha e coluna, que é da ordem de 0,6 VDC para cada. Temos assim uma queda de 1,2 VDC aproximadamente, sendo 3,8 VDC (5 – 1,2) a tensão de alimentação para os LEDs. Um outro fator importante é o tempo de varredura que é da ordem de 25 µs para cada coluna.

Os transistores $Q_{51}$ a $Q_{67}$ são do tipo NPN e controlados diretamente pelo microcontrolador. A corrente Ic dos transistores selecionados é da ordem de 500 mA. Caso a matriz de LEDs escolhida pelo leitor tenha um consumo diferente do apontado neste artigo, é aconselhável rever o tipo do transistor a ser utilizado. Faça o seguinte cálculo:

Para os transistores da coluna:

***Número de LEDs por coluna x corrente do LED***

Para os transistores de linha:

***Número de LEDs por linha x corrente do LED***

Se o valor encontrado estiver dentro da faixa estipulada, a troca dos transistores não será necessária.

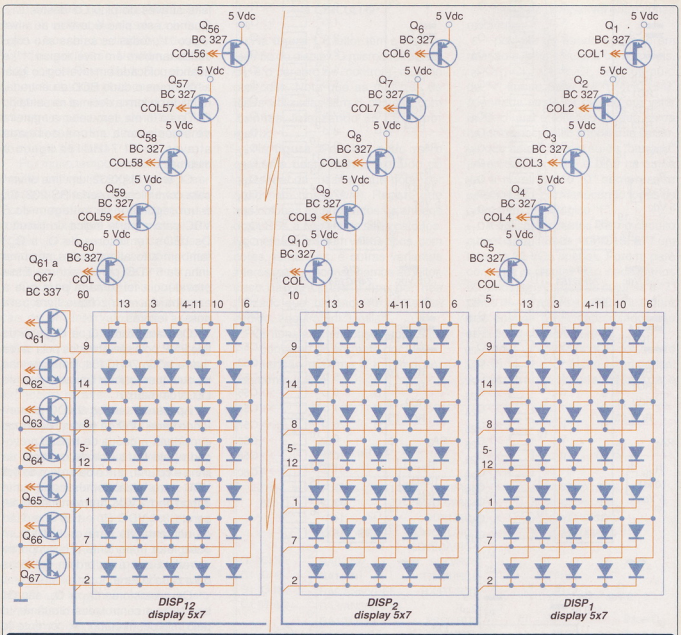



Figura 1c

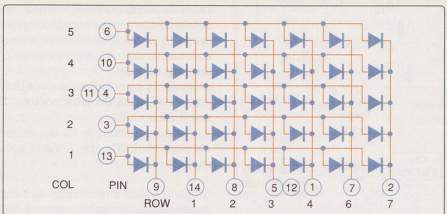



Figura 2 - Esquema da matriz de LED.

## MONTAGEM

Na **figura 3** temos o *lay-out* para confecção do circuito impresso da placa principal que contém a lógica de controle, e na **figura 4** o *lay-out* "reduzido" da placa para as matrizes de LEDs. A redução foi necessária devido ao tamanho da mesma exceder o tamanho da página da revista. Ambas as placas (lado cobreado) estão disponíveis para "download" em nosso *site* www.sabereletronica.com.br. Repare que ambas as placas são do tipo "dupla face".

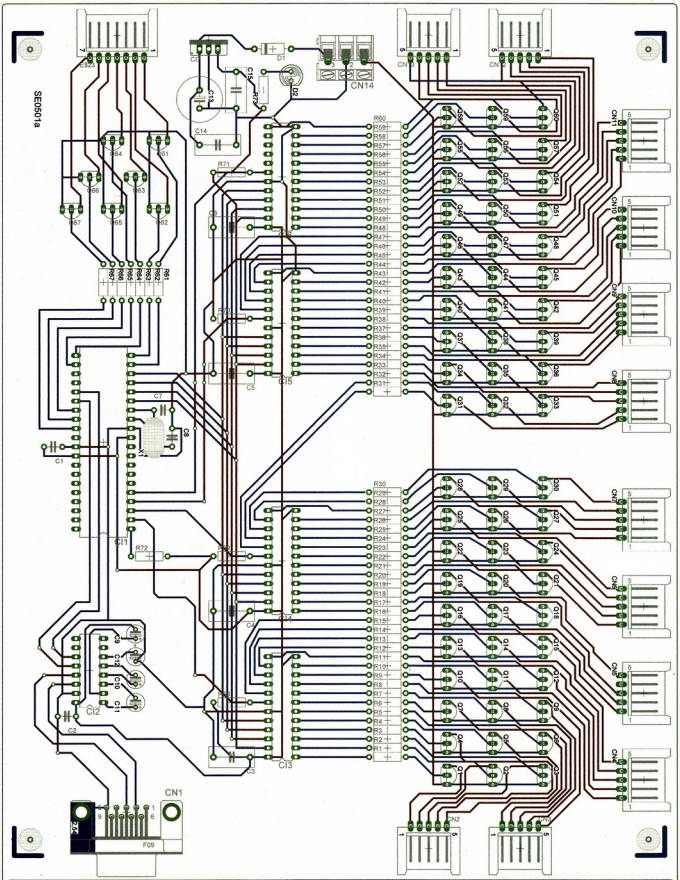



Figura 3 - Lay-out para placa Principal

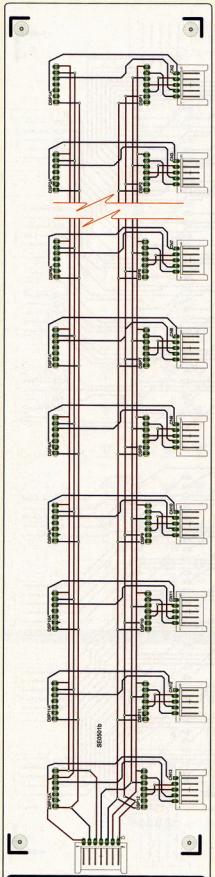



Figura 4 - Lay-out para placa Matriz

Ao confeccionar ambas as placas, tome muito cuidado ao "grafá-las" na placa virgem. Existem pontos de "transporte" (ilhas) entre o lado de cima e de baixo da placa que devem coincidir no mesmo ponto para, posteriormente, serem conectados com um pedaço de terminal de algum componente já soldado.

Solde os transistores tomando cuidado para não invertê-los de sentido e também para não trocar os tipos NPN por PNP, e vice-versa. Os resistores são todos de 1/8 watt e merecem atenção para evitar uma eventual troca.

Use soquetes para os CIs. Evite soldá-los diretamente à placa, principalmente o microcontrolador. O uso de conectores para a ligação entre as placas é também recomendável. O comprimento dos cabos que irão ligar linhas e colunas entre as placas não deve exceder 50 cm. Os cabos para as colunas possuem 5 pontos de ligação e para a linha 7 pontos. Observe que cada conector (CNx) na placa lógica e placa para Matrizes possuem uma numeração. Siga-as para evitar qualquer erro. Veja um exemplo de um dos cabos para coluna, montado para nosso protótipo na **figura 5**.

É adequado usar um radiador de calor para $CI_1$, evitando assim sobreaquecimento do mesmo.

Ao montar a placa das matrizes, tenha cuidado para não inverter a posição das mesmas. Veja pelo datasheet que linhas e colunas seguem uma seqüência na ligação de seus pinos. Qualquer inversão poderá provocar o não funcionamento do display.

Como fonte de alimentação para nosso protótipo escolhemos uma fonte ATX para PC. A linha de alimentação para periféricos como HDs, CD-ROMs e outros é ideal para esta aplicação. Os 5 VDC (cabo vermelho) devem ser ligados a $CN_{14}$ para alimentar as matrizes (emissores de $Q_1$ a $Q_{80}$), os 12 VDC devem ser ligados a entrada do $CI_2$ para a posterior regulagem. O GND (cabo preto) deve ser ligado também à placa, fornecendo a linha de terra para a alimentação.



Figura 5 - Cabo para interligação entre as placas

O leitor que preferir poderá desenvolver sua própria fonte, porém acreditamos que os custos envolvidos podem se equiparar, e muitos são os que possuem tais fontes em suas sucatas, aguardando uma oportunidade de uso. Fica aqui mais esta sugestão.

Para a comunicação entre um PC e a placa, o leitor irá precisar de um cabo serial. Este cabo deve ser montado conforme ilustra a **figura 6**.

Após a montagem, verifique-a com muita atenção. É preferível perder alguns minutos em uma boa inspeção a perder horas tentando encontrar um componente que se danificou devido a um erro na montagem. Na figura de abertura o leitor tem uma visão geral do nosso protótipo montado.

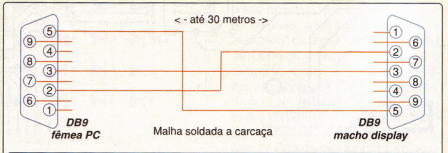



Figura 6 - Cabo de comunicação

## O PROGRAMA

O programa de controle foi desenvolvido na Linguagem "C". Tanto o código-fonte quanto o código HEX estão disponíveis em nosso *site* para *download*. Veja em www.sabereletronica.com.br.

Optou-se por esta linguagem, pois além de mais intuitiva, ela também é muito "cobrada" por inúmeros leitores que desejam aprender mais sobre seu uso junto a microcontroladores.

Acreditamos que nosso leitor deva (caso ainda não o tenha feito) iniciar seus estudos sobre a mesma o mais breve possível. As chances de emprego na área dos microcontroladores são muito boas hoje em dia, porém um dos pré-requisitos exigido é justamente este: "conhecimentos na Linguagem C".

Recentemente em nossa revista "irmã", a Eletrônica Total, o autor Márcio José Soares desenvolveu uma série sobre a linguagem "C" que pode ser aproveitada tanto na programação de PCs quanto de microcontroladores. Esta série pode servir de base para os leitores sem conhecimento sobre a linguagem. Maiores informações sobre esta série podem ser obtidas no *site* www.eletronicatotal.com.br.

Na **figura 7** o leitor tem o fluxograma que explica o programa de controle. Ele inicia o microcontrolador (*setup* para pinos de I/O, configurações para seus periféricos, etc) e em seguida começa um laço, dentro da função "**Main**" para varrer a matriz inserindo cada caracter presente no *buffer* de escrita.

Ao mesmo tempo, o microcontrolador aguarda um dado pelo canal serial (RS-232). Quando o mesmo recebe o caracter FEH (254 decimal), o software informa que está pronto para receber uma mensagem (esta mensagem é enviada via RS-232). Todo próximo caracter recebido é inserido no *buffer* auxiliar, exceto o caracter 0DH e 08H (Enter e BackSpace, respectivamente) e também retornado ao equipamento emissor com "eco".

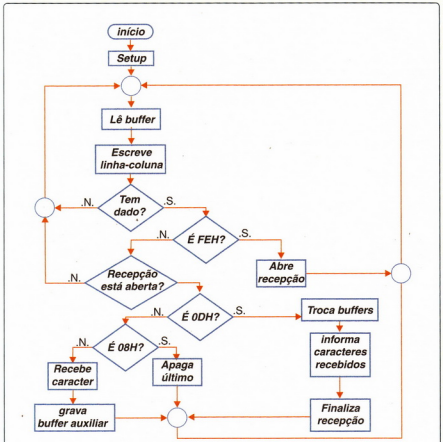



Figura 7 - Fluxograma do programa de controle

Toda mensagem deve terminar com o caracter 0DH (Enter). Assim o microcontrolador informa a mensagem recebida ao equipamento emissor e a grava no *buffer* de escrita (transferência do buffer auxiliar para o de escrita). O caracter 08H (BackSpace) apaga do *buffer* auxiliar o último caracter enviado.

O programa foi ricamente comentado para facilitar a sua compreensão. A sua re-compilação para gravação do microcontrolador não é necessária, pois o arquivo HEX foi fornecido para a gravação.

O leitor que desejar alterar o programa deverá instalar em sua máquina o compilador "C" utilizado no desenvolvimento do projeto. Este compilador é do tipo comercial, porém a empresa que o desenvolveu fornece versões demo para testes. Maiores informações sobre o compilador podem ser obtidas nas linhas de comentários no programa principal, logo no início do mesmo.

## TESTE E USO

Após a inspeção da montagem, é hora de testar e usar o equipamento. Grave o arquivo **DISPLAY_MSG_SABER.HEX** no microcontrolador.

Não entraremos em detalhes sobre a gravação do microcontrolador neste artigo. Julgamos que o leitor que se propôs a montar este circuito tem a experiência necessária com microcontroladores PIC e conhece as operações envolvidas no processo de gravação dos mesmos.

Insira o microcontrolador na placa, conecte a alimentação (certifique-se para que nada esteja invertido, ou o circuito poderá se danificar irremediavelmente!) e o cabo de comunicação entre o PC e o Display. Rode um programa terminal qualquer no PC como o Hiper Terminal do Windows® com a seguinte configuração:

- velocidade: 9600 bps
- número de bits: 8
- paridade: nenhuma

- stop bits: 1
- controle de fluxo: nenhum
- porta de comunicação: COMX (porta de comunicação RS-232 livre no PC)
- sem eco local (caracter digitado).

Não é objetivo deste artigo demonstrar como utilizar os programas do tipo terminal. Acreditamos que o leitor já possui a devida experiência com estes e caso não possua, aconselhamos que, se surgirem problemas, recorra ao "help" do programa para auxiliá-lo na sua configuração.

Ligue a fonte. O *display* aguarda 500 ms e mostra a mensagem "**DISPLAY MSG SABER**" rolando pelas matrizes (da direita para esquerda). Na tela do programa terminal a mensagem "**Display de mensagens -> operando!!!**" também poderá ser vista.

Neste momento, envie o caracter ***FEH***. Geralmente basta segurar a tecla "***Control***" (Ctrl) e teclar "0254" (zero, dois, cinco e quatro) sem soltar a tecla "***Control***". Libere-a somente quando terminar de teclar o dígito quatro.

Se o caracter ***FEH*** foi enviado corretamente ao *display*, a mensagem "**Envie a mensagem->**" poderá ser vista na tela do programa terminal. Neste instante, tecle a mensagem. Na presente versão do programa apenas as letras presentes no alfabeto (em maiúscula), os algarismos de 0 a 9 e "espaço" foram implementados. Caracteres de pontuação, cedilha, acentuações e outros não são permitidos. Caso algum desses caracteres seja digitado, o programa irá inserir um espaço vazio no lugar do mesmo.

Um outro detalhe importante é que a matriz grafa apenas caracteres maiúsculos. Caso o leitor insira caracteres minúsculos, os mesmos serão transformados para maiúsculo.

Caso a mensagem exceda o tamanho máximo previamente definido para o buffer auxiliar (24 caracteres), a mensagem "**Buffer cheio!!! Tecle ENTER!!!**" será enviada. A mensagem não será perdida, porém apenas os primeiros 24 caracteres enviados serão aceitos!

A tecla "ENTER" finaliza a mensagem e a mesma é informada através da tela do PC como "**Mensagem recebida -> + mensagem digitada**". Caso o leitor cometa algum engano na digitação e deseje corrigi-la, basta teclar "BackSpace".

A nova mensagem é grafada no *display* após a última passagem da antiga mensagem no presente no mesmo.

Comprovado o funcionamento, o leitor poderá instalar o equipamento em uma caixa apropriada para tal. O uso de um acrílico vermelho transparente à frente das matrizes poderá ajudar na visualização das mensagens.

## CONCLUSÃO

Como o leitor pôde notar, antigas soluções podem ganhar uma nova "força" apenas com a atualização de um ou mais componentes. Infelizmente a versão anterior não teve seu programa desenvolvido na Linguagem C, mas sim em "Assemby" do 8051, o que inviabiliza o seu reaproveitamento em famílias diferentes de microcontroladores. Porém esta agora o teve e, futuramente, quando da possível (ou necessária) "atualização" do microcontrolador por um outro qualquer, o reaproveitamento do código-fonte terá maiores chances. Esperamos que esta montagem possa ser aproveitada por muitos dos nossos leitores! Boa montagem e até a próxima!!!

## LISTA DE MATERIAIS

### Para placa lógica

**Semicondutores**

$CI_1$ – PIC16F877-20/P – microcontrolador Microchip®
$CI_2$ – MAX232 – Drive para comunicação serial
$CI_3$..$CI_4$ – 74HC154 – Demux 4 por 16
$CI_5$ – LM7805 – regulador de voltagem 5 VDC com radiador de calor
$Q_1$..$Q_{30}$ – BC327 – transistor PNP
$Q_{31}$..$Q_{67}$ – BC337 – transistor NPN
$D_1$ – 1N4001 – diodo retificador para 1 A
$D_2$ – LED comum redondo ∅5 mm

**Resistores** (1/8W)

$R_1$..$R_7$ – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
$R_8$..67 – 1 kΩ (marrom, preto, vermelho)
$R_{68}$..$R_{71}$ – 10 kΩ (marrom, preto, laranja)
$R_{72}$..$R_{73}$ – 330 Ω (laranja, laranja, marrom)

**Capacitores**

$C_1$..$C_7$ – 100 nF – capacitor cerâmico (104)
$C_8$..$C_8$ – 33 pF – capacitor cerêmico (33)
$C_9$..$C_{12}$ – 10 µF/25V – capacitor eletrolítico
$C_{13}$ – 220 µF/25V – capacitor eletrolítico
$C_{14}$ – 0,33 µF/150V – capacitor poliéster
$C_{15}$ – 0,1 µF/150 V – capacitor poliéster

**Diversos**

$X_1$ – Cristal 4 MHz
$CN_1$ – Conector DB09 Fêmea 90º (solda placa)
$CN_2$..$CN_{13}$ – conector tipo barra de pinos para 5 segmentos
$CN_{14}$ – conector tipo parafusável com três segmentos (veja texto)
$CN_{15}$ – conector tipo barra de pinos para 7 segmentos
1 - Cabo para comunicação serial padrão DB09

### Para placa matriz

**Semicondutores**

DISP1..DISP12 – matriz de LED's UVP2057A (veja texto)

**Diversos**

$CN_1$..$CN_{12}$ – conector tipo barra de pinos para 5 segmentos
$CN_{13}$ – conector tipo barra de pinos para 7 segmentos

**Diversos gerais**

Placas para montagem, cabo tipo flat colorido para montagem (veja texto), solda, gabinete para instalação, etc.

Compre os componentes acima na: www.farnell-newarkinone.com.br

# Soluções de controle de sistemas para acelerar seu projeto



**PROCESSADORES**
Com muitos componentes dedicados a controle de sistemas, o *portfolio* da TI de DSPs de alta performance e microcontroladores de baixíssimo consumo altamente integrados oferece a combinação perfeita para as aplicações atuais.
TMS320LF2401A e MSP430F133

**CONVERSORES DE DADOS**
Uma linha completa de ADCs e DACs, incluindo conversores ADCs multicanal, amostragem simultânea com entradas diferenciais otimizadas para aplicações de controle de sistemas.
ADS7861 e ADS8361

**AMPLIFICADORES**
Sistema monitor de corrente via resistor shunt amplamente utilizada na indústria.
TLV2262 eTLE2021A

**INTERFACES**
Soluções completas de interfaces RS-485, CAN e RS-232 desenvolvidas para serem robustas e confiáveis nos ambientes mais hostis e oferecerem ampla faixa de tensão no modo comum e alta proteção contra ESD.
SN65HVD230 e MAX3221RS22

**GERENCIAMENTO DE ENERGIA**
Extensa linha de soluções de gerenciamento de energia de alta performance, incluindo drivers, LDOs, controladores PWM, controladores e conversores DC/DC que cumprem as necessidades de eficiência, temperatura e de encapsulamento para aplicações de controle de sistemas.
TPS77133 eTPS76333

Acelere o seu projeto e o lançamento de produtos no mercado com as soluções da Texas Instruments para toda a cadeia de sinais. Desde os DSPs dedicados para controle a analógicos de alta performance, lógicos e microcontroladores, nós oferecemos a possibilidade de redução de consumo, espaço em placa, tempo de desenvolvimento e custo, aumentando as funcionalidades nos seus projetos de controle de sistemas. Com a TI, você sai na frente.

**Para receber um CD e documentação técnica, acesse www.ti.com/ticontrol**

**Texas Instruments** – www.ti.com/brasil - **e-mail:** texas-suporte@ti.com - **tel.:** (11) 5504-5133
**Distribuidores**: Avnet (11) 5079-2150; Farnell-Newark InOne (11) 4066-9400; Insight (11) 3722-1177 e Panamericana/Arrow (11) 3613-9300. **Consultores / 3ª Parties**: www.ti.com/3p e www.ti.com/brasil3p

Technology for Innovators™

Texas Instruments

# QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA:

## DIAGNOSTICANDO PROBLEMAS COM PRECISÃO

### Conheça a última novidade da instrumentação, o analisador Fluke 434




Alexandre Capelli

Neste artigo trazemos o Analisador da Qualidade da Energia Elétrica Fluke 434. Trata-se de instrumento que, aliás, ultrapassa essa função, pois também pode funcionar como um osciloscópio de 20 MHz, capaz de analisar tensão e corrente simultaneamente, e como multímetro. Um dos seus grandes diferenciais é a função "Phasor" que permite a visualização através de diagramas vetoriais. Todas as suas entradas são categoria IV até 600 volts e TRUE RMS. Por ser portátil e robusto, é indicado para as mais diversas áreas, tais como: automação industrial, instalações classificadas (risco de explosão), TI, hospitalar, enfim, praticamente todo o universo da baixa tensão.




1



2 e 3



4



5

Figura 1

### VISÃO GERAL DO INSTRUMENTO

O Fluke 434 vem acompanhado de vários acessórios, e a ***figura 1*** ilustra os mais importantes.

1 = Analisador Fluke 434

2+3 = Cabos e garras para a entrada da tensão.

4 = Garras de corrente (TCs).

5 = Cabo óptico para interface USB

## TIPOS DE TELAS

As informações deste instrumento podem ser exibidas na forma de tabelas numéricas, gráficos, osciloscópio (domínio do tempo), fasorial, e barras ("Bar Graph").

Os limites podem ser programados através das teclas F1 e F5, porém, sua condição original ("default") vem segundo a norma EN50160.

A ***figura 2*** mostra a maneira como cada tela é apresentada.

1 = "Table screen": Nos dá uma visão geral dos valores instantâneos mais significativos. Pode ser utilizada nos modos: Volts/Amps/Hertz; Dips & Swells, Harmonics, Power & Energy, Flicker, Unbalance, e Power Quality Monitoring.

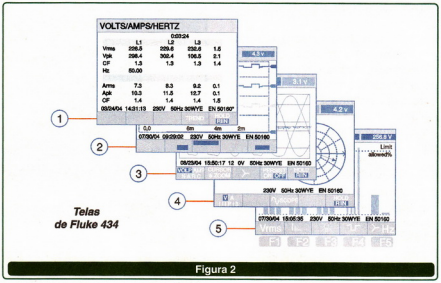
2 = "Trend Screen": Está relacionada à tela anterior, porém, mostrando os eventos em intervalos de tempo. Qualquer parâmetro selecionado passa a ser gravado.

3 = "Waveform screen": Como o próprio nome sugere, é a tela que funciona como osciloscópio, com a vantagem de mostrar a forma de onda não apenas da tensão, mas a da corrente também.

4 = "Phasor screen": Mostra a relação entre a fase da tensão e da corrente em um diagrama vetorial. Eis aqui um recurso inédito em um instrumento tão compacto.

5 = "Bar Graph Screen": Mostra a densidade do parâmetro sob análise na forma de porcentagem através de barras verticais. É utilizada para análise das harmônicas.

As teclas F1 e F5 são do tipo "softkey", que podem mudar os parâmetros de cada tela.




*Telas de Fluke 434*

Figura 2

## CONEXÃO À REDE ELÉTRICA

O Fluke 434 é da categoria IV, o que permite sua utilização diretamente na rede elétrica e antes dos sistemas de proteção. Sua conexão ***(figura 3)*** é simples. Cinco pontas de prova como monitores de tensão, e quatro "clamp meters" como monitores de corrente.

Claro que essa conexão é para o sistema trifásico com terra e neutro distintos. Para outros sistemas, contudo, basta pressionar a tecla **enter** na linha "config" ***(figura 4)***, e escolher na tela qual seu sistema (monofásico, trifásico em estrela, em delta, delta "open leg"; IT, entre outros). Todos os sistemas foram contemplados.

Para auxiliar o usuário, decalques podem ser aplicados nos terminais de medida segundo seu país ***(figura 5)***.

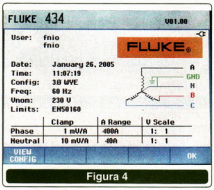
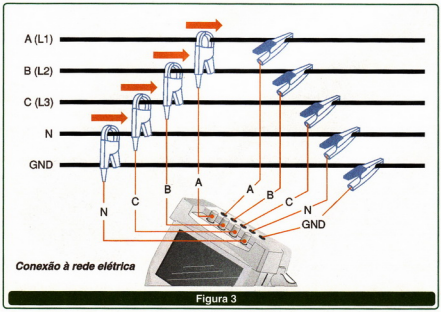



Figura 4




*Conexão à rede elétrica*

Figura 3

## MODO "SCOPE" E "PHASOR"

Os testes feitos nesta matéria não foram executados em uma rede elétrica real, mas sim através de um simulador microcontrolado desenvolvido pela própria Fluke. A ***figura 6*** ilustra a vista superior e inferior do circuito, e a ***figura 7*** traz ele conectado ao instrumento.

O dispositivo tem uma chave liga/desliga, um botão que pode selecionar sete tipos de transientes, e um botão de disparo ("fire"). Esse circuito, porém, não acompanha o instrumento.

Nossa primeira tela foi a do modo osciloscópio, onde, através de F1 selecionamos a fase A, no modo

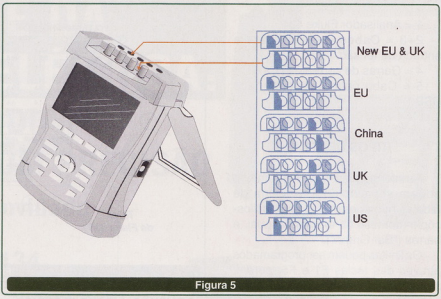
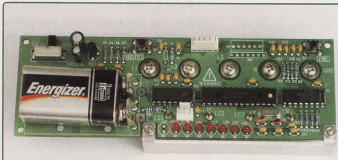



Figura 5



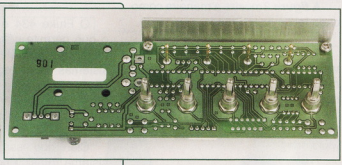



Figura 6

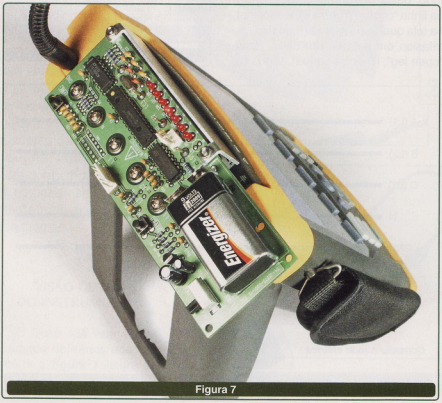



Figura 7

corrente ***(figura 8)***. Notem que a terceira tecla da esquerda para a direita ativa o modo "Phasor".

Logo a seguir, provocamos uma corrente de "Inrush". A ***figura 9*** exibe o transiente muito típico causado por inversores de freqüência na partida de grandes motores. No caso, a corrente RMS tem o valor de 178 A. A ***figura 10*** mostra o diagrama vetorial, onde uma defasagem de – 8° entre corrente e tensão passou a +11° no instante do *inrush*.

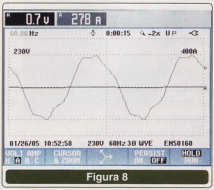



Figura 8

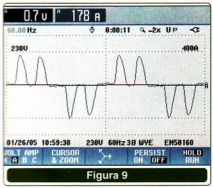



Figura 9

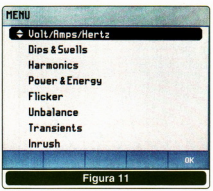



Figura 11

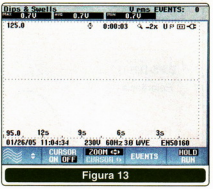



Figura 13

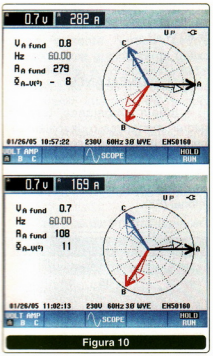



Figura 10

O recurso "Phasor screen" permite a visualização de: desbalanceamento (além do diagrama vetorial), seqüência de desbalanceamento; fase da tensão, corrente, e freqüência fundamental, e ângulos entre fases.

## VOLT/AMPS/HERTZ

Escolhemos, então, a "table screen" da ***figura 11***. Ao pressionar **enter** temos acesso a tabela da ***figura 12***. Lá podemos contemplar uma visão geral da tensão e corrente de todas as fases.

A freqüência e o montante de distorção do fator de crista também estão inclusos. Um fator de potência próximo a 2,0 indica alta distorção, razão pela qual a fase B (1,47) apa-

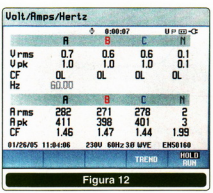



Figura 12

rece em vermelho (outra facilidade do instrumento).

## DIPS E SWELLS

Nossa próxima tela foi a "Dips e Swells" (***figura 13***).

*Dips*, também conhecidos como "sags", e *Swells* são variações rápidas do valor nominal da tensão. Eles podem atingir centenas de volts, e durar desde meio ciclo de senóide até alguns segundos, segundo norma EN61000-4-30.

O analisador permite que essas variações sejam registradas segundo essa norma, ou com limites e referências variáveis, e dedicadas a uma situação em particular.

Conforme podemos ver na ***figura 14***, temos três exemplos: *dip*, *swell* e interrupção.

## HARMÔNICAS

Harmônicas são distorções periódicas da senóide, e são causadas por cargas não lineares, tais como: PCs, inversores de freqüência, reatores eletrônicos de lâmpadas fluorescentes, entre outras.

O Fluke 434 pode analisar harmônicas e inter-harmônicas de ordem superior a 50ª. Elas são relacionadas às componentes DC, THD (*Total Harmonic Distortion*), e ao índice K.

A ***figura 15*** ilustra como o sistema de barras (*Bar Graph*) aloca a fundamental na 1ª ordem, a THD e DC à esquerda, e as demais componentes à direita.

## POWER E ENERGY

A função "Power e Energy" é um resumo da "saúde" da rede sob análise. Notem pela ***figura 16*** que temos as informações sobre a potência ativa [kW]; aparente [kVA], e reativa [kVAR] das três fases.

Além disso, temos cada fator de potência respectivo, e o valor RMS. Mas, o que mais chamou nossa atenção foi o símbolo que aparece ao lado do valor, detalhando se ele é indutivo (símbolo do indutor), ou capacitivo (símbolo do capacitor).

## FLICKER

*Flicker* é o fenômeno de "tremor" da iluminação nas lâmpadas causado pela variação na tensão de alimentação. O algoritmo de cálculo do instrumento foi feito a partir da norma EN61000-4-15, que é baseada em um modelo da percepção visual do olho humano, e o sistema sensorial do cérebro.

A tabela pode ser vista na ***figura 17***, onde o analisador converte a duração e a variação da magnitude

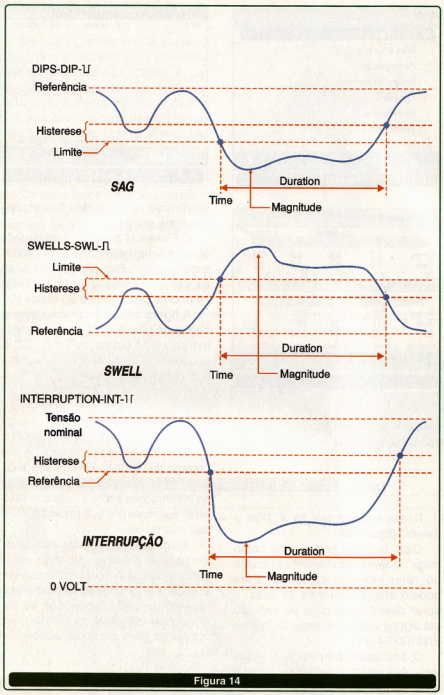



Figura 14

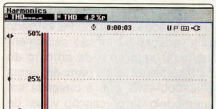



Figura 15

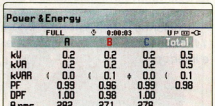



Figura 16

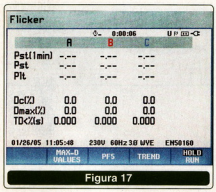



Figura 17

da tensão em um "fator de incômodo", resultado do *flicker* em uma lâmpada de 60 W.

## UNBALANCE

A tabela "Unbalance" traz em valores numéricos o desbalanceamento entre as três fases (tensão x corrente). Podemos notar pela ***figura 18*** que, na essência, é uma outra forma de representar o diagrama vetorial (F3).

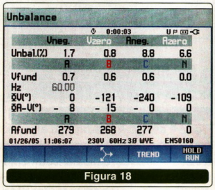



Figura 18

## TRANSIENTES

A tela transientes ***(figura 19)*** é um histórico, ou melhor, um relatório de tudo o que ocorreu na rede elétrica em um determinado intervalo de tempo.

Como todas as demais funções, os limites e referências são programáveis.

Para quem se lembra, este recurso substitui os antigos "osciligramas" e tabelas numéricas que se apresentavam em rolos de papel nos antigos (e caros) analisadores.

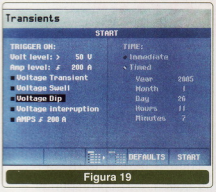



Figura 19

## INRUSH

A corrente "inrush" ocorre quando uma grande carga (baixa impedância) é conectada à rede. Geralmente ela se estabiliza após um certo intervalo de tempo, quando então a tensão volta ao seu valor nominal. Não há dúvida que a partida de grandes motores é a causa mais comum na indústria.

O Fluke 434 pode medir essas correntes através da tela da ***figura 20.***

Todos os parâmetros (duração, valor máximo, valor nominal, referência, e histerese) são programáveis.

A ***figura 21*** mostra a forma de onda típica da corrente *Inrush*, bem como os parâmetros que podem ser modificados através das teclas F1 a F5.

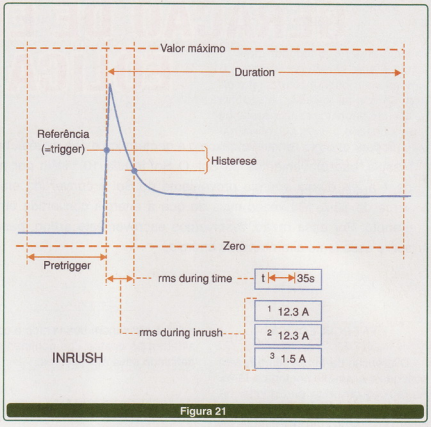



Figura 21

## CONCLUSÃO

Este artigo procurou dar uma visão geral deste instrumento (cedido para testes pela Farnell), que atualmente é muito importante para os profissionais da área que devem garantir a continuidade de funcionamento e a qualidade da rede de energia elétrica.

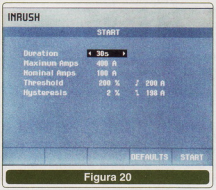



Figura 20



# GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

Toda a energia renovável (exceto a geotérmica e das marés), bem como a energia dos combustíveis fósseis, são provenientes do Sol. O Sol irradia $10^{14}$ kWh por hora de energia para a Terra. Cerca de 1 a 2% dessa energia proveniente do Sol é convertida em energia eólica. Isto corresponde a cerca de 50 a 100 vezes mais do que a energia convertida em biomassa por todas as plantas do planeta. Por essa razão, resolvemos escrever este artigo, baseado em um rico material da WEG sobre essa fonte alternativa de energia.

Alexandre Capelli

## ENERGIA EÓLICA

Diferenças de temperatura fazem com que o ar circule por toda a Terra. As regiões em volta do Equador na latitude 0° são mais atingidas pelo calor do Sol do que o restante do globo. Se não houvesse a rotação da Terra, o ar simplesmente circularia na direção dos pólos a 10 km de altitude, desceria e retornaria ao Equador.

Uma vez que o globo está rodando, todo o movimento do hemisfério norte é dirigido para a direita, se observarmos esse fenômeno em uma posição fixa olhando para o Equador (no hemisfério sul ele tende para a esquerda). Essa força aparente de curvatura é conhecida como força de Coriolis, nome do matemático francês Gustave Gaspard Coriolis (1792 – 1843).

A força de Coriolis é um fenômeno visível. Por exemplo, os trilhos das estradas de ferro se desgastam mais de um lado que do outro, os rios são mais profundos em uma margem que na outra (o lado depende de qual hemisfério você está). Isto também funciona para os ventos. No hemisfério norte, por exemplo, o vento tende a rodar no sentido anti-horário, enquanto no hemisfério sul, é no sentido horário.

Estes dois fatores (as diferenças de temperatura e a força de Coriolis), aliados à geografia, impõem obstáculos à passagem dos ventos e consideram as costas dos continentes, definindo seus movimentos.

## TURBINA EÓLICA

Uma turbina eólica obtém potência convertendo a força dos ventos em um torque, atuando nas pás do rotor. A quantidade de energia que o vento transfere para o rotor depende da densidade do ar, da área do rotor, e da velocidade do vento (**figura 1**).

A **figura 2** mostra como uma fatia de ar de 1 metro de espessura se move através de um rotor de área de 1.500 m² de uma turbina eólica de 600 kW.

Com 43 m de diâmetro do rotor, cada cilindro de ar pesa 1,9 toneladas, isto é, 1.500 vezes 1,25 kg, que é o peso de 1 m³ de ar.

A energia cinética de um corpo em movimento é proporcional a sua massa. A energia cinética do vento também depende da densidade do ar, ou seja, de sua massa por unidade de volume. Em outras palavras, quanto mais pesado for o ar, mais energia será recebida pela turbina.

Sob pressão atmosférica normal e a 15 ºC, a massa do ar é de 1,25 kg por metro cúbico, mas a densidade aumenta com o aumento da umidade. De forma análoga, quanto mais frio o ar, mais denso. Em altas altitudes (em montanhas, por exemplo) a pressão do ar é menor e, portanto, a densidade é menor.

Uma turbina eólica típica de 600 kWs possui um rotor com 43 a 44 metros de diâmetro, o que significa que cobre uma área de 1500 m². A área do rotor determina quanta energia ele está apto a retirar do vento. Como a área do rotor aumenta com o quadrado do diâmetro, uma turbina que possua um rotor 2 vezes maior, recebe $2^2 = 4$ vezes mais energia.

A velocidade do vento é extremamente importante para a quantidade de energia que uma turbina pode converter para energia elétrica. A energia contida no vento varia com o cubo da velocidade média do vento. Por exemplo, se a velocidade do vento aumenta 2 vezes, a energia



Um cilindro de ar de 1500 m² e 1m de largura atravessa o rotor de uma turbina eólica.

**Figura 1**

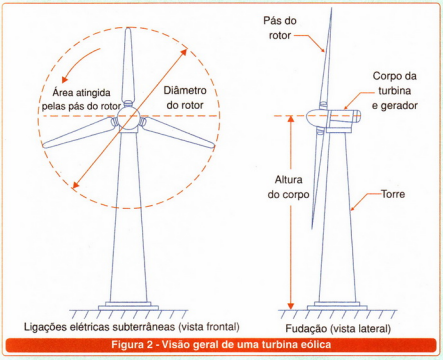



Figura 2 - Visão geral de uma turbina eólica

convertida aumenta $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ vezes.

**Mas, por que a energia eólica varia com o cubo da velocidade média do vento?**

Observando o nosso dia-a-dia sabemos que se dobrarmos a velocidade do carro, será necessário 4 vezes mais energia para movimentá-lo (essencialmente isto é conseqüência da "Segunda Lei de Newton" para o movimento dos corpos). No caso da turbina eólica utiliza-se a energia de frenagem do vento, e se a velocidade do vento for o dobro, ter-se-á duas vezes mais volume de ar por segundo movendo-se através do rotor, e cada unidade de volume possuirá 4 vezes mais energia, como no exemplo do carro.

O gráfico da **figura 3** mostra que a uma velocidade de 8 m/s tem-se uma potência (quantidade de energia por segundo) de 314 watts por metro quadrado exposto ao vento (o vento que chega perpendicular a área coberta pelo rotor). A 16 m/s tem-se 8 vezes mais potência, isto é, 2509 W/m².

A **tabela** a seguir mostra a potência por metro quadrado exposto ao vento para diferentes velocidades (valores discretos de potência por unidade de área).

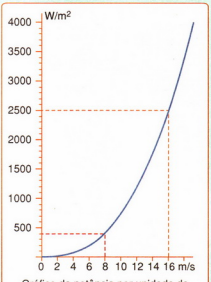



Gráfico da potência por unidade de área em função da velocidade do vento.

Figura 3

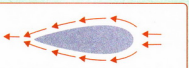
| m/s | W/m² | m/s | W/m² | m/s | W/m² |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 8 | 314 | 16 | 2509 |
| 1 | 1 | 9 | 447 | 17 | 3009 |
| 2 | 5 | 10 | 613 | 18 | 3572 |
| 3 | 17 | 11 | 815 | 19 | 4201 |
| 4 | 39 | 12 | 1058 | 20 | 4900 |
| 5 | 77 | 13 | 1346 | 21 | 5672 |
| 6 | 132 | 14 | 1681 | 22 | 6522 |
| 7 | 210 | 15 | 2067 | 23 | 7452 |

Valores discretos de potência por unidade de área.

Tabela

## CAPTAÇÃO DA ENERGIA CINÉTICA

Para "captar" a energia cinética do vento e transferi-la para a flange do rotor transformando-a em energia cinética de rotação, as pás do rotor são desenhadas conforme as asas de um avião. Ou seja, o desenho aerodinâmico cria regiões de diferentes pressões em torno das pás, fazendo com que elas se movam. Em uma turbina de 600 kW moderna, as pás do rotor medem cerca de 20 metros (**figura 4**).



Princípio de funcionamento da asa.

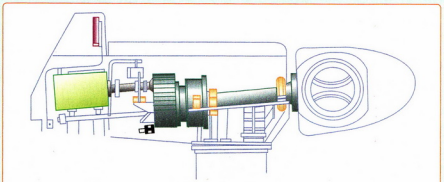
Figura 4

O corpo da turbina eólica faz o encapsulamento dos componentes principais, incluindo o redutor e o gerador elétrico. O pessoal da manutenção pode entrar no corpo a partir da torre da turbina quando houver necessidade. Em uma das extremidades do corpo fica o rotor, isto é, as pás interligadas pela flange. Na outra, o anemômetro e o cata-vento (**figura 5**).

Na flange do rotor está ligado um eixo de baixa rotação que é acoplado a um ampliador. Uma turbina de 600 kW possui uma rotação relativamente baixa, cerca de 19 a 30 rpm. No eixo de baixa rotação estão localizadas bombas para o sistema hidráulico que opera o freio aerodinâmico, como veremos mais adiante.

O ampliador é um dispositivo mecânico que transmite potência através de dois eixos girando em velocidades diferentes.

Em uma turbina de 600 kW, por exemplo, o ampliador transmite uma potência recebida da turbina através do eixo de baixa rotação a uma velocidade de 19 a 30 rpm para um gerador por meio do eixo de alta rotação a uma velocidade de aproximadamente 1500 rpm, isto é, 50 vezes mais rápido. Por causa das perdas em função do atrito mecânico das engrenagens, a



Corpo da turbina

Figura 5

temperatura do ampliador aumenta e um sistema de refrigeração a óleo é responsável pela manutenção da temperatura dentro de faixas aceitáveis.

O eixo de alta rotação interliga o ampliador e o gerador. Ele está equipado com um freio a disco mecânico (de emergência) que é usado para o caso do freio aerodinâmico falhar, ou quando a turbina estiver em manutenção.

O gerador usado nas turbinas eólicas é um gerador de indução ou gerador assíncrono, que utiliza o mesmo princípio de funcionamento do motor assíncrono. Esta característica torna os geradores de turbinas eólicas mais econômicos e com um menor custo de manutenção. No entanto, isso só é possível porque a potência máxima das turbinas eólicas fica compreendida em uma faixa que vai de 500 a 1500 kW.

O controlador eletrônico é um computador que monitora continuamente as condições do vento na turbina, além de controlar seu mecanismo de direcionamento, que tem a função de manter a turbina sempre perpendicular à incidência do vento. No caso de algum defeito, como o superaquecimento do gerador ou do ampliador, o controlador comanda a parada da turbina e avisa o computador do operador via linha telefônica através de um *modem*.

O mecanismo de direcionamento emprega um motor elétrico para virar o corpo da turbina de forma que ela fique totalmente contra o vento. Ele é operado por um controlador eletrônico que monitora a direção do vento utilizando o catavento.

O sistema hidráulico é usado para operar o freio aerodinâmico da turbina. Mudando-se o ângulo de ataque das pás, pode-se variar a velocidade da turbina.

A unidade de refrigeração é responsável por manter a temperatura do gerador e do ampliador dentro de uma faixa aceitável para que não se diminua a vida útil destes equipamentos. Por isso, o sistema de refrigeração possui um ventilador elétrico independente que tem a função de resfriar o gerador, bem como o óleo que é utilizado pelo ampliador (**figura 6**).

O papel da torre da turbina eólica é sustentar o corpo e o rotor da turbina. Geralmente é uma vantagem a utilização de torres altas, uma vez que a velocidade do vento cresce conforme a distância do solo. Uma turbina de 600 kW, hoje, fica suspensa a uma altura que varia entre 40 e 60 metros, o que corresponde aproximadamente a uma altura de um prédio de 13 a 20 andares. As torres podem ser tubulares ou em treliça. Torres tubulares são mais seguras para as pessoas que trabalham na manutenção, visto que seu interior é o meio para se alcançar o topo. A vantagem da torre em treliça é que ela é bem mais barata.

O anemômetro é usado para medir a velocidade, enquanto o catavento mede a direção do vento. Os sinais eletrônicos enviados pelo transdutor de velocidade do anemômetro são utilizados pelo sistema de controle da turbina para acioná-la quando a velocidade do vento chegar a 5 metros por segundo. O computador também pára a turbina automaticamente se a velocidade do vento chegar a 25 metros por segundo com a finalidade de protegê-la e a seus arredores.

## CONCLUSÃO

Este artigo foi baseado em um rico material da Weg ("Transformando energia em soluções").

Nossa intenção é mostrar que temos empresas 100 % nacionais capazes de gerar energia elétrica a partir de fontes alternativas. Quem sabe, assim, possamos ver essas turbinas espalhadas pelo território brasileiro, a fim de contemplarmos a necessidade energética do nosso parque industrial e, conseqüentemente, aquecer a economia.

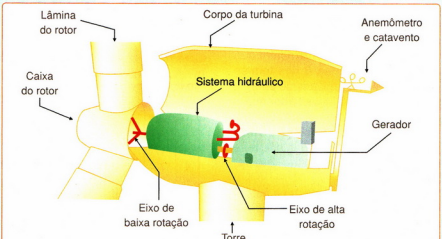



Figura 6 - Partes componentes de uma turbina.

# METALTEX

## A MAIS ALTA TECNOLOGIA EM SENSORES DE POSIÇÃO LINEAR E DE NÍVEL

MTS



Modernidade e pioneirismo, são esses apenas alguns dos diferenciais dos sensores de posição linear Temposonics. Desenvolvidos com a tecnologia de "Magnetorestrição", esses sensores são capazes de atender às mais variadas aplicações com segurança e precisão. Veja algumas vantagens:

- Como não há contato entre o cursor e o elemento sensor (guia de onda), não há desgaste. Logo, a vida útil do sensor é muito grande;
- Total proteção contra pó e líquidos - IP67;
- Dispõe de modelos de até 9 metros de faixa de trabalho;
- Alta linearidade;
- Tempo de resposta de aproximadamente 1ms;
- Alta resolução - até 0,002mm;
- Dispõe de modelos à prova de explosão e com segurança intrínseca;
- Diversos tipos de saída disponíveis: analógica, SSI, profibus, devicenet, entre outras.

Tudo isso torna os sensores de posição linear Temposonics mais que equipamentos - A solução ideal para suas aplicações.

## MAGNETORESTRIÇÃO

A magneto-restrição é a propriedade de alguns materiais ferromagnéticos em que o material se expande ou contrai quando colocado em um campo magnético . O elemento sensor de um sensor magnetorestritivo de posição é o guia de onda, um longo e fino fio ou tubo de material ferromagnético. Outra característica destes materiais é o efeito Wiedemann: quando uma corrente passa pelo guia de onda, na presença de um campo magnético, uma força torcional é exercida sobre ele, fazendo com que através destes 2 efeitos o deslocamento linear seja detectado precisamente. Com isso conseguimos uma medida precisa e sem contato com o equipamento sensor.

## Veja algumas aplicações:



**Máquinas Injetoras**



**Cilindro Hidráulico**



**Indústria Madeireira**



**Prensas**

**Consulte nossa engenharia de aplicações!**




**SÃO PAULO Tel.: (11) 5683-5706**

A divisão "Level Plus Sensors" da MTS, fabrica sensores para medição de nível de líquidos com alta precisão, repetibilidade e confiabilidade. Os sensores utilizam a tecnologia da magnetorestrição para a medição. A linha é composta de sensores com hastes rígidas ou flexíveis para medição de níveis em tanques de até 20 metros de profundidade. A medição do nível é feita através de uma bóia que contém um magneto. O sensor tem uma saída que informa a posição da bóia. Pode-se ter até 2 bóias no sensor para aplicações de medição de nível de 2 líquidos no mesmo tanque.

Existem 2 tipos de saídas disponíveis: analógica 4-20mA com protocolo Hart e digital com protocolo Modbus. O modelo com saída digital pode incorporar até 5 sensores de temperatura para se saber também a temperatura do líquido.

Todos os sensores possuem segurança intrínseca e opção de invólucro à prova de explosão. Além disto estão disponíveis modelos com selo sanitário para aplicações na indústria alimentícia e farmacêutica.

Conheça as outras vantagens desta tecnologia consultando nossa engenharia de aplicações. No Brasil, a Metaltex é parceira exclusiva Temposonics.

## Veja algumas aplicações:



**Indústria Farmacêutica**



**Alimentos e Bebidas**



**Indústria Petroquímica**



**Laboratórios**

**PARANÁ** Tel.: (41) 357-3370 **RIO GRANDE DO SUL** Tel.: (51) 3361-3453 **BAHIA** Tel.: (71) 356-1287 **GOIÁS** Tel.: (62) 3092-1565
**RIO DE JANEIRO** Tel.: (21) 2208-1335 **SANTA CATARINA** Tel.: (47) 433-3942 **CAMPINAS** Tel.: (19) 3227-9814 **MINAS GERAIS** Tel.: (31) 3384-9476

**www.metaltex.com.br**

# INTERFERÊNCIA ELETROMAGNÉTICA

## Problemas, soluções e casos reais na TI



Alexandre Capelli

Atualmente, podemos encontrar cerca de 200 milhões de transistores dentro de um simples microprocessador. Tendo o ano de 2005 como referência, sem dúvida, isso é uma alta escala de integração de componentes. Arrisco dizer que a tensão média desse processador fica em torno de 1,5 Vcc, valor baixo o suficiente para obter boa velocidade de processamento em relação ao calor dissipado.

Ótimo, porém, essa tecnologia tornou-se mais susceptível à agressividade do meio ambiente. Particularmente quanto à interferência eletromagnética. Em um livro sobre EMI li uma analogia, muito bem feita, a respeito do questionamento de uma falha em um equipamento que o cliente fez ao fornecedor:

**"Nunca tivemos esse problema antes!"**

Então, o fabricante respondeu:

**"Talvez porque vocês nunca tenham dirigido tão rápido assim!"**

Reparem que fica clara a comparação entre a velocidade de processamento com a de um carro.

Nesta matéria trazemos uma análise técnica sobre problemas, soluções, e casos reais onde a EMI interage com a tecnologia da informação.

**Confira!**

### ELETROMAGNETIC INTERFERENCE E ELETROMAGNETIC COMPATIBILITY

O primeiro conceito importante é a diferença entre EMI (interferência eletromagnética) e EMC (compatibilidade eletromagnética).

A EMI é o fenômeno físico onde uma onda eletromagnética interfere de modo a prejudicar o bom funcionamento dos equipamentos eletrônicos. A EMC é um conjunto de "regras" e normas estabelecidas segundo critérios internacionais, a fim de definir limites de emissão e susceptibilidade à EMI para os fabricantes de equipamentos.

**"Fisicamente, o que é a EMI?"**

É uma onda eletromagnética, ou seja, uma força de campo que tem dois planos, sendo: um elétrico e outro magnético, dispostos 90º um do outro ***(figura 1)***, exatamente como a eletricidade e a luz.

A diferença, contudo, é que sua presença é maléfica.

### MODOS DE PROPAGAÇÃO

Existem os equipamentos que geram a EMI, e os que são vítimas dela. Em muitos casos, na mesma máquina, temos os dois funcionando juntos, e é aí que os problemas surgem.

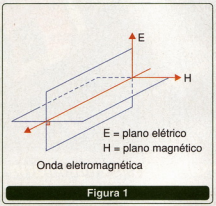



Figura 1

A propagação da EMI pode se dar por dois modos: Conduzida, ou irradiada.

Geralmente, até 30 MHz a EMI utiliza os próprios cabos e fios para "caminhar" pelos circuitos. Nesse caso dizemos que é uma EMI conduzida. Para freqüências acima de 30 MHz a interferência funciona como uma estação de rádio, e espalha-se pelo próprio ar ("broadcast").

Para eliminarmos esse problema, portanto, é importante ter uma idéia de qual seja a freqüência do fenômeno para que o melhor filtro possa ser construído.

Mas, um fenômeno comum, principalmente em ambientes industriais, é que uma mesma fonte interferente gere sinais em uma larga faixa de freqüências, sendo algumas inferiores a 30 MHz e outras superiores.

**"E o que isso significa ?"**

Que a interferência pode propagar-se pelos dois modos, ou seja, pelos cabos (conduzida), e pelo ar (irradiada). O pior é que, por vezes, tal interferência não segue um padrão, e seu comportamento é aleatório.

Para esses casos, nem sempre a solução é algo simples, e exige mais de uma técnica de filtragem.

***"Qual a unidade de medida da EMI ?"***

Por se tratar de um campo eletromagnético, a unidade de medida é o volt/metro [V/m]. Atualmente, com o incremento da tecnologia da informação temos campos no ambiente que variam de 0,1 a 100 V/m.

Apenas para se ter uma idéia, vejamos os níveis típicos de alguns ambientes:

- Comercial = 1 a 10 V/m
- Automotivo = 20 a 200 V/m
- Militares = 1 a 200 V/m
- Industrial = 1 a 10 V/m
- Médico = 3 a 400 V/m

Quando tratarmos dos filtros, iremos utilizar o dB, uma vez que desejamos fazer uma referência à atenuação da EMI. O importante é lembrar que o dB é uma função não linear, portanto, dizer que o filtro de 60 dB, por exemplo, atenua o dobro de um de 30 dB não é verdade. Novamente, a seguir temos uma pequena lista "base".

- Filtros de 30 a 60 dB = atenuam a interferência de 30 a 1000 vezes.
- Filtros de 60 a 90 dB = atenuam a interferência de 1000 a 30000 vezes
- Filtro de 90 a 120 dB = atenuam a interferência de 30000 a 1 milhão de vezes.

## PROBLEMAS

Não importa se a causa de um problema é EMI ou não, para se chegar a uma solução de modo eficaz o profissional deve saber bem a diferença entre falha e defeito. Tanto um como outro tem a mesma conseqüência, isto é, o mau funcionamento de um circuito, equipamento, máquina, ou sistema. Entretanto, o defeito acontece quando um componente "quebra", por exemplo: uma TV pára de funcionar, pois o transistor da sua fonte queimou. A falha, por outro lado, pode ocorrer mesmo com seus componentes íntegros; por exemplo: um rádio automotivo perde a sintonia ao passar por baixo de uma linha de alta tensão.

***"E o que isso tem a ver com EMI?"***

Já presenciei técnicos trocarem quase toda a "eletrônica" de uma máquina em campo, gastando tempo e dinheiro, sem resolver o problema. Isso aconteceu porque a origem dele estava fora da máquina. Não que a EMI seja o centro de todos os males, mas antes de procurar a solução, temos de descobrir se estamos diante de uma falha ou defeito. Tenha certeza que essa prática poderá poupá-lo de vários constrangimentos.

A EMI, tipicamente, costuma provocar mais falhas do que defeitos. Apenas como alerta, distúrbios na energia elétrica podem provocar ambos.

***"Qual a razão da EMI gerar falhas?"***

Genericamente falando, a EMI atrapalha o processamento das informações através de um ruído elétrico que se infiltra no circuito. Como exemplo, vamos analisar a tecnologia TTL.

A ***figura 2*** ilustra o conceito de margem de ruído dinâmica e estática.

Margem de ruído é a diferença entre o nível de tensão da saída (para um nível lógico) e o nível de tensão reconhecido pela entrada, para o mesmo nível lógico.

Chama-se de estática aquela que está relacionada apenas com o valor da tensão que provocará o mau funcionamento. Já, a dinâmica é função do produto dessa tensão pela largura do pulso que provocará o mau funcionamento.

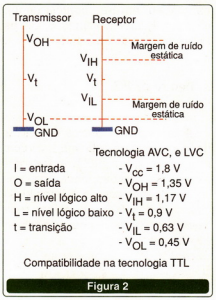


Figura 2

Reparem que o ruído, mostrado na ***figura 3***, ultrapassa os limites de reconhecimento. É nesse momento que a falha ocorre.

Vários são os efeitos da EMI, entre eles podemos citar: distorções nos sistemas de imagem, CPU Stop em CLPs, quebra da comunicação entre CPUs, perturbação nos circuitos de áudio, etc. Essas falhas podem se apresentar de modo contínuo, ou intermitente.

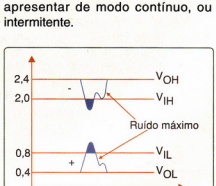


Figura 3

## SOLUÇÕES

Agora que já temos uma boa idéia sobre a "anatomia" da EMI, vamos tratar de algumas técnicas, algumas clássicas outras nem tanto, desenvolvidas para minimizar seus efeitos. É fato que não existe um "remédio" 100% eficaz contra a EMI, porém, através de algumas boas práticas de construção e desenvolvimento de circuitos, podemos reduzi-la a níveis inofensivos. Dividimos nossa

abordagem em três pontos: dentro da placa de circuito impresso, fora da PCI, e análise do ambiente.

### a) Dentro da PCI

**- Trilhas**

A primeira boa prática é o *layout* da PCI. Devemos evitar traçados com curvas abruptas (90°). A ***figura 4*** exibe três situações, onde podemos ver que o pior caso é o traçado da esquerda com 90°, e o melhor, o da direita, com forma "arredondada".



Figura 4

***"Por quê?"***

Porque pontas, sejam elas formadas por trilhas ou fios, servem como antenas. Tanto receptoras de EMI, como transmissoras.

**- Ferrites**

Acredito que a maioria dos profissionais de Eletrônica já tenha visto pequenos anéis de ferrite colocados nos terminais de componentes dentro da PCI. Esse anel é conhecido como "bead", e conforme ilustra a ***figura 5***, deve ser colocado o mais próximo possível da fonte de ruído.

***"Por quê o bead atenua a EMI?"***

Uma vez colocado em um terminal ou fio, sua impedância diminui para sinais de alta freqüência sem, entretanto, atenuar o sinal principal. A faixa de freqüência atenuada é função das dimensões do *bead*, e pode variar de 1 MHz a 100 MHz ***(figura 6).***

**- Capacitores de desacoplamento**

O capacitor de desacoplamento é uma boa técnica para eliminação de ruídos, porém, tão importante quanto utilizá-lo é saber como fazê-lo.

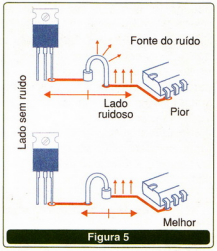


Figura 5

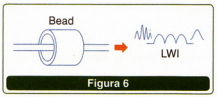


Figura 6

Já presenciei inúmeros casos onde um simples capacitor poderia ter resolvido o problema, porém, o técnico ou engenheiro de campo não soube como usá-lo.

O fato é que há dois tipos de capacitor de desacoplamento: o da fonte de alimentação, e o do componente.

O primeiro deles tem a função de filtrar ruídos provocados pela linha de alimentação AC e pelo ruído gerado na própria fonte. Conforme podemos observar na ***figura 7*** até o próprio diodo retificador provoca perturbações na saída DC.

Como o capacitor de filtro é de grande valor (entre 1000 µF até 4700 µF), altas freqüências passam por ele.

Por conta disso utilizamos o capacitor de desacoplamento da fonte, cujo valor pode variar de 2,2 µF até 100 µF. Nesse caso, sua posição física não importa muito. Caso a fonte esteja fora da PCI principal, porém, opte por alocá-lo dentro da PCI consumidora, ou seja, fora da fonte de alimentação.



Figura 7

Já o capacitor de desacoplamento do componente tem que estar, obrigatoriamente, o mais próximo possível dele ***(figura 8)***, e seu valor deve estar entre 10 nF a 100 nF.

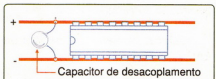


Figura 8

***"E isso é tudo sobre capacitores de desacoplamento ?"***

Não. O tipo de capacitor também influi no resultado final. Antes de colocá-lo, devemos ter uma noção da ordem de grandeza da freqüência interferente. Ela não necessita ser precisa, mas, é importante saber se estamos falando de 100 kHz ou 1 GHz, por exemplo.

***"E como saber isso ?"***

O modo ideal seria utilizando o analisador de espectro. Na falta dele, um bom osciloscópio pode ser útil, contudo, na falta desse último só resta o bom senso.

Vamos a um exemplo prático.

Quando não temos os recursos que desejaríamos ter, o jeito é trabalhar como aquele antigo médico de "maleta preta". Meus contemporâneos devem se lembrar que, dentro daquela maleta, havia apenas um estetoscópio, uma "lanterninha", um medidor de pressão arterial, um martelinho para testar os reflexos, um termômetro, e um conjunto de pás de madeira para abaixar a língua. O resto era pura diagnose clínica.

Ora, se uma máquina está interferindo na faixa de rádio AM, por exemplo, em princípio sua freqüência está na faixa de 500 kHz a 1,6 MHz.

Caso interfira em um telefone sem fio, por outro lado, a faixa de freqüência "gira" em torno de 1 GHz.

Resumindo, se sabemos qual é a freqüência de operação do circuito

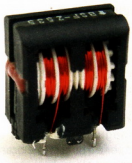


Figura 9

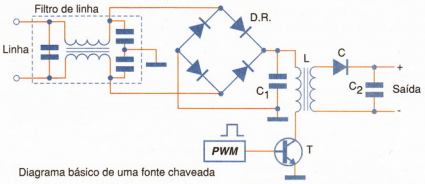



Diagrama básico de uma fonte chaveada

vítima, já temos uma idéia da ordem de grandeza do sinal interferente.

A seguir, mostramos uma pequena relação entre a freqüência e o melhor tipo de capacitor a ser utilizado como filtro.

| Tipo | Freqüência máxima |
|---|---|
| Eletrolítico de alumínio | 100 kHz |
| Eletrolítico de Tântalo | 1 MHz |
| Papel | 5 MHz |
| Mylar | 10 MHz |
| Poliestireno/Mica | 500 MHz |
| Cerâmico | 1 GHz |

**- Posição dos componentes**

A maneira segundo a qual dispomos os componentes na placa de circuito impresso também é muito importante para evitar a EMI.

***"Mas, quem são os vilões da EMI?"***

Todo e qualquer circuito que utiliza freqüência de chaveamento acima de 10 kHz. Por exemplo: PCs, fontes chaveadas, reatores eletrônicos para lâmpadas fluorescentes, inversores de freqüência, entre outros.

Como exemplo, vamos mostrar uma fonte de alimentação tipo chaveada. Atualmente, a freqüência de PWM varia entre 20 kHz a 100 kHz ***(figura 9)*** nesses dispositivos.

O layout da ***figura 10*** não é indicado, pois o cabo de corrente alternada entre o corpo da fonte e o filtro de linha (FL) possibilita a irradiação do ruído para o restante da fonte. A ponte

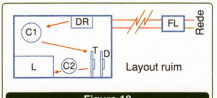
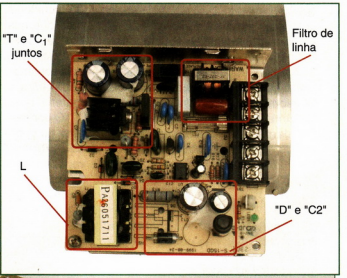



Figura 10

retificadora (DR) e o capacitor eletrolítico do barramento ($C_1$) formam um grande anel de captura de ruídos. Já o transformador (L) e o transistor de chaveamento (T) irradiam EMI para a saída, capacitor ($C_2$) e diodo (D).

Por outro lado, o *layout* mostrado na ***figura 11*** é melhor, uma vez que o cabo AC entra diretamente no filtro de linha (FL), que está alocado na própria placa. Além disso, C1, L e T foram colocados juntos, de modo a minimizar a área de emissão/captação de EMI. Repare como a fonte "Metaltex modelo 5 – 15 – 24" segue essas práticas.

A blindagem externa funciona como uma "gaiola de Faraday", impedindo a irradiação de EMI para freqüências acima de 30 MHz. Essa técnica torna-se ainda mais eficaz quando as partes metálicas são aterradas.



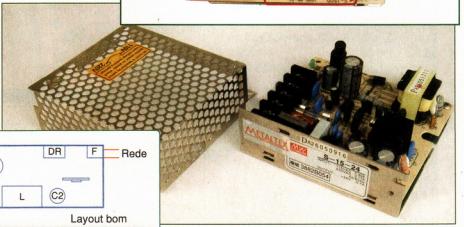







Figura 11

**b) Fora da PCI**

Até agora analisamos algumas técnicas contra a EMI para serem utilizadas dentro do circuito. Infelizmente, nem sempre elas são suficientes. Aspectos construtivos da máquina e de todo o sistema também têm grande impacto na emissão ou recepção de interferência.

**- Diafonia**

A diafonia é a passagem de parte do sinal de um cabo (ou fio) para outro através da indução. Obviamente, o que transporta sinais de maior amplitude interfere nos de menor. A ***figura 12*** ilustra um caso onde um sinal digital é distorcido por estar próximo a um cabo da rede AC.

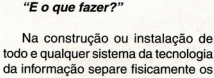



Figura 12

***"E o que fazer?"***

Na construção ou instalação de todo e qualquer sistema da tecnologia da informação separe fisicamente os cabos de comando (baixa amplitude) dos de potência. Jamais encaminhe ambos no mesmo eletroduto.

***"E isso é tudo?"***

Não.

A diafonia, também conhecida como *crosstalk*, não ocorre apenas quando os cabos estão juntos. Dependendo da intensidade do campo de sinal interferente, ela pode ocorrer a vários metros.

O módulo do campo elétrico irradiado pode ser aproximado por:

$E = 2{,}6\ (A.I_{L}.f^2)/d$ [μV/m]

Onde:

A = área do anel de corrente [$cm^2$].

$I_L$ = corrente do anel de corrente [A].

f = freqüência [MHz]

d = distância em metros [m]

A ***figura 13*** traz um exemplo onde dois sistemas se comunicam e, ao mesmo tempo, estão expostos a um campo interferente (EMI).

Pela minha experiência em campo, caso você se depare com tal situação, seu cliente lhe informará que:

1° Não é possível aumentar a distância entre máquinas devido às características do seu sistema produtivo, bem como por razões ligadas à ISO 9000.

2° É óbvio que não podemos reduzir a freqüência, pois essa é uma característica intrínseca do sistema.

3° No meu caso, nunca tive a mínima idéia de qual era o valor da corrente $I_L$, portanto, como poderia mudar algo que nem conhecia?

Assim, a única alternativa é diminuir a área do anel de corrente. Isso, sim, é fácil de se fazer conforme podemos observar na ***figura 14.***

**- Cabos**

O tipo de cabo utilizado merece uma atenção especial do integrador de tecnologia. Nesta matéria trataremos dos quatro tipos mais comuns: coaxial, UTP, STP, e fibra óptica.

O cabo coaxial é constituído de dois condutores dispostos axialmente, separados entre si e envoltos por material isolante.

O condutor interno, mais rígido, é feito de cobre e pode ser torcido ou sólido (esse último é mais indicado em redes locais, já que os dados fluem com mais facilidade em um meio homogêneo). O condutor externo é uma malha metálica que, além de atuar como a segunda metade do circuito elétrico, também é sua blindagem.

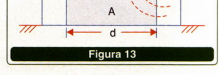



Figura 13

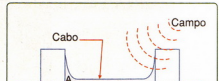



Figura 14

Eis o primeiro equívoco muito comum: achar que a malha (blindagem) sozinha protege os sinais internos da EMI. Isso não é verdade!

Para que ela atue como uma proteção ele deve ser aterrada, o que gera o segundo erro mais comum: aterrar apenas uma das extremidades da malha.

Caso apenas uma extremidade da malha seja aterrada, o efeito será o contrário do que queremos, ou seja, ela funcionará como uma "antena" para ruídos. Portanto, lembre-se disso!

Quando essa malha externa é feita de alumínio, o cabo coaxial é dito grosso (especificação RG – 213 A/U) ou de banda larga, pois possui uma impedância de 75 Ω transmitindo a uma velocidade de até 10 Mbps à freqüência de 10 Ghz. Eles são muito utilizados em circuitos internos de TV.

Caso a malha externa seja de cobre a impedância é de 50 Ω, o que permite a transmissão de dados à velocidade de 10 mbps a uma freqüência de 2 Ghz. Este cabo é chamado de cabo coaxial fino (especificação RG – 58 A/U) ou cabo coaxial de banda base, muito utilizado em redes padrão Ethernet.

Os conectores desses cabos são padrão BNC (tipo "T" ou "I").

O cabo de par trançado é muito bom para evitar a diafonia, porém, o tipo UTP (*Unshielded Twisted Pair*) por não possuir blindagem externa, é mais susceptível a EMI.

O cabo de par trançado é formado de pares de fios entrelaçados, separados por material isolante PVC (*Poly Vinyl Chloride*). Dessa forma, um campo anula o outro, eliminando a diafonia.

Geralmente esses cabos são utilizados em sistemas de telefonia, graças ao seu baixo custo.

O cabo STP (*Shielded Twisted Pair*), ***figura 15,*** é uma variação do UTP e, por ter malha, pode ser empregado em redes de computadores com boa imunidade a EMI.

Um cabo STP geralmente possui dois pares trançados blindados, com

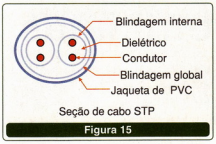


Figura 15

uma impedância de 150 Ω e pode alcançar uma largura de banda de 300 MHz em 100 m de cabo.

Normalmente, seus conectores seguem o padrão RJ – 45.

Outra opção é o cabo de fibra óptica, que possui um filamento condutor interno feito de substância derivada de material vítreo, ou plástico, revestida por um material com baixo índice refratário, normalmente silicone ou acrilato.

Apesar de alguns problemas (custo, dificuldades nas conexões com outros cabos, impossibilidade de fazer curvas abruptas), sem dúvida, é o meio mais eficaz contra a EMI.

Na verdade, ela é totalmente imune a interferências externas, o que lhe atribui um caráter de altíssima confiabilidade.

Além disso, podemos chegar a taxas de até 16 Tbps (terabits por segundo) à freqüência de 800 terahertz.

***"Mas, então, qual delas devo usar?"***

Como sempre, a resposta dependerá da aplicação. A tabela a seguir, entretanto, pode dar uma boa idéia.

| | Coaxial | UTP | STP | Fibra óptica |
|---|---|---|---|---|
| Preço por km | ☺ | ☺ | ☺ | ☹ |
| Utilização em redes | ☺ | ☹ | ☺ | ☺ |
| Imunidade a diafonia | ☺ | ☺ | ☺ | ☺ |
| Imunidade a EMI | ☺ | ☺ | ☺ | ☺ |
| Facilidade na instalação em economia de espaço | ☹ | ☺ | ☹ | ☺ |
| Velocidade de transmissão | ☺ | ☹ | ☺ | ☺ |

**- Aterramento elétrico**

Fazer corretamente o aterramento elétrico dos painéis, além do aspecto segurança, é uma boa prática contra a EMI. Por se tratar de um capítulo à parte, o leitor deve consultar a norma NBR 5410, e ver o tópico "terra lógico".

## CIRCUITO PRÁTICO

***"Agora que já sei a anatomia da EMI, seus problemas, e suas soluções dentro e fora da PCI, como posso detectá-la?"***

Se você necessita de medir com exatidão o valor de espectro da freqüência da EMI, será necessário um analisador de espectro ou, no mínimo, um osciloscópio com o recurso de FFT. Porém, se você precisa saber apenas se o ambiente em questão está ou não poluído com EMI, um pequeno circuito aliado a um bom multímetro True RMS pode ser suficiente.

A ***figura 16*** mostra um pequeno circuito detector de RF formado por dois diodos de germânio, e dois capacitores. Esse simples dispositivo conectado a um multímetro true rms (AC + DC) pode dar uma idéia da ordem de grandeza da EMI. A ***figura 17*** ilustra um teste com nosso protótipo, que pode cobrir um range de freqüências entre 500 kHz e 100 MHz. No caso, avaliando a EMI de uma fonte chaveada.

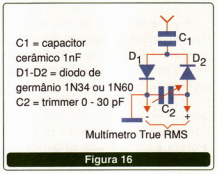


Figura 16

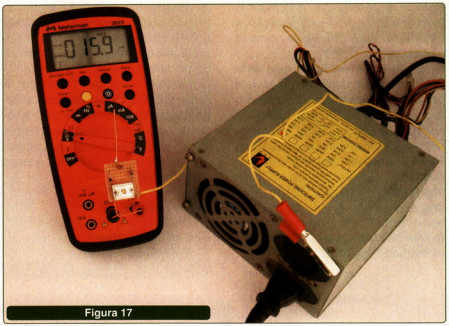
Sabendo se estamos tratando de 1 mV/m ou 100 V/m, o integrador pode "prescrever" o melhor remédio segundo as técnicas até aqui estudadas.

## CONCLUSÃO

Lembre-se que problemas relacionados a EMI exigem do profissional uma forma diferenciada de pensar. Tão importante em considerar o que está acontecendo é refletir como o fenômeno está acontecendo.

Já presenciei equipes dotadas de sofisticados instrumentos demorarem mais tempo na diagnose de uma falha, em comparação com profissionais dotados de boa base técnica e equipados apenas com um rádio AM e um multímetro.

Enviem suas críticas e sugestões sobre esta matéria à nossa Redação, preferencialmente, informando se ela agregou ou não valor às suas atividades.


Figura 17

# Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas

## Seção São Paulo

**Informativo ABEE - www.abee-sp.com**

**Fique sócio da ABEE-SP**

Você, profissional ou estudante da área elétrica, associe-se à ABEE-SP. Você vai ficar por dentro de todas as informações atuais da sua área. Preencha a ficha de inscrição disponível no site **www.abee-sp.com** e envie pelo endereço eletrônico **abeesp@abee-sp.com**

# "A ABEE é a energia da Engenharia"



## Mensagem do Presidente

Este é o mais novo Canal de Comunicação da ABEE-SP com você caro associado. Além do nosso site www.abee-sp.com, potencializamos nosso contato com a comunidade técnica do setor da engenharia elétrica de todas as modalidades: eletrotécnica, eletrônica, informática, telecomunicações, computação e de referências cruzadas como a mecatrônica.

Só foi possível firmarmos este trabalho em parceria com a revista Saber Eletrônica graças a tradição e a credibilidade de nossas entidades jurídicas: a Editora Saber que completará 30 anos em agosto e a ABEE - SP 49 anos em setembro. Nosso desafio é sempre primarmos pela atualização tecnológica de alto nível, aos associados e leitores como a única "arma" capaz de criar o diferencial nesta disputa de mercado e melhoria da empregabilidade.

Aqui estaremos de forma objetiva, em todas as edições da revista procurando mantê-lo informado de tudo o que acontece em nossa vida profissional.

O ano de 2005 será muito rico, promoveremos visitas técnicas, palestras, cursos, e o nosso primeiro "Fórum Estadual dos Engenheiros Eletricistas" em setembro nos dias 12 e 13, focando três temas, como eixos de discussão principal: a Legislação Profissional do Sistema Confea/Crea, a Ciência Tecnológica aplicada em produtos e serviços e o Ensino da Engenharia Elétrica.

Venha! Participe Conosco! A ABEE-SP é a única entidade associativa de atuação focada exclusivamente na engenharia elétrica, este é um convite, a valorização profissional começa por aqui, "A ABEE é a energia da Engenharia".

Até breve,

***Eng. João Oliva***
***Presidente***

## Gillet é um dos homenageados com "Medalha 48 anos"

Engenheiro eletricista há 55 anos, Cláudio Gillet Soares foi um dos homenageados pela ABEE-SP com a "Medalha 48 anos". Com início da carreira na antiga Light de São Paulo, Gillet é um dos fundadores da ABEE-SP (1956). Após desempenhar várias funções de chefia na Light, ele chegou ao cargo de consultor da presidência. Gillet atuou também na Furukawa Industrial, na Pirelli Cabos e Itaú Planejamento e Engenharia.

"Só uma pequena parte dessa homenagem me pertence, porque a maior parte cabe às equipes que comigo trabalharam", comentou Gillet. Uma das grandes contribuições de Gillet para a área elétrica foi a participação na criação dos Seminários Nacionais de Distribuição de Energia Elétrica, conhecidos como Sendi. "Os cursos das universidades são o início para a longa jornada das nossas vidas. A mistura, teoria e prática se completa com o confronto de experiências de outros, daqui e de fora", declarou Gillet.



Gillet à esquerda ao lado de João Oliva.

# Workshop: Revisão da NBR 5410

Nos dias 15 e 16 (das 18hs às 22hs30) e 17 (das 8hs30 às 18hs) de março próximo todas as mudanças da mais recente versão da NBR 5410 serão discutidas no Instituto de Engenharia de São Paulo. O Workshop é promovido pela **ABEE-SP – Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas – Seção São Paulo** e gerenciado pela Divisão de Treinamento da Barreto Engenharia. A nova revisão da norma aborda as principais mudanças e exigências técnicas para **Projeto** e **Execução de Instalações Elétricas de Baixa Tensão e entra em vigor no dia 31 de março de 2005.**

O Workshop é destinado a engenheiros, tecnólogos e técnicos da área elétrica e que tenham interesse na atualização das questões normativas da recém editada **NBR 5410/2004 da ABNT.** O custo de participação é de R$ 500,00 para associados e R$ 560 para não associados. É esperado um público de 400 pessoas. Nos dois primeiros eventos serão abordadas questões relativas às mudanças que mais impactam na aplicação da norma, particularmente, no que tange ao atendimento de possíveis questionamentos a serem levantados pelo público.

Os técnicos e engenheiros que participaram da elaboração da revisão da norma são os mesmos que estarão ministrando as palestras. Outras informações podem ser obtidas pelo site www.barreto.eng.br ou diretamente pelo telefone 11 5031-1326.

## Painel 1 - Choques Elétricos

- ❑ Proteções: básica, supletiva e adicional (novo enfoque)
- ❑ Nova apresentação das medidas de proteção
- ❑ Mudanças no uso obrigatório de DR de alta sensibilidade (30 mA)
- ❑ Exigência do condutor PE e de tomadas com aterramento em toda a instalação
- ❑ O novo padrão brasileiro de tomadas
- ❑ Adequação do tipo de DR (AC, A, B) à corrente de falta
- ❑ DRs de alta imunidade e seletividade entre DRs
- ❑ Banheiros, piscinas e compartimentos condutivos

**Palestrante: Engº José Rubens**

## Painel 2 - Princípios Fundamentais

- ❑ Referências normativas - IEC, CISPR, NBR IEC, NBR NM
- ❑ Novos termos técnicos
- ❑ Novas influências externas (seleção de componentes)
- ❑ Mudanças na distribuição de pontos de tomadas e previsão de cargas
- ❑ Criação da seção "Locais de Habitação", com novas prescrições
- ❑ Inclusão de "parâmetros de projeto" na documentação da instalação
- ❑ Quadros de distribuição

**Palestrante: Engº Paulo Barreto**

## Painel 3 - Sobretensões e Aterramento

- ❑ Obrigatoriedade do uso de DPS (protetor contra surtos)
- ❑ Novos parâmetros para seleção e instalação de DPS
- ❑ BEP, BEL, QDP, DG, LES, ETI
- ❑ Equipotencialização e novos procedimentos para aterramento e C.E.M.
- ❑ Melhor conceituação de eletrodo de aterramento
- ❑ Sobretensões temporárias e transitórias
- ❑ Proteções em linhas de sinal

**Palestrante: Engº Galeno Gomes**

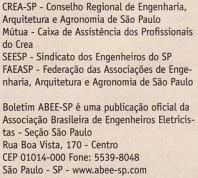
## Painel 4 - Linhas Elétricas

- ❑ Novas informações e critérios para dimensionamentos com harmônicas
- ❑ Eliminação e revisão de tabelas para dimensionamento de condutores
- ❑ Principais novidades na instalação de condutores
- ❑ Novos parâmetros para queda de tensão
- ❑ Novos conceitos e opções de proteção para cabos em paralelo
- ❑ Novas prescrições para serviços de segurança
- ❑ Novas prescrições para situações de incêndio e fuga das pessoas (BE e BD)
- ❑ Novas prescrições para locais CA2 e CB2
- ❑ Novas exigências para eletrodutos

**Palestrante: Engº Hilton Moreno**

### Prestigie a ABEE-SP

É fácil prestigiar a regional São Paulo da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas. No formulário ART - Anotação de Responsabilidade Técnica do CREA-SP, anote o código 56 ou 056.




### Apoio

**Esse informativo tem o apoio do:**
IE - Instituto de Engenharia de São Paulo
CREA-SP - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo
Mútua - Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea
SEESP - Sindicato dos Engenheiros do SP
FAEASP - Federação das Associações de Engenharia, Arquitetura e Agronomia de São Paulo

Boletim ABEE-SP é uma publicação oficial da Associação Brasileira de Engenheiros Eletricistas - Seção São Paulo
Rua Boa Vista, 170 - Centro
CEP 01014-000 Fone: 5539-8048
São Paulo - SP - www.abee-sp.com
abeesp@abee-sp.com

# O FIM DO TRANSISTOR

A HP (Hewlett Packard) apresenta uma inovação tecnológica que deverá se tornar uma alternativa sem precedentes para a substituição dos transistores nos circuitos eletrônicos. Com dimensões muito menores, o novo dispositivo promete ser muito mais rápido e de menor consumo, proporcionando a possibilidade de criar uma nova geração de computadores milhares de vezes mais rápidos e poderosos que os atuais, além de muitos outros aplicativos. Veja, neste artigo, o que a HP está prometendo para revolucionar a Eletrônica.

Newton C. Braga

A transição da válvula para o transistor causou uma revolução na Eletrônica sem precedentes. Os equipamentos, com um consumo muito menor, ocupando também espaços mais reduzidos podiam então ser portáteis.

A partir do final da Segunda Guerra surgiram então aparelhos eletrônicos revolucionários como o rádio transistorizado, gravadores portáteis e muitos outros que agora, no final da "cadeia evolutiva", chegam aos sistemas *wireless*, telefones celulares, *chips* implantáveis (RFID) e muitos outros.

No entanto, tudo isso ainda é, em última análise, formado por transistores. O transistor é o tijolo mestre dos circuitos integrados e toda a eletrônica depende hoje desse componente.

Thomas Moore, com sua famosa lei, previa que existiria um limite para a evolução dos aplicativos eletrônicos, especificamente os computadores, determinado por quão pequeno poderia ser um transistor.

Se bem que esse limite tenha sido estendido várias vezes pela descoberta de novas tecnologias, desde 1965 quando a lei foi divulgada, principalmente na litografia parece que agora ele está próximo.

O transistor não pode ir muito além do que ele é hoje. Todavia, a Lei de Moore pode ser estendida se pensarmos em novas tecnologias que substituam a do tradicional transistor.

A alternativa seria algo revolucionário que pudesse fazer o mesmo que o transistor, mas que não fosse um transistor e é isso justamente que a HP está propondo com sua nova tecnologia.

## O SUBSTITUTO DO TRANSISTOR

Pesquisadores da HP desenvolveram novos dispositivos denominados Crossbar Latches (Chaves de Barras Curzadas) que podem ser a alternativa para o futuro, substituindo os transistores.

Os novos dispositivos podem ser fabricados com dimensões tão pequenas, que milhares deles preencheriam o equivalente ao diâmetro de um fio de cabelo.

Para que o leitor tenha uma idéia, os menores transistores que podem ser fabricados hoje baseados na tecnologia do silício, tem um comprimento de aproximadamente 90 nm (nanômetros). Isso significa que, no equivalente ao diâmetro de um fio de cabelo podemos enfileirar 100 000 deles.

Os dispositivos Crossbar da HP medem apenas de 2 a 3 nm, ou seja, são de 30 a 50 vezes menores, o que nos leva a poder enfileirar de 2 000 000 a 3 000 000 deles num comprimento equivalente ao diâmetro de um fio de cabelo.

Esses novos dispositivos da nanotecnologia, consistem em um fio de platina sobre o qual cruzam-se dois fios do mesmo material, correspondentes à linhas de controle.

Entre os fios, no local em que eles se cruzam, existem junções comutadoras em escala molecular. Essas junções são moléculas cuja composição ainda não está bem definida, mas que apresentam as propriedades que dão ao dispositivo o inusitado comportamento.

Aplicando uma seqüência de impulsos de tensão às linhas de controle e usando polarização apropriada na linha controlada é possível fazer com que funções NÃO, E e OU sejam realizadas. Essas são justamente as três operações básicas que permitem a implementação de qualquer tipo de circuito de processamento.

Esses dispositivos, além de mais simples que os transistores que já estão no limite de suas dimensões, são muito menores. Mas a vantagem principal é que sendo muito menores, os sinais podem passar por eles com maior velocidade e sua ação no controle desses sinais pode ser milhares de vezes mais rápida que a de um transistor comum.

Na **figura 1** mostramos uma matriz de 8 x 8 barras cruzadas com apenas 40 nm, fabricada usando-se um processo de litografia.

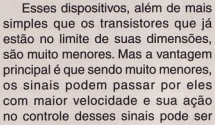


Figura 1

O mais interessante dessa nova tecnologia, é que os novos dispositivos não apresentam apenas um comportamento lógico que possibilita sua aplicação em eletrônica digital. As linhas de controle podem ser

polarizadas com sinais e isso faz com que eles sejam amplificados, possibilitando assim uma operação do dispositivo no modo linear.

Na **figura 2** ilustramos uma aplicação alternativa que consiste na integração de sensores em nanoescala. Com a tecnologia desenvolvida é possível fabricar nanofios com espessuras da ordem de poucos nanômetros.

Sensores desse tipo podem ser usados para detectar gases tóxicos, e determinar a mistura de combustíveis

Segundo a HP, dispositivos que utilizem a nova tecnologia deverão estar disponíveis em torno de 2012.

De acordo com Phil Kuekes, um dos descobridores da nova tecnologia, os transistores ainda estarão presentes durante muito anos na maioria das aplicações eletrônicas, mas serão substituídos gradativamente pelos novos dispositivos.

Apenas lembramos que a invenção do carro não fez com que as pessoas deixassem de andar a pé, e nem a invenção do avião fez com que os carros se tornassem obsoletos. Na Eletrônica ocorre o mesmo.

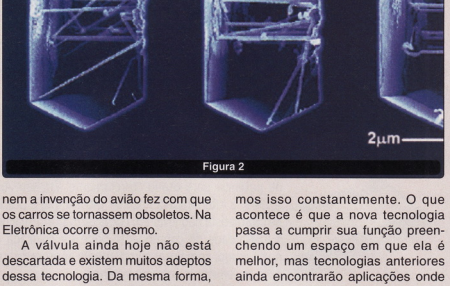


Figura 2

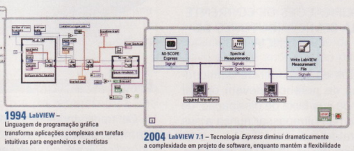
A válvula ainda hoje não está descartada e existem muitos adeptos dessa tecnologia. Da mesma forma, o transistor bipolar não foi descartado pelo FET e muito menos pelo circuito integrado.

Sempre que uma nova tecnologia aparece, há uma tendência exagerada em se achar que ela descarta completamente a anterior, observamos isso constantemente. O que acontece é que a nova tecnologia passa a cumprir sua função preenchendo um espaço em que ela é melhor, mas tecnologias anteriores ainda encontrarão aplicações onde elas continuarão a ser melhores.

Lembre-se que apesar de você ter um PC da última geração no seu trabalho do dia-a-dia, ainda tira do bolso sua velha calculadora de 4 bits (4 operações) quando precisa somar o seu saldo bancário...


# Evolua seu Ambiente de Programação com LabVIEW

LabVIEW 7.1
A partir de US$ 1.199,00




**1984** Programação baseada em Texto – Programação de propósito geral traz flexibilidade para sistemas de medição

**1994** LabVIEW – Linguagem de programação gráfica transforma aplicações complexas em tarefas intuitivas para engenheiros e cientistas

**2004** LabVIEW 7.1 – Tecnologia *Express* diminui dramaticamente a complexidade em projeto de software, enquanto mantém a flexibilidade e poder de programação do LabVIEW

A tecnologia *Express* do LabVIEW 7.1 continua a revolucionar software de medições, reduzindo dramaticamente a complexidade de programação e ao mesmo tempo mantendo a flexibilidade e escalabilidade exigida pelas aplicações mais atuais.

A National Instruments oferece 44 Express VIs com LabVIEW 7.1, combinando centenas de funções de medição com interfaces de configurações fáceis de utilizar, economizando tempo sem comprometer desempenho.

## Express VIs no LabVIEW 7

| I/O Interfaces | Análise | Matemática e Comparação | Relatórios e Acesso a Arquivos | Manipulação de Sinais |
|---|---|---|---|---|
| DAQ Assistant | Espectral | Fórmulas | Leitura de Arquivo de Medição do LabVIEW (LVM) | Atraso no Tempo |
| Instrument I/O Assistant | Distorção | Escala e Mapeamento | Escrita em Arquivo de Medição do LabVIEW (LVM) | Tempo Decorrido |
| Simulação de Sinal | Tom | Funções Matemáticas no Domínio do Tempo | Tela para entrada de dados do usuário | Seleção de Sinais |
| Simulação de Sinal Arbitrário | Amplitude e Nível | Estatística | Visualização de mensagens para o usuário | Alinhar e Reamostrar |
| I/O Distribuídos (funções do FieldPoint e Compact FieldPoint) | Temporização e Transição | Convolução e Correlação | Construção e formatação de textos | Coletor |
| Digitalizadores de Alta Velocidade* | Teste de Limites e Máscara | Linearização e Interpolação | Criação de Relatórios | Compressão de Amostras |
| Gerador de Forma de Onda Arbitrária* | Filtros | Comparação | NI DIAdem Report Wizard | Trigger e Gate |
| Gerador de Funções* | Criação de Histograma | | | Relé |
| I/O Digital de Alta Velocidade* | | | | Anexar Sinais* |

*Novas *Express VIs introduzidos no LabVIEW 7.1*

Faça um tour virtual online do LabVIEW. Visite nosso site **ni.com/info** e digite a senha **brpg9p**.

**55 11 3262 3599**

**National Instruments Brazil**
Tel. 55 11 3262 3599 • Fax: 55 11 3266 5088
ni.brazil@ni.com • ni.com/brazil

NATIONAL INSTRUMENTS™

©2005 National Instruments Corporation. Todos os direitos reservados. FieldPoint, LabVIEW e ni.com são marcas registradas National Instruments.
Os nomes de produtos e companhias utilizadas neste documento são marcas registradas de suas respectivas companhias.

# ENTENDA AS ESPECIFICAÇÕES DOS SEMICONDUTORES DE POTÊNCIA

Não basta conhecer os limites de corrente de um semicondutor de potência para usá-lo corretamente. Em seu *Application Note* AN949, a International Rectifier mostra que é preciso muito mais. Se o projetista não levar em conta outras informações importantes, a integridade do componente pode ser colocada em risco. Veja, neste artigo, como usar corretamente as especificações de corrente para os semicondutores de potência.

Newton C. Braga

Todos os componentes que operam com correntes elevadas possuem especificações máximas de corrente, indicando os limites de sua capacidade de operação.

Os fabricantes dos dispositivos semicondutores sabem quais são os limites de corrente para seus produtos, levando em conta uma determinada temperatura ambiente. No entanto, esses mesmos fabricantes não sabem quais são as condições reais que o componente vai encontrar quando em uso. Elas podem ser bem diferentes das previstas e isso pode significar problemas.

Então, para quem trabalha com semicondutores de potência, é importante levar em conta dois fatores importantes:

- As especificações de corrente não significam nada se não forem acompanhadas das condições de temperatura.
- A temperatura indicada para as condições limites de corrente não significa realmente a temperatura em que o dispositivo irá operar.

Veja, então, que se temos a indicação de que um dispositivo é capaz de conduzir a corrente desejada em uma aplicação a uma temperatura de 25º C, isso não significa que ele pode ser usado numa aplicação real que venha a alcançar temperaturas maiores.

O valor da corrente nessa temperatura pode ser bastante útil, entretanto, para se comparar suas características com a de componentes equivalentes.

## ESPECIFICAÇÕES DE CORRENTE PARA SEMICONDUTORES DE POTÊNCIA

Todos os dispositivos semicondutores de potência devem operar dentro de sua faixa de dissipação, de modo a não ultrapassar nunca a sua temperatura máxima.

Assim, um primeiro cuidado importante em qualquer projeto que envolva esses dispositivos está na escolha correta do sistema de dissipação de calor. Não basta montar o dispositivo em qualquer dissipador para garantir que ele se mantenha dentro da faixa de temperaturas permitida.

É preciso saber escolher o dissipador, o que pressupõe um "projeto térmico" cuidadoso, principalmente quando altas potências estão envolvidas. Veja a **figura 1**.

Os semicondutores de potência, entretanto, precisam de informações adicionais além de sua temperatura máxima e capacidade de dissipação.

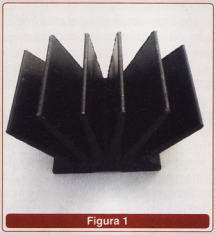


Figura 1

Os transistores de potência, por exemplo, precisam da SOA (*Safe Operating Area*), os tiristores da dv/dt e di/dt (taxa de crescimento da tensão e da corrente), etc.

Os transistores bipolares têm ainda o ganho a ser levado em consideração e os IGBTs são menos sensíveis a esta característica.

Dessa forma, quando encontramos essas informações numa folha de características de um componente, elas devem ser levadas em conta com o devido respeito.

Devemos também diferenciar as especificações que abordam a circulação de correntes contínuas daquelas em regime de sinais (pulsos ou corrente alternada).

## ESPECIFICAÇÕES DE CORRENTE CONTÍNUA

As especificações para correntes contínuas são baseadas na capacidade que o componente tem de eliminar calor quando ele é gerado pela passagem de uma corrente contínua, conforme mostra a **figura 2**.

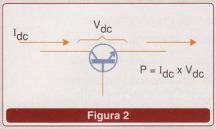


Figura 2

Nessas condições não estão presentes quaisquer efeitos produzidos por comutação.

É importante observar que nas especificações de dissipação, a quantidade de calor que um componente pode transferir para o meio ambiente depende da diferença de temperatura entre o componente e o ambiente.

Assim, é preciso tomar cuidado com essas especificações, visto que em condições normais é difícil manter o componente em temperaturas inferiores à 90º C, principalmente no caso dos semicondutores de potência elevada.

Dissipadores, conforme a ilustração da **figura 3**, levam em conta todas as variações de temperatura que ocorrem nas condições de operação.

Portanto, um dissipador para componentes com invólucros TO-220 ou TO-3 permite que o componente opere em temperaturas ambientes até 40º C com uma corrente que vai de 60% a 70% da máxima especificada para uma temperatura de 25º C, o que corresponde a uma temperatura real do invólucro que chega a 100º C.


Figura 3

Nesse ponto o leitor pode perceber que os valores das especificações não são tão fixos quanto se pode esperar, e que na prática é preciso tomar cuidado para que limites não sejam superados.

Desse modo, ao analisar as especificações de corrente de um semicondutor de potência o projetista deve considerar três fatos importantes:

1. Os transistores de potência operam normalmente como comutadores e os ciclos ativos são sempre inferiores a 100%, o que significa que em uma aplicação importa realmente a capacidade de condução do componente nas condições reais de operação.

2. Quando operando como comutadores, existem perdas no processo de comutação. Essas perdas devem ser calculadas e incluídas como energia a ser dissipada em forma de calor, juntamente com a gerada na queda de tensão por condução.

3. Na maioria dos casos, é muito mais importante levar em conta a capacidade de comutação do dispositivo e o que acontece no processo do que as perdas por condução contínua.

## ESPECIFICAÇÕES DE COMUTAÇÃO

Quando um semicondutor de potência, como um MOSFET de Potência, trabalha em regime comutado, não basta considerar o calor gerado durante o ciclo em que ele permanece em condução. Conforme exibe a **figura 4**, esse calor é apenas uma parte do calor gerado no funcionamento do componente.

Assim sendo, uma parte do calor gerado pode ser calculada facilmente levando-se em conta o valor médio da corrente conduzida, multiplicado pela queda de tensão no dispositivo. Mas isso não é tudo.


# Matrizes de CONTATOS



>>> PL551M
2 barramentos, com 550 pontos. R$ 21,70



>>> PL551
2 barramentos, 2 bornes, com 550 pontos.
R$ 24,70



>>> PL552
4 barramentos, 3 bornes, com 1.100 pontos. R$ 43,80



>> PL553
6 barramentos, 3 bornes, com 1.650 pontos. R$ 69,80

*Nos preços não está incluído o valor do frete que será calculado dependendo da localidade e do tipo de envio (Encomenda ou Sedex). Preços válidos até 25/01/2005

Compre pelo Site ou por telefone
WWW.SABERMARKETING.COM.BR
(11) 6195-5330

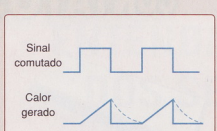



Figura 4

Os semicondutores de potência dissipam calor quando comutam. A passagem do estado de não condução para condução e vice-versa, gera calor e esse calor deve ser considerado nos projetos.

O importante nessa consideração é que o calor gerado não depende simplesmente do tempo que o componente demora para mudar de estado, mas também da forma de onda envolvida.

Nas condições de surto, a temperatura da junção pode subir exponencialmente, não dando tempo para que o calor gerado seja transferido para as outras partes do componente. Isso pode causar a queima do componente.

Assim, os fabricantes também indicam a curva de impedância térmica do dispositivo. Ela ajudará a entender a velocidade de resposta às variações de temperatura.

Na figura 5, veja as curvas típicas de resposta a transientes térmicos de um dispositivo de potência.

A importância dessa característica pode ser avaliada se considerarmos um dispositivo operando em duas freqüências diferentes, mostradas na figura 6.

Conforme podemos observar, as variações da dissipação de potência na junção do dispositivo são diferentes nas duas freqüências.

Com o aumento da freqüência, a inércia térmica do dispositivo entra em cena e começa a predominar, causando menores variações da temperatura da junção no momento da aplicação dos pulsos.

De um modo geral, com freqüências a partir de alguns quiloherts e ciclos ativos acima de 20%, as flutuações de temperatura nas junções dos dispositivos semicondutores se

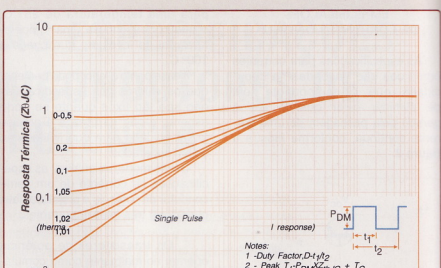



Figura 5

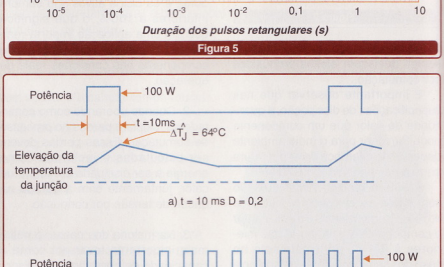



Figura 6

tornam menores e, com isso, menor é a dissipação total do dispositivo em operação também considerando o tempo de condução.

## CONCLUSÃO

A maioria dos dispositivos semicondutores de potência trabalha com correntes intensas e em regime de pulsos.

Em um projeto que utilize tais dispositivos deve-se estar atento aos máximos suportados pelo componente e também ao modo de operação.

Conforme vimos neste artigo, um semicondutor de potência pode ter uma considerável potência dissipada no processo de comutação e não somente na condução, gerando assim quantidades adicionais de calor que precisam ser dissipadas.

Mais do que isso, a própria inércia do dispositivo para transferir esse calor para o meio ambiente a partir da junção, pode ser muito importante dependendo do regime de operação do dispositivo.

# USANDO MOSFETS DE CANAL P

Os MOSFETs de potência mais comuns são os de canal N. Assim, a maioria dos profissionais de projeto está acostumada a utilizar esses componentes, esquecendo que existem os tipos de canal P. O que talvez muitos não saibam, é que a simples troca de polaridade desse componente pode ajudar a melhorar o desempenho de um projeto e simplificar um circuito. Neste artigo, baseado em *Application Note* da IRF (International Rectifier) mostramos como isso pode ser feito.

Newton C. Braga

Na verdade, se consultarmos as listas de componentes disponíveis da maioria dos fabricantes de semicondutores, veremos que a maioria dos MOSFETs de potência listados são de canal N.

Os poucos tipos de canal P, além de mais caros, não têm as mesmas especificações de corrente e tensão que os tipos de canal N.

No entanto, os MOSFETs de canal P estão se tornando mais comuns, e isso pode levar a uma utilização maior, não apenas pela facilidade de obtenção, mas também pelas vantagens reais que eles podem trazer em certos projetos.

De fato, a excitação dos MOSFETs de Canal P pode ser elaborada de modo mais simples e isso pode significar uma economia de espaço e componentes em projetos que, hoje em dia, são cada vez mais sensíveis a essas características.

## AS CARACTERÍSTICAS DOS MOSFETS DE CANAL P

Os MOSFETs de canal P também são dispositivos que têm uma estrutura no modo de enriquecimento, com símbolo mostrado na **figura 1**.

Uma tensão entre a comporta (*gate*) e a fonte (*source*) leva o dispositivo a conduzir a corrente entre a fonte (*source*) e o dreno (*drain*).

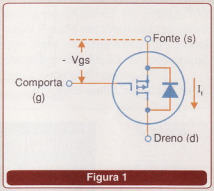


Figura 1

As diferenças em relação aos dispositivos de canal N estão justamente na polaridade da tensão que deve ser aplicada à comporta e no sentido da corrente que circula através do dispositivo. Como no caso de transistores bipolares NPN e PNP, podemos dizer que os MOSFETs de Canal N e de Canal P são "complementares".

Porém, as diferenças não estão somente nessas características. Como os transistores de canal P são fabricados num pedaço de material epitaxial P, onde os portadores de carga são lacunas, a mobilidade dessas cargas é três vezes menor do que no material N.

Isso leva a uma resistência Rds(on) maior, transcondutância menor e a uma capacitância de entrada também maior. No entanto, esses pontos desfavoráveis podem ser compensados por outros pontos favoráveis para determinados tipos de projetos.

Vejamos a seguir quais são essas aplicações:

## APLICAÇÕES EM QUE O MOSFET DE CANAL P É VANTAJOSO

Apesar de ser mais lento e ter uma Rds(on) maior, existem muitos casos em que é bem mais vantajoso utilizar um MOSFET de canal P do que um de canal N. Vejamos alguns.

### a) Cargas Aterradas

Uma primeira aplicação onde o uso do MOSFET de canal P é vantajoso, é quando a carga está com uma de suas extremidades

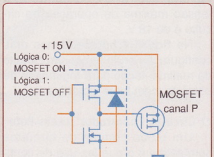


Figura 2

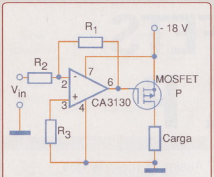



Figura 3

ligada à terra, conforme ilustra a **figura 2**.

Evidentemente, conforme mostra essa figura, excitando o MOSFET de canal P com uma saída lógica CMOS, a carga estará ativada com o nível lógico 0 e desativada com o nível lógico 1.

A desvantagem desse circuito ocorre se a carga precisar ser alimentada com tensões superiores a 15 V. Nesse caso, não será possível usar fontes separadas para a lógica e para a carga, dado o fato da conexão comum ficar do lado positivo da alimentação.

**b) Modo Linear**

Conforme exibe a **figura 3**, os MOSFETs de canal P também podem operar no modo linear amplificando sinais.

Nesta configuração, podemos empregar esse tipo de componente em reguladores de tensão lineares no caso em que uma carga tem um dos seus terminais ligado à terra.

Para o CA3140 (Amplificador Operacional com JFET na entrada), a tensão máxima de operação do circuito é de 18 V.

Na **figura 4** apresentamos uma configuração onde temos um circuito de realimentação para regulagem de corrente, com fonte simétrica.

**c) Circuito Comutador Totem-Pole**

Um bloco comum de circuitos comutados é o que faz uso da configuração *Totem-Pole*, ou seja, dois transistores complementares são ligados em série, veja a **figura 5**.

Essa configuração pode ser encontrada em fontes chaveadas,

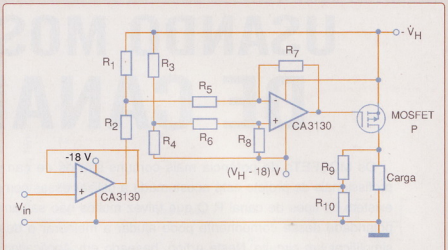



Figura 4

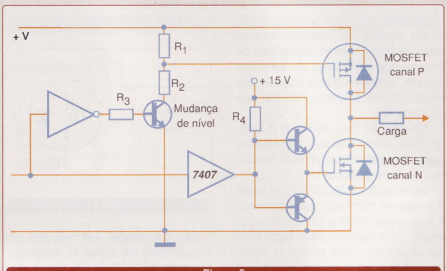



Figura 5

amplificadores Classe D, controles de velocidade e transmissores de AM.

Uma vantagem desse circuito está na sua capacidade de operar com altas tensões. Outro ponto importante

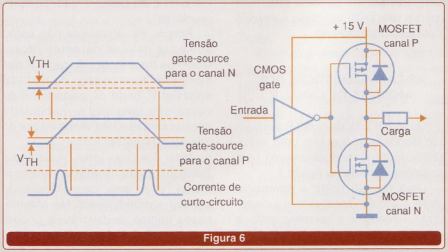



Figura 6

a ser considerado é que os drenos dos MOSFETs de potência normalmente estão conectados a aleta dissipadora. Assim sendo, como eles estão interligados, os dois transistores podem ser montados num mesmo dissipador, sem a necessidade de isolamento elétrico.

Se a tensão de alimentação for inferior a 20 V, as comportas poderão ser interligadas, conforme mostra o circuito da **figura 6**.

Veja que nesta aplicação, o sinal deve ter uma taxa de crescimento suficientemente elevada para evitar a permanência do dispositivo por muito tempo na zona linear de operação.

Também deve ser levado em conta que nesse modo de operação existe um período de tempo da transição da tensão de comporta, entre o limiar inferior (em torno de 3 V) e o limiar superior de 12 V em que ambos os dispositivos permanecem em condução.

Um seguidor de fonte para essa configuração é visto na **figura 7**.

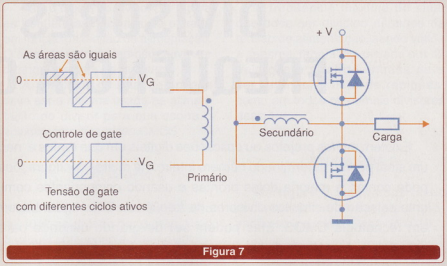



**Figura 7**

## CONCLUSÃO

Nos casos indicados neste artigo, o uso de MOSFET de potência de canal P pode ser interessante, desde que suas características de velocidade e de condução não comprometam o seu desempenho.

Conforme vimos, sua utilização em cargas aterradas ou ainda de modo complementar (*totem-pole*) pode ajudar a obter configurações interessantes.

O projetista deve pensar na possibilidade de usar esses componentes, antes de partir diretamente para outras soluções que podem ser menos convenientes.

SEMICONDUTORES DE ALTA POTÊNCIA "WESTCODE"



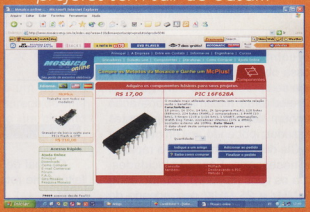
Tiristores de : Controle de Fase, Gate Distribuído e Rápidos;
Diodos : Retificadores e Rápidos;
Módulos Isolados;

Aplicação em : Soft Start, Subestações, Retificadores, Drives DC, Forno Indução, Tração (Trens/Locomotivas), Carregadores de Bateria e Máquinas de solda.

semicondutores CORONA BRASIL

CORONA BRASIL IND. COM. E REPRES. LTDA
Distribuidor Autorizado Westcode Semiconductors. USA
F. 19-3834.3757 - Fax 19-3834.3782 - www.coronabrasil.com.br
semicondutores@coronabrasil.com.br

Na Mosaico você pode:
Comprar On-Line os componentes e placas que precisa para seus projetos sem sair de casa!!!



Facilidade, comodidade, logística e bom atendimento são fatores fundamentais nos dias de hoje para compra de qualquer produto. Disponibilizamos à você uma gama de componentes e produtos para venda em nosso site.
www.mosaico-eng.com.br
ou ligue: (11) 4992-8775

# DIVISORES DE FREQÜÊNCIA CMOS

Existem muitos projetos ou aplicações digitais em que temos a necessidade de dividir a freqüência de um sinal por um determinado número inteiro. Há muitas configurações práticas com que o desenvolvedor pode contar, a maioria delas prontas e usando componentes comuns. Na edição nº 384 mostramos uma seleção de circuitos divisores de freqüência TTL. Agora trazemos as configurações equivalentes em tecnologia CMOS. Elas podem ser de grande utilidade para os leitores que trabalham com este tipo de tecnologia digital.

Newton C. Braga

Dividir a freqüência de pulsos retangulares em lógica CMOS pode ser importante no desenvolvimento de sistemas de aquisição ou transmissão de dados, instrumentação e em muitas outras aplicações.

Se bem que não seja difícil para o desenvolvedor que domine a técnica digital criar o seu próprio divisor, baseado nos conhecimentos teóricos de *flip-flops* e contadores, dispor das configurações prontas é muito melhor. Por esse motivo, depois de levar aos leitores uma seleção de circuitos divisores de freqüência TTL usando componentes comuns, faremos o mesmo com componentes CMOS.

Vários divisores foram simulados no computador para que o leitor possa observar que o sinal de saída nem sempre tem ciclo ativo de 50%. A velocidade máxima de operação também depende dos componentes utilizados, podendo ser empregados os CIs das subfamílias mais rápidas, se necessário. Essas velocidades, para os tipos *standard* variarão entre 18 MHz e 25 MHz, dependendo do componente.

A maioria dos divisores tem por base o circuito integrado 4018 que, por sua versatilidade, pode ser programado para a divisão e contagem de diversos números inteiros tanto pares como ímpares. Para a divisão por números ímpares é necessário usar uma porta adicional externa que, normalmente, é do tipo encontrado no CMOS 4081.

## 1. DIVISOR POR 2

Neste circuito, um dos flip-flops do 4018 é usado para dividir a freqüência do sinal de entrada por 2. A configuração mostrada na **figura 1** é muito simples, pois não se necessita de nenhum componente externo adicional.

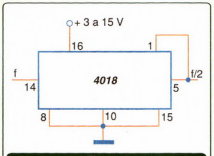


Figura 1

O sinal de entrada deve ser perfeitamente retangular e livre de repiques.

A freqüência máxima de entrada depende da tensão de alimentação, conforme a seguinte tabela:

| Condições (Vdd) | Valor da Freqüência Máx. de Entrada | Unid. |
|---|---|---|
| 5 V | 4 | MHz |
| 10 V | 9 | MHz |
| 15 V | 14 | MHz |

## 2. DIVISOR POR 3

Conforme ilustra o circuito da **figura 2**, para a divisão por um número ímpar é necessário usar uma porta AND externa, no caso, obtida de um circuito integrado 4081.

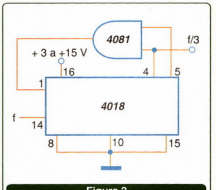


Figura 2

A mesma tabela para as freqüências máximas de divisão, mostrada no divisor por 2, é válida para este circuito.

Observamos que o sinal obtido neste circuito não é perfeitamente quadrado. O ciclo ativo não é 50%. **(*)**

**(*)** Apesar de as unidades numa plotagem vertical serem diferentes das usadas no eixo horizontal (tensão x tempo), é comum que se adote em terminologia digital os termos "quadrado" para designar um sinal cujo tempo no nível alto seja igual ao tempo no nível baixo e "retangular " quando os tempos são diferentes.

A tensão de alimentação pode ficar entre 3 e 15 V e o sinal de entrada deve ser perfeitamente retangular (ou quadrado), livre de repiques ou oscilações indevidas.

### 3. DIVISOR POR 4

Para a divisão por um número par, o 4018 pode ser usado sem a necessidade de nenhum componente externo, conforme mostra a **figura 3**.

Nesta configuração, dois flip-flops do 4018 são empregados e o sinal de saída não tem um ciclo ativo exatamente de 50%, ou seja, não é uma onda perfeitamente quadrada.

A mesma tabela do divisor por 2 para as freqüências máximas de entrada em função da tensão de alimentação é válida.

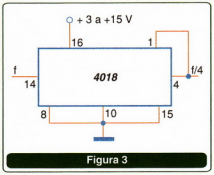


Figura 3

### 4. DIVISOR POR 5

De acordo com a **figura 4**, a divisão por 5 exige o emprego de uma porta AND externa, a qual pode ser obtida de um circuito integrado 4081.

Também neste caso, o sinal de saída não é perfeitamente quadrado (ciclo ativo de 50%).

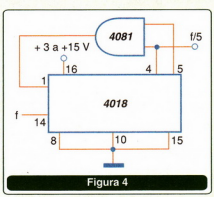


Figura 4

Vale a tabela do divisor por 2 para as freqüências máximas de entrada em função da tensão de alimentação. O sinal de entrada também deve ser retangular e livre de repiques.

A amplitude do sinal de entrada deve ser a mesma usada na alimentação do divisor para que ocorra o acionamento da função CMOS.

### 5. DIVISOR POR 6

Por ser um número par, o uso do 4018 na divisão por 6, não exige qualquer componente externo adicional, veja o circuito da **figura 5**.

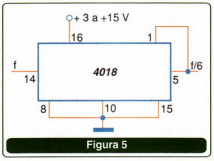


Figura 5

As freqüências máximas de entrada são as mesmas do divisor por 2, dependendo também da tensão de alimentação.

O sinal de entrada deve ser retangular livre de repiques. São usados três dos flip-flops internos do 4018 para fazer essa divisão de freqüência.

### 6. DIVISOR POR 7

Temos neste caso um número ímpar, o que exige o emprego de uma porta AND externa de um circuito integrado 4081, observe a **figura 6**.

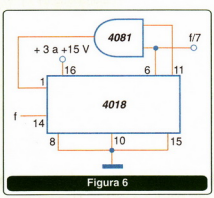


Figura 6

A freqüência máxima do sinal que pode ser dividido depende da tensão de alimentação, sendo válida a mesma tabela do divisor por 2. Veja que o sinal de entrada deve ser retangular livre de repiques, como em todos os demais divisores descritos.

### 7. DIVISOR POR 8

Na **figura 7** mostramos como implementar um divisor por 8 utilizando-se o circuito integrado 4018.

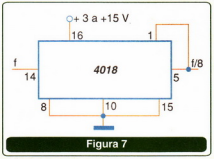


Figura 7

São usados 4 flip-flops internos nessa divisão e como se trata de um número par, não há necessidade de nenhum componente externo adicional.

A freqüência máxima de entrada para um sinal perfeitamente retangular e sem repiques é dada pela tensão de alimentação, sendo válida a tabela do divisor por 2.

### 8. DIVISOR POR 9

A **figura 8** ilustra como implementar um divisor de freqüência por 9 usando como base um circuito integrado 4018 CMOS. Como se trata

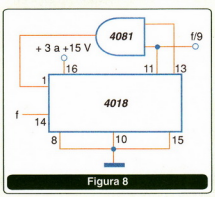


Figura 8

de número ímpar, é necessário usar uma das portas AND de um circuito integrado 4081.

A freqüência máxima de entrada é função da tensão de alimentação, com os mesmos valores dados na tabela do divisor por 2.

O sinal de entrada deve ser retangular sem repiques com amplitude compatível com a exigida para o circuito CMOS na aplicação.

## 9. DIVISOR POR 10

A divisão por 10 da freqüência de um sinal retangular CMOS sem repiques pode ser feita com apenas um circuito integrado 4518, conforme exibe a **figura 9**.

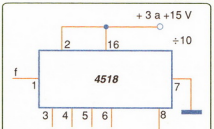


Figura 9

A freqüência máxima depende da tensão de alimentação, sendo válida a tabela do divisor por 2. O sinal de saída não tem um ciclo ativo de 50%.

## 10. DIVISOR ATÉ 16 384

Sinais retangulares compatíveis com lógica CMOS podem ter sua freqüência dividida por potências de 2 até 16 384 (2 elevado ao expoente 14) utilizando-se um circuito integrado 4020, de acordo com a **figura 10**.

Para uma alimentação de 10 V, a freqüência máxima de entrada é da ordem de 6 MHz.

Observe que o circuito não possui saídas para divisão por 4 e por 8. Combinando-se as saídas através de fuções lógicas (portas E, por exemplo) podemos programar este circuito para dividir por qualquer número entre 2 e 16 384.

Em alguns casos, pela ausência das saídas divisoras por 4 e por 8, deverão ser feitas aproximações.

O sinal de entrada deve ser livre de repiques e perfeitamente retangular, como nos demais casos de divisores descritos neste artigo.

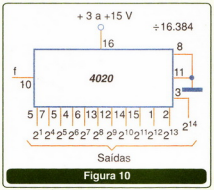


Figura 10

## 11. DIVISOR POR 4096

Para dividir uma freqüência por valores que sejam potências de 2 até 4096 o desenvolvedor pode usar o circuito da **figura 11**.

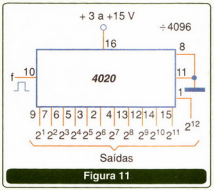


Figura 11

A base deste circuito é o 4020, um divisor com 12 saídas que podem ser utilizadas de forma independente ou ainda combinadas para se obter valores de divisão que não sejam potências de 2.

Com uma alimentação de 10 V, a freqüência máxima do sinal de entrada é 10 MHz. A alimentação pode ser feita com tensões de 3 a 15 V, lembrando que, com tensões mais baixas o circuito é mais lento.

O sinal de entrada deve ser retangular com amplitude igual à tensão de alimentação e completamente livre de repiques.

Também é importante observar que os sinais nas saídas não são quadrados, ou seja, não possuem um ciclo ativo de 50%. São retangulares com um ciclo ativo que depende da saída.

## 12. DIVISOR POR 11

Completamos a série de circuitos divisores com um divisor por 11 com base no circuito integrado 4018.

Apesar de ser um número ímpar, o 4018 nesta configuração não emprega nenhum elemento adicional externo. O circuito é dado na **figura 12**.

Vale a tabela do divisor por 2 para as freqüências máximas do sinal de entrada em função das tensões tensões de alimentação.

O sinal de entrada deve ser retangular e livre de repiques. O sinal de saída não terá um ciclo ativo de 50%.

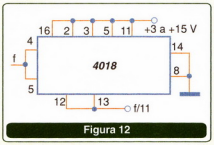


Figura 12

## CONCLUSÃO

Os blocos básicos divisores que mostramos neste artigo podem ser usados isoladamente ou ainda combinados de modo a se obter a divisão por valores maiores. Por exemplo, para obtermos um divisor por 28, basta ligar um divisor por 7 em série com um divisor por 4.

Da mesma forma, poderemos obter um divisor por 32 ligando em série um divisor por 4 e um por 8. Evidentemente, valores maiores podem ser obtidos analogamente e se não puderem ser decompostos, poderemos partir dos divisores com o 4020 ou 4040 usando portas adicionais.

As únicas limitações que encontramos no emprego desses circuitos é a sua relativamente baixa velocidade de operação.

A ESCOLA QUE VAI ATÉ VOCÊ

# Instituto Monitor

## Cursos a Distância ou Presenciais

SE-602

### "Formei-me Técnico em Eletrônica enquanto trabalhava"

Trabalho com material de alta tensão, que incorpora muito de eletrônica. Acho importante estar sempre se aprimorando e investindo na própria formação, por isso formei-me Técnico em Eletrônica enquanto trabalhava na instalação de uma subestação de transmissão ligando Campo Largo, no Paraná, a Ibiúna, em São Paulo. Pude fazer as provas nas idas e vindas que fazia a São Paulo para reuniões em empresas como a Asea Brown Boveri (ABB) e a Siemens. Como viajo muito, não teria conseguido me formar neste curso se não fosse por meio de uma escola a distância. Gostei demais do material didático de ótimo nível, e do atendimento. Vocês estão de parabéns. Recomendo a todos em Furnas que também façam o curso.

**Ahirton Gonçalves,** 46 anos
Matrícula 19893
Itapeva - São Paulo, SP



### Técnico em Eletrônica (com CREA)

Ensino Técnico modulado com 3 qualificações profissionais:

1. ***Instalador e Reparador de Circuitos Eletrônicos e Microcomputadores***
2. ***Assistente em Eletrônica e Comunicação de Dados***
3. ***Projetista em Eletrônica***

### Técnico em Informática

Ensino Técnico modulado com 3 qualificações profissionais:

1. ***Especialista em Suporte Operacional em Microinformática***
2. ***Programador Júnior***
3. ***Programador Sênior***

### Outros Cursos Técnicos e Supletivo

- ✓**Contabilidade**
- ✓**Secretariado**(com DRT)
- ✓**Transações Imobiliárias**
  Corretor de Imóveis (com CRECI)
- ✓**Ensino Fundamental**
  (1° Grau)
- ✓**Ensino Médio**
  (2° Grau)

### Cursos Profissionalizantes Livres

- ○ Eletrônica
- ○ Eletricista Enrolador de Motores
- ○ Montagem e Reparação de Aparelhos Eletrônicos
- ○ Microcontrolador - PIC
- ○ Montagem e Manutenção de Micros
- ○ Instalação e Configuração de Redes

**Confira as vantagens de estudar no Instituto Monitor. Você:**

- Faz a matrícula pelo correio, Internet ou telefone, em qualquer época do ano;
- Estuda em lugar de sua escolha, no horário que quiser;
- Conta com o auxílio permanente de professores especializados, por carta, fax, e-mail, telefone ou pessoalmente;
- Escolhe a data para fazer os exames;
- Investe em seu futuro com economia e segurança;
- Conclui seu curso mais rapidamente;
- Conquista um Diploma ou Certificado com validade nacional.

Qualidade em educação a distância!

**fone: (11) 3335-1000**

caixa postal 2722 • São Paulo-SP • CEP 01009-972
Rua dos Timbiras, 257/263 • Centro • São Paulo-SP
atendimento@institutomonitor.com.br
**www.institutomonitor.com.br**

Instituto Monitor 66 anos
FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

# Interpretando "Data Sheets"

As folhas de dados de componentes eletrônicos estão cheias de abreviações, termos técnicos e acrônimos que podem causar confusões, principalmente entre os profissionais menos experientes. Neste artigo daremos o exemplo simples de um texto de uma folha de dados de um componente digital, com atenção para alguns termos comuns, abreviações e também a descrição do princípio de funcionamento.

Newton C. Braga

Os *Data Sheets* (folhas de dados) e *Applications Notes* (notas de aplicação) são os principais documentos com que os profissionais podem contar para obter informações sobre componentes e circuitos.

Elaborados de forma precisa, uma vez que os fabricantes devem ser cuidadosos para não deixarem qualquer dúvida quanto às informações que eles contêm, esses documentos devem ter uma interpretação única, rigorosamente determinada pelo significado dos termos técnicos, abreviações e símbolos usados.

Nenhum fabricante pode comprometer a utilização de um produto seu, levando a resultados desastrosos em algum projeto, por utilizar formas indevidas de comunicar-se com os usuários. A documentação técnica não admite qualquer dubiedade de interpretação.

O texto que tomamos como exemplo, descreve o conhecido circuito integrado CMOS 4017 e foi retirado do livro "CMOS Sourcebook", de Newton C. Braga, publicado pela Prompt Publications nos Estados Unidos.

"4017 – Decade Counter/Divider with 10 Decoded Outputs

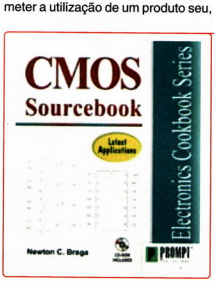
Description: This device is a 5-stage divide-by-10 Johnson Counter with 10 decoded outputs and a carry out bit. The decoded output goes to the "1" logic level remaining the others in the "0" logic level".

**Vocabulário:**

*Decade* – Década
*Counter* – Contador
*Divider* – Divisor
*Decoded* – Decodificada(s)
*Device* – Dispositivo
*Carry* – Transporte (vai um)
*Remaining* – Permanecendo
(*to remain* – permanecer)

Na **figura 1** temos uma ilustração com a pinagem desse dispositivo, na forma como ela aparece no livro.

Conforme podemos observar pelo texto, as funções múltiplas de um dispositivo podem ser indicadas pelos termos que as descrevem,



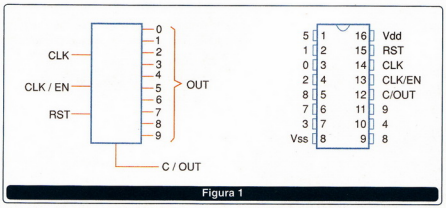




Figura 1



separados por barras. Assim, *Decade Counter/Divider* indica que o componente é ao mesmo tempo um contador de década e um divisor.

Também vemos que os substantivos compostos, em inglês, são separados por hífen em sua maior parte. Em português, nem sempre isso ocorre.

Temos, então, no texto: a palavra composta 5 estágios, indicada *5-stages* e divisor por 10, indicada por *divide - by - 10*.

Isso nos leva à seguinte tradução para essa parte do texto, relativamente simples:

"4017 – Contador de Década/ Divisor com 10 Saídas Decodificadas.

Descrição: Este dispositivo é um Contador Johnson de 5 estágios, divisor por 10, com 10 saídas decodificadas e uma saída de transporte (vai um). A saída decodificada vai ao nível lógico "1" permanecendo as outras no nível lógico "0".

Ainda no texto temos as designações dos pinos desse CI, que merecem também um comentário em relação às abreviações e aos significados dos termos:

*Pin names:*

**Vdd** – *Positive Supply Voltage (3 V to 15 V)*

**Vss** – *Ground*

**OUT0 to OUT9** – *Decoded Outputs*

**RST** – *Reset*

**CLK** – *Clok or Signal Input*

**CLK EN** – *Clock Enable*

**C/OUT** – *Carry Out Output*

Analisemos os termos usados e abreviações:

**Vdd**, **Vss** e também **Vcc** são usados normalmente para designar os pinos de tensão ou alimentação dos circuitos integrados CMOS.

**Vdd** é a tensão de dreno (d = *drain*) e **Vss** a tensão de fonte (s = *source*). Assim, nos circuitos integrados CMOS, Vdd é a tensão positiva de alimentação e Vss a tensão negativa ou terra. Temos ainda *Vcc* ou *Vee* (-5 V), para indicar qualquer outra tensão adicional que seja necessária ao funcionamento do circuito como, por exemplo, tensões de saída em um *buffer*.

**OUT** é a abreviação usada para *output* (saída). Da mesma forma usamos **RST** para *Reset* (rearmar ou *ressetar*). Em alguns documentos podemos encontrar RS ou mesmo R para designar o *reset*. Veja que esse termo já foi aportuguesado com o uso de "ressetar" para indicar a operação de rearmar um circuito ou retorná-lo a zero.

**CLK** é utilizado para designar o *clock* ou relógio (oscilador externo) de um circuito. Também encontramos variações como CK em alguns documentos. **CLK EN** é a habilitação da entrada de clock (EN – *enable* - habilitação). Essa saída permite inibir a contagem ou continuá-la, independentemente do sinal da entrada de clock.

**C/OUT** indica a saída *Carry Out* ou "vai um", usada para transferir o sinal para um CI seguinte quando esse termina a contagem. O uso dessa saída permite ligar diversos 4017 em cascata e, assim, fazer a contagem até 20, 30, etc. Em alguns documentos encontramos também a abreviação CO para esse pino.

Além da descrição do componente e nome dos pinos, na folha de dados temos o modo de operação que tem parte do texto dada a seguir, para que possamos comentar alguns termos:

*Operation Mode:*

• *In the normal operation RST and CLK EN are kept at the ground (0) and the pulses are applied to the CLK input.*

• *The circuit advances one count on the positive going transition of the clock pulse or signal.*

• *Reset is done by putting a "1" at the RST input.*

• *Each decoded output remains at the "1" logic level during the full clock cycle. The other remains at the "0" logic level.*

• *The carryout pulses are produced at the final of the full counting.*

Observe o uso do termo "final" e não "end" para designar a contagem final.

Podemos traduzir o texto da seguinte forma:

Modo de operação:

• Na operação normal, RST e CLK EN são mantidos aterrados (0) e os pulsos são aplicados na entrada CLK.

• O circuito avança uma unidade na contagem na transição positiva do pulso de *clock* ou sinal.

• O *reset* é feito colocando-se o lógico nível 1 na entrada RST.

• Cada saída decodificada permanece no nível lógico "1" durante o ciclo inteiro de *clock*. As outras permanecem no nível lógico "0".

• O pulso de transporte (vai um) é produzido no final da contagem completa.

**Vocabulário:**

*Kept* – Mantido(s) (*to keep* = manter)
*Advances* – Avança
*One count* – Uma unidade
*Transition* – Transição
*Full* - inteiro, completo
*Carryout* – Transporte (vai um)
*Final* – final
*Counting* – Contagem

**Acrônimos/Abreviações CMOS**

CLK – Clock
RST – Reset
EN – Enable (habilitação)
OUT – Output (saída)
C – Control
NC – Not Connected (não conectada)
DEL – Delayed Clok Output (saída de clock atrasada)
D/IN – Data In (entrada de dados)
RE/IN – Recirculate Input (entrada de recirculação)
SD – Serial Data (dados seriais)
IN – Input (entrada)
PL – Polarity (polaridade) PP – Phase Pulses (pulsos de fase_
INH – Inhibit (inibe)
DEM – Demodulator (demodulador)
C – Timing Capacitor (capacitor de temporização)
R – Timing Resistor (resistor de temporização)
AS – Astable Input (entrada astável)
TR – Trigger (disparo)
RTR – Retrigger (redisparo)
EX RST – External Reset (reset externo)
OSC – Oscillator (oscilador)
EX – Expand (expande)

# TÉCNICAS DE MODULAÇÃO E MULTIPLEXAÇÃO

Os sistemas modernos de telecomunicações devem acomodar um número cada vez maior de canais, com larguras de faixas que crescem com a velocidade e quantidade de informações transmitidas, além de serem imunes a interferências e ruídos, operando com baixas potência. Para conseguir que tais sistemas sejam eficientes, técnicas avançadas de modulação e multiplexação de sinais são usadas. Neste artigo trataremos de algumas dessas técnicas.

Newton C. Braga

Para transmitir a palavra falada, uma largura de faixa que vai de 300 Hz a 3 400 Hz é suficiente. Isso é atendido perfeitamente pelas linhas de transmissão convencionais e mesmo pelos sistemas sem fio mais simples. No entanto, a evolução dos sistemas de comunicação fez com que muito mais do que a simples palavra devesse ser transmitida.

Em uma primeira fase, a preocupação inicial foi a de utilizar um mesmo canal ou linha telefônica para transmitir, ao mesmo tempo, diversas conversas telefônicas, sem que seus sinais se misturassem. O processo segundo o qual isso pode ser feito é denominado Multiplex.

## MULTIPLEX

Há diversas técnicas para se multiplexar um sinal, ou seja, fazer com que ele transporte diversas informações de canais diferentes sem que elas se misturem e depois poder separá-las, conforme mostra a **figura 1**.

Analisemos as duas principais técnicas usadas para essa finalidade:

### a) Multiplex por Divisão de Freqüências

Para entender como funciona esse tipo de multiplexação, também abreviada por FDM (*Frequency Division Multiplex*) vamos imaginar que desejamos transmitir três canais de áudio telefônicos convencionais (300 a 3 400 Hz) através de uma linha telefônica comum.

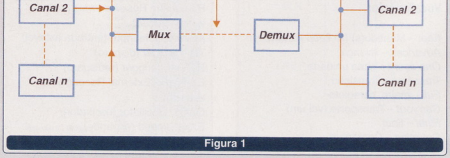



Figura 1

Conforme ilustra a **figura 2**, o primeiro canal pode ser transmitido diretamente em sua faixa de freqüências original.

Os dois outros canais vão passar por circuitos moduladores que fazem a translação de suas faixas de freqüências, elevando-as de modo a ocupar outra porção do espectro, veja a **figura 3**.

Assim, o segundo canal passa a ocupar um espectro de 4 300 a 7400 Hz, enquanto que o terceiro canal ocupará a faixa de 8 300 a 11400 Hz.

Não se recomenda colocar os canais exatamente "encostados" um no outro, pois isso dificultaria a operação dos filtros nos receptores, que devem fazer sua separação.

Com esse procedimento, a linha de transmissão passa a operar com um sinal único multiplexado, ocupando uma faixa de freqüências que vai de 300 Hz a 11 400 Hz.

No receptor, para fazer a separação dos sinais, basta usar filtros apropriados e demoduladores, de acordo com a **figura 4**.

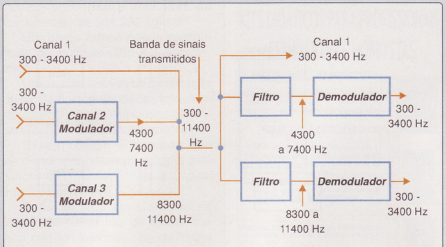



Figura 2

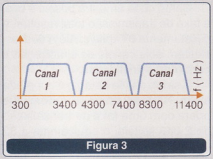



Figura 3

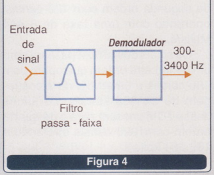



Figura 4

Veja que na saída dos filtros temos uma faixa de freqüências que não corresponde à do sinal original, assim o demodulador traz de volta o sinal à sua faixa original de 300 a 3 400 Hz.

Nesse sistema, o que se faz então é dividir um espectro em faixas de freqüências que são utilizadas para os diversos canais de forma separada. Daí a denominação de multiplex por divisão de freqüências.

Essa tecnologia de tramsmissão esteve muito em uso nos sistemas de telecomunicações até a década de 80. Atualmente, as tecnologias digitais exigem outros tipos de multiplexação que se tornaram mais comuns.

**b) Multiplex por Divisão de Tempo**

Uma outra maneira de se multiplexar diversos canais de informação, é dividindo o sinal transmitido em pacotes que ocupem tempos diferentes de transmissão, conforme mostra a **figura 5**.

Esse processo, denominado TDM ou *Time Division Multiplex*, é utilizado de forma eficiente na telefonia móvel celular.

Para entender como ele funciona, vamos imaginar (de forma simplificada) que desejamos transmitir apenas dois sinais de áudio por uma mesma portadora ou canal, conforme ilustra a **figura 6**.

Os dois canais são levados a um circuito de chaveamento ou porta de

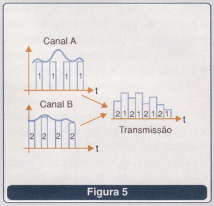



Figura 5

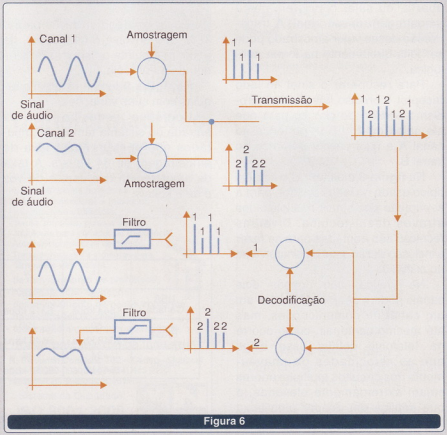



Figura 6

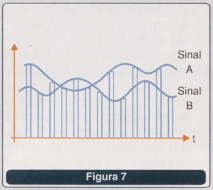



Figura 7

canal. Esses circuitos consistem em chaveadores que abrem e fecham a passagem do sinal de modo alternado. Quando o circuito abre para o canal A por um instante, seu sinal passa e pode ser transmitido. Quando o circuito abre para o canal B, o sinal passa e ele é transmitido.

Assim, conforme exibe a **figura 7**, o sinal transmitido é formado por "pacotes" de sinal alternados correspondentes às informações contidas nos canais A e B.

Veja que esses pacotes nada mais são do que os valores de pico do sinal que está sendo transmitido no instante em que a chave é a aberta, ou seja, consistem numa amostragem desse sinal. A transmissão desse valor amostrado pode ser feita diretamente na forma analógica.

Para recuperar o sinal no lado receptor é preciso haver um sincronismo perfeito do circuito para que ele saiba qual pacote pertence ao canal A e qual pacote pertence ao canal B.

Na **figura 8** mostramos o circuito típico usado no lado receptor, para a separação dos sinais multiplexados através desta técnica. Diversas técnicas são adotadas para se fazer a inclusão desse sinal de sincronismo no sistema.

Na prática, não apenas dois canais podem ser multiplexados em um canal de comunicações, mas até mesmo centenas, como ocorre na telefonia celular. Isso exige que as velocidades de chaveamento dos circuitos multiplexadores sejam extremamente elevadas, o que implica em ocupar uma faixa larga no espectro.

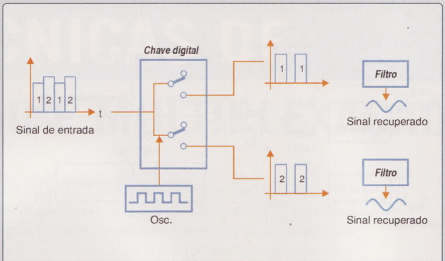



Figura 8

**c) Multiplexação por Divisão em Código**

Abreviada por CDM (Code Division Multplex) tem os sinais separados por técnicas de cocificação. Sua transmissão é feita com sua mistura em um processo que envolve tanto o tempo como a freqüência.

## TDM, NA PRÁTICA

Existe uma padronização para o TDM que envolve 5 categorias, da primeira à quinta ordem. No Brasil é dotada a européia.

Na **figura 9** temos essas hierarquias com suas variações.

Conforme podemos ver, na entrada do sistema temos 30 tributários que operam numa taxa de amostragem de 64 kbits/s. A taxa de amostragem dos canais de voz é de 8 kbits/s.

Como cada amostra possui 8 bits, a taxa de transmissão total resultante é justamente 64 kbits/s. Além desses, existem dois canais de sinalização e para outras finalidades.

A saída desse estágio é acoplada a um TDM de primeira ordem que opera com uma taxa de transmissão de 2 048 kbits/s, o equivalente a 32 vezes a taxa de transmissão básica.

Os TDMs de primeira ordem enviam seus sinais para um TDM de segunda ordem com 120 canais, operando com uma taxa de 8 444 Mbits/s.

Os sinais deste TDM passam para um de terceira ordem que opera com 480 canais e uma taxa de amostragem de 34 368 kbits/s. Os sinais desse TDM passam para o de quarta ordem com1920 canais operando a 139 264 kbits/s.

Finalmente, temos o TDM de quinta ordem que comporta 7680

| | 1ª | 2ª | 3ª | 4ª | 5ª |
|---|---|---|---|---|---|
| USA Canadá | 24<br>1544 kbps | 96<br>6312 kbps | 672<br>47736 kbps | 4032<br>274176 kbps | — |
| Brasil | 30<br>2048 kbps | 120<br>8448 kbps | 480<br>34368 kbps | 1920<br>139664 kbps | — |
| Japão | 24<br>1544 kbps | 96<br>6312 kbps | 480<br>32064 kbps | 1440<br>97728 kbps | 5780<br>397200 kbps |

Figura 9

canais operando a uma taxa de transmissão de 564 992 kbits/s.

Um ponto crítico nessa modalidade de multiplexação é a sincronização.

Utiliza-se a técnica de justificação ou ajuste do número de bits transmitidos aplicadas a TDMs Quase síncronos (denominados plesiócronos).

Esse processo é feito pelo que se denomina heirarquia digital plesiócrona (*Plesiochronous Digital Hierarchy* ou PDH).

Essa técnica consiste em se inserir ou retirar bits de ajuste que não contêm informações, de forma a manter o TDM sincronizado. Podemos dizer que ele funciona como uma espécie de memória elástica em que as informações são gravadas e lidas.

Nesse tipo de memória, o contador retorna à posição inicial ao final de cada ciclo de leitura ou gravação. Todavia, as posições de gravação e leitura são mantidas de modo a não haver superposição.

Como os dois mecanismos (leitura e gravação) são independentes, a memória não é sensível a flutuações que ocorram nos dois mecanismos.

## CONCLUSÃO

A flexibilidade e a capacidade de acomodar muitos canais de informações tornam o processo de multiplexação, principalmente o TDM, indispensável às comunicações modernas.

Entretanto, continua ainda a necessidade de existirem bandas cada vez mais largas no sentido de se acomodar mais canais de informações.

O aumento desse fluxo de informações traz ainda a necessidade de tecnologias cada vez mais complexas no sentido de se garantir a integridade dos dados transmitidos.

Neste artigo demos uma idéia de como funciona a multiplexação por divisão de freqüência e no tempo, com destaque ao segundo tipo (TDM) que é a base das telecomunicações modernas.

KITS DIDÁTICOS PARA PROFISSIONAIS, ESTUDANTES E HOBBYSTAS

KIT ATMEL AT89S8252

8 K de Flash, 2K de E2PROM, Clock 12 MHz, conexão serial RS232, 8 saídas de I/O mapeado. Serve como gravador do chip AT89S8252.

KIT 8051-(80C31)

RAM 32 Kbyte, EPROM 32 Kbyte, Clock 12 MHz, conexão serial RS232, 8 saídas de I/O mapeado e comunicação serial com o PC para carregar os programas .

*Cada Kit Microcontrolador possui:*
2 Cabos de extensão, 1 Cabo de I/O mapeado, 1 Cabo serial, 1 Cabo de ISP (Kit Atmel).

CPU

TECLADO

DISPLAY

Compras, softwares, manuais, compiladores, simuladores, exercícios e suporte em nosso SITE.

*KITS DO AUTOR DOS LIVROS:*

"MICROCONTROLADOR 8051 DETALHADO"

e

"LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051"

Editora Érica.

*KITS:* - KIT ATMEL *R$ 180,00 **
- KIT 8051 (80C31) *R$210,00**
*PERIF:* - CHIP AT89S8252 *R$ 30,00 **
- LCD *R$ 75,00 **
- D/A 8Zit *R$ 99,00 **
- A/D 8 Can. *R$ 129,00 **
- TECLADO 16 Tecl. *R$ 48,00 **
- 7 SEG -4 Dig. *R$ 127,00 **
- CARGA4 (AC/DC) *R$ 108,00 **
- STEP MOTOR DRIVER *R$ 50,00 **
- KIT EXPER. LIVRO 8051 *R$ 95,00**
*FONTE ALIM.(110/220V) *R$30,00*
- STEP MOTOR *R$80,00*
* Não inclui fonte de alimentação e Despesas de envio

8051

LABORATÓRIO DE MICROCONTROLADORES FAMÍLIA 8051

WWW.MICROCONTROLADOR.COM.BR

Catálogos de esquemas e de manuais de serviço

GRÁTIS

Srs. Técnicos, Hobbystas, Estudantes, Professores e Oficinas do ramo, recebam em sua residência sem nenhuma despesa.

ALV Apoio Técnico Eletrônico

Solicite inteiramente grátis

Caixa Postal 79306
CEP: 25501-970 ou
São João de Meriti - RJ
Tel: (21) 2756-1013
pedidos@alvapoio.com.br

RASATRONIC www.rasatronic.com.br



Transformadores e indutores.

LINHA DE FABRICAÇÃO

- transformadores isoladores, autotransformadores e Indutores.
- monofásicos e trifásicos.
- ferrite, toroidais, pulso e áudio
- Indutores para variador de freqüência,
- Autotransformadores de partida,
- Transformadores e indutores para lâmpadas ultra violeta.
- desenvolvimento de protótipos,
- nacionalização de peças,
- desenvolvimento de peças conforme necessidades do cliente
- fabricação em qualquer quantidade.

Rasatronic Eletrônica Industrial

R. Benjamin Constant, 762 – Centro - Guaporé
RS – 99200-000 - Fone: (54) 443 2122
rasatronic@rasatronic.com.br

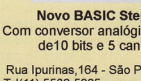
Sistema da Qualidade:
ISO 9001:2000

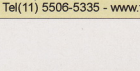
BVQI ISO 9001 IQNet INMETRO

TATO Equipamentos Eletrônicos
*Transformando idéias em realidade*

Tudo para microcontroladores BASIC Step e acessórios em um só lugar.

Módulo de RF





Novo BASIC Step 1
Com conversor analógico/digital de10 bits e 5 canais

Rua Ipurinas,164 - São Paulo - SP
Tel(11) 5506-5335 - www.tato.ind.br

# MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO

Medidores de intensidade de campo são usados para avaliar a intensidade de sinais de altas freqüências que tanto podem ser gerados por transmissores, equipamentos de comunicações e outros como também por equipamentos de uso industrial que possam ser responsáveis por interferências eletromagnéticas (EMI). Esses aparelhos podem ter seus sinais analisados ou ainda ajustados com a ajuda deste medidor de intensidade de campo.

Com um circuito aperiódico na entrada, ele detecta os sinais independentemente de sua freqüência numa faixa que vai de algumas centenas de quilohertz até mais de 100 MHz. Ligado à entrada de um osciloscópio, ele possibilita uma análise mais detalhada de uma fonte de ruído ou interferências.

Newton C. Braga

Medidores de intensidade de campo são aparelhos de grande utilidade para aqueles que trabalham com radiocomunicações ou equipamentos sensíveis a interferências eletromagnéticas (RFI e EMI). Eles podem ser usados para ajustar os equipamentos, verificar o rendimento ou o padrão de irradiação de antenas, determinar onde está uma fonte de ruído em uma máquina industrial e em muitos outros casos.

O circuito que descrevemos, além de simples e usar componentes baratos, pode ser alimentado por duas baterias de 9 V o que o torna totalmente portátil.

Se o leitor trabalha com transmissores ou na manutenção de equipamentos industriais e deseja ter um recurso para a detecção de sinais, a montagem deste detector é altamente recomendada.

A antena usada é do tipo telescópico, mas nada impede que o circuito tenha um borne de entrada para conexão de uma antena externa ou ainda uma antena direcional.

## COMO FUNCIONA

Os sinais captados pela antena são detectados pelos diodos $D_1$ e $D_2$, e depois aplicados a uma das entradas de um amplificador operacional 741. Veja que não temos circuito de sintonia na entrada, o que significa que sinais de quaisquer freqüências podem ser detectados por este aparelho, em uma ampla faixa de valores. Sinais de alguns megahertz a mais de 1 GHz podem ser sensoriados pelo circuito sensível de entrada.

O ganho do amplificador operacional depende da relação entre $R_2$ e $R_1$ e a sensibilidade ajustada em $P_1$. Para um ganho ainda maior que o sugerido neste projeto, pode-se aumentar $R_2$ para valores até 2,2 M ohms.

Uma vez que o sinal seja amplificado ele é levado ao instrumento indicador, que nada mais é do que um microamperímetro.

Uma saída adicional permite que o sinal detectado seja levado a um instrumento mais preciso de análise como um osciloscópio, um registrador gráfico ou mesmo uma interface de aquisição de dados ligada a um PC, conforme sugere a **figura 1**.

A alimentação é feita por duas

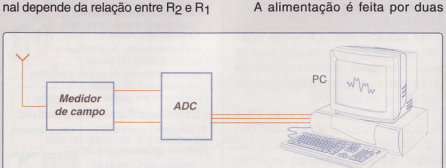



Figura 1

baterias de 9 V, mas como o consumo é muito baixo, elas terão excelente durabilidade.

## MONTAGEM

Na **figura 2** temos o diagrama completo do medidor de intensidade de campo.

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

Os diodos devem ser de germânio para maior sensibilidade, podendo ainda serem empregados equivalentes como o 1N60. Lembramos que os diodos começam a conduzir com uma tensão menor, podendo, portanto, detectar sinais de menor intensidade.

Os resistores são de 1/8W e o capacitor $C_1$ deve ser cerâmico ou de poliéster. $C_2$ é um eletrolítico para 12 V ou mais.

O resistor $R_3$ depende do instrumento usado, conforme a seguinte tabela:

| Instrumento (fundo de escala) | Resistor $R_3$ |
|---|---|
| 100 µA | 10 KΩ |
| 200 µA | 4k7 |
| 500 µA | 2k2 |
| 1 mA | 1 kΩ |
| 2 mA | 470 Ω |
| 5 mA | 220 Ω |

A antena pode ser um pedaço de fio rígido ou do tipo telescópico, e seu comprimento pode ficar na faixa de 30 cm a 1 metro, dependendo da aplicação e da intensidade dos sinais que se pretende detectar.

Para o circuito integrado será conveniente usar um soquete. Circuitos integrados equivalentes podem ser utilizados, sendo que em geral, qualquer amplificador operacional que opere com uma tensão de 9 V funcionará satisfatoriamente.

O conjunto cabe facilmente numa pequena caixa plástica. Uma caixa de radio transistorizado ou do tipo usado em *walk-talkies* (que já tem a antena disponível) é uma solução interessante a ser considerada. A Patola (**www.patola.com.br**) possui uma ampla linha de caixas plásticas que podem ser usadas neste projeto.

A bateria será conectada por conector apropriado e a polaridade das ligações deve ser observada.

## PROVA E USO

Para provar o aparelho será interessante ter um oscilador de alta freqüência ou um pequeno transmissor que será mantido ligado nas proximidades do medidor de intensidade de campo.

Na **figura 4** damos o circuito simples de um oscilador de boa potência que pode servir tanto para comprovação de funcionamento como até para a calibração, se o leitor tiver recursos para comparação de seu sinal com uma referência.

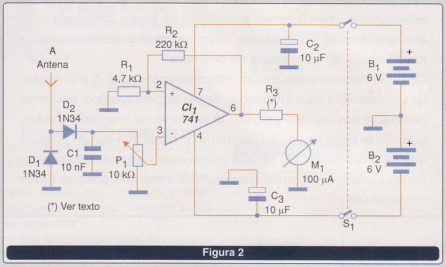



Figura 2

Aproximando-o do transmissor deve ser obtida uma movimentação da agulha indicadora, tanto maior quanto maior for a intensidade de sinal. Ajuste $P_1$ para obter a máxima sensibilidade.

Comprovado o funcionamento, é só usar o aparelho.

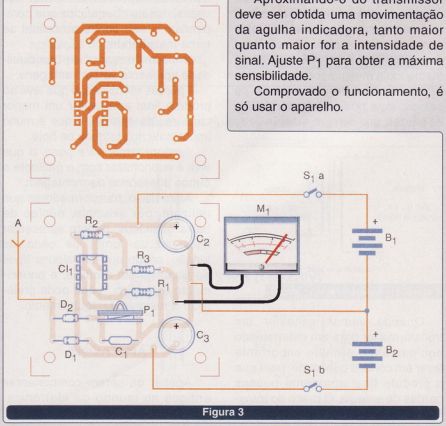
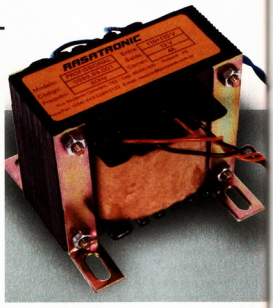



Figura 3

# TRANSFORMADORES

Os transformadores e indutores, por serem componentes que representam peso e tamanho consideráveis em relação ao restante do circuito onde são usados, e também porque seu preço às vezes se sobressai aos demais componentes do equipamento, precisam ser projetados de forma otimizada para que atendam as necessidades nas quais serão usados, mas que também não tenham sobra de potência.

Quando necessitamos de um transformador para a montagem de um protótipo ou a fabricação de um aparelho único, podemos recorrer a um modelo padrão, já existente no mercado. Porém, quando se trata de um equipamento profissional ou um produto que será fabricado em série é muito mais interessante mandar confeccionar um transformador "sob medida" para a nossa necessidade.




O transformador, basicamente, como o nome já diz, é um componente que transforma a energia elétrica, recebendo uma determinada tensão e corrente, e entregando em sua saída a mesma energia, com outros valores de tensão e corrente, porém sempre mantendo a mesma potência. É claro que na prática teremos na saída sempre uma potência menor devido às perdas, que sempre existem.

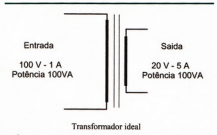



**Figura 1 - Transformador ideal.**

Quando vamos escolher um transformador para um determinado equipamento, é muito importante levar em conta a qualidade, para que o produto final apresente poucas perdas de energia. O preço do transformador em si muitas vezes nos ilude, porém um modelo com um valor um pouco maior, mas com qualidade superior, na maioria das vezes, nos traz benefícios que compensam o seu custo, e no final se torna mais barato.

Um transformador de boa qualidade apresenta várias vantagens:

- perdas reduzidas, o que leva ao produto final apresentar um menor consumo de energia, o que é muito importante nos tempos de hoje;
- menor tamanho e peso, o que leva a economizar com o gabinete e outros acessórios de montagem.

Além disso, transformadores que utilizam, por exemplo, núcleo de baixa qualidade, podem apresentar distorção na forma de onda da tensão, sendo que em alguns tipos de circuitos isto é crítico, e aquecimento excessivo, o que pode prejudicar o restante do equipamento.

## APLICAÇÕES

Apesar de serem componentes antigos no mundo da eletrônica, ainda encontram um grande campo de aplicações onde apresentam um desempenho muito satisfatório, tais como:

- Fontes de alimentação lineares
- Fontes chaveadas; filtros para redução de harmônicas em sistemas industriais;
- Sistemas de redução de EMI; proteção de banco de capacitores;
- Casamento de voltagens em instalações e equipamentos em geral;
- Saída de áudio em amplificadores de alta qualidade;
- Auxílio na medição de tensão e corrente;
- Isolação galvânica de equipamentos da rede elétrica;

## TIPOS

Há vários tipos de transformadores:

**- Para baixa freqüência**, 50 e 60 Hz, fabricados basicamente com núcleos de lâminas de aço silício.

Estes transformadores também podem ser montados com núcleo do tipo toroidal. O transformador toroidal

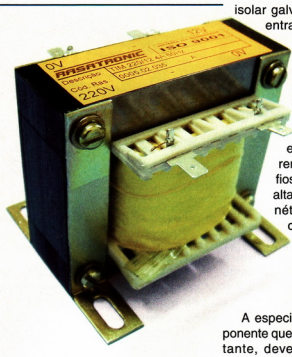



Figura 2 - Lâminas.



Figura 3 - Toroidal.

tem a vantagem de ficar menor que o convencional, apresenta melhor rendimento, menos perdas e menos dispersão do campo magnético, afetando menos os componentes do circuito;

- **Para alta freqüência**, para fontes chaveadas, fabricados com núcleos do tipo ferrite. Hoje já existem núcleos de fabricação nacional de ótima qualidade, que permitem a nacionalização destes transformadores que ainda são importados em boa parte;

- **Transformadores para medição**, tranformador de corrente, transformador de potencial, alguns modelos usam núcleo de ferro-níquel, para ter uma melhor linearidade;

- **Autotransformadores**, quando o objetivo é apenas casar a voltagem, não sendo necessário isolar galvanicamente a saída da entrada;

A Rasatronic preocupada com a conservação de energia, utiliza na fabricação de seus transformadores e indutores, apenas matéria-prima de alta qualidade e que representa melhor rendimento elétrico, como fios de cobre eletrolítico de alta pureza e núcleos magnéticos de alta qualidade, como o aço-silício.

## ESPECIFICAÇÃO CORRETA

A especificação correta do componente que se deseja é muito importante, deve ser fornecida o mais completa possível para que o fabricante dimensione o produto o mais adequadamente para atender o que se necessita.

Os seguintes itens devem ser fornecidos ao fabricante;

- tensão de entrada
- tensão de saída
- corrente ou potência na saída;
- freqüência;
- aplicação do produto;
- tipo de montagem e conexões.

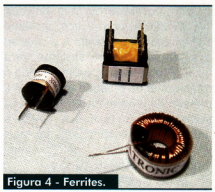



Figura 4 - Ferrites.

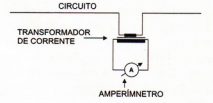



Figura 5 - Medição.

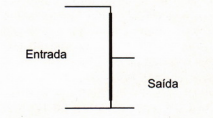



Figura 6 - Autotransformador.

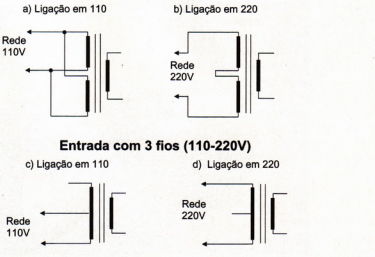



Figura 7 - Tipos de entradas para o trafo.

Transformadores com entrada 110 V/ 220 V, com 3 fios, facilitam a montagem no circuito e é preciso apenas uma chave simples para fazer a comutação, porém quando o transformador é usado em 110 V a metade do primário fica em desuso, sobrando dentro do transformador, e quando maior o transformador mais isto vai pesar no seu custo, ou seja, é um custo desnecessário.

Já os modelos 110 V+110 V com 4 fios exigem uma chave do tipo HH, porém quando estão em 110 V são usadas as 2 bobinas do primário em paralelo, não fica nenhuma bobina sobrando dentro do transformador, podendo ficar até 25% menor do que um modelo de mesma potência em 110 V - 220 V com 3 fios de entrada.

A freqüência também; é um item importante. Transformadores em 50 Hz podem funcionar também em 60Hz, já os de 60 não podem ser usado em 50Hz. Não é interessante usar transformadores que funcionem tanto em 50 Hz como em 60 Hz, em equipamentos que serão instalados apenas no mercado nacional, pois seria um custo desnecessário. Transformadores para 50 Hz são adequados para produtos destinados ao mercado externo, para paises cuja rede elétrica é fornecida em 50 Hz.

Para a definição do secundário é importante fornecer ao fabricante, além das tensões e potências correspondentes, também onde o transformador será colocado para que sejam considerados no projeto, tipos de efeitos que a carga pode produzir no transformador, para que sejam avaliados no projeto do mesmo.

Para transformadores de ferrite, é importante também fornecer o tipo de circuito que será empregado, pois a forma de construção deste tipo de componente influencia o seu funcionamento no circuito de alta freqüência.

## MONTAGEM

O transformador é um componente que pode trabalhar com temperaturas bem acima que os demais componentes em um circuito. Portanto, para determinar a sua disposição física no equipamento deve-se levar em conta que não fique muito próximo principalmente a semicondutores, como circuitos integrados que são mais sensíveis a temperaturas altas. Caso isto não seja possível, é importante mencionar ao fabricante a temperatura máxima que o transformador pode atingir em condições normais de uso, para que seja prevista no projeto.

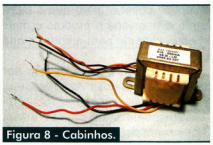


Figura 8 - Cabinhos.




Figura 9 - CI

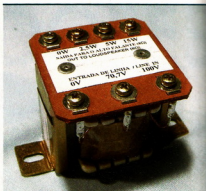


Figura 10 - Terminais.

A Rasatronic fabrica em várias opções de montagens:

- Os modelos mais simples são com cabinhos e suporte para prender no gabinete através de parafusos ou rebites;
- Modelos pequenos, de baixo peso, podem ser feitos com terminais para serem soldados diretamente na placa de CI. Os terminais servem para, além de fazer o contato elétrico, como suporte para o componente;
- Modelos maiores podem se fabricados com diversos tipos de conectores disponíveis no mercado, e suportes para serem presos ao gabinete com parafusos, tanto na posição horizontal, como na vertical.

## CONCLUSÃO

Como todas as etapas de um bom projeto devem ser elaboradas com critérios, a escolha dos transformadores também exige do profissional uma atenção especial, pois eles apresentam um grande "peso" no produto final.

Sempre que necessitar de um modelo especial, com características que atenda seu projeto, consulte a Rasatronic, desenvolvemos qualquer modelo, e o mais importante, em qualquer quantidade.

**Rasatronic Eletrônica Industrial**
R. Benjamin Constant, 762 – Centro - Guaporé
RS – 99200-000 - Fone: (64) 443 2122
rasatronic@rasatronic.com.br
Sistema da Qualidade:
ISO 9001:2000
ISO 9001 INMETRO

www.sabermarketing.com.br

# Nova loja virtual!

**Conjunto CK-10**
**Para confecção de placas de circuito impresso**
Contém: placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloreto de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa

**R$ 42,00**



**Matriz de contatos PRONT-O-LABOR**
A ferramenta indispensável para protótipos.
PL-551M: 2 barramentos, 550 pontos.....**R$ 21,70**
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....**R$ 24,70**
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....**R$ 43,80**
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....**R$ 69,80**




**R$ 24,70**

**Mini-Furadeira**
Furadeira indicada para: Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc. 12 V - 12 000 RPM
Acompanha 1 broca
Broca avulsa:.....**R$ 2,70**

**R$ 45,00**



**Monte seu próprio robô**
**S-CARGO OWI-936K**
O S-Cargo é um robô que altera sua direção através de comandos sonoros.
Não acompanha baterias

**R$ 308,00**



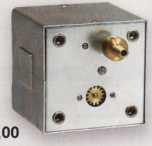
**SPYFONE - micro-transmissor**
Um micro-transmissor secreto de FM, com microfone ultra-sensível e uma etapa amplificadora que o torna o mais eficiente do mercado para ouvir conversas à distância.
De grande autonomia funciona com 4 pilhas comuns e pode ser escondido em objetos como vasos, livros falsos, gavetas, etc.
Você recebe ou grava conversas à distância, usando um rádio FM, de carro ou aparelho de som.

**R$ 49,50**



**Mini caixa de redução**
Para movimentar antenas internas, cortinas, robôs e objetos leves em geral.
Alimentação 6 V, 35 rpm (sem carga), torque de 1,2 kgf.cm e potência de 1,8 W

**R$ 56,00**



**+ de 260 livros técnicos**
**Kits - Produtos - Revistas**

*Nos preços não está incluído o valor do frete que será calculado dependendo da localidade e do tipo de envio (Encomenda ou Sedex)
Preços válidos até 25/03/2005

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

# 60 Hz TTL

Muitos instrumentos e equipamentos digitais utilizam como base de tempo a freqüência de 60 Hz da rede de energia. No entanto, o sinal da rede deve ser compatível com lógica TTL, com forma de onda retangular e amplitude de 5 V. Para testar tais circuitos, propomos uma simples base de tempo de 60 Hz que usa a rede de energia de corrente alternada.

Newton C. Braga

O circuito mostrado na **figura 1** pode ser empregado como base para ajuste de instrumentos como freqüencímetros, osciloscópios, cronômetros, etc., tirando a referência de freqüência da rede de energia.

Outra aplicação possível para este circuito é como base de tempo para o desenvolvimento de instrumentos digitais de medida.

O resistor $R_3$ deve ter seu valor alterado, eventualmente, se houver uma tendência a um disparo errático.

Um outro problema que pode surgir é o falseamento da freqüência de saída pela presença constante de ruídos e transientes na linha. Neste caso, recomendamos a ligação de um capacitor de 10 nF a 220 nF entre a junção dos resistores $R_1$, $R_3$ e o terra do circuito.

O valor ideal desse capacitor deve ser obtido experimentalmente.

A corrente exigida pelo circuito é muito baixa, de forma que o sinal pode ser retirado do próprio transformador que alimenta o circuito em que a base de tempo vai funcionar.

O sinal é retangular e as outras portas inversoras do 7404 podem ser aproveitadas para outras finalidades já que são independentes. Veja que o 7404 deve ser alimentado com fonte independente de 5 V, uma vez que se trata de um componente da família TTL.

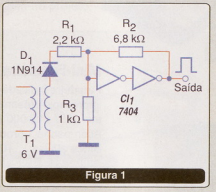


Figura 1

O circuito também poderá ser usado como base de tempo para circuitos CMOS alimentados com tensões de 5 V.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para a montagem dessa base de tempo.

Observe que o terra do transformador deve ser o mesmo do circuito lógico com o qual a base de tempo vai funcionar.

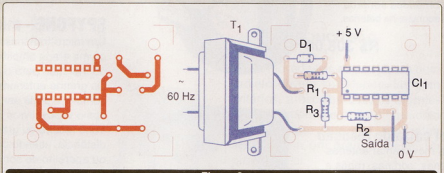


Figura 2

## LISTA DE MATERIAIS

$CI_1$ – 7404 – circuito integrado TTL
$D_1$ – 1N914 ou 1N4148 – diodo de silício de uso geral
$R_1$ – 2,2 k Ω x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, vermelho
$R_2$ – 6,8 k Ω x 1/8 W – resistor – azul, cinza, vermelho
$R_3$ – 1 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
$T_1$ – Transformador de 6 V com qualquer corrente de secundário

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

# REFERÊNCIA DE 5V

Uma das desvantagens do uso de diodos zener diretamente como referência de tensão está na sua alta impedância, o que faz com que a tensão obtida varie com a corrente no circuito. Em uma aplicação de desenvolvimento de projeto onde se necessite de uma referência precisa e estável de baixa impedância, o uso de um amplificador operacional consiste numa solução a ser analisada. Nesta idéia prática para o desenvolvedor mostramos como isso pode ser feito.

Newton C. Braga

Muitas vezes, o desenvolvedor de projetos ou mesmo o profissional que está diante de um equipamento a ser testado, precisa de uma referência de 5 V que tenha uma baixa impedância, a qual não é obtida com o simples uso de diodos zener.

Para essa finalidade, um circuito simples que até pode ser montado numa matriz de contatos, pode ser implementado. É claro que, para uma aplicação fixa, nada impede que ele seja montado de modelo definitivo em uma placa de circuito impresso.

Na **figura 1** mostramos o circuito que tem essa finalidade.

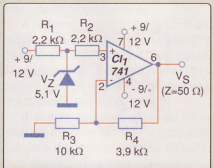


Figura 1

Esse circuito fornece uma referência de tensão de 5 V com uma impedância de apenas 50 ohms, que é a impedância típica de saída do amplificador operacional usado.

A alimentação do circuito deve ser feita com fonte simétrica e a tolerância dos componentes deve ser de acordo com a precisão de saída desejada.

Na **figura 2** damos uma sugestão de placa de circuito impresso para sua montagem.

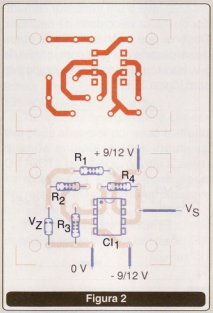
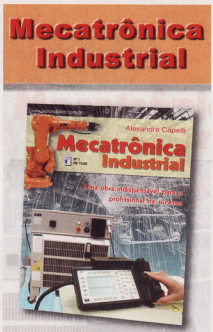


Figura 2

## LISTA DE MATERIAIS

$CI_1$ – 741 – circuito integrado, amplificador operacional
$V_Z$ – diodo zener de 5,1 V x 400 mW
$R_1$, $R_2$ – 2,2 k Ω x 1/8 W – resistores – vermelho, violeta, vermelho
$R_3$ – 10 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
$R_4$ – 3,9 k Ω x 1/8 W – resistor – laranja, branco, vermelho

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

COMPRE JÁ!
Pedidos:
(11) 6195-5330
www.sabermarketing.com.br

CIRCUITOS IMPRESSOS
Furação e contorno CNC
Placas vincadas, estampadas ou fresadas
Linha de corrosão automatizada
Departamento técnico a sua disposição
Fotoplotagem a laser
Hot Air Levelling
16 anos
Excelentes prazos de entrega
PABX: (11) 6192-2144
Recebemos seu arquivo via e-mail
circuitoimpresso@tec-ci.com.br
TEC-CI CIRCUITOS IMPRESSOS LTDA.
www.tec-ci.com.br
Rua Vilela, 588 - Tatuapé - CEP 03314-000 - SP - SP

# RECEPTOR PARA RS-232

No desenvolvimento de um equipamento de controle ou monitoramento via porta serial RS-232, pode ser necessário projetar rapidamente um circuito receptor.

O circuito que mostramos serve para essa finalidade e é bastante simples de montar.

Newton C. Braga

O circuito que propomos usa um Opto-acoplador Darlington 6N139. Esse circuito é mostrado na **figura 1**.

Evidentemente, na falta do opto-Darlington, pode ser colocado um acoplador comum como o 4N25 e o par Darlington elaborado externamente com transistores comuns de uso geral.

A saída deste circuito é TTL e o transistor 2N3904 admite equivalentes como o BC548 ou mesmo o 2N2222, que é um transistor comutador de maior velocidade de resposta. Observe que a alimentação da etapa de saída deve ser feita com tensão de 5 V. Isso torna essa saída compatível com lógica TTL.

O diodo $D_1$ tem por finalidade proteger o emissor do foto-acoplador, evitando que ele receba uma tensão inversa maior do que esse tipo de componente pode suportar, normalmente da ordem de 5 V. Equivalentes como o 1N4148 podem ser empregados.

Os valores dos componentes para a saída são dados na lista de materiais de forma mais detalhada.

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

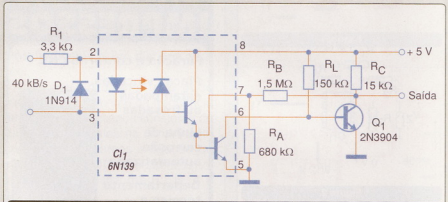



Figura 1

## LISTA DE MATERIAIS

$CI_1$ – 6N139 ou equivalente – ver texto – acoplador óptico – Darlington
$D_1$ – 1N914 ou equivalente – diodo de uso geral
$Q_1$ – 2N3904 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
$R_1$ – 3,3 k Ω x 1/8 W – resistor – laranja, laranja, vermelho
$R_A$ – 680 k Ω x 1/8 W – resistor – azul, cinza, amarelo
$R_B$ – 1,5 M Ω x 1/8 W – resistor – marrom, verde, verde
$R_C$ – 15 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, verde, laranja
$R_L$ – 150 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, verde, amarelo

**Diversos:**
Placa de circuito impresso, fonte de 5 V, fios, solda, etc.

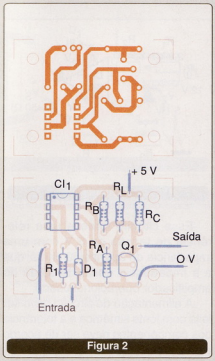



Figura 2

# CUIDADOS AO USAR MOSFETS DE POTÊNCIA

Muitos leitores poderão pensar que, por serem dispositivos de potência e, portanto, robustos, os MOSFETS e IGBTs não exigem maiores cuidados no manuseio ou mesmo nos testes. Não é verdade. Em uma interessante documentação técnica, a International Rectifier mostra o que se deve e o que não se deve fazer quando se trabalha com MOSFETs de potência e IGBTs. Baseados nesse trabalho, preparamos este artigo para auxiliar todo profissional que trabalha com transistores de potência com portas MOS.

Newton C. Braga

Apesar de serem dispositivos de potência capazes de operar com tensões elevadas entre o dreno e a fonte, e de conduzirem correntes intensas, a presença de um elemento MOS de controle os torna sensíveis aos problemas de descargas estáticas e de sobretensões nesses eletrodos.

Um pico de tensão indevido nesse eletrodo poderá danificar de modo irreversível o componente.

A presença dessas portas também exige cuidado quando os MOSFETs de potência são testados, pois nesse procedimento tensões indevidas podem ser aplicadas com os mesmos resultados catastróficos finais.

A seguir, daremos algumas informações importantes que o profissional deve considerar quando trabalha com esses dispositivos.

**1. Tenha em mente sempre as características inversas do dispositivo.**

Os IGBTs possuem uma capacidade inversa de bloqueio muito limitada, em torno de 20 a 30 V apenas, e além disso apresentam uma fuga expressiva.

Ademais, eles possuem uma capacidade limitada de absorver energia quando polarizados no sentido inverso. Essa característica é expressa nas folhas de dados como EARV ou *Reverse Avalanche Energy*.

Trata-se da energia que o dispositivo pode absorver por esse eletrodo, quando comuta cargas indutivas. Os IGBTs possuem, devido a essas características, uma boa vantagem em relação aos transistores bipolares comuns e Darlingtons.

Para o caso dos MOSFETs, eles possuem internamente um diodo anti-paralelo no próprio chip, conforme mostra a **figura 1**, o qual serve para absorver esses pulsos de polaridade inversa que são gerados na comutação de cargas indutivas.

**2. Cuidado ao manusear e testar MOSFETs de Potência**

O manuseio direto do componente poderá causar danos se ocorrer uma descarga eletrostática. Para evitar problemas, são dadas as seguintes recomendações:

- Os dispositivos com portas MOS devem ser mantidos em suas embalagens anti-estáticas ou em recepientes metálicos até serem testados ou usados. De preferência, a pessoa que os manuseia deve estar aterrada.

- Os dispositivos devem ser manuseados segurando-se pelo invólucro e não pelos terminais.

- Ao testar, deve-se assegurar que os equipamentos de teste estejam devidamente aterrados.

- Deve-se, sempre, ligar antes os terminais de teste ao componente para somente depois energizá-los.

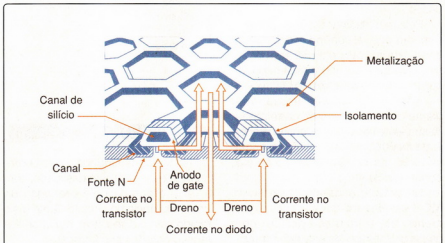



Figura 1

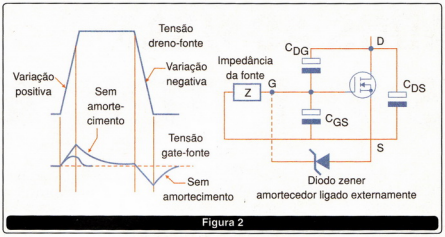



Figura 2

- Se o dispositivo for testado com um traçador de curvas, deve-se ligar em série com a comporta um resistor de 100 ohms para amortecer oscilações espúrias.

- Ao se mudar a faixa de testes do instrumento, deve-se assegurar que a tensão aplicada ao dispositivo seja reduzida a zero.

**3. Tome cuidado com picos de tensão entre a comporta e a fonte.**

A capa isolante entre a comporta e o substrato do dispositivo é extremamente fina, podendo ser rompida por picos de tensão relativamente baixos, conforme ilustra a **figura 2**.

Vemos por essa figura que, assumindo que a impedância da fonte excitadora seja alta, qualquer pulso positivo de comutação será refletido como um transiente positivo. A intensidade desse pulso depende das capacitâncias envolvidas no processo.

Pela mesma figura vemos que isso também ocorre quando o dispositivo é desligado, ou seja, na transição negativa quando não existe nenhum recurso de amortecimento.

A taxa de produção desse transiente de comporta varia entre 1 e 6. Assim, uma variação na tensão dreno-fonte de 600 V poderá refletir-se numa variação da tensão entre comporta e fonte de 50 V.

Na prática, como os dispositivos MOS conduzem com aproximadamente 4 V, a transição positiva não causa problemas. No entanto, a transição negativa poderá causar picos que superam a capacidade de isolamento do dispositivo. O projetista deve estar atento a esse fato.

Além do amortecimento da carga comutada pelo uso de diodos, deve-se também cuidar para que a impedância do circuito de comporta seja a mais baixa possível.

**4. Cuidado com os Picos de Coletor ou Dreno**

Picos de tensão no dreno (ou no coletor) induzidos pela comutação de cargas indutivas são perigosos. Na **figura 3** demonstramos como um pico de tensão é induzido no processo de comutação.

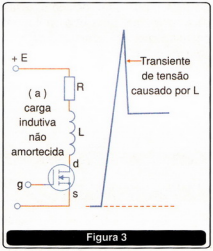



Figura 3

Na figura mostramos o que ocorre quando o dispositivo é desligado, com a tensão gerada pela presença de uma indutância no circuito. Tanto mais rápido seja o dispositivo, maior será a tensão gerada nesse processo.

Na prática, um amortecimento reduz essa tensão, veja a **figura 4**, mas a tensão que resta pode ainda ser perigosa para o dispositivo comutador.

O que acontece é que o diodo amortecedor, ligado em paralelo com a carga indutiva, não tem uma ação instantânea e além disso, apresenta uma certa resistência.

O projetista de circuitos comutadores de cargas indutivas deve tomar muito cuidado para não deixar indutâncias parasitas que possam afetar a ação do diodo. Além disso, deve estar atento para a quantidade de energia que o dispositivo pode manusear nas condições de comutação. As folhas de dados devem ser lidas com atenção.

Uma possibilidade importante é a exibida na **figura 5**, em que temos

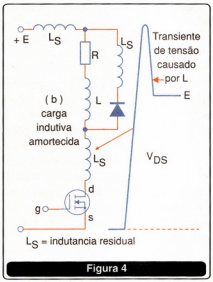



Figura 4

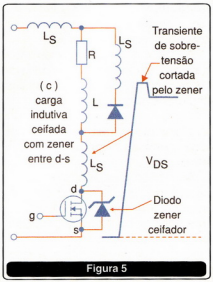



Figura 5

um diodo zener em paralelo com o elemento comutador.

O dispositivo usado no amortecimento dos picos de comutação deve ser conectado o mais próximo quanto seja possível dos terminais de dreno e fonte.

Na **figura 6** temos uma outra alternativa para ajudar no amortecimento de picos gerados na comutação de cargas indutivas. Trata-se de um circuito de amortecimento que utiliza um diodo, um capacitor e um resistor.

O capacitor atua como um reservatório armazenando a energia gerada na comutação, enquanto que o resistor deve ser dimensionado para ser capaz de absorver a energia gerada no processo de comutação da carga indutiva.

Um outro circuito usado no amortecimento da alta tensão gerada na comutação é o conhecido "snubber", visto na **figura 7**.

O que temos é um circuito ressonante em série que amortece o transiente gerado, produzindo uma oscilação amortecida onde o resistor dissipa a energia desenvolvida no processo.

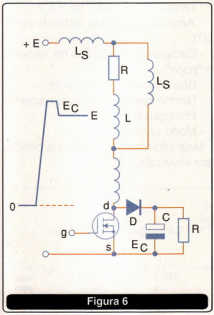


Figura 6

**5. Não exceder os limites de corrente**

Todos os dispositivos de potência possuem especificações do pico máximo de corrente que podem conduzir. Esses limites nunca devem ser excedidos.

Existem cargas em determinadas condições de funcionamento, tais como motores e elementos de aquecimento quando estão frios, as quais podem exigir correntes muito altas quando ligadas.

Uma técnica empregada para se evitar que esses limites não sejam superados consiste no uso de dispositivos sensores de corrente. Esses circuitos desligarão automaticamente o circuito, se a corrente superar determinado valor.

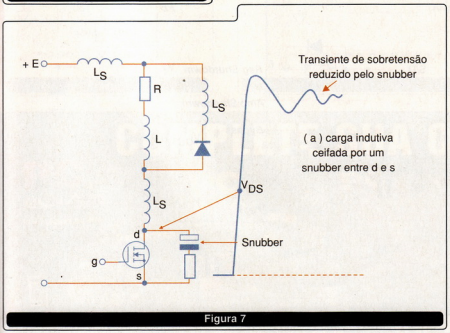


Figura 7

Um caso importante em que picos de corrente podem ser gerados é mostrado na **figura 8**.

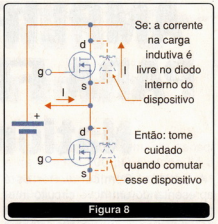


Figura 8

Esse pico pode ser gerado quando se passa do estado de condução de um transistor para outro. Isso ocorre pelo tempo de recuperação dos diodos colocados na proteção dos transistores.

Quando um dos transistores entrar em condução, o diodo que protege o outro dispositivo poderá não ter ainda se recuperado do estado de condução e, com isso, teremos praticamente um curto-circuito gerando um forte transiente de corrente. Esse transiente poderá causar danos ao dispositivo semicondutor.

A solução para se evitar problemas desse tipo é usar um diodo com um tempo muito curto de recuperação (*fast recovery diode* ou diodo de recuperação rápida).

## CONCLUSÃO

O que vimos aqui, são apenas algumas precauções básicas que devem ser tomadas quando se trabalha com semicondutores MOS de potência e IGBTs.

Outras precauções importantes incluem a manutenção do dispositivo dentro dos seus limites de temperatura, atenção ao se observar o diodo de proteção interna e, além disso, tomar muito cuidado ao se analisar e comparar especificações de correntes de dispositivos que devam ser usados como substitutos em uma determinada aplicação.

# LM4960
# AMPLIFICADOR BOOMER PARA FTE PIEZOELÉTRICO
## National Semiconductor

A National Semiconductor está apresentando um novo circuito integrado amplificador, especialmente projetado para excitar alto-falantes piezoelétricos.

Trata-se de um circuito integrado que possui dois canais para excitação de alto-falantes piezoelétricos com alimentação de 3 V. O dispositivo tem um regulador interno chaveado que aumenta a tensão da fonte e excita o alto-falante com uma tensão de 24 V.

Ele pode operar na versão mono ou BTL (*Bridge Tied Load*) com uma distorção harmônica mais ruído menor do que 1%, Essas características tornam esse dispositivo ideal para aplicações móveis, como telefones celulares e PDAs. A freqüência do regulador chaveado interno é fixa no valor de 1,6 MHz.

Na **figura 1** temos a pinagem desse componente, que é apresentado em invólucro SMD de 28 pinos, o qual requer um mínimo de componentes externos.

Outra vantagem importante deste tipo de dispositivo está em não precisar de capacitores externos de acoplamento ou de capacitores *bootstrap*. Na **figura 2** mostramos um circuito típico de aplicação.

Trata-se de uma versão mono que usa um alto-falante cerâmico com uma capacitância de 800 nF. Este circuito tem ainda um modo *shutdown* que reduz seu consumo a valores muito baixos.

Na configuração básica o ganho é unitário, mas esse ganho pode ser alterado através de resistores externos.

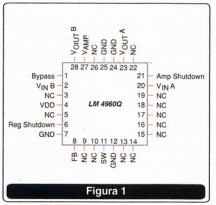



Figura 1

As principais características que se destacam nesse componente são:

- Tensão de entrada de 3 a 7 V
- Amplificação tanto estéreo como BTL
- Circuito de eliminação de "cliques" e "pops" .
- Baixa corrente quiescente
- Ganho configurável externamente
- Proteção térmica
- Modo *shutdown*.

Mais informações podem ser obtidas em www.national.com.

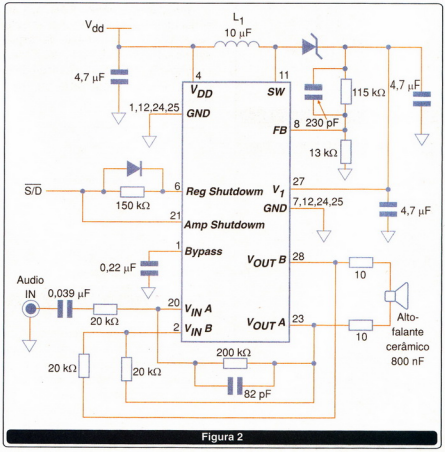



Figura 2

# ACS754
# SENSOR DE CORRENTE
## Allegro Microelectronics

A família de sensores de corrente ACS754, da Allegro Microelectronics (www.allegromicro.com), proporciona uma maneira simples e precisa para o sensoriamento de equipamentos de alta corrente.

Os novos componentes possuem terminais especiais de baixíssima resistência e alta capacidade de corrente dispostos de uma forma que facilita sua implementação nos equipamentos, como mostra a **figura 1**.

Os novos sensores podem sensoriar correntes de 50 a 200 A, com uma fonte simples de alimentação de 5 V, e com uma tensão de isolamento de 3,0 kV.

A resistência do elemento sensor é de apenas 100 μΩ e ainda há a incorporação no próprio *chip* de uma proteção contra transientes.

Esses componentes são formados por um Sensor Hall linear, otimizados para um acoplamento magnético máximo de modo a se obter máxima sensibilidade.

O sensor excita um circuito amplificador que fornece, após as etapas de filtro e *bufferização*, uma saída proporcional à intensidade da corrente.

Na **figura 2** temos um circuito típico de aplicação desse sensor.

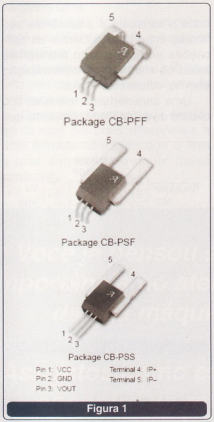



Figura 1

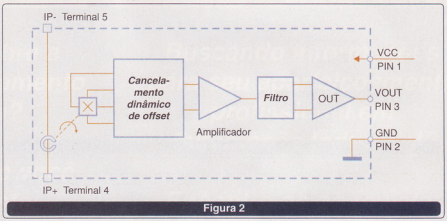



Figura 2


COMPLETE SUA COLEÇÃO




PEDIDOS:
www.revistapcecia.com.br
ou ligue (11) 6195-5330

# TPA2005D1
# AMPLIFICADOR DE 1,1 W CLASSE D
## Texas Instruments

O circuito integrado TPA2005D1, da Texas Instruments, consiste em um amplificador monofônico Classe-D que não precisa de filtros.

Com um alto-falante de 8 ohms, esse amplificador tem uma eficiência de 84% quando fornece 400 mW, e com 100 mW sua eficiência é de 79%.

A faixa de alimentações vai de 2,5 a 5,5 V, o que o torna ideal para aplicações alimentadas por bateria onde o consumo e a eficiência são fatores importantes. Dentre as aplicações sugeridas pelo fabricantes estão os sistemas de comunicação sem fio, celulares e PDAs.

Uma característica relevante é o circuito de saída PWM otimizado, que

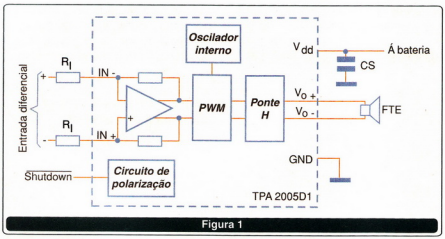



Figura 1

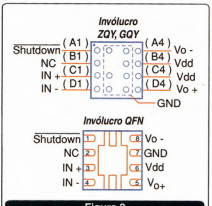



Figura 2

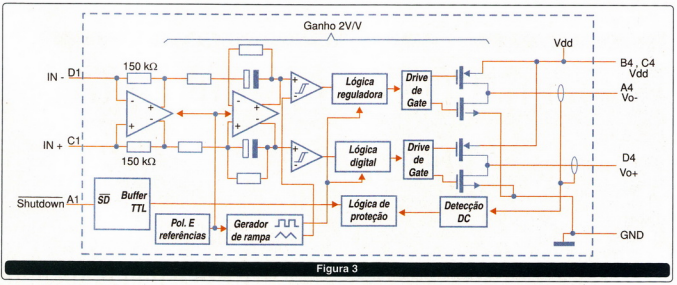



Figura 3

elimina a necessidade de utilizar um filtro LC. Da mesma forma, o circuito não precisa de fonte regulada e não requer um capacitor *By-pass*.

A freqüência de comutação do circuito PWM interno é fixada em 250 kHz, não havendo necessidade de resistor e capacitor externos para essa finalidade.

Na **figura 1** temos o diagrama de blocos do circuito equivalente interno a esse circuito integrado.

O invólucro é do tipo QFN medindo apenas 3 mm x 3 mm ou então BGA medindo apenas 2,5 mm x 2,5 mm. Também está disponível a versão em invólucro QFN.

A disposição dos terminais para o invólucro QFN de 8 pinos é mostrada na **figura 2**.

A identificação dos pinos pode ser feita pelo circuito equivalente ilustrado na **figura 3**.

Conforme podemos ver, o circuito conta com entradas diferenciais e uma entrada *shutdown* que o leva a uma condição de muito baixo consumo.

Na aplicação de entrada simples, a entrada positiva é aterrada, obtendo-se a configuração exibida na **figura 4**.

Para esse circuito, valores típicos dos componentes são:

$R_i$ = 15 k ohms

$C_S$ – 1 pF

$C_i$ – 3,3 nF

Mais informações sobre esse componente podem ser obtidas na folha de dados disponível no *site* da Texas Instruments em www.ti.com.

**Características:**

**Faixa de tensões de alimentação:** 2,5 a 5,5 V
**Entrada no nível alto para *shutdown*:** 2 V a Vdd
**Resistor de entrada:** 15 k Ω
CMRR: - 88 dB (tip)
**Corrente de *Shutdown*:** 0,5 µA (tip)
Ganho: 300k/$R_i$
**Potência de saída:** 1,10 W (5 V); 0,26 W (25 V)
**Impedância de entrada:** 100 k Ω (tip)

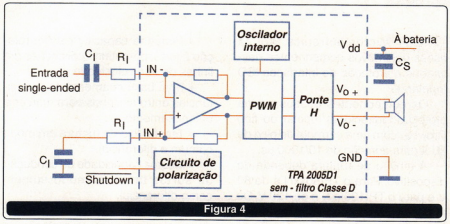


Figura 4


*Você já pensou sobre a importância do aterramento da sua máquina?*

*Assuntos como este você encontra na revista:*

SABER ELETRÔNICA
TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

*Mensalmente nas bancas*

*www.sabereletronica.com.br*

*Buscando informações para seu aperfeiçoamento profissional em Automação Industrial?*

*Encontre-as na revista:*

MECATRÔNICA Atual
AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL DE PROCESSOS E MANUFATURA

*Bimestralmente nas bancas*

*www.mecatronicaatual.com.br*

# TPI8011N e TPI12011N

## PROTEÇÃO TRIPOLAR PARA INTERFACES ISDN

## ST Microelectronics

A ST Microelectronics fabrica esses dois novos componentes destinados à proteção de interfaces ISD tripolares.

Os componentes possuem uma proteção bidirecional tripolar do tipo Crowbar com uma corrente de pico de 30 A para duração de 10/1000 µs.

A tensão de ruptura depende do dispositivo. Para o TPI80xxN é de 80 V e para o TPI120xxN é de 120 V. Os dispositivos encontram-se disponíveis em invólucros SO-8 com a aparência e pinagem mostradas na **figura 1**.

Apresentando uma capacitância muito baixa, eles são ideais para aplicações em interfaces ISDN e linhas de transmissão de dados de alta velocidade.

Os novos dispositivos proporcionam:

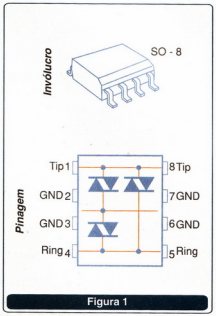



Figura 1

- Pequena capacitância em relação à terra, permitindo aplicações em linhas de alta velocidade.
- Bom balanceamento de capacitâncias entre as linhas para manter o balanceamento.
- Tensão fixa de ruptura em modo comum e diferencial.
- Mesma capacidade de condução de surtos tanto no modo comum como diferencial.

Na **figura 2** ilustramos o modo de usar o dispositivo na proteção de interfaces U.

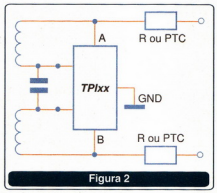



Figura 2

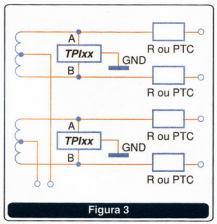



Figura 3

Na **figura 3** temos o modo de uso para interface em S.

**Características** (máx. absolutos):

Ipp – corrente de pico (pulso)
- para 10/1000 µs: 30 A;
- para 5/320 µs: 40 A;
- para 2/20 µs: 90 A;

Itsm - corrente de surto não repetitiva (tp = 10 ms): 8 A

A curva característica é exibida na **figura 4**.

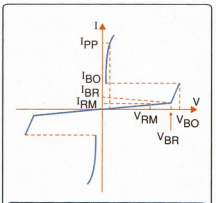


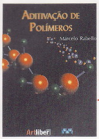

Figura 4

Nessa curva, temos:

| | |
|---|---|
| $V_{RM}$ | Tensão Stand-off |
| $I_{RM}$ | Corrente de fuga |
| $V_{BR}$ | Tensão de ruptura |
| $V_{BO}$ | Tensão de ruptura |
| $I_H$ | Corrente de manutenção |
| $I_{BO}$ | Corrente de ruptura |
| $T_{PP}$ | Corrente de pulso |
| $V_F$ | Queda de tensão no sentido direto |
| C | Capacitância |

# LITERATURA TÉCNICA

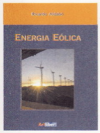
SABER MARKETING













| TÍTULO | R$ |
|---|---|
| A COMPATIBILIDADE ELETROMAGNÉTICA | 33,00 |
| ADITIVAÇÃO DE POLÍMEROS | 45,00 |
| APLICAÇÃO E UTILIZAÇÃO FLUÍDOS DE CORTE NOS PROCESSOS DE RETIFICAÇÃO | 24,00 |
| ASPERSÃO TÉRMICA - FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES | 32,00 |
| ATERRAMENTOS ELÉTRICOS | 34,00 |
| AUTO CAD 3D - MODELAMENTO E REDERING | 45,00 |
| CABOS DE ENERGIA | 45,00 |
| CÉLULA A COMBUSTÍVEL A HIDROGÊNIO | 54,90 |
| CENÁRIOS DO GÁS CANALIZADO NO ESTADO DE SÃO PAULO | 37,00 |
| CIÊNCIA DOS POLÍMEROS | 47,00 |
| DESMISTIFICANDO O CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO | 20,00 |
| DESPROPÓSITOS ELÉTRICOS | 21,00 |
| ENERGIA: DESCONCERTOS EM IMPASSE | 18,00 |
| ENERGIA EÓLICA | 33,00 |
| ENERGIA SOLAR | 33,00 |
| ESQUEMATECA - TECNICA. DO CONTROLE E AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL | 60,00 |
| GERENCIAMENTO DE PROJETOS | 28,00 |
| GESTÃO DE PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS | 30,00 |
| INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA DA REFRIGERAÇÃO E DA CLIMATIZAÇÃO | 45,00 |
| MOLDES PARA INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS | 63,00 |
| QUALIDADE NA ENERGIA ELÉTRICA | 44,00 |
| QUALIDADE: ENFOQUES E FERRAMENTAS | 48,00 |







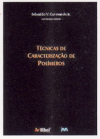
| TÍTULO | R$ |
|---|---|
| RECICLAGEM DO PLÁSTICO | 26,00 |
| SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO ASPECTOS REGULAMENTARES E TRIBUTÁRIOS | 49,00 |
| TÉCNICAS DE CARACTERIZAÇÃO DE POLÍMEROS | 115,00 |
| TECNOLOGIA DA USINAGEM DOS MATERIAIS | 46,00 |
| VISÃO SISTÊMICA DA QUALIDADE | 45,00 |
| ASSINATURA DIGITAL - ASPECTOS TÉCNICOS, PRÁTICOS E LEGAIS | 52,00 |
| AUTOMAÇÃO DE SISTEMAS & ROBÓTICA | 76,00 |
| FORMAÇÃO E APERFEIÇOAMENTO PROFISSIONAL EM TELECOMUNICAÇÕES REDES DE COMPUTADORES | 142,00 |
| HARDWARE - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO | 46,00 |
| LINUX - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO | 48,00 |
| MONTAGEM DE MICROS - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO | 49,00 |
| REDES - SÉRIE CURSO BÁSICO & RÁPIDO | 46,00 |
| REDES DE COMPUTADORES - CURSO COMPLETO | 186,00 |
| REPENSANDO A TI NA EMPRESA MODERNA - ATUALIZANDO A GESTÃO COM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO | 89,00 |
| COMO UTILIZAR OS MULTÍMETROS DIGITAIS | 29,90 |
| MANUTENÇÃO DE MONITORES DIGITAIS | 41,00 |
| MANUTENÇÃO DE FONTES CHAVEADAS | 29,90 |
| OSCILOSCÓPIO - TÉCNICAS DE UTILIZAÇÃO | 29,90 |
| TELEVISÃO DIGITAL | 36,00 |
| TELEVISÃO PROFISSIONAL | 45,00 |



















*REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL*

**NOS PREÇOS NÃO ESTÁ INCLUIDO O VALOR DO FRETE QUE SERÁ CALCULADO DEPENDENDO DA LOCALIDADE E DO TIPO DE ENVIO (ENCOMENDA OU SEDEX)*

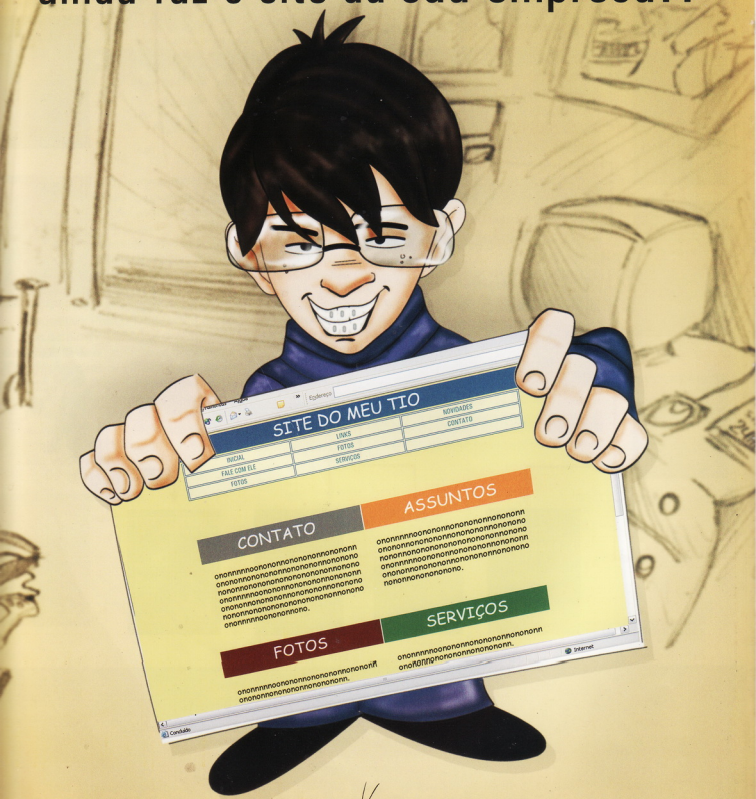
*PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 25/03/2005*

**www.sabermarketing.com.br**

ou compre pelo telefone **(11) 6195-5330**

# Seu sobrinho

## ainda faz o site da sua empresa!?




Design é coisa Séria. Consulte um profissional.

www.cricketdesign.com.br