

SABER

# ELETROÔNICA

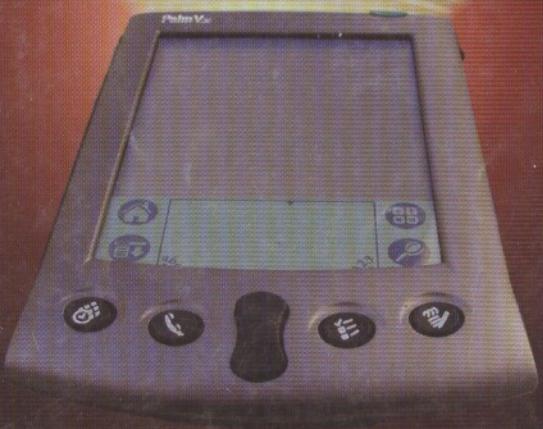
TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

## RÁDIO FREQÜÊNCIA

Conheça suas principais tecnologias  
e aplicações na indústria

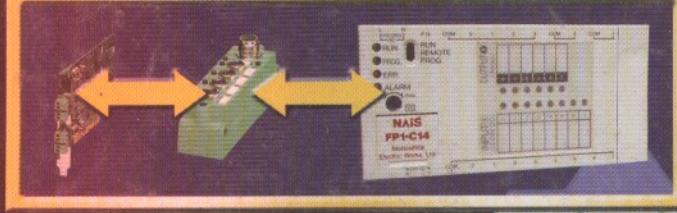
## XYZ DO OSCILOSCOPIO

Uma visão prática da  
operação deste instrumento



## AS-interface

A solução para pequenas automações



## PLL

Entenda definitivamente como  
funciona essa tecnologia



## GSM

Sistema global de  
comunicações móveis

# NAS BANCAS

INFORMÁTICA FÁCIL PARA TODOS

# PC & CIA

ANO 2 - Nº12 - JULHO/2002 - R\$ 8,90



## MOUSE ÓPTICO E TECLADO SEM FIO

Maior precisão e liberdade no uso do PC



## MANUTENÇÃO REMOTA WINDOWS / LINUX

Saiba como ganhar dinheiro sem sair de casa



AUDIGY GAMER e INSPIRE 5.1  
Testes demonstram se a dupla revolucionará o som 3D.



## APRENDA A MONTAR UMA REDE WIRELESS

Passo-a-passo



## UPGRADE DE REDES

Cabeamento estruturado  
Parte II

LANÇAMENTO



**Novos osciloscópios digitais séries TDS1000 & TDS2000.** Em um mundo em que os prazos e orçamentos são apertados, os osciloscópios digitais coloridos da série TDS2000 oferecem alta performance a preço extremamente acessível. Garanta o futuro de seu investimento com até 200MHz de banda e 2GS/s de taxa de amostragem. Capture e caracterize sinais com trigger avançado e Fast Fourier transforms (FFT) - tudo feito facilmente com uma única tecla - Autoset. Ainda mais acessível é a nossa nova série monocromática TDS1000, oferecendo uma performance brilhante a um preço que vai deixar você agradavelmente surpreso. **Veja uma demo virtual desses novos osciloscópios no link: [www.tektronix.com/tds2000](http://www.tektronix.com/tds2000).**

Para maiores informações sobre as séries TDS1000 e TDS2000.

CONSULTE: (11) 3741-8360  
ASSISTÊNCIA TÉCNICA TOTAL

**Tektronix®**

Enabling Innovation

## EDITORIAL

O Brasil perdeu uma grande oportunidade em 1997, para ter aqui uma fábrica da Intel, que hoje está instalada na Costa Rica e exportou pouco mais de US\$ 6 bilhões em componentes. Considerando que o atual déficit da balança brasileira foi US\$ 8 bilhões, no setor eletrônico, fica evidente, o que se perdeu com a pouca atenção que o poder público deu a este caso da Intel.

Fica claro que fábricas de semicondutores são importantes não só para a nossa balança de pagamentos como pela criação de empregos e desenvolvimento tecnológico. Para tanto, necessitamos de algumas coisas além de incentivos fiscais, tais como: um maior mercado interno e o custo Brasil mais adequado à realidade mundial. É auspicioso notar, o que está ocorrendo agora, como a entrada da Intel no Programa Nacional de Microeletrônica do Ministério da Ciência e Tecnologia e a parceria das distribuidoras de semicondutores (veja reportagem na página 51) que criaram a AFA para defender a moral e a ética nos negócios bem como um custo Brasil, menos oneroso.

## ÍNDICE

### CAPA

RÁDIO-FREQÜÊNCIA .....	8
Conheça a análise espectral, e as principais tecnologias de transmissão (AM,FM,SSB)	

### INSTRUMENTAÇÃO

XYZs DO OSCILOSCÓPIO - PARTE FINAL .....	66
USO PARA OSCILOSCÓPIO - PARTE FINAL .....	71

### TELECOMUNICAÇÕES

VISÃO GERAL DO SISTEMA GSM - PARTE FINAL .....	28
---	----

### HARDWARE

MONTE UM SERVIDOR COM O MICROCONTROLADOR MSP430 - PARTE 1 .....	46
CONTROLES DE MOTORES DE PASSO UTILIZANDO O MICROCON- TROLADOR PIC 16F84A .....	26
INTRODUÇÃO AO VHDL - PARTE 1 .....	46
PERIGOS DA RADIAÇÃO EMITIDA PELOS MONITORES .....	51

### COMPONENTES

CONHEÇA A FAMÍLIA DUSLIC, DA INFINEON .....	14
SENSOR COLORIDO CMOS VGA DE 30 FPS (LM 9628-NS) .....	23
CONHEÇA O PLL .....	55

### REPORTAGEM

CONCORRENTES UNEM FORÇAS PARA COMBATER PIRATARIA DE COMPONENTES NO PAÍS.....	51
--	----

### AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

AS-INTERFACE .....	18
A solução para pequenas automações	

### SEÇÕES

USA EM NOTÍCIAS .....	38
ACHADOS NA INTERNET .....	44
SEÇÃO DO LEITOR .....	53
NOTÍCIAS ELETRÔNICA .....	60
NOTÍCIAS	
TELECOMUNICAÇÕES .....	62
SERVICE .....	76

### Editora Saber Ltda.

#### Diretores

Hélio Fittipaldi

Thereza M. Ciampi Fittipaldi

### Revista Saber Eletrônica

Editor e Diretor Responsável

Hélio Fittipaldi

#### Diretor Técnico

Newton C. Braga

### Automação Industrial

Alexandre Capelli

#### Publicidade

Eduardo Anion - Gerente

Ricardo Nunes Souza

Carla de Castro Assis

Melissa Rigo Peixoto

#### Conselho Editorial

Alexandre Capelli

João Antonio Zuffo

Newton C. Braga

#### Impressão

Globo Cochrane

#### Distribuição

Brasil: DINAP

Portugal: MIDESA

### SABER ELETRÔNICA

(ISSN - 0101 - 6717) é uma publicação mensal da Editora Saber Ltda. Redação, administração, assinatura, números atrasados, publicidade e correspondência:  
R. Jacinto José de Araújo, 315 -  
CEP.: 03087-020 - São Paulo - SP -  
Brasil. Tel. (11) 6192-4700

### ASSINATURAS

[www.sabereletronica.com.br](http://www.sabereletronica.com.br)  
fone/fax: (11) 6192-4700  
atendimento das 8:30 às 17:30 h

Matriculada de acordo com a Lei de Imprensa sob nº 4764, livro A, no 5º Registro de Títulos e Documentos - SP.

Empresa proprietária dos direitos de reprodução:  
EDITORIA SABER LTDA.

#### Associada da:

ANER - Associação Nacional dos Editores de Revistas.

### ANER

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

### ANATEC

PUBLICAÇÕES ESPECIALIZADAS

[www.anatec.org.br](http://www.anatec.org.br)

[www.sabereletronica.com.br](http://www.sabereletronica.com.br)

Tiragem: 25.450 exemplares

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.

e-mail: [a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br](mailto:a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br)

# MONTE UM SERVIDOR COM O MICROCONTROLADOR MSP430

Parte 1

Neste artigo, descrevemos o modo de se implementar conectividade à Internet com diagrama detalhado e código-fonte em linguagem C (que pode ser emulado, rodado e gravado com a ferramenta *Flash Emulation Tool - FET*), utilizando-se um microcontrolador MSP430 (da Texas Instruments) e mais o ambiente de desenvolvimento Kickstart, da IAR Systems, que analisamos em edições anteriores desta Revista. As exigências para a elaboração do projeto são a posse do *kit* de desenvolvimento e os componentes necessários à montagem da própria placa.

Newton C. Braga

Quem teve a oportunidade de assistir aos desenhos da família futurista dos Jetsons na época em que eles foram lançados, pode até ter debochado do excesso de imaginação do autor das estórias, o qual criou muitas coisas que, certamente, aos olhos de quem conhecia a tecnologia da época pareciam impossíveis senão extremamente longe do alcance dos humanos.

No entanto, com a presença cada vez mais freqüente da Internet em nossas vidas e o avanço da tecnologia em todos os campos, vemos que mui-

tas das coisas apresentadas naqueles desenhos (que são repetidos até hoje) não estão muito longe de ocorrer e várias delas tornam-se realidade a cada momento.

Assim, a possibilidade de monitorarmos tudo o que acontece em uma propriedade distante (sítio) usando a Internet, ou ainda trocarmos informações em nossa casa a partir do escritório utilizando a grande rede, torna-se cada vez mais simples, conforme ficará claro quando descrevermos este aplicativo que emprega um microcontrolador reunindo as vantagens do processamento digital e dos DSPs em um único componente.

## O PROJETO

Apresentamos aqui um projeto que implementa uma pilha TCP/IP, assim como uma interface Ethernet para o microcontrolador MSP430, da Texas Instruments.

O diagrama e a descrição do projeto serão dados neste artigo, enquanto que o código-fonte estará disponível no site da Revista Saber Eletrônica (<http://www.sabereletronica.com.br>) para download.

Dentre as aplicações possíveis para o projeto, podemos dar algumas bastante interessantes, tais como:

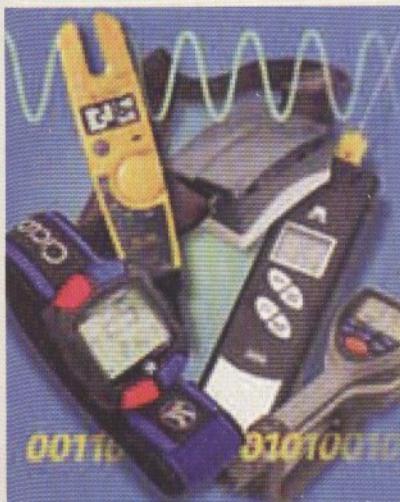
- Automação residencial
- Medidores de uso geral
- Sistemas de segurança
- Leitores de cartões inteligentes
- Controles prediais
- Eletrodomésticos inteligentes com conexão à Internet.

A grande vantagem de utilizar-se um servidor http num ambiente embutido está na possibilidade do navegador poder controlar toda a interface do usuário.

## CONCEITOS BÁSICOS SOBRE PROTOCOLOS

É comum descrever as pilhas de protocolo em um modelo por camadas. Cada uma dessas camadas fornece suas próprias funções para os protocolos de níveis superiores e conta com a ajuda dos protocolos de níveis mais baixos para fornecer seus serviços. Isso simplifica tanto o projeto do software quanto a manutenção.

Por exemplo, uma nova camada de transporte usando um meio de comunicação diferente pode ser criada, e



para isso não é necessário mudar os códigos das camadas superiores.

O modelo de referência empregado freqüentemente para descrever a arquitetura de Internet é um subconjunto do modelo de sete camadas ISSO/OSI. A figura 1 mostra o relacionamento entre esses modelos e a tabela 1 apresenta as funções das diversas camadas no modelo de referência para Internet.

Começando com a aplicação onde os dados são enviados, cada camada adiciona sua própria presença à informação. Esse procedimento é denominado “encapsulamento de dados”, e é mostrado na figura 2.

Ao receber um quadro, por exemplo da Ethernet, a pilha TCP/IP tem que avaliar e remover (passo-a-passo) os blocos das diferentes camadas para extrair a informação desejada. No final do artigo teremos algumas referências bibliográficas mais profundas sobre o assunto.

### Ethernet

A Ethernet é o meio mais usado atualmente para se transferir dados em redes locais (LAN). Ela pertence à camada de rede no modelo de referência de Internet. O padrão IEE 802.3 define as velocidades possíveis de transmissão de bits, a realização física da codificação de bits e o formato dos “datagramas” (\*) usados. A Ethernet compartilha o barramento e cada nodo da rede tem os mesmos direitos de acesso à mídia pelo método do sensoriamento de portadora de acesso múltiplo com detecção de colisão (CSMA/CD). Se uma colisão é detectada, os nodos que enviam a informação páram de transmitir e usam um algoritmo adequado para a retransmissão. O fluxo de dados é codificado pelo sistema Manchester e transferido usando diferentes linhas de dois fios (par trançado, RJ45) ou cabos coaxiais (RG-58, BNC).

Cada nodo da rede tem seu próprio endereço físico. Esse endereço usa 48 bits e é chamado de endereço “media access control” (MAC). O comprimento máximo para um “datagrama” na Ethernet é de 1518 bytes. Este tamanho cobre todo o datagrama, excluindo o preâmbulo. O preâmbulo ou cabeçalho consiste em zeros e uns

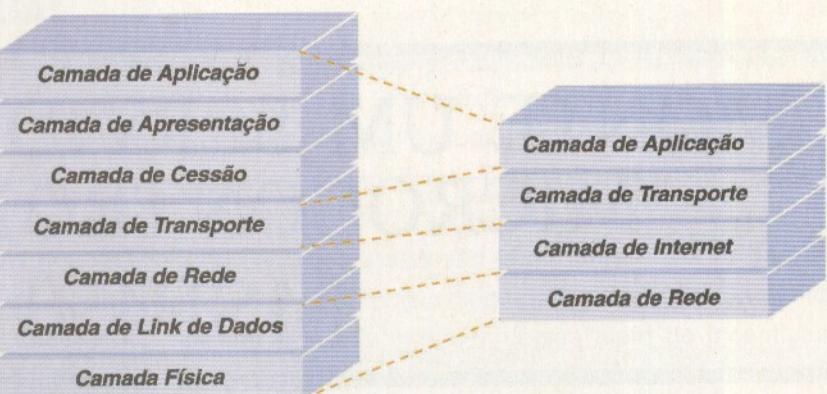


Fig. 1 - ISSO/OSI vs. Modelo de referência para Internet.

Nome da Camada	Função	Exemplos
Camada de Aplicação	Contém diversos protocolos definidos por diferentes aplicações para fornecer seus serviços	http, telnet, e-mail (SMTP, PCP)
Camada de Transporte	Torna possíveis as comunicações entre pontos separados	Protocolo de Controle de Transmissão (TCP), protocolo de conjuntos dados do usuário (UDP)
Camada de Internet	Envia e roteia os conjuntos de dados entre os nodos de Internet	Protocolo de Internet (IP), Protocolo de Controle de Mensagem (ICMP), Protocolo de resolução de endereço (ARP)
Camada de Rede	Implementação específica de hospedeiro para transmissão de conjunto de dados	Ethernet (IEE 802.3), Protocolo ponto-a-ponto (PPP), AX.25.

Tabela 1

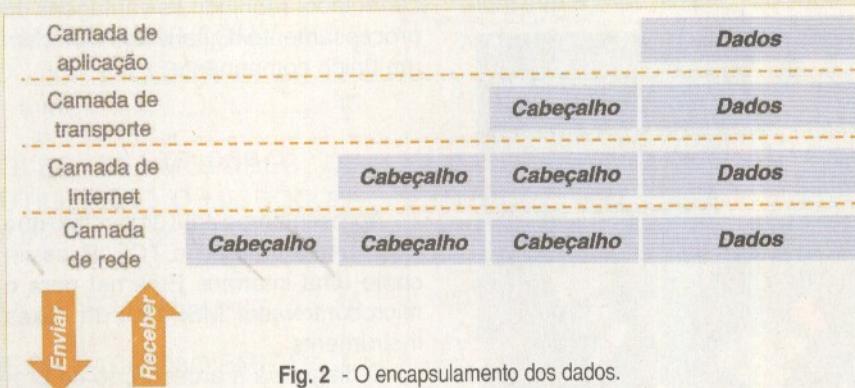


Fig. 2 - O encapsulamento dos dados.

(\*) O termo usado no original é “datagram” - empregamos um termo novo que é uma meia “tradução”, pois acreditamos que em breve este neologismo técnico também será comum na nossa literatura especializada. Uma definição técnica do que é um “datagrama” pode ser expressa como uma “entidade de dados independente”, autocontida, carregando informação suficiente para ser roteada de um computador de origem a um computador de destino sem a necessidade de qualquer troca adicional de dados entre a origem, destino e rede de transporte”.

alternados colocados para efeito de sincronização.

Após a transmissão dos 1500 bytes do "datagrama" que se segue, são gerados automaticamente 4 bits para verificação cíclica de redundância (CRC). O CRC é usado para assegurar a integridade dos dados.

#### Protocolo de Resolução de Endereço

O protocolo de resolução de endereço (ARP) é usado normalmente nas redes Ethernet. Sua principal finalidade é determinar um endereço físico na rede (por exemplo, endereço ethernet/MAC) de um endereço IP para enviar pacotes de protocolos de alto nível.

A estação da rede que deseja trocar dados com outra, envia um "datagrama" para a LAN, que é recebido e processado por todos os outros terminais. Se uma estação encontra que o endereço do protocolo alvo coincide com o seu, ela retorna o "datagrama" ao emitente. Agora o emitente sabe qual é o endereço MAC do seu parceiro e, com isso, continua a enviar as informações em datagramas Unicast.

## MECATRÔNICA INDUSTRIAL



**Aumente sua arrecadação financeira tornando-se um integrador de tecnologia da automação, através dessa obra inédita: Mecatrônica Industrial.**

**Esse especial, escrito pelo Engº Alexandre Capelli, contempla toda a automação em chão-de-fábrica (CLP's, eletropneumática, eletrohidráulica, robótica, inversores de freqüência e muito mais). Tudo isso tratado de forma prática, e com aplicações reais em campo.**

**Esse trabalho é um importante passo para sua empregabilidade, seja você: engenheiro (de desenvolvimento, aplicação ou comissionamento), técnico de service, ou estudante.**

#### Protocolo de Internet

O protocolo de internet ou "internet protocol" (IP) destina-se ao uso em redes baseadas em pacotes (como a Internet). Ele fornece os mecanismos para transmitir páginas ou blocos de informações de uma fonte a um destino (endereçamento) e para a fragmentação (se necessário) para a transmissão através de redes que exigem menores pacotes de informação. A placa de demonstração utiliza o protocolo mais comum em nossos dias, na versão 4, ou IPv4.

Os parceiros das comunicações são identificados por endereços de comprimento fixo (endereços IP). Mas, não há garantia alguma de uma transmissão de dados de ponta a ponta, do controle de fluxo, sequencialmente, e de outros serviços comumente encontrados nos protocolos de hospedeiro para hospedeiro. Se tais serviços forem exigidos, um protocolo de nível mais elevado deverá ser usado (o mais comum na internet é o TCP).

Não há segurança de que os dados enviados estejam livres de erros, todavia, o bloco IP é protegido por uma checagem. Cada pacote IP tem um campo de protocolo indicando a que camada superior de protocolos os da-

dos enviados pertencem. Cada "datagrama" ou pacote de dados na Internet são tratados como entidades totalmente independentes de outros blocos e, com isso, o IP está livre de conexões.

Os datagramas ou pacotes de dados precisam ser autocontidos, sem relâncias em outras trocas, porque não existe conexão ou duração fixa entre dois pontos de comunicações como ocorre, por exemplo, no caso de uma comunicação telefônica. Esse tipo de protocolo é indicado como "sem conexão" ou ainda pelo termo em inglês "connectionless".

#### Protocolo de Controle de Mensagem da Internet

O protocolo de controle de mensagem da Internet ou *internet control message protocol (ICMP)* proporciona um mecanismo para indicar problemas e gerar mensagens de diagnóstico. Isso sucede, por exemplo, quando um bloco de dados não consegue alcançar seu destino, ou quando uma porta não tem uma capacidade de "buferização" para passar adiante o bloco, ou ainda quando um roteador recomenda uma rota mais curta.

As duas únicas mensagens que são de interesse nessa aplicação são a ECHO e ECHO-REPLY. Elas são usadas principalmente pela linha de comando do sistema operacional PING. Ela envia uma mensagem ECHO para o outro hospedeiro que, então, responde com uma mensagem ECHO-REPLY e depois envia de volta os dados recebidos. A ferramenta PING segue a informação nesse percurso de ida e volta (RT) e, com isso, verifica o desempenho da rede.

### Protocolo de Controle de Transmissão

O Protocolo de Controle de Transmissão ou "transmission control protocol" (TCP), é um protocolo da camada de controle da pilha da rede TCP/IP.

Na verdade, TCP/IP é um conjunto de protocolos que foram desenvolvidos para permitir que computadores compartilhassem fontes comuns de dados numa rede. Esse conjunto de protocolos foi desenvolvido por pesquisadores em torno da ARPAnet.

Os protocolos TCP e IP fazem parte de um pacote de protocolos para Internet, e sendo os mais conhecidos, é comum fazermos a referência como TCP/IP para nos reportarmos à família inteira.

É um protocolo altamente confiável, orientado para conexão hospedeiro-hospedeiro, para uso em uma rede de pacotes comutados. É a mais estabelecida camada de transporte utilizada dos protocolos de Internet (exemplos: http, SMTP, FTP, telnet). Para fornecer esse serviço, os seguintes mecanismos são implantados:

- Transferência básica de dados: o TCP divide um fluxo contínuo de bytes em segmentos e os envia como blocos IP.

- Confiabilidade: a recuperação de dados danificados, perdidos ou duplicados é conseguida, associando-se um número de seqüência a cada byte e algumas marcas especiais. O TCP que envia também pede um reconhecimento do TCP que recebe. Se esse reconhecimento não for recebido em um certo intervalo de tempo, os dados serão enviados novamente.

- Controle de fluxo: cada vez que um TCP recebe um bloco de dados, ele informa ao outro TCP quantos bytes ele tem permissão para enviar antes de uma permissão adicional ser necessária.

- Multiplexação: o TCP introduz números de portas que permitem a multiplexação dos endereços IP. Qualquer combinação de um endereço IP com um número de porta é denominada soquete (socket). Uma única conexão TCP é determinada por um par de soquetes.

- Conexões: antes da transferência de dados acontecer, uma conexão entre o hospedeiro e o cliente deve ser estabelecida. Isso é feito utilizando um "handshake" de três vias. Durante essa "chacoalhada", os números de seqüência são sincronizados. Somente depois disso, a transferência normal de dados pode começar.

Uma seção TCP ocorre em diferentes estados do momento desde em que é estabelecida até o encerramento. As mudanças de estados surgem

como reação a diversos eventos. Esses eventos podem ser devidos à chamadas do usuário como também a ações controladas no tempo pelo recebimento de segmentos.

### O Hypertext Transfer Protocol (Protocolo de Transferência de Hipertexto)

O "hypertext transfer protocol" (http) é um protocolo no nível de aplicação. Trata-se de um protocolo genérico, sem estados, orientado a objeto, que pode ser usado para diversas tarefas como para servidores de nome, sistemas de gerenciamento de objetos distribuídos através da extensão dos seus modos de requisição (comandos).

Ele utiliza uma relação cliente-servidor e é baseado em uma camada de transporte orientada a fluxo, como a TCP.

Atualmente, o uso mais importante desse protocolo é na transferência de documentos HTML com conteúdos de multimídia entre servidores de Internet e clientes (WWW).

## O HARDWARE

Na segunda parte deste artigo mostraremos como podemos implementar um servidor Web com o MSP430, empregando os protocolos descritos de forma embutida para aplicá-los em projetos de características futurísticas, conforme abordamos na introdução.

Na figura 3 temos o diagrama de blocos da configuração descrita. O consumo ultrabaixo do MSP430 e mais os seus recursos de facilidade de interfaceamento com o controlador de Ethernet CS8900A, facilitam enormemente a elaboração dos projetos, conforme ficará claro na próxima edição.

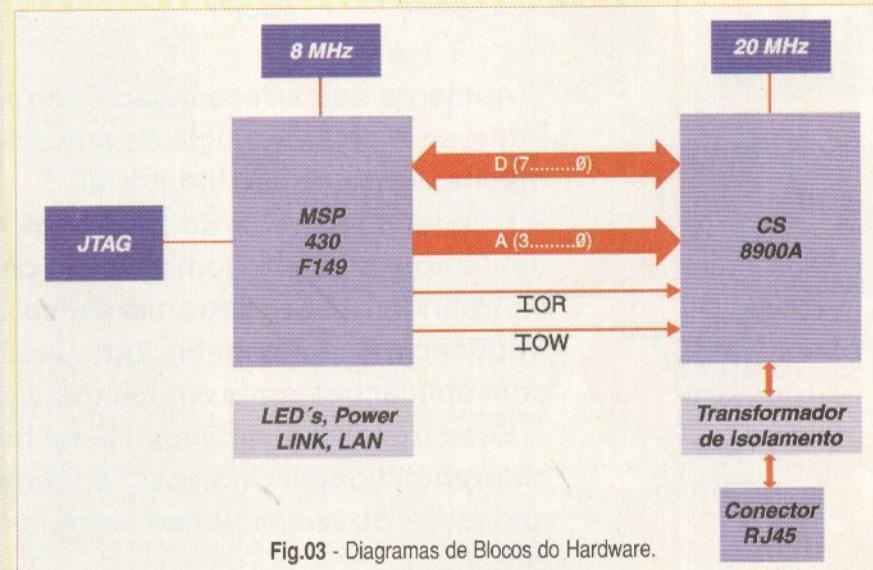


Fig.03 - Diagramas de Blocos do Hardware.



# Sonhando com um novo microcontrolador para seus projetos ?

A Texas Instruments  
pode dar uma  
mãozinha...



## Modernize Seu Projeto!

... apresentamos a família de microcontroladores MSP430 de 16 bits com arquitetura RISC ortogonal.

- ✓ Topologia dedicada a baixíssimo consumo: Modo de Retenção RAM: 0,1 $\mu$ A; Modo RTC: 0,8 $\mu$ A; Modo Ativo: 250 $\mu$ A/MIPS.
- ✓ Periféricos analógicos de alta performance.
- ✓ Arquitetura ortogonal RISC de 16 bits permitindo alta flexibilidade e redução de tamanho de código.
- ✓ Programação flash in-system permitindo facilmente upgrade e mudança de códigos.
- ✓ Ambiente integrado de desenvolvimento de baixo custo.
- ✓ Preço dos componentes começando em US\$0,99 FOB EUA (10<sup>3</sup> ku).

Para suas próximas aplicações, pense nos microcontroladores MSP430 da Texas Instruments



Maiores detalhes no link <http://www.ti.com/sc/msp430>

Texas Instruments tel: (11) 5506-5133, fax: (11) 5506-0544

website: [www.ti.com/brasil](http://www.ti.com/brasil) e-mail: [texas-suporte@ti.com](mailto:texas-suporte@ti.com)

Distribuidores: Avnet: (11) 5079-2150, Insight: (11) 3722-1177 e Panamericana/Arrow: (11) 3613-9300.

Ref 10 dBm Atten 20 dB

Peak Log 10 dB/

W1 S2 S3 FC AA

Center 200 kHz Res BW 1 kHz

**RÁDIO-FREQÜÊNCIA**

*Conheça a análise espectral, e as principais tecnologias de transmissão (AM, FM, SSB)*



ALEXANDRE CAPELLI

## INTRODUÇÃO

Na última Feira Internacional da Mecânica, realizada em São Paulo (de 6 a 11/05/2002), a empresa Parker demonstrou um ótimo exemplo de aplicação da tecnologia Blue Tooth. Um CLP, que acionava algumas eletroválvulas pneumáticas, interagia com uma PALM via RF. Assim, sem qualquer conexão elétrica, foi possível alterar seu programa e consultar os principais parâmetros do sistema. Embora essa tecnologia ainda esteja na fase de homologação (no que se refere ao ambiente industrial), com certeza estará disponível comercialmente em um futuro muito próximo.

E foi essa tecnologia de "wireless" estendida à indústria que nos inspirou a contemplar, com maior ênfase, os assuntos dirigidos à Radiofreqüência. Neste artigo, abordaremos a análise espectral e as principais tecnologias de modulação em RF (AM, FM, SSB).

## ANÁLISE ESPECTRAL

Existem duas formas possíveis de analisarmos um sinal elétrico: no domínio de tempo, e no domínio

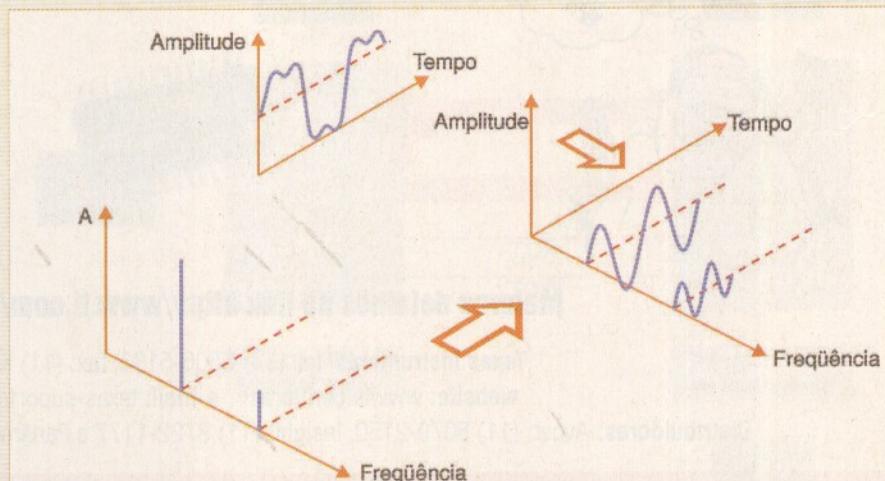
da freqüência. Notem que o exemplo de sinal da **figura 1** não apresenta uma forma-de-onda definida quando o observamos no domínio do tempo ("olhando" da esquerda para a direita). Porém, observando esse mesmo sinal de outro "ângulo" (de frente para trás), podemos perceber que ele é composto por duas senóides de diferentes freqüências. Esse "ângulo" de visão é o que chamamos de domínio da freqüência, e através dele, podemos determinar todos os sinais que compõem o sinal fundamental, bem como suas amplitudes e freqüências.

Os sinais componentes do sinal fundamental são as "harmônicas".

Na verdade, o que acabamos de discorrer é a série de Fourier. De acordo com o teorema de Fourier: "qualquer sinal periódico no domínio do tempo pode ser derivado da soma de sinais senoidais e cossenoidais de diferentes freqüências e amplitudes".

**"Ora, mas porque analisar um sinal no domínio da freqüência?"**

Imagine, ainda com base no exemplo da **figura 1**, que o sinal "desejado" fosse apenas uma senóide pura. Assim, a segunda senóide seria



**Figura 1** - Sinais analisados no domínio do tempo e da freqüência.

um ruído, que, aliás, estaria causando a deformação do sinal fundamental.

Para eliminar essa "interferência", então, precisaríamos de um filtro. Porém, sem saber qual a amplitude e freqüência do sinal interferente, não seria possível projetar tal filtro.

De posse dessas informações, entretanto, fica muito fácil determiná-lo.

Esse foi apenas um exemplo da aplicação da análise espectral, entre tantos outros que serão explorados.

Conforme veremos mais adiante, o instrumento clássico para análise de sinais no domínio do tempo é o osciloscópio, e no da freqüência o analisador de espectro.

## TIPOS DE MODULAÇÃO

Um dos termos técnicos mais utilizado em RF (radiofreqüência) é "modulação". Modulação é o ato de "misturar" um sinal de baixa freqüência (voz, música ou dados) a outro de alta freqüência.

### "Por quê fazê-lo?"

Porque somente em alta freqüência podemos transmitir as informações acima pelo espaço sem utilizar fios, e através de antenas.

O sinal de alta freqüência é denominado "portadora", e pode ser descrito pela equação:

$$e = A \cos(\omega t + \phi), \text{ onde:}$$

$A$  = tensão de pico da portadora  
 $\omega$  = freqüência angular da portadora em radianos/segundo

$t$  = tempo

$\phi$  = fase inicial da portadora no tempo zero ( $t = 0$ )

### - Amplitude modulada

A modulação em amplitude pode ter natureza senoidal ou cosenoide. De uma forma ou de outra, quando modulamos um sinal em amplitude, temos uma composição de freqüências.

A figura 2 mostra um sinal AM sendo analisado no domínio da freqüência e do tempo. Notem que o sinal ocupa três "espaços" no espectro das freqüências. Na verdade, ele é composto por três freqüências principais:  $f_c$  (freqüência da portadora), LSB ("Lower Side Band" ou banda inferior,

que é igual a diferença entre a freqüência da portadora e a freqüência de sinal da informação), e USB ("Upper Side Band" ou banda superior que é a soma da freqüência da portadora com a freqüência do sinal da informação).

As bandas laterais (LSB, e USB), normalmente, tem a mesma amplitude.

Podemos fazer a modulação em amplitude em diferentes graus. O grau de modulação é o que chamamos de parâmetro "M". O grau de modulação é expresso em porcentagem, e pode ser calculado segundo a fórmula dada abaixo:

$$M = \frac{E_{\text{máx}} - E_c}{E_c}$$

Sendo a modulação simétrica, temos:

$$E_{\text{máx}} - E_c = E_c - E_{\text{min}}$$

e

$$E_c = \frac{E_{\text{máx}} + E_{\text{min}}}{2}$$

A partir da expressão acima, temos:

$$M = \frac{E_{\text{máx}} - E_{\text{min}}}{E_{\text{máx}} + E_{\text{min}}}$$

Para a modulação senoidal, onde as três componentes estão em

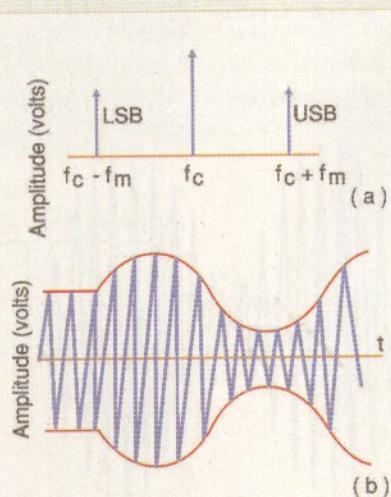


Figura 2 - Sinal modulado em amplitude, análise no domínio da freqüência (a) e do tempo (b).

fase, elas se somam linearmente e formam um sinal com máxima amplitude ( $E_{\text{máx}}$ ), vide figura 3.

$$E_{\text{máx}} = E_c + E_{\text{USB}} + E_{\text{LSB}}$$

$$M = \frac{E_{\text{máx}} - E_c}{E_c} = \frac{E_{\text{USB}} + E_{\text{LSB}}}{E_c}$$

e, desde que  $E_{\text{USB}} = E_{\text{LSB}} = E_{\text{SB}}$ , então:

$$M = \frac{2E_{\text{SB}}}{E_c}$$

Quando temos 100% de modulação ( $M = 1,0$ ), a amplitude de cada banda lateral será metade da portadora. Traduzindo isso em dB, cada banda será 6 dB menor que a portadora, o que significa  $\frac{1}{4}$  da sua potência.

- **DSB - SC** (Double Side Band Suppressed Carrier ou dupla banda lateral com portadora com banda suprimida).

Antes de tratarmos do sistema DSB - SC, faremos um breve resumo do que foi exposto até agora sobre AM.

1 - A modulação AM é composta por dois sinais principais: a portadora (sinal de alta freqüência responsável pela transmissão da informação através do espaço), e o sinal modulado (informação propriamente dita; por exemplo: voz, música, dados).

2 - A modulação em amplitude mantém a freqüência da portadora

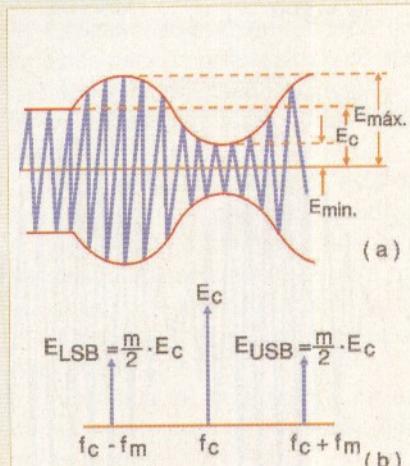


Figura 3 - Grau de modulação.

constante, porém, varia sua amplitude segundo um grau de modulação "M" (que nunca deve ser maior do que 100% para evitar-se distorções).

3 - A composição do sinal da portadora e o sinal da informação gera três "espaços" no espectro das freqüências: freqüência da portadora ao centro (fc); LSB (freqüência portadora menos a freqüência do sinal da informação); e USB (freqüência da portadora mais a freqüência do sinal da informação).

Bem, sabemos, então, que mudando o grau de modulação de uma portadora, não mudamos sua amplitude. Apenas as amplitudes das bandas laterais alteram-se. Como a amplitude

da portadora permanece inalterada, toda a informação está contida nas bandas laterais. Isso significa que uma considerável potência utilizada na transmissão é desperdiçada. Para "otimizar" a potência transmitida podemos suprimir a portadora, portanto, a "onda" transmitida é composta apenas pelas bandas laterais. Esse tipo de modulação é o que chamamos de DSB - SC (dupla banda com portadora suprimida).

O único inconveniente desse método é que a portadora deve ser inserida no receptor através de osciladores, a fim de recuperar-se toda a modulação.

A figura 4 ilustra a análise do DSB - SC nos domínios da freqüência e do tempo.

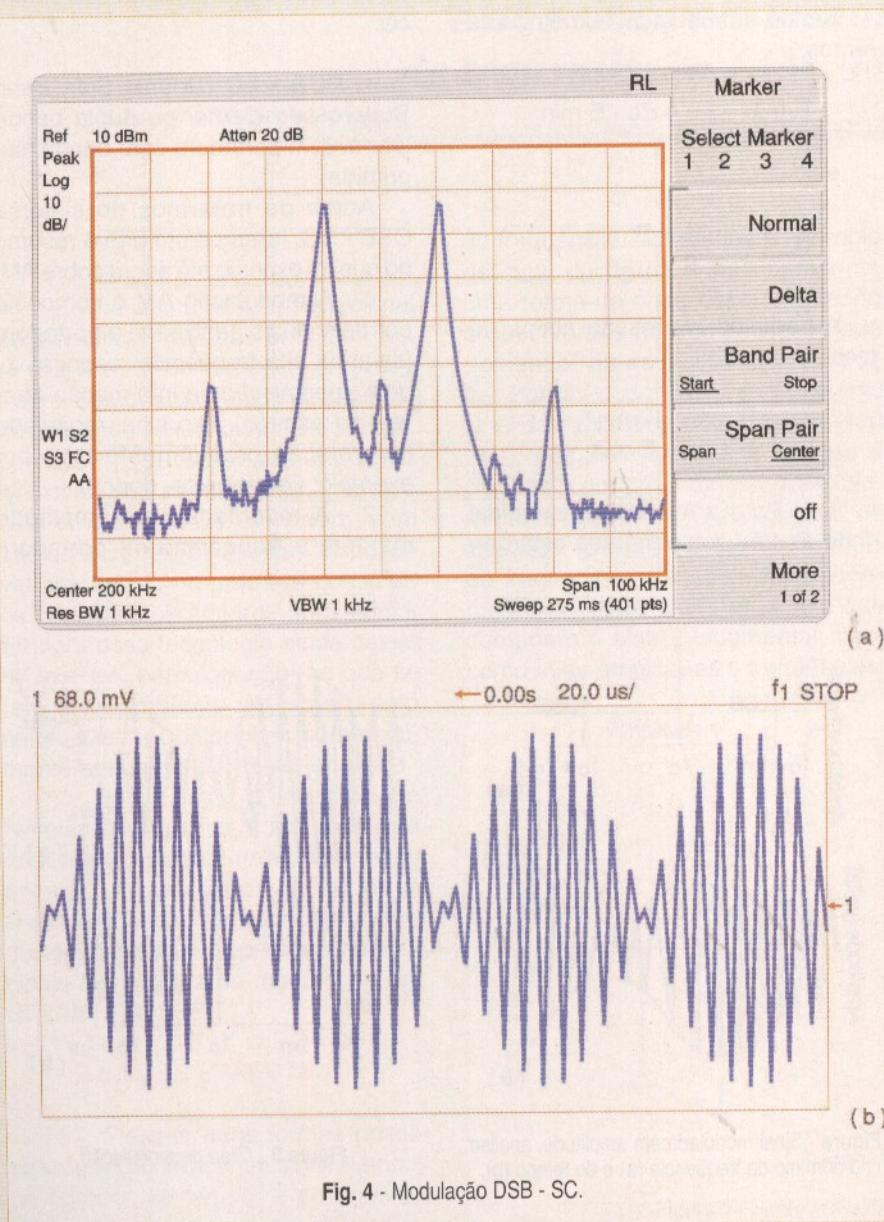


Fig. 4 - Modulação DSB - SC.

#### - SSB (Single Side Band)

Outra técnica que otimiza ainda mais a potência de transmissão é a SSB (única banda).

A tecnologia SSB, além de suprimir a portadora, "elimina" também uma das bandas. Caso a banda transmitida seja a superior, então, teremos SSB - USB. Caso seja a inferior, teremos SSB - LSB (figura 5).

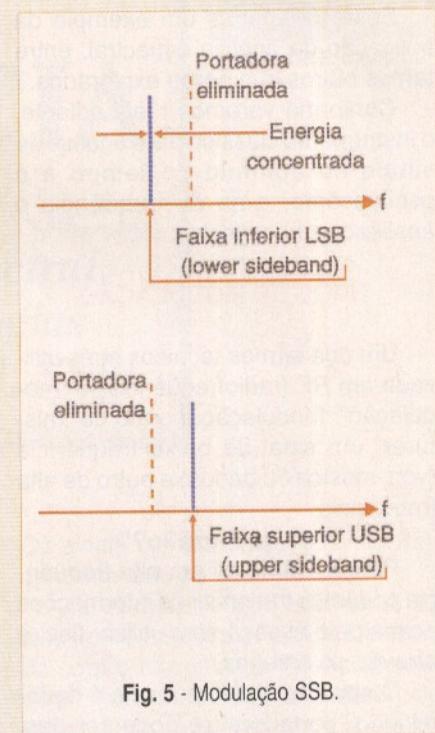


Fig. 5 - Modulação SSB.

Essa técnica é possível porque, como ambas as bandas possuem a mesma amplitude, a informação está presente em cada uma delas. Eliminando, portanto, uma das bandas, a informação continua preservada. A vantagem desse sistema é que diminuímos a potência do transmissor pela metade e, mais importante, ocupa-se menor espaço no espectro das freqüências (menor largura).

O SSB é muito utilizado nos sistemas de comunicação via telefone, onde várias mensagens podem ser "mixadas". Esse método permite que milhares de canais de largura 4 kHz sejam transmitidos facilmente. Essas informações podem ser transmitidas via cabo ou "link" de microondas.

**"Mas, fisicamente falando, como funciona o sistema de transmissão AM, seja ele SSB ou não?"**

Para responder a essa questão vamos analisar um pouco a estrutura (simplificada) de um transmissor ele-

mentar. Notem pela **figura 6** que o circuito possui duas entradas: uma para o sinal da portadora, e outra para o sinal da informação. O circuito transmissor combina, então, os dois sinais em sua saída. Nela, temos a informação somada à portadora. A função de receptor, portanto, é separá-las novamente, e recuperar apenas a informação.

### - Modulação em ângulo

No início desta matéria descrevemos a portadora como:

$$e = A \cos(\omega t + \phi)$$

Também vimos que a modulação em amplitude mantém constantes a freqüência e fase da portadora. Agora vamos analisar outros dois ti-

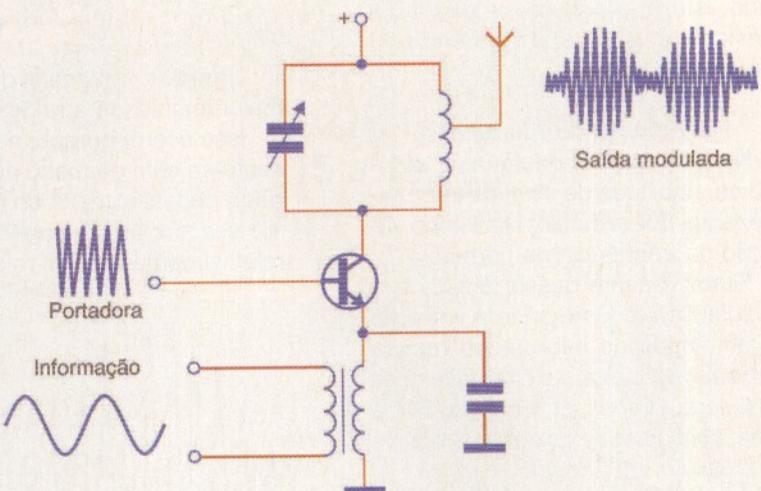


Fig. 6 - Modulação AM.

### Heterodinagem

Na segunda parte deste artigo faremos uma análise do funcionamento do analisador de espectro. Como já foi dito, esse instrumento é capaz de analisar um sinal no domínio da freqüência. Veremos que existem dois tipos, ou melhor, duas modalidades de funcionamento do analisador: FFT (transformada rápida de Fourier), e heterodíodo.

Heterodinagem é a técnica de, através da diferença de dois sinais, obter-se um terceiro de freqüência fixa. Vamos a um exemplo clássico: o rádio-receptor.

O leitor já deve ter ouvido falar nos receptores heteródinos (ou superheteródinos). A figura abaixo mostra o esquema simplificado de um recep-

tor de ondas médias.

A primeira etapa do receptor é o conversor. O conversor possui um circuito oscilador, chamado "oscilador local". Quando sintonizamos uma estação de rádio, 100 kHz por exemplo, o oscilador local, ao mesmo tempo, gera um sinal de 455 kHz acima do sinal sintonizado. Portanto, para um sinal de 1000 kHz, o oscilador gera um sinal de 1455 kHz. Isso somente é possível porque o capacitor tem seção dupla, não importa a freqüência de sinal sintonizado, na saída desse circuito teremos sempre um sinal de 455 kHz. Essa técnica chama-se "batimento", e a freqüência de 455 kHz de "freqüência intermediária".

O sinal, então, é levado à primeira etapa amplificadora (ainda em alta freqüência): o circuito de freqüência intermediária.

Através de um filtro, o circuito conversor envia para a próxima etapa apenas a freqüência correspondente a diferença entre eles, ou seja 455 kHz. Agora, porém, esse novo sinal contém a informação (no caso do rádio, o som). Como o capacitor tem seção dupla, não importa a freqüência de sinal sintonizado, na saída desse circuito teremos sempre um sinal de 455 kHz. Essa técnica chama-se "batimento", e a freqüência de 455 kHz de "freqüência intermediária".

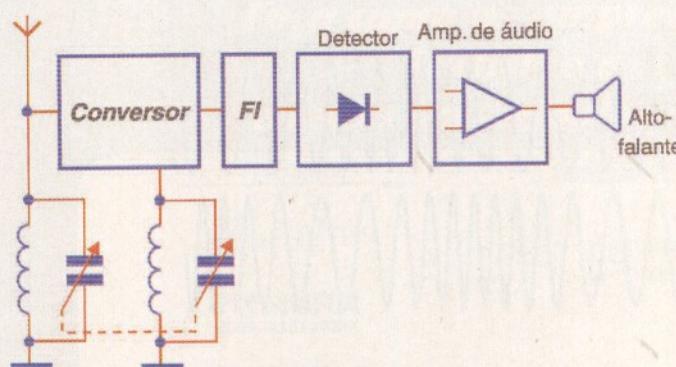
O sinal, então, é levado à primeira etapa amplificadora (ainda em alta freqüência): o circuito de freqüência intermediária.

Esse circuito é um amplificador sintonizado para amplificar sinais de apenas 455 kHz, rejeitando os demais. A sintonia é feita através do "transformador" de FI.

Nessa fase, o sinal ainda está em alta freqüência e, portanto, inaudível. A etapa seguinte, chamada detectora, separa (elimina) o sinal de alta freqüência (portadora) do sinal de áudio, que é levado ao amplificador de áudio e ao alto-falante.

A técnica de heterodinagem aumenta a seletividade e a sensibilidade do receptor.

Como veremos na próxima parte desta matéria, o analisador de espectro heteródino segue o mesmo princípio de funcionamento de um receptor.



pos de modulação, dessa vez ao contrário, isto é, mantendo a amplitude constante e variando a freqüência ou fase da portadora.

#### - Freqüência Modulada (FM)

Na freqüência modulada, a variação da amplitude de sinal de informação (som, por exemplo) resulta na variação da freqüência da portadora.

Outra variante dessa técnica é a modulação em fase, onde a variação da amplitude da informação resulta numa variação proporcional da fase da portadora. Ambas as técnicas, FM e Fase, configuraram o que chamamos de "modulação em ângulo".

Na modulação em ângulo não temos um grau limite de modulação. Não há o equivalente a  $M = 100\%$  de AM.

A expressão da modulação é dada por:

$$B = \frac{\Delta f_p}{f_m} = \frac{\Delta \phi}{p}$$

Onde:

$B$  = índice de modulação

$\Delta f_p$  = pico da variação da freqüência  
 $f_m$  = freqüência do sinal da informação

$\Delta \phi$  = variação do pico em radianos

A expressão acima nos diz que o índice de modulação é, na realidade, função da variação da fase, mesmo para FM ( $D f_p / f_m = D \Delta \phi / p$ ).

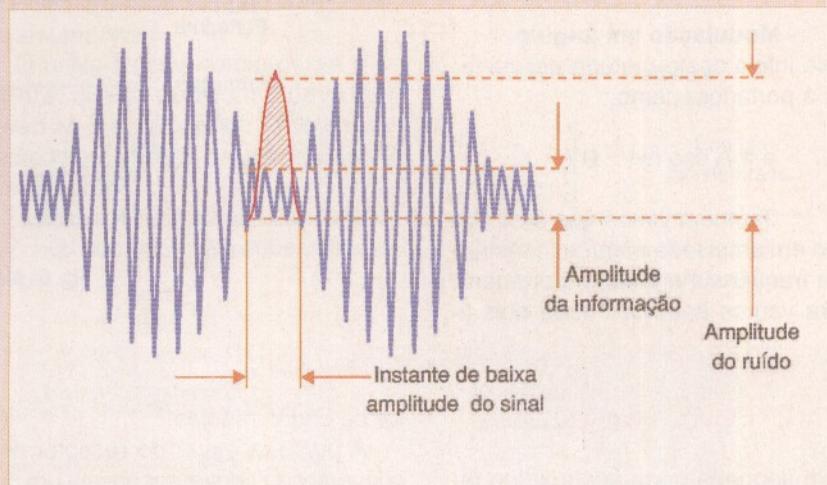
A modulação em fase pode ser convertida para modulação em freqüência e vice-versa.

#### Por que o sinal AM é mais suscetível a ruídos do que o FM?

Uma das vantagens da transmissão de ondas de rádio em FM é sua maior imunidade a ruídos eletromagnéticos ("interferência").

Isso ocorre porque, na modulação (AM), grande parte do sinal apresenta-se com pequeno nível de amplitude. Nesses instantes, o nível do ruído pode ser maior do que a do próprio sinal.

Isso não ocorre em FM porque sua amplitude é constante, e sempre relativamente alta em relação ao ruído.



#### CONCLUSÃO

Terminamos aqui a primeira parte do assunto sobre Radiofreqüência e análise espectral. Nas próximas edições, trataremos dos instrumentos dedicados à análise espectral, e da radiofreqüência aplicada à automação industrial.

Não percam!

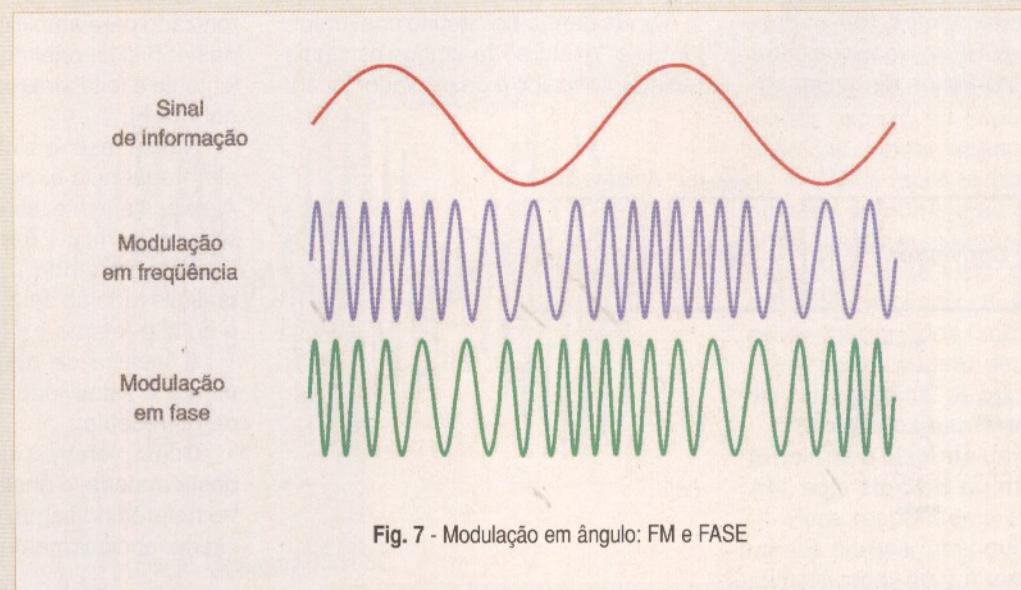


Fig. 7 - Modulação em ângulo: FM e FASE



# 10º Congresso e Exposição Internacional de Automação CONAI'2002

15 a 18 de Julho de 2002  
Centro de Exposições Imigrantes  
Km 1,5 da Rodovia dos Imigrantes  
Água Funda

## Temas

- Sistemas Integrados;
- Telecomunicações;
- Protocolos;
- Capacitação, Treinamento, Ensino em Automação;
- Sistemas de Identificação;
- Segurança;
- Instrumentação;
- Metodologias de Implementação;
- Modernização de Instalações;
- Arquitetura de Sistemas;
- Análise de Imagens;
- Algoritmos;
- Gerenciamento de Produção;
- Convergência;
- Política Industrial;
- Regulamentação, Normalização e Certificação.

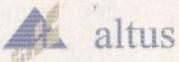
## Central de Atendimento

**Fone: (11) 3078-2144**  
**Fax: (11) 3168-8376**  
**[www.conai.com.br](http://www.conai.com.br)**  
**e-mail: [conai@sucesusp.com.br](mailto:conai@sucesusp.com.br)**

Serão mais de 80 empresas com equipamentos, produtos e serviços em uma área de 6000 m<sup>2</sup> de Exposição

***Faça como as empresas que já contrataram.  
Participe desde já do maior  
evento de Automação Industrial do País***

### Patrocínio



### Órgão Oficial de Divulgação



### Promoção e Realização



**[www.conai.com.br](http://www.conai.com.br)**

# CONHEÇA A FAMÍLIA DuSLIC, DA INFINEON

Uma nova linha de *chips* CODEC/SLIC, da Infineon, fornece dois canais de terminações analógicas otimizados para Redes de Acesso e aplicações de consumo envolvendo transmissão de dados e voz pela linha telefônica, com características de consumo de energia muito baixo e recursos que inovam esse tipo de aplicação. Neste artigo, mostraremos o novo conceito de Interface de Linha "on chip" da Infineon.

*Newton C. Braga*

## O CHIPSET DuSLIC

O *chipset* DuSLIC da Infineon integra todas as funções para a comunicação de dados e voz, possibilitando o projeto de aplicações que envolvam sinais por *modem* analógico com um mínimo de custo, tempos reduzidos de colocação no mercado e performance superior.

Com um único hardware, todas as exigências das aplicações para o mundo e para países específicos podem ser atendidas, o que facilita enormemente os projetos.

Todas as funções exigidas para esse tipo de aplicação tais como discagem, medida (telefax), acoplamento DC, casamento de impedâncias, balanceamento híbrido, resposta de frequência, ganho e compressão pela lei u/A podem ser programadas via software. Na **figura 1** temos o diagrama de blocos dessa nova linha de componentes. As interconexões entre o CODEC de dois canais Slicofi-2 e os *chips* dos dois canais são inconsúteis, o que garante a máxima performance na transmissão com um mínimo de componentes.

O *chipset* DuSLIC foi otimizado para transmissão de voz e dados via *modem* e excede todas as especificações mundiais (LSSGR, TR57, ITUQ.552, G712).

A popularidade crescente da Internet tornou-se fator determinante no critério para se ter uma aplicação em placa única para linha analógica.

Tradicionalmente, um dos fatores que limitam a performance ideal de um *modem* V.90 é o CODEC de linha e o SLIC. O *chipset* DuSLIC contém recursos para eliminar esses obstáculos, resultando disso uma transmissão em velocidade constante de 56 kb.

Os balanços ótimos do CODEC e do SLIC possibilitam uma performance mais alta em relação ao ruído de canal, e especialmente com a possibilidade de se comutar o filtro do DuSLIC para o modo especial "Modem Mode". Essas são as razões principais para que o DuSLIC tenha uma performance melhor como *modem*.

O DuSLIC contém ainda um circuito universal de detecção de tom e fax, que permite distinguir quando uma transmissão ótima de voz ou dados é requerida.

Além disso, ele oferece um recurso de discagem senoidal não balanceada integrada. Com a capacidade de discagem balanceada, ele tem maior flexibilidade com menor custo.

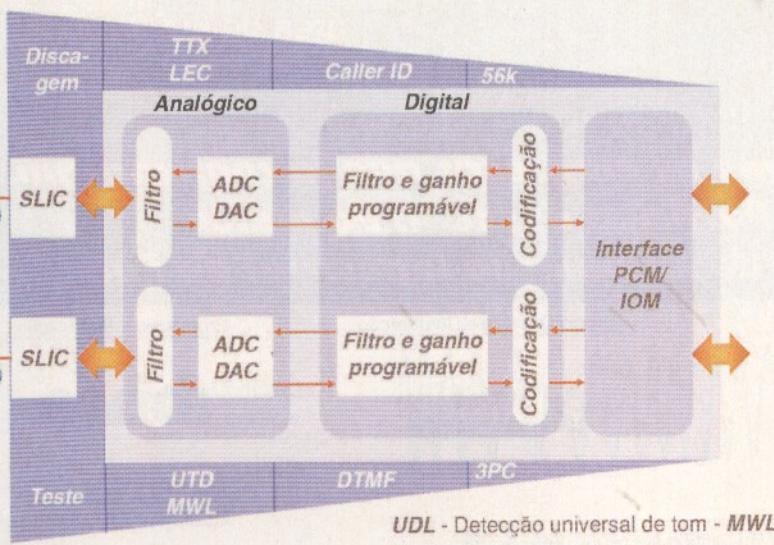


Figura 1

Nenhum componente externo para a geração da discagem (ou excursão de discagem) e nenhum relé são necessários.

Quando uma discagem externa for exigida, a função de excursão de discagem e os drivers de relé internos poderão ser usados.

A tecnologia SLIC, da Infineon, permite que sinais de até 85 Vrms sejam gerados e, além disso, ela suporta a função de lâmpada *Message Waiting* (140 V), do tipo néon, sem a necessidade de um relé externo.

A função *Message Waiting* é usada principalmente em aplicações de PBX. O DuSLIC também tem funções de monitoramento das condições de linha sem a necessidade de hardware externo.

Baseado em tecnologia revolucionária de arquitetura de DSPs, o DuSLIC oferece ainda diversas funções de sistema estendidas. Geração DTMF integrada, reconhecimento DTMF, geração FSK (identificação de chamada), além de outras que, normalmente, requerem um elevado número de componentes adicionais e dispositivos DSP de alto custo.

O sistema de cancelamento de eco de alta performance (8 ms) permite a eliminação do eco onde a voz é digitalizada.

## A FAMÍLIA DuSLIC

A família DuSLIC compreende 5 produtos de características padronizadas. As diferenças entre as versões disponíveis estão principalmente na performance e nos recursos:

- DuSLIC-S: é o produto *standard* com discagem integrada, medida, gerenciamento de energia e totalmente programável por software.

- DuSLIC-E, que possui além disso a capacidade de teste completo de linha com funções estendidas do sistema (DTMF, identificação de chamada (FSK), cancelamento adaptativo de eco, detecção Fax/Modem, e atendimento de terceira linha).

- DuSLIC-P: com as mesmas funções do DuSLIC-E, mas com discagem adicional não balanceada integrada e dissipação de potência extremamente baixa.

- DuSLIC-S2 e DuSLIC-E2, que são derivados de alta performance do DuSLIC-S e DuSLIC-E com 60 dB de

performance de balanço longitudinal.

## PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DO DuSLIC

O *chipset* DuSLIC integra:

- Slicofi-2, um CODEC de dois canais (PEB3264, PEB 3264-2, PEB3265, BEP3266)

- Um SLIC de canal único de alta tensão (PEB4264, PEB4265, PEB4266)

O **Slicofi-2** é baseado em um conceito de DSP programável por software, que assegura que um único hardware é capaz de atender as exigências de qualquer país. A natureza digital dos filtros e etapas de ganho garantem um grande desempenho, sem desvios com a temperatura e tempo, e um mínimo de variações entre as diferentes linhas. O DuSLIC conecta o assinante analógico à rede de comutação digital tanto por uma interface PCM padrão quanto por IOM-2. Usando a interface PCM, uma interface de microcontrolador serial permite controlar e programar o DuSLIC.

As características para os dois canais no Slicofi-2 podem ser programadas de forma independente. O software do DuSLIC calcula automaticamente os coeficientes para casar com as diversas necessidades e verifica se os mesmos estão de acordo com a performance.

Todas as funções CODEC e SLIC são programadas via SLICOFI-2. Essas funções são:

- Alimentação DC
- Discagem
- Teste
- Medida
- Características AC de transmissão:
- Ganho de transmissão/recepção
- Balanceamento híbrido
- Resposta de frequência ao transmitir e receber
- Cancelamento de eco
- Modo de transmissão *modem*
- DTMF e Identificação de Chamada (FSK)

- Atendimento de Terceira Linha
- Espera de mensagem

## Alimentação DC

Os telefones utilizam alimentação DC quando fora do gancho e AC para a chamada. O circuito do DuSLIC pode fornecer alimentação DC na faixa de 14 a 50 mA segundo as exigências de cada localidade, programável conforme as curvas mostradas na figura 2.

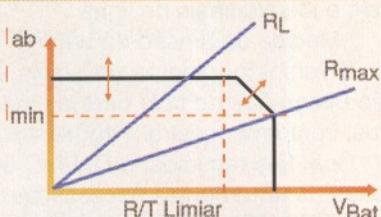


Figura 2

São três as zonas: corrente constante, resistiva e tensão constante.

A interface HV-SLIC serve para funcionar com altas tensões (até 170 V) para poder operar com o sinal de chamada.

## Discagem

No DuSLIC encontramos um gerador programável com fator de crista capaz de gerar uma tensão senoidal balanceada de até 85 Vrms de amplitude. Também podem ser gerados sinais não balanceados, se as especificações locais assim o exigirem. Na figura 3 temos a forma de onda do sinal gerado.

Na discagem, o DuSLIC tem as vantagens de não necessitar de um discador externo e pode gerar sinais balanceados (ou não balanceados), para máxima flexibilidade.

## Teste

As linhas telefônicas estão sujeitas a diversos tipos de problemas como curto-circuitos, interrupções, fugas, ruído induzido, etc. Para testar uma linha devem ser realizados testes pelo operador. Com a função de Diagnóstico e Teste (ITDF) integrada no DuSLIC, os testes podem ser feitos sem a necessidade de equipamentos externos. As funções de teste estão integradas no próprio *chip*.

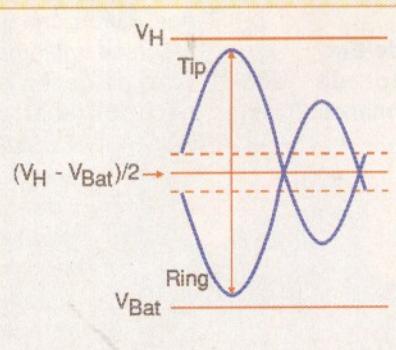


Figura 3

Esse testes incluem:

- Medidas de resistência no loop do assinante (localização de curto-circuitos - entre 0 e 10 kohms)
  - Medidas de isolamento entre 10 kohms e 5 Mohms
  - Medidas da capacitância na faixa de vários  $\mu\text{F}$
  - Medidas de correntes e tensões estranhas
  - Medidas de correntes transversais e longitudinais de linha

- Medida da tensão da bateria
- Diversos geradores de sinais estão integrados no *chip* para as medidas, conforme mostra a **figura 4**.
- Com tais recursos, o DuSLIC tem

todas as ferramentas necessárias ao autodiagnóstico.

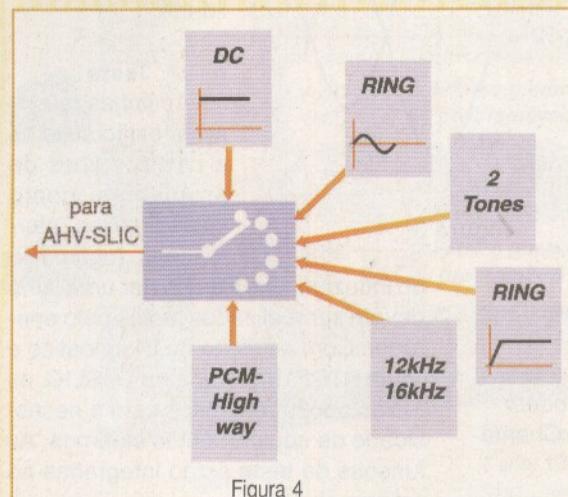
## Características AC de Transmissão

O conversor A/D Sigma-Delta e o conversor D/A possibilitam ao DuSLIC alcançar uma alta performance em termos de linearidade, precisão, faixa dinâmica e resolução.

Tanto a impedância AC quanto a impedância de carga no SLIC, devem estar casadas de modo a maximizar a transferência de potência e minimizar as perdas de retorno na linha de dois fios. Com o SLICOFI-2, esse casamento é feito digitalmente. A impedância pode ser programada digitalmente para qualquer valor real ou complexo. A função de Balançamento Híbrido é implementada de modo a possibilitar ajustes em diferentes condições de linha.

## Cancelamento de Eco

## Um cancelamento de eco adaptativo de alta performance (8 ms)



é fornecido, resultando numa performance do balanceamento híbrido de mais de 50 dB. O cancelamento do eco é obtido sintetizando-se uma réplica do sinal e, aplicando-a ao próprio sinal de eco para fazer sua subtração. Com isso, têm-se o cancelamento de ecos com as comunicações de voz digitalizadas.

## Performance Melhorada do Modem

Normalmente, os CODECs e SLICs são otimizados apenas para a transmissão de voz. No entanto, o DuSLIC agrega diversos novos recursos que permitem uma maior velocidade na transmissão de dados via *modem*. Além da detecção automática de *modem*, com a comutação ele procura o melhor ajuste para a comunicação, tanto de voz quanto de dados.

## Identificação de Chamada

O chipset DuSLIC integra ID de chamada, geração DTMF e reconhecimento DTMF, conforme ilustra a figura 5.

O gerador que envia a identificação de chamada é integrado no *chipset* DuSLIC. Uma modulação FSK é aplicada para codificar o sinal de acordo com as exigências das normas BEL 202 e ITU-T V.23. A adaptação é feita facilmente por software.

### Terceira Linha

A função de terceira linha integrada não exige recursos de DSPs externos. Cada canal do DuSLIC possui recursos implementados com um estágio de ganho adicional de modo a não sobrecarregar os sinais. O

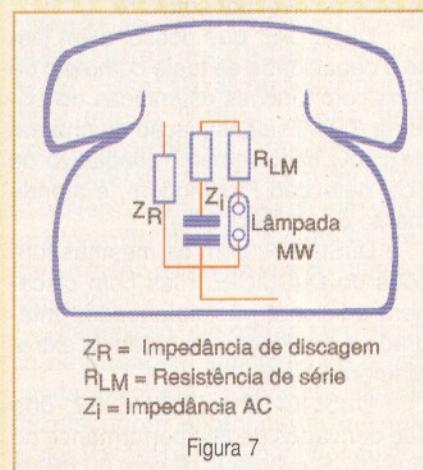
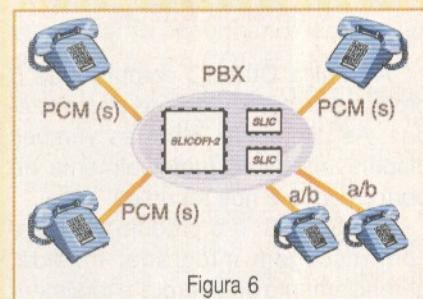
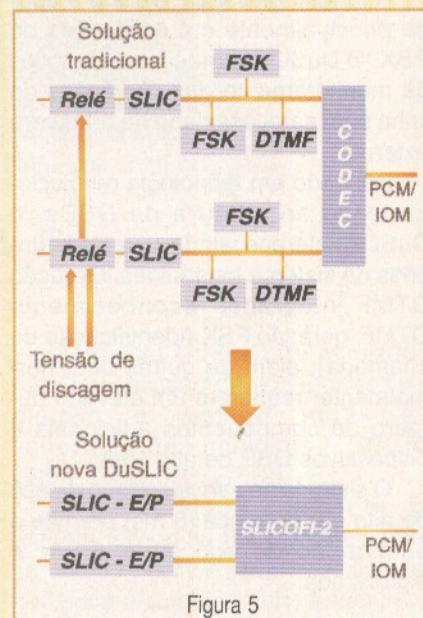
DuSLIC funciona como um servidor para três telefones conectados via PCM, e uma porta analógica separada (para chamada) pode ser adicionada. **Na figura 6** vemos a maneira como ele pode funcionar neste caso.

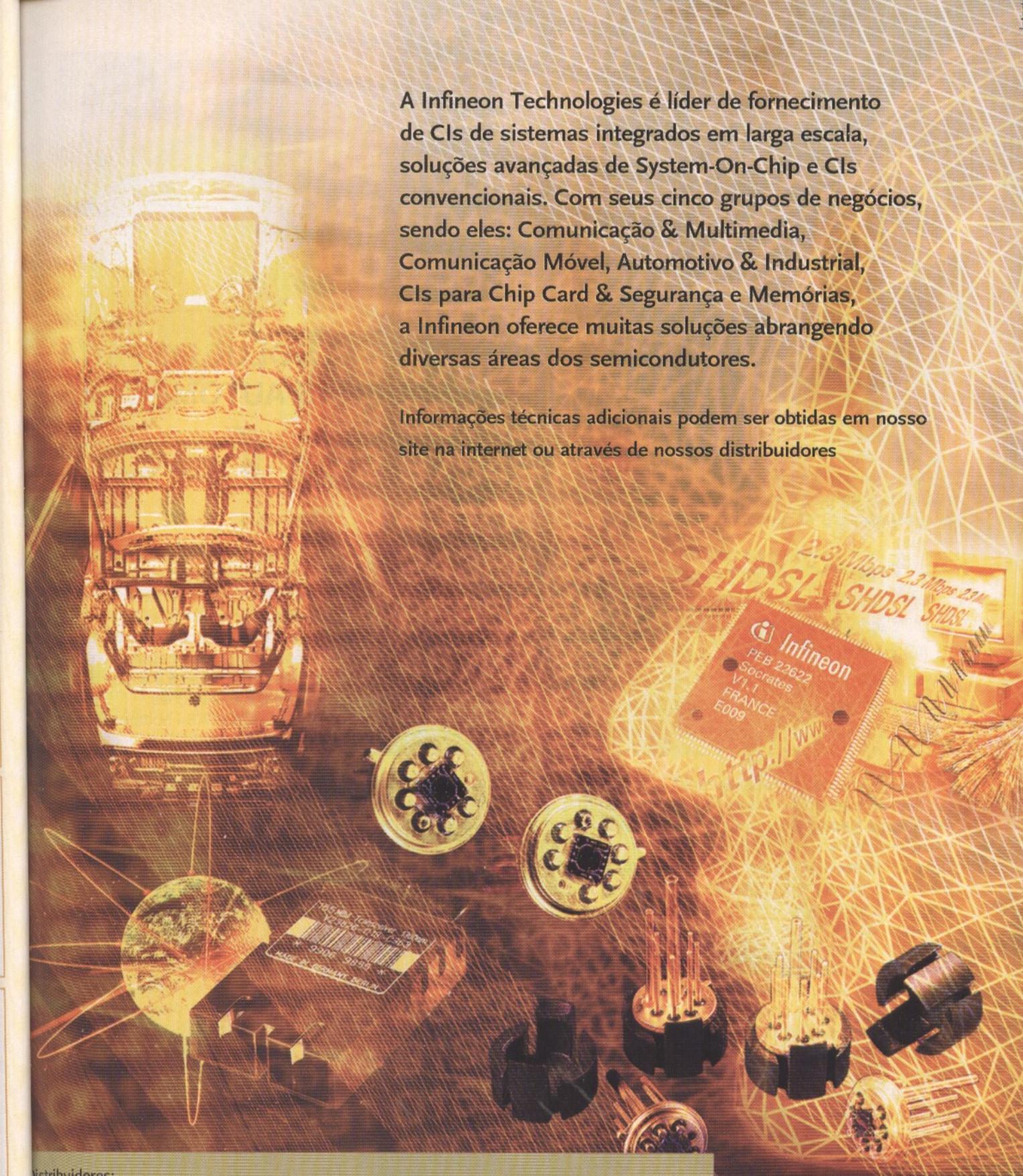
## Espera de Mensagem

Este recurso (MWI) emprega normalmente uma lâmpada no telefone do assinante. A corrente não flui pela lâmpada até que a tensão alcance 80 V. Com essa tensão, a lâmpada

néon acende. O DuSLIC tem uma tecnologia interna de alta tensão que gera até 170 V para acender essa lâmpada sem a necessidade de componentes externos. O circuito para essa finalidade é apresentado na **figura 7**. Quando for ativado o circuito, a lâmpada deverá piscar ou permanecer acesa.

Na próxima edição abordaremos as placas de avaliação de desenvolvimento para o DuSLIC, da Infineon. Mais informações podem ser obtidas no site: [www.infineon.com/duslic](http://www.infineon.com/duslic).





A Infineon Technologies é líder de fornecimento de CIs de sistemas integrados em larga escala, soluções avançadas de System-On-Chip e CIs convencionais. Com seus cinco grupos de negócios, sendo eles: Comunicação & Multimedia, Comunicação Móvel, Automotivo & Industrial, CIs para Chip Card & Segurança e Memórias, a Infineon oferece muitas soluções abrangendo diversas áreas dos semicondutores.

Informações técnicas adicionais podem ser obtidas em nosso site na internet ou através de nossos distribuidores

Distribuidores:

IDE: (011) 273-3300

vnet: (011) 5589.1689

ntertek: (011) 3931-2922

nsight: (011) 3722-1177

s do Brasil: (011) 3819.0429

Contato Infineon:

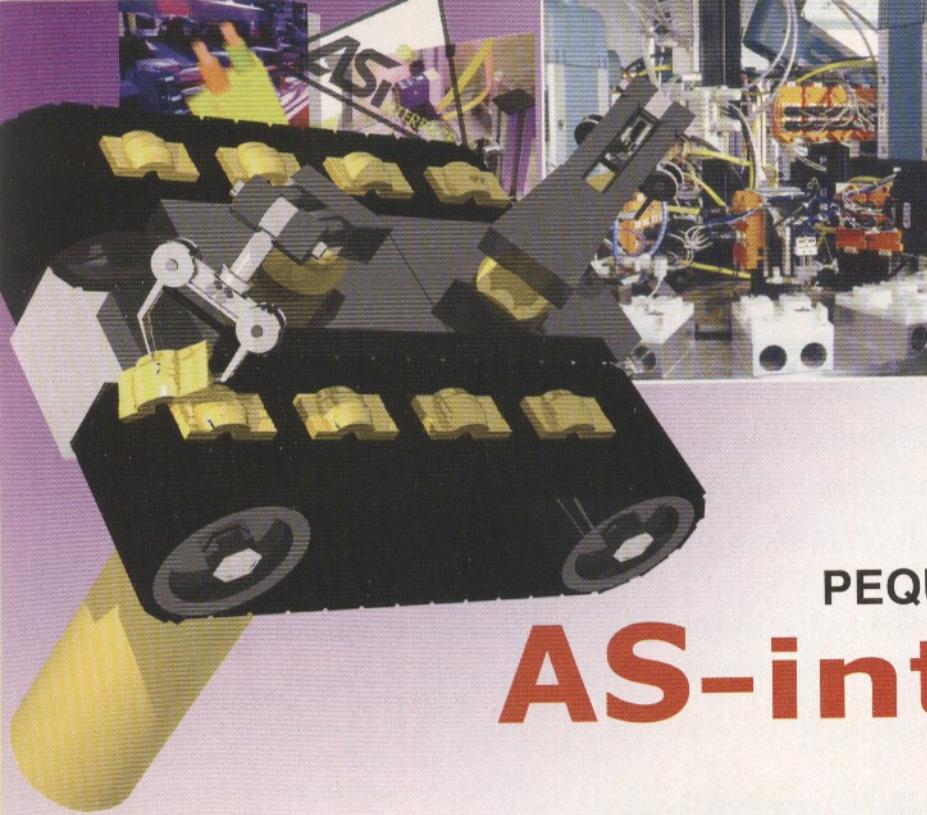
fineon Technologies South America

mail: vendas.brasil@infineon.com

www.infineon.com

 Infineon  
technologies

Never stop thinking.



Juliano Matias

## A SOLUÇÃO PARA PEQUENAS AUTOMAÇÕES

# AS-interface

**“Rede AS-i”:** conheça a rede ideal para pequenas aplicações em automação industrial, onde não existe a necessidade de utilização de painéis elétricos, isto é, onde todos os módulos de I/O ou são IP54 ou IP67, assegurando uma isolação do módulo ao meio externo. Sua fácil conexão, alimentação e dados no mesmo cabo, aliados a um rápido tempo de atualização garantem o sucesso desta rede em suas aplicações.

A rede “Actuator/ Sensor interface” também conhecida como rede AS-i, é um sistema *fieldbus* para o nível mais baixo de uma automação industrial. Um cabo de *bus* que tradicionalmente é blindado, na rede AS-i é substituído por um simples cabo elétrico, como veremos mais a frente. Esse cabo é chamado de cabo AS-i.

Utilizando um cabo AS-i e um mestre AS-i, as entradas e saídas digitais podem ser controladas através de módulos especiais chamados de módulos AS-i.

Para a rede AS-i existe hoje uma variedade enorme de fornecedores de produtos e equipamentos e a tendência é de aumentar ainda mais.

A **figura 1** mostra a posição da rede AS-i na pirâmide de automação industrial. A rede AS-i é caracterizada pelos seguintes fatores:

“AS-interface” é otimizada para a conexão de sensores e atuadores digitais. O cabo AS-i é usado para troca de dados entre os módulos de I/O e o mestre da rede, e também provê alimentação para os sensores e atuadores;

Conexão simples e econômica: com a técnica de conexão por “vam-

piro”, a rede AS-i se torna a rede mais simples de utilizar do mercado. Com o cabo AS-i podemos fazer as mais diversas topologias de rede;

Tempos de resposta muito curtos: o mestre da rede necessita somente de 5 ms para efetuar a troca de dados entre todas as estações;

As estações AS-i podem ser sensores ou atuadores diretos, ou ainda módulos de até 4 entradas e 4 saídas digitais com conectores padrão M8 ou M12;

Na rede AS-i podem ser controlados até 124 sensores e atuadores.

### COMPONENTES DE UMA REDE AS-i

#### MESTRE AS-i

O mestre AS-i é o elemento principal da rede, pois é ele que a controla e determina o tráfego de dados entre o controlador e os I/Os.

Como mestre, podemos ter:

- Placas para CLPs como das famílias da Siemens S5 (CP2430, CP2433) e S7 (CP342-2);

- Placas para PC como são os casos da Phoenix Contact (**figura 2**) e da Siemens;

- Gateways para o interfaceamento de redes *fieldbus* de

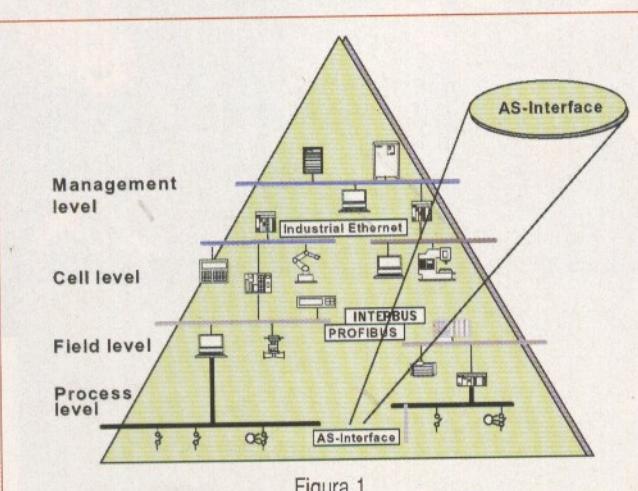


Figura 1

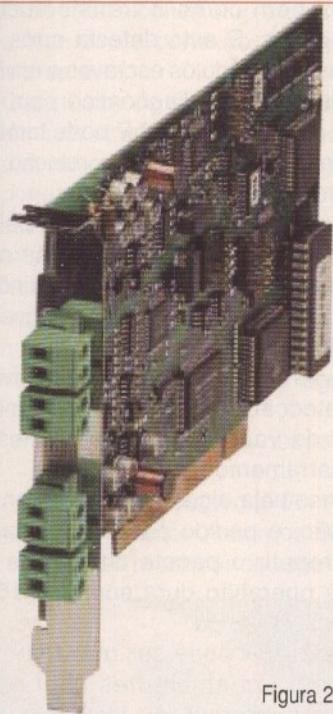


Figura 2

nível superior para a rede AS-i. Por exemplo: Interbus para AS-i ou Profibus-DP para AS-i.

Veja a **figura 3**, nela encontramos uma comunicação direta de um CLP na rede AS-i ou a comunicação *via Gateway* de uma rede Fieldbus como Interbus ou Profibus-DP.

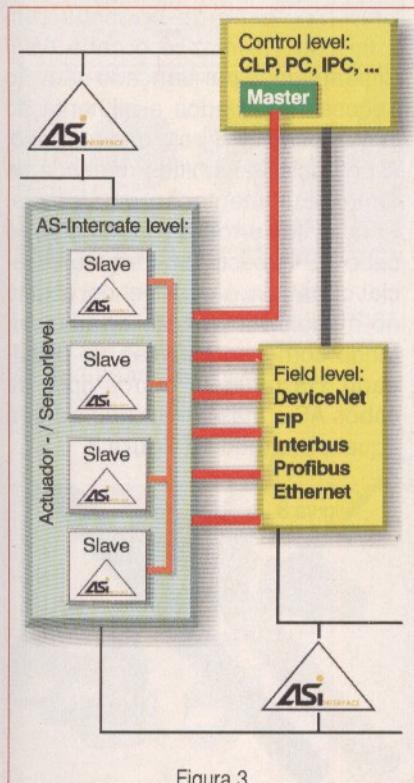


Figura 3

## MÓDULOS AS-I

O conceito de módulo é definido quando algum elemento é conectado à rede e esse elemento controla I/Os, mas os módulos AS-i podem ser divididos em duas categorias:

Módulos ATIVOS: são módulos que possuem o *chip AS-i* integrado; e através de módulos ativos sensores e atuadores convencionais podem ser utilizados;

Módulos PASSIVOS: são módulos que apenas distribuem os sinais do cabo AS-i, fazendo com isso que os sensores e atuadores a ele ligados devam possuir o *chip AS-i* integrado. Observamos nas **figura 4** três tipos de módulos AS-i diferentes.

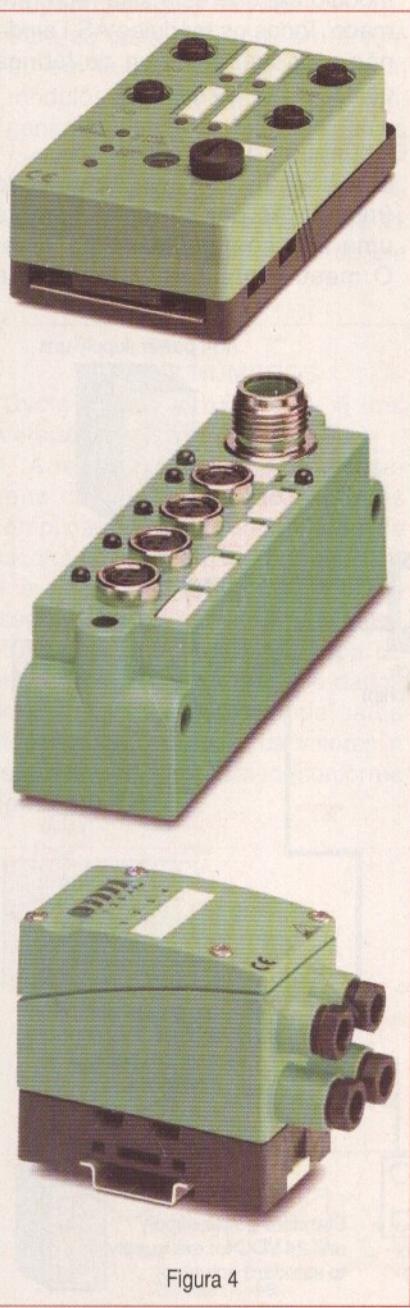


Figura 4

## CABO AS-I

O cabo é constituído de 2 fios de 1,5 mm<sup>2</sup> sem blindagem (*shield*) e transfere tanto dados quanto alimentação para a eletrônica do módulo e para os sensores e atuadores.

## FONTE AS-I

A fonte para a rede AS-i fica conectada diretamente no cabo AS-i e ela fornece para todos os participantes da rede a alimentação necessária ao funcionamento do sistema. Caso uma fonte de alimentação não seja suficiente para alimentar todo o sistema, é possível a colocação de mais fontes no mesmo cabo. Em particular para os atuadores, pode ser necessário outro cabo para a alimentação dos módulos, visto que eles consomem muito mais corrente.

Mostramos nas **figura 5** alguns tipos de fontes da empresa Phoenix Contact.

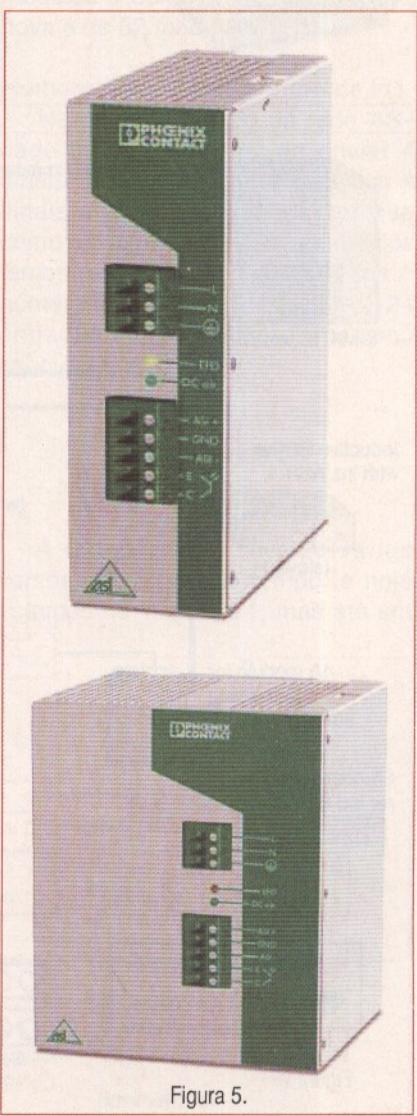


Figura 5.

## DISPOSITIVO DE PROGRAMAÇÃO AS-I

Cada módulo de I/O deve ser programado para um endereço, e este endereço o identifica como participante da rede e, dependendo da versão da rede AS-i (falaremos mais adiante), existe um número máximo de participantes. Este dispositivo de programação é responsável pelo endereçamento de cada módulo da rede (figura 6).

Na figura 7 vemos como todos esses componentes são conectados.

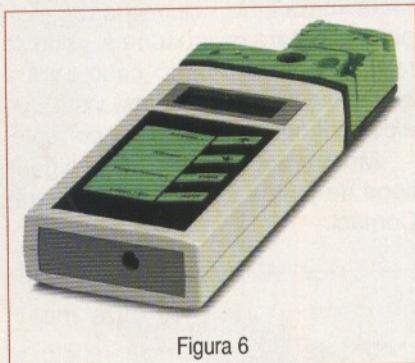


Figura 6

## ALGUMAS CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES DO SISTEMA

### Mestre-Escravo

A rede AS-i é uma rede de um único mestre, o que quer dizer que existe somente um único elemento da rede capaz de gerenciar a troca de dados entre os módulos.

### Endereçamento eletrônico de cada módulo AS-i

Como foi citado acima, cada módulo da rede AS-i deve ser programado para um endereço e é com base nesse endereço que o mestre localiza cada escravo da rede. O endereço fica permanentemente no módulo até que este seja reprogramado. Todos os módulos AS-i ainda não programados vêm de fábrica com o endereço 0 (zero).

### Confiabilidade e flexibilidade

O método de transmissão utilizado (modulação por corrente) garante uma alta confiabilidade da rede. O mestre monitora a tensão do

cabo, bem como a transferência dos dados. E este detecta erros e falhas dos módulos escravos e envia mensagens de diagnóstico para o CLP. E com isso, o CLP pode tomar alguma providência com relação a esses fatos.

Cada telegrama é conferido pelo receptor por possíveis falhas na transmissão. Isso é feito conferindo o bit de paridade e outras variáveis de sistema.

Através desses *checks* é possível a detecção de não apenas uma, mas de várias falhas simultâneas no barramento.

E, caso haja alguma falha de transmissão, é pedido para o transmissor repetir o pacote dos dados e essa operação dura somente 150 microssegundos.

A rede AS-i pode ser utilizada até mesmo em ambientes com alto índice de interferência eletromagnética como, por exemplo, perto de máquinas de solda ou inversores de freqüências.

A adição e retirada de módulos da rede funcionando não impede que os outros módulos continuem em operação.

### Um cabo para dados e alimentação

Um único cabo de borracha com 2 fios de  $1,5 \text{ mm}^2$  é o cabo AS-i. Blindagem ou par trançado não são necessárias. Dados e alimentação são transmitidos pelo mesmo cabo. A potência transmitida depende da fonte de alimentação empregada. Para evitar erros de montagem, o cabo AS-i possui um formato especial onde não é possível encaixá-lo no módulo na posição errada, evitando com isso inversão de polaridade. Há também outros tipos de cabos AS-i, mas o mais tradicional é aquele ilustrado na figura 8.

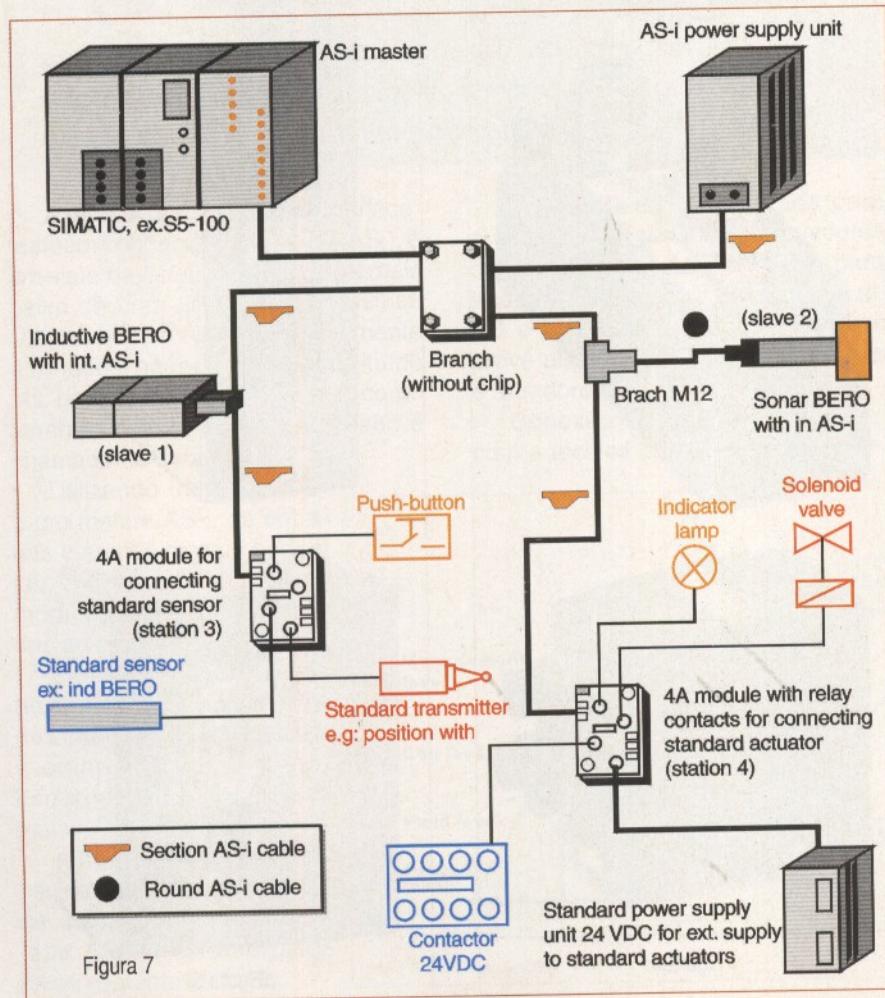
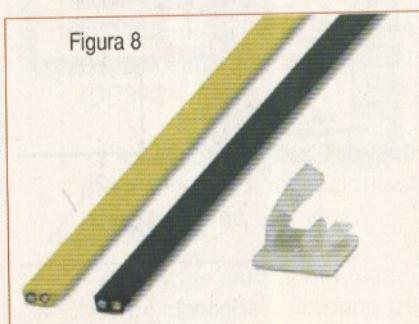


Figura 7

Figura 8



Esse cabo é constituído de borracha, a técnica de conexão é simples e eficiente.

O conector do módulo possui duas lâminas e, quando elas são prensadas no cabo, este fura a borracha perfazendo o contato elétrico, mas o interessante é que em uma possível retirada do módulo a borracha se fecha, fazendo com isso que o ponto onde ele estava possa ser utilizado novamente, e evitando também a infiltração de umidade ou água no local (**figura 9**).

- A corrente máxima nesse cabo é de 8 A.
  - Cabo com proteção IP67.
  - Comprimentos máximos de 100 m e 500 m utilizando repetidor.



Figura 9.



Figura 10

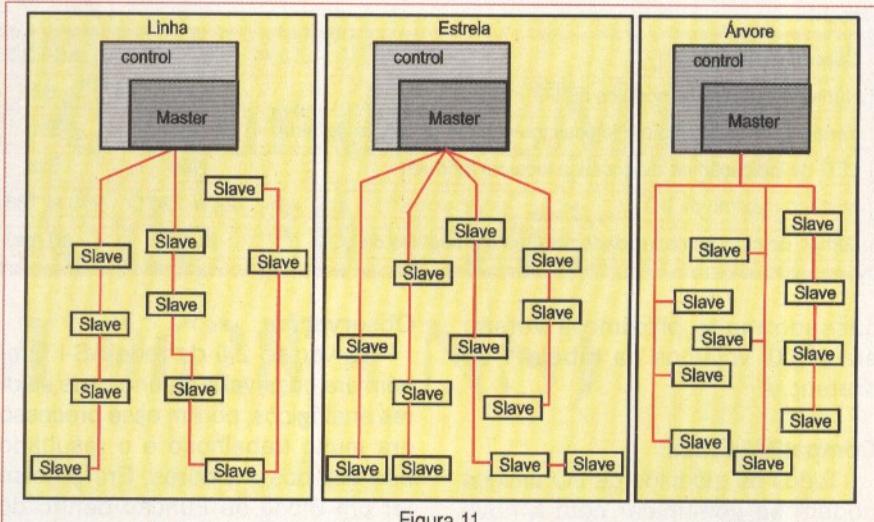


Figura 11

## Várias topologias de redes

Para se fazer conexões em árvore ou em outras estruturas existem módulos especiais para esse fim, conforme mostra a **figura 10**. Esses módulos não possuem "inteligência" nenhuma, são apenas conectores elétricos. Podemos ver na **figura 11** as topologias possíveis de serem montadas na rede AS-i.

### Número máximo de módulos escravos

Detalharemos mais à frente a diferença entre as versões da rede AS-i. Mas podemos dizer que na primeira versão o número máximo de módulos é de 31, e na versão mais nova é de 62 módulos.

### Número máximo de pontos de I/O

Na primeira versão da rede AS-i cada módulo é capaz de enviar 4 sinais digitais e receber também 4 sinais digitais, isso quer dizer que como temos no máximo 31 módulos temos na rede AS-i versão antiga o número máximo de 248 pontos (124 entradas e 124 saídas) no mesmo cabo AS-i.

## VERSÕES DA REDE AS-i

A rede AS-i foi criando várias versões ao longo do tempo, e hoje estamos na versão 2.1, mas até um

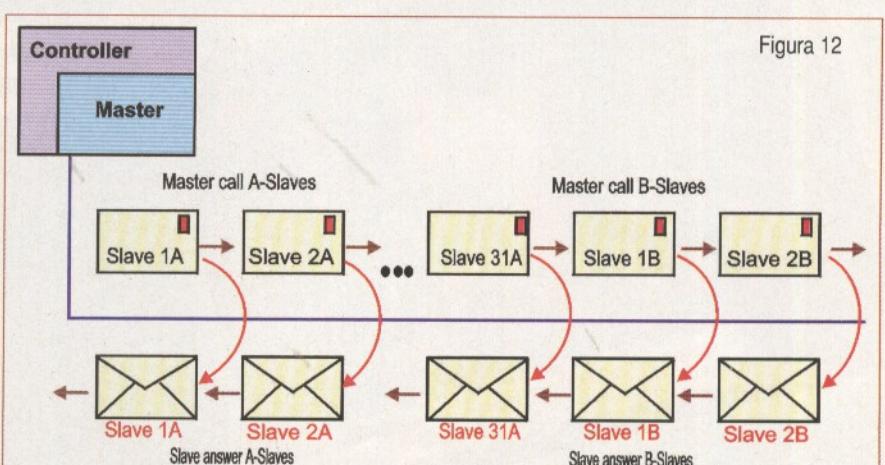


Figura 12

Tabela 1

Características	AS-I 2.0	AS-I 2.1
Número máximo de módulos de I/O	31	62
Variáveis de processo analógicas integradas ao mestre da rede	Não	Sim
LED de indicação de diagnóstico local no módulo	Não	Sim
Número máximo de I/O	124 I+ 124 O	248 I+ 186 O
Tempo de ciclo na capacidade máxima de módulos de I/O	5 ms	10 ms

passado muito próximo a versão era a 2.0. Vejamos na **tabela 1** as diferenças.

#### Compatibilidades:

Todos os módulos de I/O antigos podem se comunicar com a nova versão de mestre da rede, sem nenhuma limitação.

Podemos em aplicações antigas utilizar módulos na versão AS-i 2.1.

#### Observação:

Na versão 2.0 da rede AS-i também era possível a obtenção de valores analógicos, porém esse processo era muito trabalhoso e o resultado não era dos melhores. Era preciso ter um Bloco de Função dentro do CLP para a multiplexação dos valores analógicos nos módulos ou até mesmo cada módulo analógico utilizava-se de 2 ou 3 *chips* AS-i para,

#### Alguns sites interessantes:

[www.phoenixcontact.com.br](http://www.phoenixcontact.com.br)  
[www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com)

[www.siemens.com.br](http://www.siemens.com.br)  
[www.sense.com.br](http://www.sense.com.br)

com isso, ter um canal maior de dados.

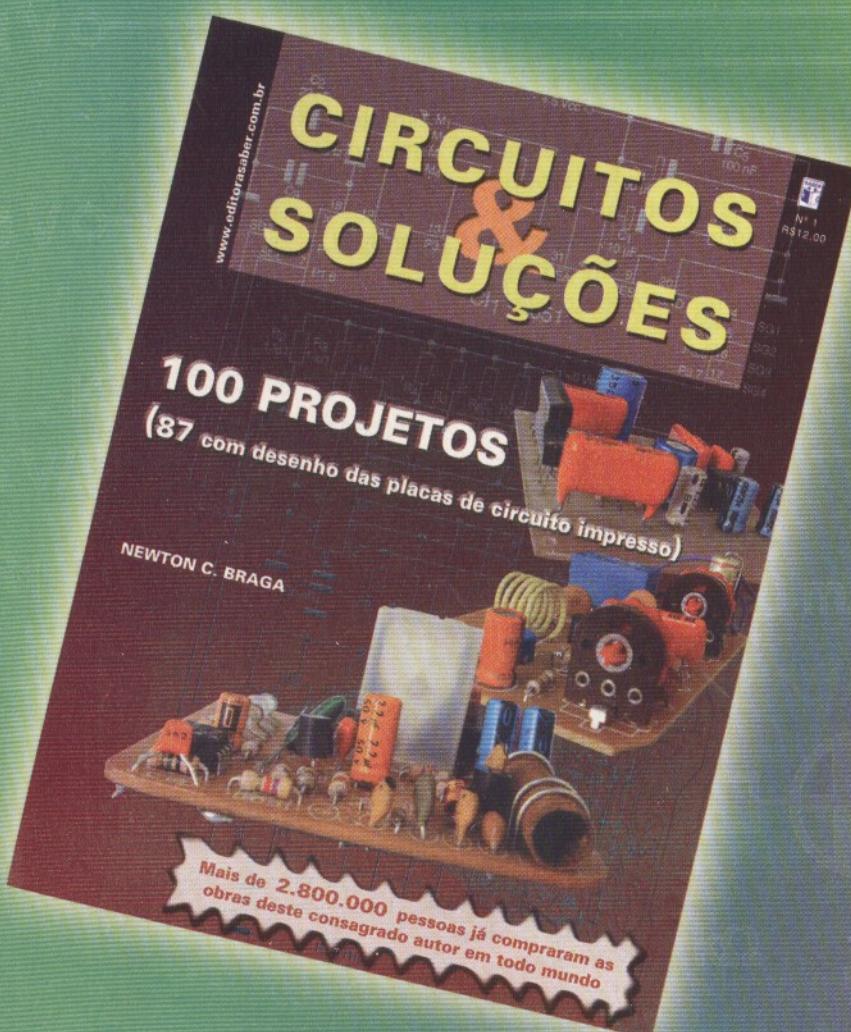
Já na versão 2.1, o tratamento do sinal analógico passa a ser feito diretamente pelo mestre AS-i.

## CONCLUSÃO

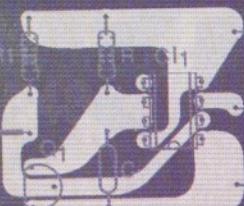
A rede AS-i é, hoje em dia, a mais utilizada onde precisamos ligar poucos pontos em módulos IP67, pois alia facilidade na montagem e custo dos equipamentos. Podemos dizer ainda que ela, junto com a rede Interbus-LOOP, são as redes mais baratas do mercado.

No nosso próximo artigo abordaremos a rede CAN, a rede mais difundida não só em automação industrial, mas também em automação predial e eletrônica embarcada.

Até a próxima!



JÁ NAS  
BANCAS



# Sensor Colorido CMOS VGA de 30 FPS (LM 9628 - NS)

A National Semiconductor lançou em maio uma nova família de sensores CMOS, a qual inclui avanços técnicos sem precedentes em produtos de imagem digital. Sete novos *chips* sensores para aplicações monocromáticas (e em cores) foram lançados cobrindo uma vasta gama de aplicações que vão da eletrônica de consumo à industrial. Neste artigo, focalizamos os aspectos básicos da família e tomamos como exemplo um de seus produtos, o LM9628, que consiste em um sensor colorido CMOS VGA de 30 FPS.

*Newton C. Braga*

Sete novos *chips* sensores de imagem foram apresentados em maio pela National Semiconductor. Os novos componentes reúnem características de baixo consumo e a maior faixa dinâmica e de sensibilidade disponíveis atualmente no mercado.

Os sensores coloridos e monocromáticos formam a família LM96XX, sendo otimizados para uma variedade de aplicações em dispositivos de acesso sem fio, câmeras digitais e produtos industriais incluindo câmeras de segurança e scanners.

Seguindo a linha de sucesso dos dispositivos anteriores LM9627 e LM9617, esses novos chips de sensores de imagem são otimizados individualmente para uma determinada aplicação.

Assim, os LM9618 e LM9628 são dispositivos sensores CMOS VGA com faixas dinâmicas lineares e não lineares, sendo indicados para aplicações tais como tracejamento de pistas, sistemas anticolisão, espelhos retrovisores de veículos e câmeras de segurança.

O LM9630 é o mais sensível de todos, sendo recomendado para o formato QCIF (*quarter common interface format*) em velocidades de campos de até 600 por segundo. Esse sensor é indicado para aplicações onde se deseja detectar objetos que se movem em alta velocidade (mais rapidamente que o olho humano). Aplicações incluem o controle do *air-bag* em veículos.

Os LM9638 (monocromático) e LM9618 (cores) possuem uma resolução de 1,3 megapixels com baixo consumo e melhor desempenho sob baixos níveis de iluminação. Esses sensores são convenientes onde se deseja a captura de imagens com alta qualidade. Tais aplicações incluem câmeras de segurança, PDAs, telefones celulares, além de aplicações biométricas.

Finalmente, temos os LM9637 (monocromático) e LM9647 (colorido) que são sensores VGA com tamanho de 1/4". Suas características são semelhantes aos LM9638 e LM9648, incluindo os filtros de cores.

## LM9628

O circuito integrado LM9628, da National Semiconductor, consiste num sensor de imagem em cores CMOS VGA de 30 FPS (*Frames Per Second* ou *Quadros Por Segundo*).

Esse circuito integrado possui um sensor do tipo "Active Pixel Sensor" em tecnologia CMOS, o qual captura imagens em cores fornecendo uma saída digital com resolução de 12 bits.

O conversor A/D está integrado no próprio *chip*, além de existirem circuitos para eliminação de ruído e amplificadores de cor separados.

Um circuito especial permite que o próprio usuário escolha o melhor tempo de integração, janela ativa, tamanho e velocidade de quadros. Diversos modos de controles são proporcionados.

A excelente faixa dinâmica do sensor pode ser estendida até mais de 100 dB pela programação de uma curva de resposta não linear que se casa com a curva de resposta do olho humano.

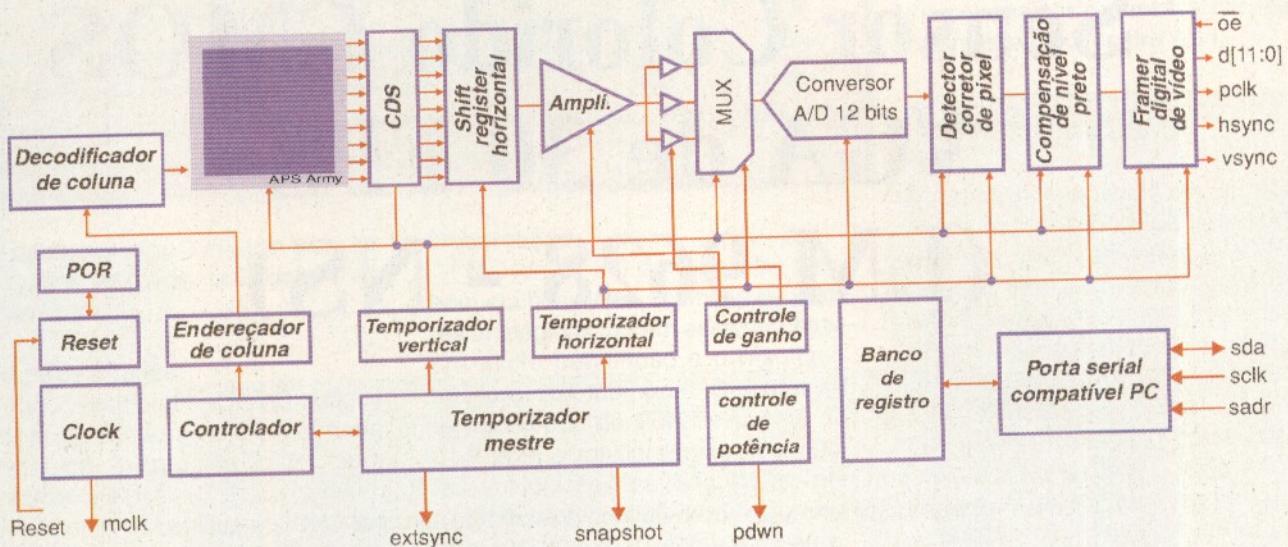


Fig 1. - Diagrama de blocos do Sensor LM9628.

Na figura 1 mostramos o diagrama de blocos desse sensor.

#### Aplicações:

- Vídeo e captura rápida de imagens
- Câmeras Dual-Mode
- Câmeras digitais com capacidade de congelamento de imagem
- Sistemas de segurança
- Automotiva
- Industrial

#### Na Internet

A NATIONAL SEMICONDUCTOR POSSUI UM KIT DE DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO PARA ESTE PRODUTO, O QUAL PODE SER OBTIDO NO SITE DA EMPRESA EM:

[WWW.NATIONAL.COM](http://WWW.NATIONAL.COM)

#### Especificações Principais:

Formato do Array	Total: 66H x 504V Ativo: 648H x 488V
Área efetiva da imagem	Total: 4,98 mm x 3,78 mm Ativa: 4,86 mm x 3,66 mm
Formato óptico	1/3"
Tamanho do pixel	7.5 'm x 7.5 'm
Saídas de Vídeo	8, 10 e 12 bits - digital
Velocidade de quadros	30 quadros por segundo
Faixa dinâmica:	62 dB no modo linear 110 dB no modo não linear
FPN	0,1%
PRMU	1,5%
Sensibilidade	2,7 V/lux.s
Eficiência quântica	27%
Fator de preenchimento	47%
Color Mosaic	Bayer Pattern
Invólucro	48 CLCC
Fonte simples	3,3 V +/- 10%
Consumo	120 mW

# A maneira mais rápida e fácil de converter 5V para 12V ! 1.3 MHz, 1.3A SIMPLE SWITCHER®

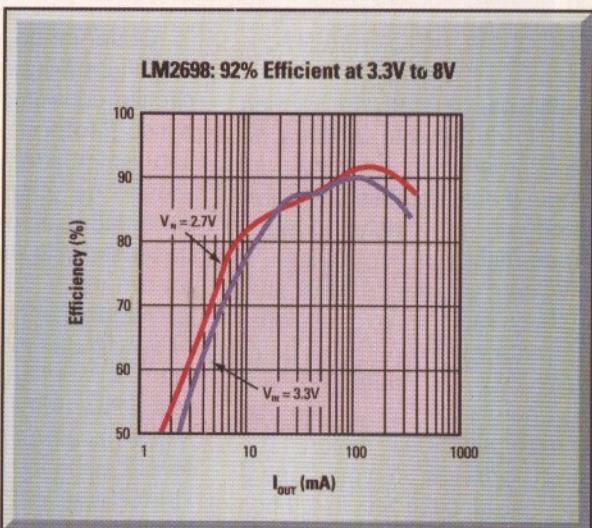
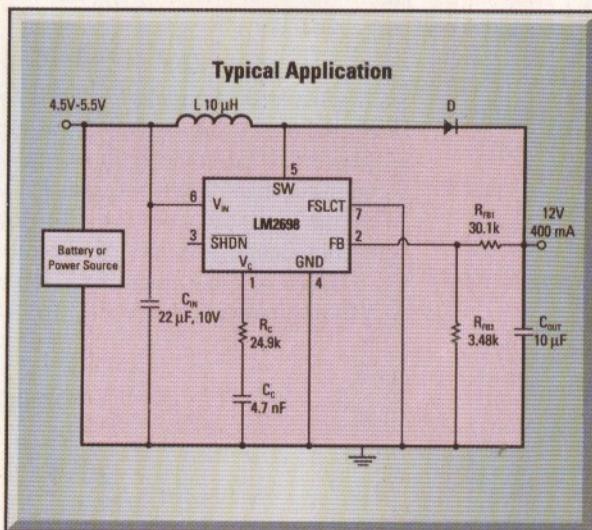
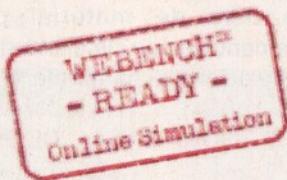
O SIMPLE SWITCHER LM2698®  
proporciona eficiência na  
elevação de tensão.

- Software SWITCHERS MADE SIMPLE® garante um fácil desenvolvimento
- Até 92% de eficiência
- Corrente garantida de 1.3A
- Tensão de entrada de 2.2VIN – 14 VIN
- Arquitetura de baixo ruído
- Encapsulamento MSOP-8

Ideal para uso em modem DSL, Set-top Boxes, conversão de 5V para 12V, 2.5V para 3.3V etc., e instrumentos portáteis

Para mais informações sobre LM2698:  
[www.national.com](http://www.national.com)

CD-ROM gratuito do catálogo de dados em:  
[freecd.national.com](http://freecd.national.com)



© National Semiconductor Corporation, 2001. National Semiconductor, the SIMPLE SWITCHER and SWITCHERS MADE SIMPLE are registered trademarks of National Semiconductor Corporation. All other brands and product names are trademarks or registered trademarks of their respective holders. All rights reserved.

 **National  
Semiconductor**  
The Sight & Sound of Information

# CONTROLE DE MOTORES DE PASSO UTILIZANDO O MICROCONTROLADOR PIC 16F84A

A crescente popularidade dos motores de passo deve-se a sua adaptação à lógica digital. Esses dispositivos são usados em inúmeras aplicações, tais como: mesas XY, periféricos de computadores (unidades de disco, impressoras, *scanners*, *plotters*), célula de manufatura integrada e sistemas robóticos (de manipulação e móveis). Nesta última aplicação, com o auxílio dos motores de passo, pode-se criar interfaces entre o computador pessoal (PC) e o robô de modo a realizar o movimento desejado.

Neste artigo é apresentado um circuito controlador de motores de passo que utiliza o microcontrolador **PIC 16F84A**.

*Nardênia A. Martins, Francisco A. R. de Alencar*

## CIRCUITO E FUNCIONAMENTO

Geralmente, os motores comuns (por exemplo, de corrente contínua, de corrente alternada, de indução) possuem apenas dois estados de operação: parado ou em rotação. Quando os motores estiverem em rotação, o giro é feito com velocidade constante. Entretanto, os motores de passo possuem três estados de operação: parado, ativado com travamento do rotor (bobinas energizadas) e giro em etapas. Os movimentos dos motores podem ser bruscos ou suaves, dependendo da freqüência e amplitude dos passos em relação ao estado inercial. Baseando-se nisso, os motores de passo recebem uma classificação especial em relação aos motores comuns, sendo adequados àquelas situações em que se necessita ter o controle preciso do movimento a partir de sinais provenientes de um circuito controlador. Os sinais enviados ao motor pelo circuito controlador têm que obedecer a uma ordem específica de pulsos e estarem perfeitamente sincronizados.

Observando o diagrama esquemático da **figura 1**, verifica-se que o circuito controlador e os motores de passo (**Motor 1 - J2 e Motor 2 - J<sub>3</sub>**) são alimentados com  $+12\text{ V}_{\text{cc}}$  (J<sub>1</sub>). A tensão de alimentação do circuito controlador, ao passar pelo regulador de tensão (**78L05 - U<sub>1</sub>**), é transformada em  $+5\text{ V}_{\text{cc}}$  habilitando assim o microcontrolador **PIC 16F84A** (C<sub>1</sub>).

Como os motores de passo trabalham com  $+12\text{ V}_{\text{cc}}$  e o microcontrolador **PIC 16F84A** gera pulsos de  $+5\text{ V}_{\text{cc}}$ , é necessário amplificar o sinal de tensão usando um *driver* de corrente (**ULN2803A - C<sub>1</sub>**). Esse *driver* de corrente transforma os pulsos de  $+5\text{ V}_{\text{cc}}$  provenientes do microcontrolador **PIC 16F84A** em pulsos de  $+12\text{ V}_{\text{cc}}$  possibilitando o funcionamento dos motores de passo.

Para realizar a interface de comunicação serial entre o computador pessoal (PC) e o circuito controlador, utiliza-se o conversor de nível de tensão padrão RS-232 para TTL/CMOS (**MAX232 - C<sub>2</sub>**) acrescido de quatro capacitores ( $1\text{ }\mu\text{F} / +50\text{ V}_{\text{cc}}$ ) em conjunto com o conector **DB-9** (X<sub>1</sub>). O cir-

cuito integrado dedicado MAX232 estabelece a conversão dos níveis de tensão do microcontrolador **PIC 16F84A** ( $0\text{ V}_{\text{cc}}$  e  $+5\text{ V}_{\text{cc}}$ ) para os níveis de tensão da porta serial do computador pessoal padrão RS-232 ( $-12\text{ V}_{\text{cc}}$  e  $+12\text{ V}_{\text{cc}}$ ) e vice-versa.

A lista de material para a implementação do circuito controlador está relacionada na **tabela 1**.

## PROGRAMAÇÃO DO PIC

Após declaração das variáveis, o programa utilizado no microcontrolador **PIC 16F84A** é desviado para a rotina de início. Em princípio, seleciona-se o banco 0 (zero) e configura-se o registro **PORTA** com o bit 0 (pino 0 da porta A) como entrada e os outros bits como saída. Todos os bits do registro **PORTB** (pinos da porta B) também são configurados como saída. No registro de opções (**OPTION REG**) configura-se os resistores *pull-up* internos para a porta B, visto que outras configurações são irrelevantes para a aplicação. No registro **INTCON** habilita-se somente o bit 5 relaciona-

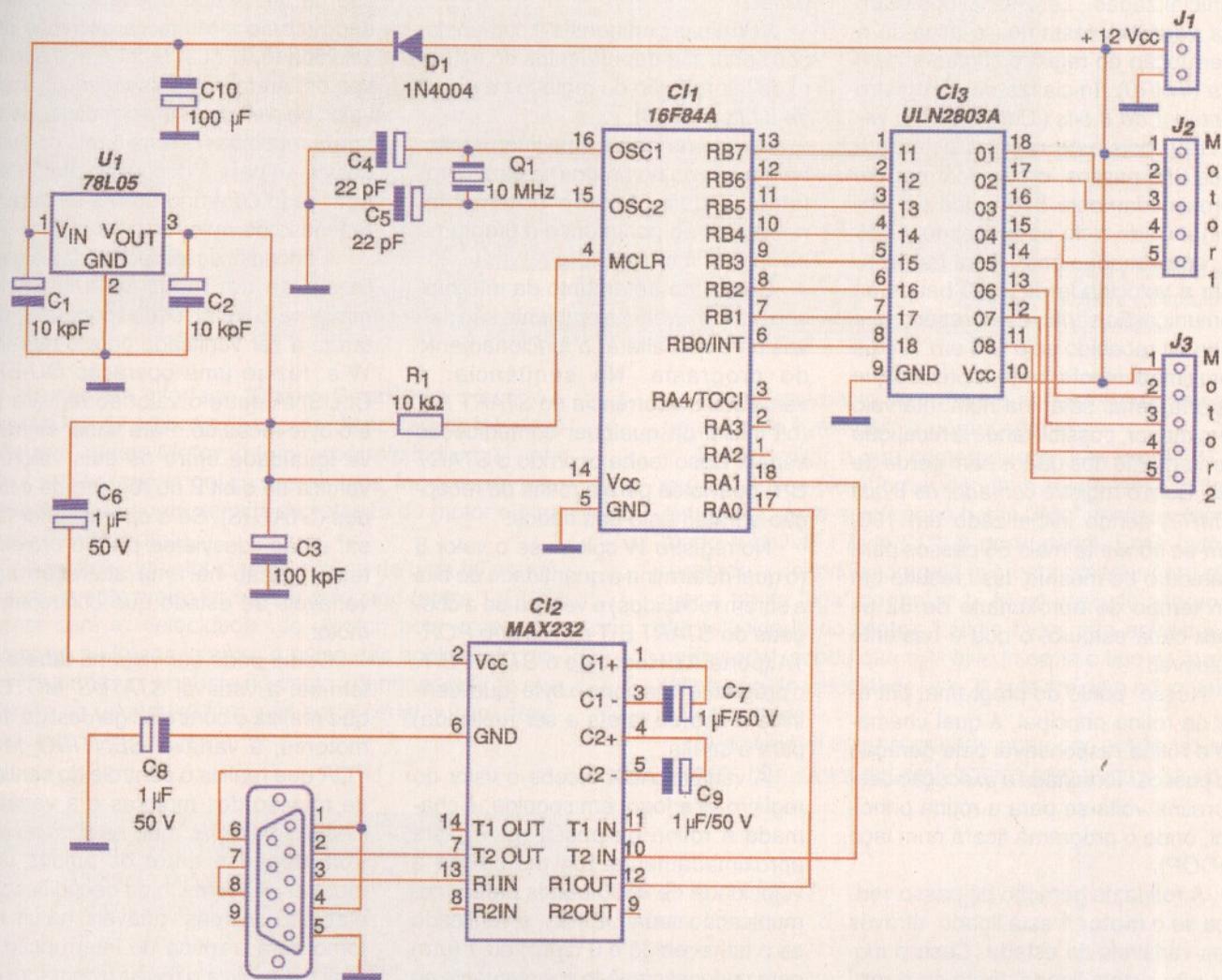


Figura 1 - Diagrama esquemático usando microcontrolador PIC16F84A.

Quantidade	Tipo	Designação
03	10 kF	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>
02	22 pF	C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub>
04	1 □F / +50 V <sub>CC</sub>	C <sub>6</sub> , C <sub>7</sub> , C <sub>8</sub> , C <sub>9</sub>
01	100 □F	C <sub>10</sub>
01	1N4004	D
01	Conector	J <sub>1</sub>
02	Conectores	J <sub>2</sub> , J <sub>3</sub>
01	10 MHz	Q <sub>1</sub>
01	10 k□	R <sub>1</sub>
01	78L05	U <sub>1</sub>
01	DB-9	X <sub>1</sub>
01	PIC 16F84A	CI <sub>1</sub>
01	MAX232	CI <sub>2</sub>
01	ULN2803A	CI <sub>3</sub>

Tabela 1 - Lista de material do circuito controlador.

do ao tratamento de interrupções do registro *contador de 8 bits (TRMO)*. Na seqüência, seleciona-se o banco 1 para começar o tratamento dos dados.

Inicializa-se as variáveis de estado dos motores com "D" de modo que, ao energizar o circuito, os mesmos estejam desligados. As variáveis de sentido dos motores são inicializadas com "H", para quando os motores forem ligados, girarem no sentido horário. As variáveis de *TIMER*, que definem as pausas entre os pulsos, são inicializadas com o valor 1 (menor pausa entre os pulsos, maior velocidade de rotação do motor). As variáveis auxiliares de tempo também servem para definir as pausas, as quais são incrementadas de 1 em 1. Quando estas variáveis atingem o valor igual ao valor contido nas variáveis de

*TIMER*, o pulso é gerado e elas são reinicializadas. Zera-se o conteúdo das variáveis restantes e ativa-se a interrupção do registro *contador de 8 bits* (*TMR0*). Inicializa-se o registro *contador de 8 bits* (*TMR0*) com o valor 190, pois este registro estoura a cada 255 passos, o que acarreta em aproximadamente 510 ciclos de máquina. Cada ciclo corresponde a 400 ns, aproximadamente. Para trabalhar com a velocidade de 9600 bauds na comunicação serial, é necessário que cada bit recebido seja lido em 104 µs aproximadamente. Logo, é preciso que a porta serial seja lida num intervalo bem menor, possibilitando a recepção e tratamento dos dados sem perda de bits. Com o registro *contador de 8 bits* (*TMR0*) sendo inicializado em 190, tem-se somente mais 65 passos para o estouro do mesmo. Isso resulta em um tempo de aproximado de 52 µs para cada estouro, o que é bastante razoável.

Nesse ponto do programa, entra-se na rotina principal, a qual chama-se a rotina responsável pela geração de passos. Terminada a execução dessa rotina volta-se para a rotina principal, onde o programa ficará num laço (*LOOP*).

A rotina de geração de passo verifica se o **motor 1** está ligado, através das variáveis de estado. Caso o motor não esteja ligado, testa-se o **motor 2** e depois vai-se para a rotina de pausa (que gasta aproximadamente 4 ms). Logo, se um dos motores estiver ligado, é verificado se é o momento de geração de passo ou de aguardar mais um tempo.

Se for o momento de geração de passo, verifica-se o sentido de rotação dos motores e desvia-se para as rotinas específicas (rotinas de sentidos horário e anti-horário). Escolhido o sentido de rotação dos motores, chama-se a rotina de geração de passo. Essa rotina gera o primeiro passo, pulso a pulso, alterando somente os bits desejados do registro *PORTB* (pinos da porta **B**), pois se todos os bits fossem alterados ocorreria o travamento do outro motor.

Ao final, é colocado o valor que define o próximo passo a ser executado. O esquema de funcionamento dos motores dá-se nos dois sentidos de rotação, mas nesse ponto do programa surge a seguinte pergunta:

Como é realizada a comunicação serial?

As rotinas pertinentes à comunicação serial são dependentes do estouro da interrupção do registro *contador de 8 bits* (*TMR0*).

Na ocorrência de uma interrupção, há um desvio no programa para o tratamento dela. Após o tratamento, retorna-se ao ponto onde o programa havia sido interrompido.

Dentro do tratamento da interrupção, as variáveis de ambiente são salvadas para não alterar o funcionamento do programa. Na seqüência, é verificada a ocorrência do *START BIT* (bit inicial de qualquer comunicação serial). Caso tenha ocorrido o *START BIT*, desvia-se para a rotina de recepção e tratamento dos dados.

No registro *W* coloca-se o valor 8 (o qual determina a quantidade de bits a serem recebidos) e verifica-se a chegada do *START BIT* no registro *PORTA* (porta **A**). Recebido o *START BIT*, o programa rotaciona o *byte* (que identifica o tipo de tarefa a ser realizada) para a direita.

A variável **AUX** recebe o valor do registro *W* e logo, em seguida, é chamada a rotina de pausa (que gasta aproximadamente 104 ms devido à velocidade de 9600 bauds para a comunicação serial). Então, é verificado se o bit recebido é 0 (zero) ou 1 (um) para poder escrevê-lo corretamente no *byte*.

Decrementa-se a variável **AUX** (que recebeu o valor 8 porque o *byte* equivale a 8 bits) e é verificado se ela é zerada. Se a variável **AUX** ainda não zerou, repete-se a operação de recepção de bit, caso contrário desvia-se para a operação que aguarda a chegada do *STOP BIT*. Enquanto o *STOP BIT* não for recebido, a rotina não sai do laço (*LOOP*).

Após terminar a recepção do *STOP BIT*, verifica-se qual tarefa foi recebida: tarefa **A** para a recepção de

tarefa comum e tarefa **B** para recepção de tarefa que depende de outro dado (como a tarefa de alteração de velocidade, a qual recebe primeiro o tipo de tarefa e depois recebe o novo valor de velocidade do motor). Se a tarefa recebida for uma tarefa comum desvia-se para a decodificação da tarefa, caso contrário desvia-se para a recepção do *byte* restante.

A decodificação das tarefas é realizada de um modo bem simples: move-se o valor correspondente da tarefa a ser verificada para o registro *W* e, faz-se uma operação *OU-EXCLUSIVA* entre o valor do registro *W* e o *byte* recebido. Para saber se houve igualdade entre os dois valores, verifica-se o bit *Z* do registro de estados (*STATUS*). Se a operação for falsa, então desvia-se para o próximo teste, senão há uma alteração nas variáveis de estado que controlam o motor.

Como pode ser visto na **tabela 2**, tem-se: a variável *STATUS\_MOTOR* que realiza o controle liga/desliga dos motores, a variável *SENTIDO\_MOTOR* que realiza o controle do sentido de rotação dos motores e a variável *TIMER\_MOTOR* que realiza o controle depausa entre os pulsos dos motores. Ao término da decodificação e atualização das variáveis, há um retorno para a rotina de interrupção, a qual reinicializa o registro *contador de 8 bits* (*TMR0*) com o valor 190 e devolve os valores dos registros *W* e de estados (*STATUS*) com o intuito de dar continuidade ao programa a partir do ponto em que foi interrompido.

## SOFTWARE CONTROLADOR NO PC

O software desenvolvido para Windows tem uma interface amigável e auto-explicativa, como pode ser vista na **figura 2**.

Variáveis de estado	Função	Byte correspondente
<i>STATUS_MOTOR1</i>	Liga/Desliga Motor 1	"L" / "D"
<i>STATUS_MOTOR2</i>	Liga/Desliga Motor 2	"L" / "D"
<i>SENTIDO_MOTOR1</i>	Horário/Anti-horário Motor 1	"H" / "A"
<i>SENTIDO_MOTOR2</i>	Horário/Anti-horário Motor 2	"H" / "A"

**Tabela 2** - Variáveis de estado do programa do PIC 16F84A para controle dos motores

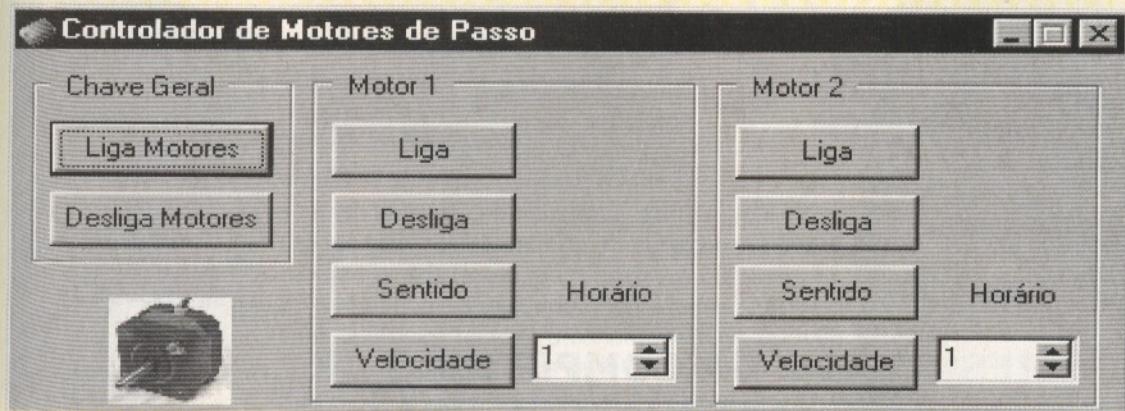


Figura 2 Interface do software controlador para Windows

No item da interface “Chave Geral” tem o controle liga/desliga de ambos os motores. Já no item da interface “Motor 1” (idem Motor 2) tem o controle individual para esse motor, contendo quatro chaves funcionais: liga, desliga, inversão do sentido de rotação do motor e alteração de velocidade.

O controle de velocidade funciona de uma tal maneira que, quanto maior for o valor colocado (entre 1 e 127) menor será a velocidade do motor, pois esse valor refere-se ao intervalo entre o pulso das bobinas do motor. Há ainda um controle no canto inferior esquerdo que permite ao usuário definir qual porta serial que se deseja utilizar.

O funcionamento do software consiste basicamente no envio de bytes para a porta serial.

Para facilitar a sua compreensão (ver Tabela 3), o seguinte exemplo é fornecido: caso seja desejável ligar o motor 1, deve-se *clique* no botão “liga” deste motor de modo a enviar 1 byte (“C”) à porta serial. Esse byte é recebido e decodificado pelo microcontrolador para efetuar a tarefa “liga” do motor 1. Já no caso da alteração de velocidade do motor 1, dois bytes são enviados a porta serial, sendo que o 1º byte informa o tipo de tarefa (alteração de velocidade) e o 2º byte define o novo valor de velocidade.

O download dos programas pode ser obtido no endereço: <http://www.sabereletronica.com.br/downloads>

Bytes	Função
A	Alteração de velocidade do Motor 1 (1º byte = tarefa, 2º byte = dado)
B	Alteração de velocidade do Motor 2 (1º byte = tarefa, 2º byte = dado)
C	Liga Motor 1 (STATUS_MOTOR1= “L”)
D	Liga Motor 2 (STATUS_MOTOR2= “L”)
E	Desliga Motor 1 (STATUS_MOTOR1= “D”)
F	Desliga Motor 2 (STATUS_MOTOR2= “D”)
G	Sentido do Motor 1 (SENTIDO_MOTOR1 = “H” ou “A”)
H	Sentido do Motor 2 (SENTIDO_MOTOR2 = “H” ou “A”)
I	Liga motores (1 e 2) simultaneamente (STATUS_MOTOR = “L”)
J	Desliga motores (1 e 2) simultaneamente (STATUS_MOTOR = “D”)

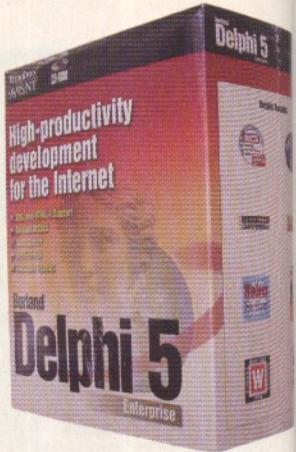
Tabela 3 Relação de bytes enviados do PC para o microcontrolador PIC 16F84A

Ninguém mais precisa ser Gênio para dominar o PIC



*No entanto, se você ou sua empresa estão precisando do PIC e não podem perder mais tempo, usem os “Gênios” da Mosaico. Executamos qualquer tipo de projeto eletrônico.*

**Mosaico**  
Engenharia Eletrônica  
Estudando Técnicas,  
Gerando Soluções  
(11) 4992-8775  
(11) 4992-8003



## RESULTADO DA COMPETIÇÃO DE PROJETOS ELETRÔNICOS USANDO

# DELPHI

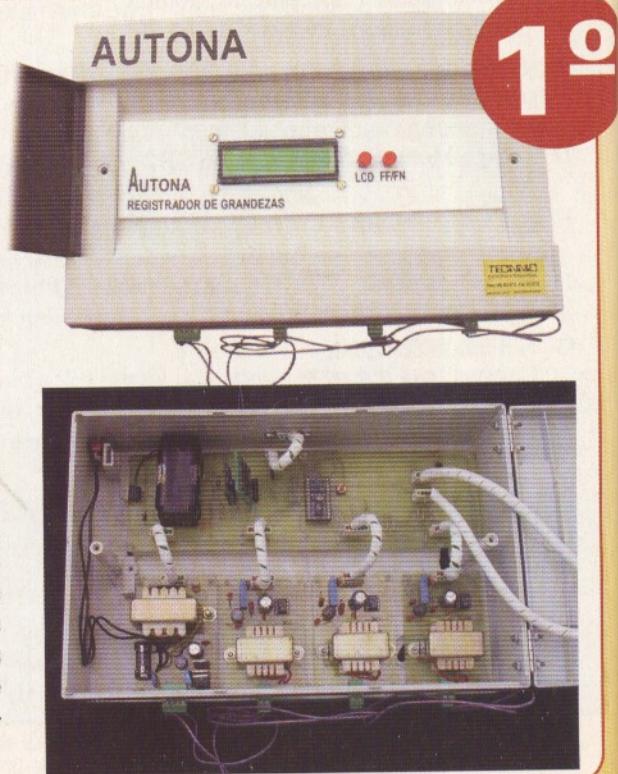
O projeto SIS Autona, do leitor Ricardo L. Santos, foi o vencedor da Competição de projetos eletrônicos. Os mais de sessenta competidores inscritos tiveram muito trabalho e usaram a criatividade de maneira exemplar. Tudo isto, é claro, tendo em vista o que estava em jogo, que era, além da publicação do artigo com o projeto completo e a remuneração de R\$ 1.000,00, o Delphi 6.0 oferecido pela Borland do Brasil. Os quatro finalistas, como os leitores podem notar abaixo, se esforçaram muito e nós, não poderíamos deixar de reconhecer isto. Assim, resolvemos premiar o segundo colocado, o leitor Odilon Honorato F. Filho, projetista do Sistema de Controle de Tele-automatizado de 20 canais com um Delphi 5.0 Enterprise. Na próxima edição será publicado o SIS Autona. Não percam !

<b>Projeto</b>	SIS Autona
<b>Autor</b>	Ricardo L. Santos
<b>Objetivo</b>	Sistema de monitoração e registro de grandezas elétricas

O aparelho monitora sistemas de distribuição elétrica adquirindo dados como tensão fase-neutro e fase-fase. Segundo seus autores, ele pode ter seus módulos trocados, medindo assim outras grandezas elétricas. Muito bem feito, foi o projeto em que houve mais empenho de seus construtores no que se diz respeito a apresentação. O mais interessante é fato dele possuir tanto a interface via software quanto por hardware através de um display fixado em sua tampa, o que melhora ainda mais o aspecto da aparelho conferindo-lhe um aspecto muito profissional. Há

ainda um conjunto de pilhas que alimenta o relógio interno do dispositivo. O software está muito bem diagramado dando informações precisas sobre todas as três fases ligadas no aparelho, gráficos e até gerando um banco de dados para análises e estatísticas de uso da linha.

NOTAS	
CRATIVIDADE	9
CONSTRUÇÃO	10
INTERFACE	10
APRESENTAÇÃO	10
FUNCIONALIDADE	10

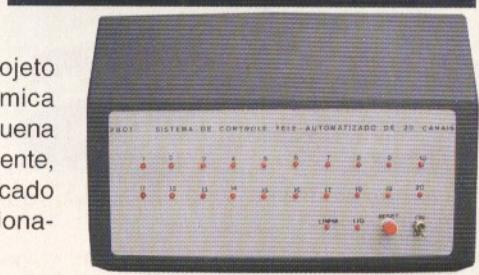
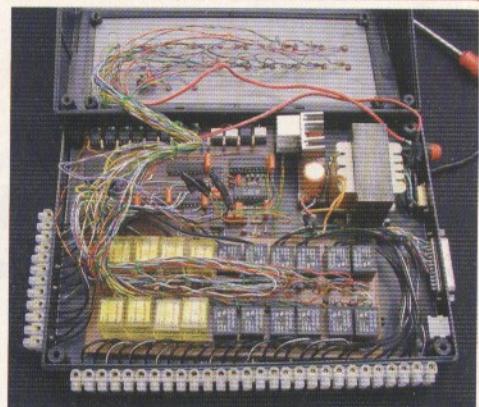


2º

<b>Projeto</b>	Sistema de controle tele-automatizado de 20 canais
<b>Autor</b>	Odilon Honorato F. Filho
<b>Objetivo</b>	Automação e controle de dispositivo

Odilon Honorato F. Filho enviou seu Sistema de Controle Tele-Automatizado de 20 Canais que surpreendeu pelo capricho e técnica que o leitor usou para montar seu protótipo. O projeto consiste em 20 relés ligados a opto-acopladores que podem ser temporizados e acionados via PC ou linha telefônica usando uma interface que permite

três opções de temporização: astável, monoestável e biestável. Permite também o controle de usuários mostrando que a segurança foi levada em conta durante sua construção. O projeto revelou-se como uma saída econômica para quem pretende controlar uma pequena automação tanto local quanto remotamente, este último apresentando um sofisticado conjunto de comandos para seu acionamento e programação.

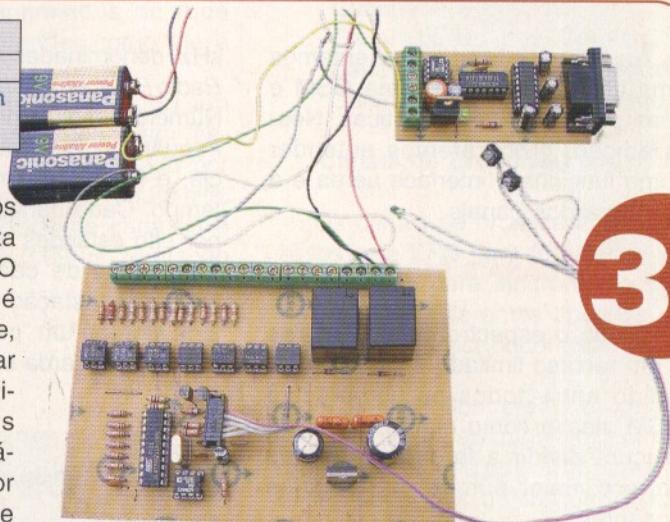


<b>Projeto</b>	Controle de Geradores Elétricos
<b>Autor</b>	Wesley Padilha
<b>Objetivo</b>	Controle tele-automatizado de um gerador Catterpillar

Neste projeto, o hardware e o software foram feitos de forma muito profissional faltando apenas uma caixa para proteção do circuito e melhor manuseio do projeto. O

controle do gerador é feito pelo software que, além de ligar e desligar o gerador, ainda monitora os disjuntores tanto da concessionária quanto do gerador e também seu tanque de combustível. Muito útil em tempos de apagão.

<b>NOTAS</b>	
CRIATIVIDADE	7
CONSTRUÇÃO	7
INTERFACE	10
APRESENTAÇÃO	4
FUNCIONALIDADE	10



3º

<b>Projeto</b>	SEEP 24
<b>Autor</b>	Welinton José dos Campos
<b>Objetivo</b>	Programar memórias EEPROM da série 24CXX

Projeto simples, mas funcional, o SEEP 24 mapeava todas as posições de memória e as mostrava na tela sendo um modo bem interativo de programar este componente. O circuito foi bem montado mas faltou uma caixa para protegê-lo e também um conector de força para alimentá-lo com 5 V. Muito útil para quem usa esses dispositivos, pois a interface do SEEP 24 é bem amigável.

<b>NOTAS</b>	
CRIATIVIDADE	7
CONSTRUÇÃO	6
INTERFACE	8
APRESENTAÇÃO	3
FUNCIONALIDADE	8



4º



Daniel Berni

# VISÃO GERAL DO SISTEMA

# GSM

Parte final

Na última edição, apresentamos uma introdução do sistema GSM e suas principais características. Nesta edição, procuraremos entender como funciona a interface aérea e a estrutura dos canais.

## OS CANAIS DO GSM

Como o espectro de freqüências é um recurso limitado e deve ser dividido entre todos os usuários, o GSM, assim como outros sistemas, procura dividir a largura de banda entre o maior número de usuários possível.

O sistema GSM utiliza uma combinação dos sistemas TDMA e FDMA, ou seja, é uma combinação dos sistemas que envolve a divisão de tempo e divisão de freqüência. Com um sistema FDMA, uma certa freqüência é associada a um usuário. Assim, quantos mais usuários estiverem na rede, maior será a necessidade de freqüência disponível. Combinando com o sistema TDMA, o GSM permite que vários usuários dividam o mesmo canal.

As freqüências disponíveis são divididas em duas bandas. O *uplink* é usado para transmissão da unidade móvel e o *downlink* é utilizado para transmissão da estação base.

Cada banda (*uplink* e *downlink*) é dividida em faixas (ou *slots*) de 200

kHz, denominadas ARFCN (*Absolute Radio Frequency Channel Number*, ou Número Absoluto de Canal de Radiofreqüência). Além de dividir a freqüência, é feita também uma divisão no tempo. Cada banda é compartilhada por oito estações móveis, que usam uma delas de cada vez. Ou seja, cada EM (estação móvel) utiliza um time slot (ou um "pedaço de tempo"), e depois aguarda sua vez de usar de novo.

### Relembrando

Para o leitor que não acompanhou as matérias anteriores, o termo EM mencionado significa Estação Móvel, que é a sigla normalmente utilizada para identificar o telefone celular do usuário.

## ESTRUTURA DOS CANAIS

Os canais são os "caminhos" utilizados pelas EMs (estações móveis) para se comunicar com a rede. Há dois tipos de canais no GSM:

- Canais de Tráfego
- Canais de Controle, usados para troca de mensagens de gerenciamento da rede e algumas tarefas de manutenção.

## Canal de Tráfego

O canal de tráfego é utilizado para transportar voz e dados. Ele é dividido em 26 espaços, denominados *frames* (que significa moldura). Esses *frames* representam um tempo de 120 ms. Ou seja, é como se fosse comunicação direta entre a EM e a BTS, mas, ela é subdividida em 26 pedaços de tempo, que são aplicados da seguinte maneira:

• 24 desses *frames* são utilizados para a própria comunicação de voz

• 1 *frame* é usado para o SACCH (Canal Lento de Controle Associado): ele é utilizado para enviar informações de controle à unidade móvel como, por exemplo, alterar a potência de transmissão da EM

• 1 *frame* não é utilizado. Esse frame livre pode ser reservado para outras funções, como medir a potência de sinal das células vizinhas.

A figura 1 mostra como é dividido um *frame* no canal de tráfego. Dessa forma, a cada 120 ms de conversação (que é transportada pelo canal de tráfego), as informações de voz são transmitidas por 12 *frames*, interrompida por 1 *frame* para transmissão do SACCH, mais 12 *frames* de conversação, 1 *frame* não utilizado, e assim por diante. Em termos de tempo, como cada *frame*

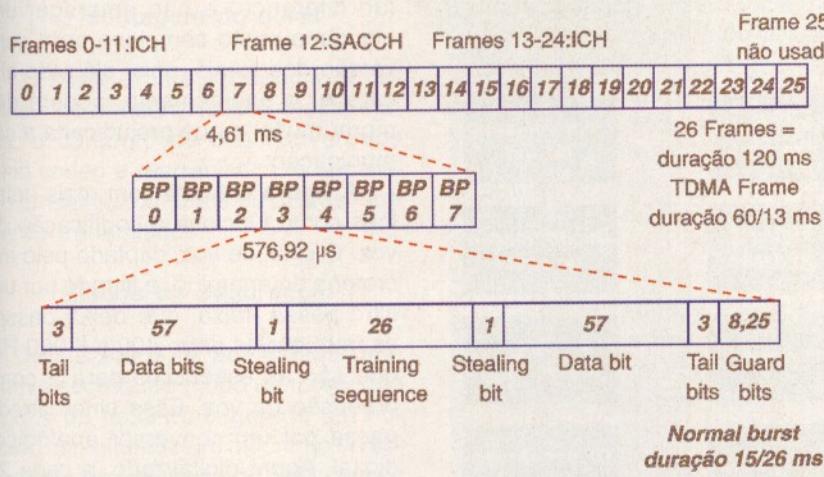


Fig. 1 - Estrutura do frames.

corresponde a 1/26 de 120 ms (aproximadamente 4,6 ms), é como se a comunicação fosse estabelecida por 55,2 ms ( $12 \times 4,6$ ); parasse por 4,6 ms; continuasse por mais 55,2 ms; parasse por 4,6 ms; e assim por diante. Como a interrupção é pequena, o usuário nem a percebe.

Mas os usuários do GSM não estão sozinhos, e estão compartilhando tempo e freqüência ao mesmo tempo. Para que o leitor tenha uma idéia da complexidade desse compartilhamento, vamos analisar a

**figura 2**, que dá uma visão mais completa da formação do chamado superquadro.

O superquadro é aquele que contém toda a formação dos dados que estão sendo transmitidos na rede GSM. Vamos entender como ele é montado.

Primeiramente, é formado um *time slot* que, como vimos, é um “pedaço de tempo”. Ele é formado por um período equivalente a 156,25 bits, sendo que o período de cada bit é aproximadamente 3,69  $\mu$ s, formando

um *time slot* de 576,92  $\mu$ s. Ou seja, cada assinante tem esse tempo para transmitir dados, espera sete outros usuários transmitirem e tem sua vez novamente.

O conjunto de 8 *time slots* forma um quadro, que tem duração de 4,6 ms. Vinte e seis quadros formam um multiquadro, com duração de 120 ms. Um conjunto de multiquadros formam um superquadro, que é o quadro final contendo todas as informações.

## Os canais de controle

Além do canal de tráfego, é necessário existir um caminho entre a EM e o restante do sistema para a troca de mensagens e sinalização. Esse tipo de informação circula através dos canais de controle.

Os canais de controle são divididos da seguinte forma:

- Canais de *Broadcast*
  - Canais de Controle Comum
  - Canais de Controle Dedicados
  - Canal de Controle Associado.

## Canais de Broadcast (BCH)

Os canais de *broadcast* são utilizados pela ERB para fornecer à EM informações para sincronismo com a rede. Três diferentes tipos de canais de *broadcast* podem ser definidos:

• Canal de Controle de Broadcast (BCCH), onde são transmitidas informações como a identificação da ERB, alocações de freqüências, e outras informações e parâmetros para a EM identificar e acessar a rede

• Canal de Sincronismo (SCH), utilizado pela EM para ajustar seu timing interno e sincronizar a sequência do multiquadro

- Canal de Correção de Freqüência (FCH), onde são transmitidas as informações da referência de freqüência que a EM deverá utilizar quando for ligada a primeira vez.

## Canais de Controle Comum (CCCH)

Os canais de controle comum ajudam a estabelecer as chamadas da EM para a rede. Três diferentes tipos de canais de controle comum podem ser definidos:

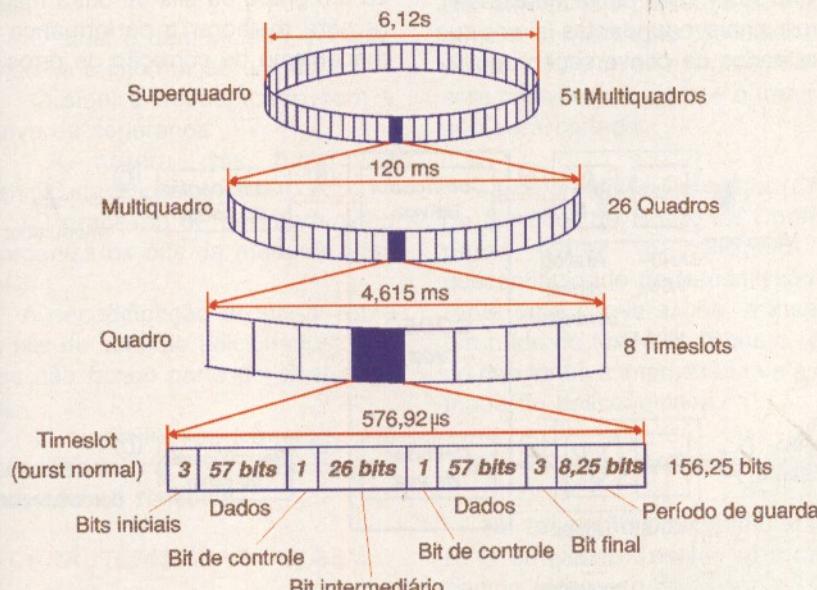


Figura 2 – Estrutura dos multiquadros.

- Canal de Paging (PCH), utilizado para alertar a EM sobre uma chamada que está sendo encaminhada a ela

- Canal de Acesso Aleatório (RACH), usado pela EM para requisitar acesso à rede

- Canal de Concessão de Acesso (AGCH), empregado pela ERB para informar a EM que canal deve usar. É o canal de resposta do canal RACH.

### Canais de Controle Dedicado (DCCH)

Os canais de controle dedicado são utilizados para troca de mensagens entre várias EMs ou entre uma EM e a rede. Podem ser definidos dois tipos diferentes de canais de controle dedicado:

- Canal de Controle Dedicado Independente (SDCCH), que é utilizado para trocar sinalização tanto no downlink quanto no uplink

- Canal Lento de Controle Associado (SACCH), usado para manutenção e controle do canal.

### Canal de Controle Associado

É formado pelo Canal Rápido de Controle Associado (FACCH). Por exemplo, quando as informações enviadas pelo SACCH indicarem que há uma outra célula com melhor qualidade de sinal, será necessário executar um *handover*. Como o canal SACCH não tem a largura de banda requerida para transmitir todas as informações necessárias ao *handover*, o canal de tráfego (TCH) será substituído por um período pelo FACCH, para que ele forneça as informações necessárias à EM. Normalmente, quando o canal rápido de controle (FACCH) toma o canal de tráfego (TCH), há perda de alguns dados de conversação. Muitas vezes, é possível acontecer uma pequena interrupção na conversação quando ocorre um *handover*.

## TRANSMISSÃO DO GSM

Entre a fala do usuário em um lado da rede até a escuta do outro lado, existe uma série de etapas que são seguidas para garantir a transmissão, qualidade e segurança da

informação. Essas etapas podem ser seguidas pela figura 3.



Figura 3 – Aspectos de transmissão.

### • Codificação da voz

Nesta etapa é feita a codificação da voz utilizando um codec, ou seja, um equipamento que transforma o sinal analógico da voz em um sinal digital. Deve garantir uma boa qualidade de voz (evitando aquela voz "robotizada", com baixa qualidade), reduzir sinais redundantes (sinais que se retirados da conversação não fa-

rão diferença) e não empregar um algoritmo muito complexo para conversão dos sinais, pois, além de encarecer o equipamento, poderá demorar muito, o que prejudicaria a comunicação.

A figura 4 ilustra com mais detalhes como funciona a codificação da voz. O sinal de voz, captado pelo microfone do aparelho, é filtrado por um filtro passa-faixa, que deixa passar as freqüências entre 400 e 4.000 Hz, que são as essenciais para a compreensão da voz. Esse sinal filtrado passa por um conversor analógico-digital. Agora digitalizado, a cada 20 ms são coletadas 160 amostras que serão codificadas pelo codec, seguindo para a próxima etapa, a codificação do canal.

O mesmo processo é feito do outro lado da comunicação, que converte para um sinal analógico e filtra apenas as freqüências abaixo de 4 kHz.

### • Codificação do canal

Agora, são adicionados alguns bits de controle na informação original para detectar e corrigir possíveis erros durante a transmissão.

### • Interleaving

A etapa de interleaving reorganiza um grupo de bits de outra maneira para melhorar a performance do mecanismo de correção de erros.

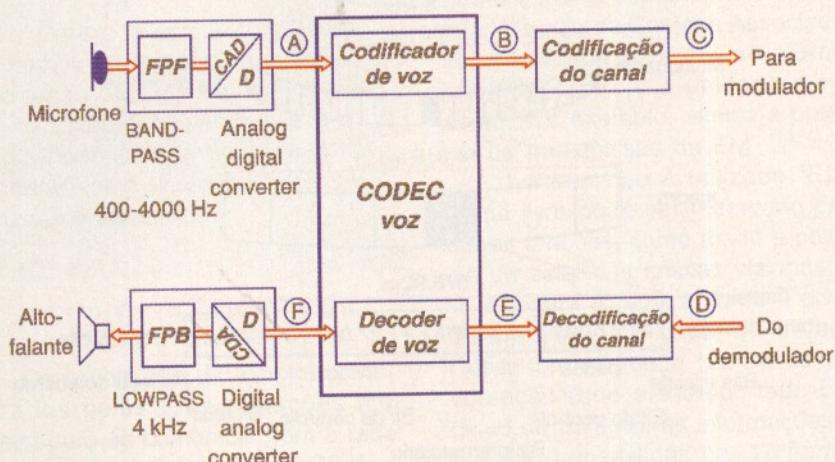


Figura 4 – Codificação da voz.

### • Montagem do burst

O *burst* é uma seqüência de sinal a serem transmitidos. Nesta etapa, o conjunto de bits convertidos pelo codec e rearranjados, é separado em *bursts* ou “trens de pulsos” que serão transmitidos.

### • Dados de Segurança

Nesta etapa, é adicionada uma chave secreta de modo a proteger os dados do usuário. É gerado um número combinando um algoritmo de segurança armazenado no SIM Card e um número fornecido pela rede. (Veja na edição 352 da Saber Eletrônica a matéria sobre o SIM Card)

### • Modulação

A modulação escolhida pelo sistema GSM é a técnica do Chaveamento por Deslocamento Mínimo Gaussiano (GMSK). Não vamos aqui apresentar como funciona essa técnica devido à complexidade e apresentação de diversas fórmulas matemáticas. Veja no quadro ao lado o princípio da modulação.

Após a modulação, o sinal será transmitido pela interface aérea até o outro lado da rede, onde ocorrerão as mesmas etapas, mas fazendo o “contrário” do que foi feito na primeira parte.

- O sinal é demodulado, recuperando-se a informação original
- O sinal é decodificado com a chave de segurança
- A ordem dos *bursts* é identificada e interpretada
- O processo de *de-interleaving* reorganiza os bits da maneira original
- A decodificação do canal retira os bits de controle adicionados, pois eles não fazem parte do sinal original
- O sinal de voz transmitido é decodificado e a informação original transmitida é recebida.

## CARACTERÍSTICAS DO GSM

### DTX – Transmissão Descontinuada

Essa funcionalidade do GSM interrompe a transmissão durante lon-

### A modulação

Vamos apenas lembrar aqui o princípio de modulação: um sinal de voz, de baixa freqüência, é misturado (ou seja, modulado) dentro de um sinal de freqüência superior, para que seja transmitido através de uma interface aérea. O sinal modulado passa, então, a conter as informações originais mais a informação de voz. A modulação é necessária, pois não é viável transmitir informações em baixa freqüência, devido a diversas limitações tais como potência do sinal, altura das antenas, etc. Esse princípio é utilizado em diversos serviços de telecomunicações, como a transmissão via rádio, por exemplo. A informação da voz do locutor (com freqüência de poucos

kHz) é modulada em uma freqüência da ordem de MHz (conhecida como portadora, pois é ela quem está “portando” a informação original), e transmitida através da interface aérea. Quando chega nos aparelhos de rádio, é feita a demodulação recuperando o sinal original transmitido na rádio. No caso do GSM, a modulação é realizada utilizando-se a técnica GMSK, que faz com que o sinal de voz seja “embutido” dentro do sinal da portadora e transmitido. Como citamos o exemplo do rádio, as emissoras utilizam a modulação em freqüência (FM – Frequency Modulation) ou a modulação em amplitude (AM – Amplitude Modulation).

gos períodos de silêncio, e ocorre somente quando o usuário está ouvindo, e não falando. É uma função bastante interessante, pois além de aumentar a capacidade do sistema, ainda permite que a EM economize bateria. A transmissão descontinuada acontece devido à implantação de duas funções:

- *Voice Activity Detector (VAD)*, ou Detector de Atividade de Voz: é o que determina a presença da voz durante a conversação. Se determinado som não tiver nível suficiente, será considerado ruído e a transmissão será cortada.

- *Confort Noise Generator (CNG)*, ou Gerador de Ruído de Conforto: para evitar o silêncio da descontinuidade da transmissão durante uma conversação, é inserido um ruído de fundo para que o usuário não tenha a impressão que a chamada foi desconectada.

### DRX – Recepção Descontinuada

Na recepção descontinuada, as EMs são divididas em grupos de paging (processo de busca de uma EM para encaminhar a chamada). Como os grupos de paging somente são procurados ou chamados em momentos pré-definidos, nos outros momentos a EM fica em “sleep mode”

(“dormindo”) conservando a energia da bateria, e voltando à ativa quando deve receber o *paging*.

### Criptografia

Um dos principais recursos do GSM é a segurança. A ERB verifica se a cifragem está ativada ou desativada, e a criptografia dos dados acontece após os dados terem sido intercalados e arranjados. Além disso, outro fator de segurança é que a troca dos algoritmos de criptografia é feita a cada chamada: mesmo se um desses algoritmos for violado, a criptografia utilizada na próxima chamada será diferente.

### Timing variável e controle de potência

Dentro da área de cobertura de uma célula, as EMs estão a diferentes distâncias da ERB. Dependendo dessa distância, ocorre um atraso na comunicação com a ERB e uma atenuação da potência recebida pela EM.

Como o sistema GSM utiliza um compartilhamento no tempo, a questão do atraso é muito importante. Para evitar a “colisão” de dados ou superposição (ou seja, dados chegando juntos), a ERB realiza medidas desse atraso em cada EM. Aquelas EMs que estão enviando dados

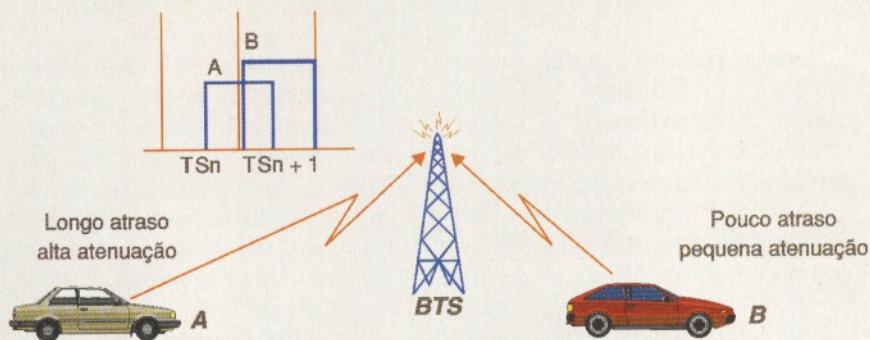
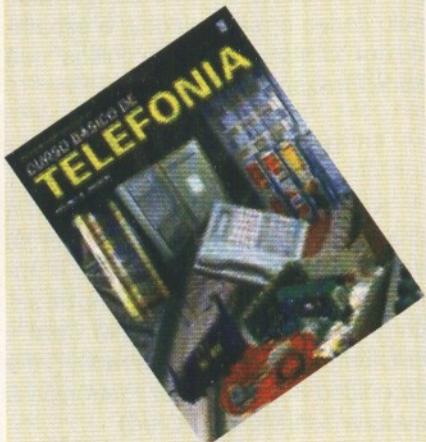


Figura 5 – Timing variável

com atraso (devido à distância) recebem um comando para adiantar o envio dos dados. Dessa forma, garante-se que cada EM transmita no seu *time slot* correspondente, sem haver superposição nem atrasos.

A figura 5 exibe um exemplo de como pode ocorrer esse problema. A estação móvel A está mais longe da BTS que a estação móvel B. Consequentemente, A tem um maior atraso do que B, que está mais próxima da BTS. Se as EMs não forem instruídas pela BTS para atrasar ou adiantar o envio dos dados, poderá ocorrer uma sobreposição dos *time slots*, o que afetaria a comunicação.

### Freqüências do GSM

O GSM é utilizado mundialmente, operando em uma destas freqüências:

- **GSM 900** – operando na faixa dos 900 MHz, é a freqüência mais comum na Europa e em outros países.

- **GSM 1800** – também conhecido como PCN (Personal Communication Network, ou Rede de Comunicação Pessoal), opera na faixa dos 1800 MHz. Será a faixa de freqüência utilizada no Brasil.

- **GSM 1900** – é a freqüência usada pelo GSM nos Estados Unidos e Canadá.

### BIBLIOGRAFIA

Caso o leitor queira maiores informações sobre a tecnologia GSM, poderá consultar nos *links* ou livros a seguir:

- An introduction to GSM – Redi/Weber/Oliphant – Artech House Publishers

- The GSM system for mobile communications – Mouly/Pautet – Cell & Sys.

- An overview of the GSM system – Javier Sempere – University of Strathclyde, Scotland – <http://www.comms.eee.strath.ac.uk/~gozalvez/gsm/gsm.html>

- Overview of the Global System for Mobile Communications – John Scourias – <http://ccnga.uwaterloo.ca/~jscouria/GSM/gsmreport.html>

**Obs.:** Note que estes materiais estão todos em inglês. Existe pouco material sobre GSM em português e, em sua grande maioria, são traduções dos originais em inglês.

### COMENTÁRIOS

Caso tenha alguma dúvida ou sugestão sobre a matéria, mande um *e-mail* para [a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br](mailto:a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br).

Até a próxima !

### PEDIDOS:

**(11) 296-5333**

Curso autorizado  
pelo Parecer  
CEE 650/99 publicado  
no DOE 10/12/99

Técnico em

# Eletrônica

Com direito a registro no CREA

**Estudando em sua própria casa, e apenas nas horas de folga, você pode obter a habilitação profissional que irá representar a sua independência ou um emprego melhor, com melhores salários e todos os direitos assegurados pela legislação.**

É realmente muito fácil. No Instituto Monitor você não precisa assistir aulas, ou mesmo ir até a escola (apenas as provas são presenciais). Você não gasta dinheiro com condução ou materiais. Tudo o que você precisa lhe é fornecido. Você estuda as lições que lhe são enviadas, no conforto do seu lar, e aprende facilmente, porque elas são adequadas para o aprendizado a distância em linguagem simples e acessível.

Uma vez matriculado(a) você pode concluir seus estudos e receber seu Diploma (com registro no CREA) em um ano ...ou menos, no tempo que o seu ritmo determinar, depende apenas de você. E, se você tiver alguma dificuldade, professores estarão sempre prontos para atendê-lo(a) por telefone, fax, correio, internet ou pessoalmente em nossa sede.

## O Monitor também oferece estes excelentes cursos:

- **Técnico em Transações Imobiliárias - Corretor de Imóveis (com CRECI)**
- **Técnico em Contabilidade (com CRC)**
- **Técnico em Secretariado (com DRT)**
- **Técnico em Informática**
- **Supletivo de Ensino Fundamental (1º Grau)**
- **Supletivo de Ensino Médio (2º Grau)**



**Sr. Diretor**, desejo receber, grátis e sem compromisso, mais informações sobre o curso de:

SE

Nome: \_\_\_\_\_

End.: \_\_\_\_\_ N°: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_

Telefone: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_ Est: \_\_\_\_\_

**Instituto**  
**Monitor**

FORMANDO PROFISSIONAIS DESDE 1939

Caixa Postal 2722 • São Paulo - SP • CEP 01060-970  
Rua dos Timbiras, 257/263 • Centro • São Paulo - SP  
e-mail: monitor@uol.com.br  
www.institutomonitor.com.br



**PEÇA PELO TELEFONE:**

**(11) 33-35-1000**

# USA

## EM NOTÍCIAS

### TECNOLOGIAS AVANÇADAS

#### Novo Projeto de Filamento Poderá Aumentar em 12 vezes a Eficiência de Lâmpadas.

Você pode pensar que as lâmpadas incandescentes não sejam dispositivos tecnologicamente avançados, e que, nos dias atuais, não sejam muito diferentes daquele que Edison patenteou em 1879 (ou, se quiser, aquele que Joseph Swan patenteou um ano antes na Inglaterra). Os filamentos de tungstênio são apenas 5% eficientes na conversão de eletricidade em luz e, de fato, eles realmente são eficientes geradores de calor.

Entretanto, uma rede de tungstênio (onde o filamento tem uma estrutura cristalina) foi desenvolvida pelo "Sandia National Laboratories" do Departamento de Energia dos Estados Unidos ([www.sandia.gov](http://www.sandia.gov)), que pode converter a maior parte da energia infravermelha desperdiçada em luz visível. Isso pode aumentar a eficiência

de uma lâmpada incandescente em mais de 60%, resolvendo parcialmente o maior problema que temos hoje com a energia: custos elevados da sua produção e desperdício em sistemas inefficientes de iluminação.

O conceito de cristais fotônicos foi proposto uma década atrás por Eli Yablonovitch, da Universidade da Califórnia, Los Angeles. As estruturas consistem em pequenas barras que são colocadas em uma estrutura regular de modo a formar um cristal artificial. O espaçamento das barras permite a passagem apenas de determinados comprimentos de onda. A idéia original usava cristais de silício para transmitir luz de freqüências selecionadas sem perdas de energia. Mas, mais recentemente, pesquisadores começaram a imaginar o que ocorria com as energias de baixas freqüências num cristal de tungstênio. A idéia é de que as baixas freqüências poderiam ser aplicadas para reforçar as altas, quando excitados termicamente. Como isso acontece ainda não é co-

nhecido, mas "envolve variações da velocidade da luz quando ela se propaga através de tais estruturas", conforme explica o cientista Jim Fleming.

A fabricação do dispositivo no "Sandia Labs" foi feita como uma extensão das tecnologias de sistemas microeletromecânicos (MEMS), que são derivadas das tecnologias de fabricação de semicondutores. O resultado é que tais dispositivos podem ser simples, econômicos e não estão longe de se tornar realidade.

### COMPUTADORES E REDES

#### Rompendo as Barreiras de Densidade dos Disco Rígidos

A Fujitsu ([www.fujitsu.com](http://www.fujitsu.com)) anunciou o desenvolvimento de um nova tecnologia de disco rígido, baseada tanto em cabeças de leitura melhoradas como em novos meios de armazenamento, que promete obter densidades de armazenamento de até 300 Gbits por polegada quadrada. Em termos práticos, isso se traduz em drives mais compactos (2,5 polegadas em lugar dos formatos de 3,5 polegadas atuais) com capacidades de até 360 Gbytes.

A tecnologia é fundamentada no novo modo de "corrente perpendicular ao plano" usada pela cabeça, que gera níveis de sinal três vezes maiores do que as atuais "corrente no plano" possibilitando um fluxo de corrente perpendicular. Esse sistema é acoplado ao "synthetic ferrimagnetic media" da Fujitsu, que emprega gravação longitudinal para aumentar a

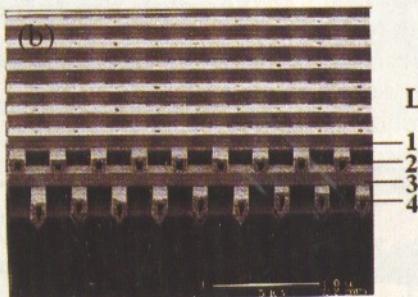
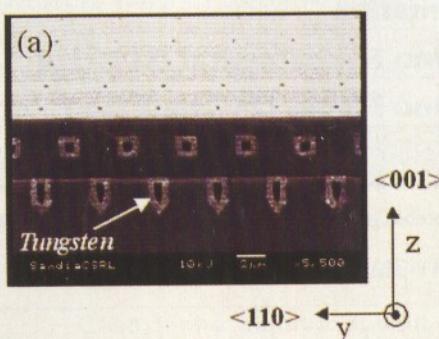


Imagen em 3-D de um cristal fotônico no Laboratório Sandia, tomada por um microscópio eletrônico. (a) com óxido e (b) sem óxido. As freqüências da luz transmitidas variam de acordo com o espaçamento dos roletes. Foto cortesia do "Sandia National" Laboratories.



JEFF ECKERT

densidade. Em conjunto, eles possibilham aumentar em até seis vezes a capacidade de armazenamento dos drives comuns. O único problema que ainda existe é que não se espera ter esses drives disponíveis antes de dois a quatro anos.

## Detector de Minas de Baixo Custo

Estima-se que 110 milhões de minas terrestres estejam espalhadas e perdidas em 68 países, e milhares de pessoas sejam mortas por elas todos os anos. Encontrá-las com a ajuda de seres humanos é perigoso, e os processos automáticos consistem de carros robôs com eficiência nem sempre das maiores. No entanto, um físico do Laboratório de Física Aplicada da John Hopkins University, desenvolveu um detector de minas de baixo custo que pode penetrar num campo minado e tanto pode operar de modo autônomo como por controle remoto.

De acordo com Carl Nelson, o inventor, "os detectores de minas atuais nada mais são do que detectores de metal podendo fornecer de 100 a 1000 indicações falsas-verdadeiras. Nossa detector reduz o número de indicações falsas devidas à presença de metais nas vizinhanças".

O dispositivo está configurado para levar sensores sofisticados tais como sensores químicos de agentes biológicos, câmeras de TV e mecanismos que neutralizam as minas. Sensores infravermelhos e radares que penetram no solo podem ser agregados para aumentar a capacidade de detecção. O "Mine Rover" também detecta minas que sejam feitas quase que totalmente de plástico.

&lt;/div

# CONHEÇA OS ULTRACAPACITORES

Quando nos referimos aos veículos autônomos e robôs móveis, a primeira forma de fonte de energia que nos vem à mente para alimentar esses equipamentos é a bateria. No entanto, as baterias têm limitações, e em busca de novas formas de fontes de energia algumas delas têm se revelado muito interessantes em diversas aplicações. Uma delas é o ultracapacitor. Com densidade de armazenamento altíssima e uma capacidade de corrente extremamente elevada, essa nova fonte de energia para alimentar robôs, veículos e outros equipamentos poderá abrir novos campos para o projetista. Veja neste artigo o que são os ultracapacitores.

Newton C. Braga

Até agora a melhor forma de obtermos energia barata e em boa quantidade para movimentar robôs, veículos e alimentar outros equipamentos elétricos e eletrônicos, é conseguida através de baterias.

Essas células químicas convertem energia química em energia elétrica em um fluxo constante com um bom rendimento, mas possuem algumas limitações.

Uma bateria tem a corrente máxima limitada pela sua resistência interna. Assim, ela não pode fornecer picos de corrente elevados, o que pode ser importante em algumas aplicações.

Se uma bateria tiver que fornecer uma corrente muito intensa por um curto intervalo de tempo, a sua tensão cairá e a maior parte da energia passará a ser dissipada no seu interior, conforme ilustra a figura 1.

Isso significa que as baterias são boas para fornecer energia em pequenas doses por intervalos prolongados de tempo. Entretanto, não é somente em baterias que podemos armazenar energia elétrica. Um dispositivo que também pode armazenar cargas elétricas sob determinada tensão é o capacitor.

## O CAPACITOR

Um capacitor é formado por duas placas de metal separadas por um material isolante denominado dielétrico. O material de que é feito o dielétrico determina seu nome: capacitores de mica, cerâmica, poliéster, policarbonato, eletrolítico, etc.

Na figura 2 temos a construção básica de um capacitor.

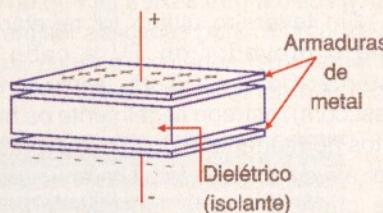


Fig. 2 - O capacitor básico.

A quantidade de cargas que um capacitor pode armazenar, ou seja, sua capacidade, depende da superfície das placas de metal (armaduras), da espessura do dielétrico e do material de que este é feito através do que denominamos "constante dielétrica".

Desse modo, para armazenar mais cargas os capacitores devem ter gran-

des superfícies de armadura e a espessura do dielétrico deve ser a menor possível.

Uma técnica muito usada para se conseguir boas capacidades de armazenamento, e portanto grandes capacitâncias, consiste em se enrolar o dielétrico e as armaduras na forma de tubos, obtendo-se assim os chamados capacitores tubulares, conforme mostra a figura 3.

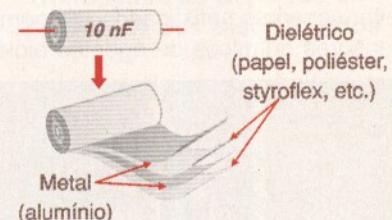


Fig. 3 - Construção de um capacitor tubular.

## ARMAZENANDO ENERGIA NO CAPACITOR

A energia armazenada em um capacitor depende tanto de sua capacidade quanto da tensão em que as cargas se encontram, observe a figura 4.

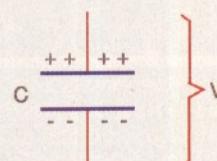


Fig. 4 - Um capacitor armazena energia.

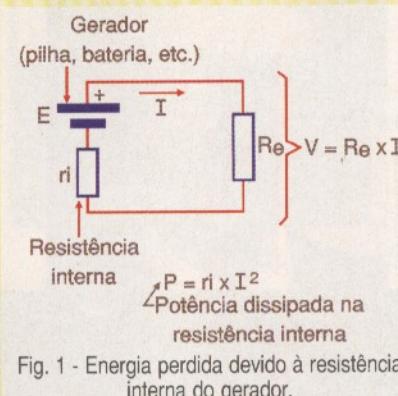


Fig. 1 - Energia perdida devido à resistência interna do gerador.

Essa energia pode ser calculada pela fórmula:

$$E = \frac{1}{2} \times C \times V^2$$

Onde: E é a energia armazenada, em joules (J)

C é a capacitância do capacitor, em farads (F)

V é a tensão em que as cargas são mantidas, em volts (V)

Ocorre, entretanto, que os capacitores comuns não são capazes de armazenar muita energia. Os maiores capacitores comuns são os eletrolíticos.

Neles, o dielétrico consiste de uma finíssima camada de óxido de alumínio que é formada num eletrodo quando uma substância química denominada eletrólito a ataca, veja a figura 5.

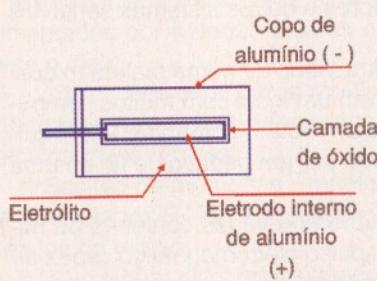


Fig. 5 - Construção de um capacitor eletrolítico.

Esse óxido, além de ser finíssimo tem uma constante dielétrica algo elevada, o que permite a obtenção de capacitâncias altas.

Os tipos comuns com tamanhos mostrados na figura 6 podem ter capacitâncias de 1  $\mu\text{F}$  a 100 000  $\mu\text{F}$ , tipicamente.

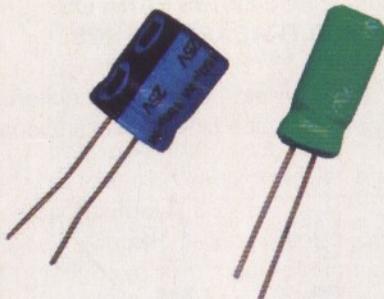


Fig. 6 - Capacitores eletrolíticos comuns.

Maiores densidades de armazenamento podem ser obtidas com materiais de constantes dielétricas mai-

ores tais como o tântalo, dando origem assim à família dos capacitores de tântalo exibida na figura 7.

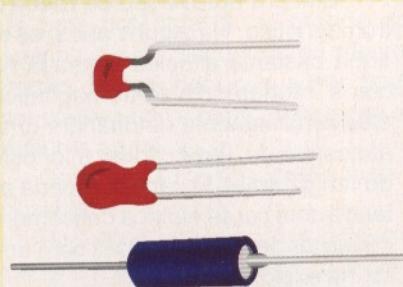


Fig. 7

Mas, mesmo assim, a energia armazenada em um capacitor de 100 000  $\mu\text{F}$  (0,1F) com uma tensão de 6 V é irrisória, quando comparada a uma pilha. Um capacitor desse tamanho armazena:

$$E = \frac{1}{2} \times 0,1 \times 36$$

$$E = 1,8 \text{ joules}$$

Isso significa que ele poderia alimentar uma lâmpada de 6 V x 100 mA (600 mW) por apenas 3 segundos!

### QUAL A VANTAGEM DE EMPRENDER CAPACITORES COMO FONTES DE ENERGIA?

É evidente que com essa capacidade de fornecimento de energia, um capacitor não pode substituir uma pilha comum ou bateria capaz de alimentar a mesma lâmpada por horas seguidas.

No entanto, os capacitores possuem uma característica que as baterias não têm: baixa resistência interna.

Os capacitores podem fornecer toda a energia armazenada de forma praticamente instantânea.

Isso ocorre porque possuem uma resistência interna muito baixa que não limita a corrente como sucede no caso das baterias e pilhas.

Assim, o capacitor poderá ser útil se precisarmos fornecer uma corrente muito alta a um circuito por um curíssimo intervalo de tempo.

É por este motivo que, na maioria dos circuitos eletrônicos, em paralelo com a bateria ligamos um capacitor de alto valor, que é justamente para suprir os picos de corrente mais intensos em determinados momentos, o que não poderia ser feito com uma bateria comum, conforme mostra a figura 8.

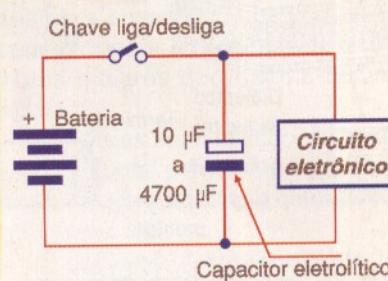


Fig. 8 - O capacitor funciona como um reservatório de energia "extra".

### OS ULTRACAPACITORES

Se, por um lado, as baterias fornecem correntes pequenas durante intervalos de tempo longos e, por outro, os capacitores podem ser colocados para fornecer correntes intensas por curíssimos intervalos de tempo, o projetista poderá, em breve, contar com uma solução intermediária: o ultracapacitor.

Empregando tecnologias apropriadas será possível multiplicar a densidade de armazenamento de energia e, com isso, fabricar capacitores de valores tão elevados que permitam o armazenamento de quantidades de energia comparáveis àquelas que uma pilha ou bateria comum é capaz de armazenar. Isso nos permitirá colocar o ultracapacitor como fonte de energia em um ponto intermediário entre o capacitor comum e a bateria, observe a figura 9.

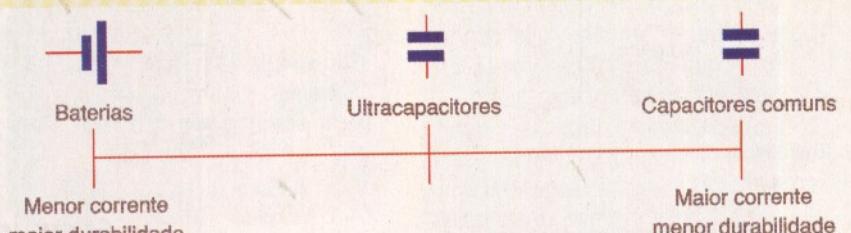


Fig. 9 - O ultracapacitor está entre as pilhas/baterias e os capacitores comuns.

Conforme já vimos, em um capacitor a capacidade é tanto maior quanto maior é a superfície efetiva das armaduras e menor a espessura do dielétrico.

Para se obter capacidades de armazenamento enormes, o que se faz no ultracapacitor é utilizar um eletrodo poroso (à base de carbono), o qual é imerso numa substância condutora (eletrólito), veja exemplo na **figura 10**.

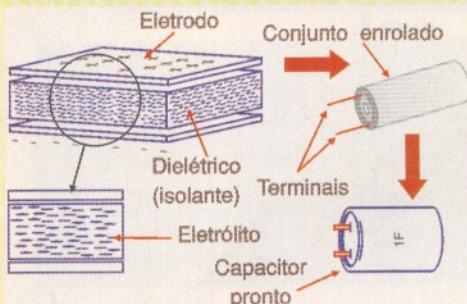


Fig. 10 - Construção de um ultracapacitor.

O eletrólito penetra nos poros do carbono e, ao reagir, forma uma película ultrafina, (da ordem de ângstrons) cobrindo internamente todos os poros e atuando assim como dielétrico.

A superfície total ocupada pelo dielétrico é enorme, uma vez que se espalha internamente por todos os poros. Pode-se, então, obter uma densidade de capacidade até 100 vezes maior do que a que seria possível com as tecnologias de fabricação dos capacitores eletrolíticos convencionais.

Em outras palavras, dois capacitores com mesmo tamanho e mesma tensão de trabalho, sendo um eletrolítico comum e o outro um ultracapacitor, mostram que este último tem uma capacidade 100 vezes maior, atente para a **figura 11**.

Outra característica importante que é obtida nos ultracapacitores é sua baixíssima resistência em série, con-

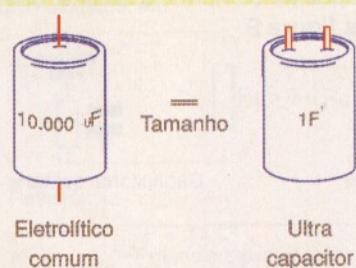


Fig. 11 - Os ultracapacitores possuem capacidade de armazenamento 100 vezes maior que os eletrolíticos comuns.

## EMI - Uma Aplicação Como Arma

EMI é a abreviação de **Electro-Magnetic Interference** ou Pulso Eletrônico. Há alguns anos, os militares soviéticos desenvolveram uma arma bastante simples baseada na sensibilidade dos aparelhos eletrônicos à interferência eletromagnética: em um conflito com os americanos, eles simplesmente detonariam uma bomba atômica entre a ionosfera e a atmosfera da Terra. Como a ionosfera funciona como uma das armaduras de um gigantesco capacitor onde a outra armadura é a própria Terra, contendo uma carga elétrica descomunal, a detonação colocaria em curto esse capacitor descarregando-o com uma faísca de proporções enormes no local da explosão.

Pois bem, essa faísca geraria uma corrente de descarga com a produção de um pulso eletromagnético tão forte que queimaria todos os circuitos eletrônicos sensíveis em um raio de muitos quilômetros. Assim, todos os equipamentos eletrônicos do inimigo, tais como radares, sistemas de guia de mísseis, detectores e sistemas de comunicações ficariam instantaneamente inutilizados!

Mas, e os deles? Os russos desenvolveram na ocasião uma tecnologia eletrônica totalmente baseada em válvulas (o que no Ocidente era visto como atraso!), que não são sensíveis aos pulsos eletromagnéticos. Desse modo, os equipamentos deles não seriam afetados.

A "guerra fria" acabou e parece que o projeto não tem mais finalidade, mas existe ainda um perigo: os computadores e outros sistemas sensíveis de armazenamento de dados.

Um terrorista que esteja levando um ultracapacitor numa maleta (o qual é pequeno o suficiente para isso) e entre em um local com muitos computadores, poderá (com o simples apertar de um botão) comandar um circuito de descarga de baixa resistência formado por um pedaço de fio ou uma bobina.

O resultado será uma corrente instantânea de várias centenas ou milhares de ampères que gerará um potente pulso eletromagnético capaz de afetar computadores, discos rígidos, memórias, etc., apagando seu conteúdo ou paralisando seu funcionamento! Uma forma de terrorismo que deve ser prevista e analisada!

formar podemos ver pelo circuito equivalente da **figura 12**, o qual limita a corrente de pico de descarga.

Os ultracapacitores têm resistências da ordem de fração de milésimo de ohm. Assim, para um capacitor de 0,1 mohm com 2,5 V, é possível obter uma corrente de pico de 625 ampères! Um exemplo do que isso significa: um ultracapacitor do tamanho de uma moeda desenvolvido por uma empresa americana é capaz de armar-

zenar energia suficiente para fornecer (por alguns segundos) a corrente necessária para a partida de um motor de caminhão!

## APLICAÇÕES ATUAIS E POSSÍVEIS PARA OS ULTRACAPACITORES:

a) *Nobreak* - Os ultracapacitores podem manter o circuito em funciona-

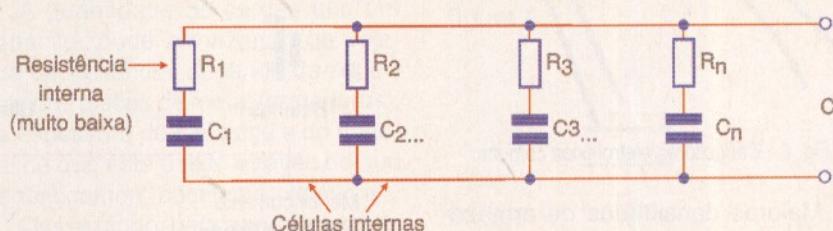


Fig. 12 - Circuito equivalente a um ultracapacitor.

mento por alguns segundos durante curtas interrupções no fornecimento de energia. Além disso, eles atuam como excelentes dispositivos para absorver surtos e transientes.

b) Partida rápida para carro - Os ultracapacitores podem ser usados para a partida de carros sob quaisquer condições de tempo já que seu desempenho, diferentemente das baterias, não é afetado pela temperatura. Além do mais, o processo da partida contribui para a diminuição da vida útil da bateria pela corrente exigida, sendo o capacitor uma alternativa para seu prolongamento.

c) Pré-aquecimento do catalisador - Os catalisadores dos carros precisam de um certo tempo para se aquecerem e entrar em ação, evitando a emissão de gases poluentes. Com o uso do ultracapacitor no pré-aquecimento esses dispositivos entram em ação no momento em que o carro é ligado.

d) Sinalização em bôias e faróis alimentados por baterias solares durante o dia.

e) Aplicações onde carga rápida é importante, tais como brinquedos e veículos mecatrônicos, etc.

f) Backup de memórias - mantendo alimentadas RAMs, por longos intervalos de tempo.

g) Uso automotivo, principalmente em veículos elétricos.

## APLICAÇÕES EM ROBÓTICA E MECATRÔNICA

Existem casos onde se necessita de uma potência muito grande por apenas alguns segundos ou mesmo fração de segundo, o que não pode ser conseguido a partir de baterias ou motores comuns.

Com os ultracapacitores isso é possível.

Podemos citar como exemplo o caso de um robô de combate que pode requerer uma alta potência apenas por um instante para acionar uma garra que esmague o adversário, ou ainda para desferir um potente golpe.

Um robô que seja usado em trabalhos de salvamento poderá precisar de uma potência instantânea elevada para arrombar uma porta ou vencer um obstáculo encontrado em seu caminho.

Na indústria, uma potência instantânea muito alta pode ser usada para que uma ferramenta possa furar, cortar ou dobrar uma peça, mesmo que a máquina não disponha de uma fonte de capacidade elevada. A energia ficará armazenada no ultracapacitor, sendo depois aplicada ao ponto em que é necessária apenas pela fração de segundo que resulte nos efeitos desejados.

Mais informações em: <http://www.powercache.com/products/PC2500.html>

## Power Cache Fornece Capacitores para Caminhões Militares

A empresa Power Cache está fornecendo capacitores de 2 700 farads (isso mesmo farads!) para o caminhão militar Oshkosh, que utiliza um sistema híbrido de propulsão que emprega eletricidade e combustão interna.

### PC2500 ULTRACAPACITOR

Este capacitor fornece até 100 vezes mais energia que os capacitores convencionais, e correntes de pico 10 vezes maiores que bateria convencional.

Dentre as suas aplicações, está o uso conjunto com fontes primárias como baterias, células a combustível, geradores, etc.

O capacitor ilustrado na foto tem as seguintes características:

- **Capacitância:** 2 700 farads (-10% / +30%)
- **Resistência em série DC:** 1,0 mohms
- **Tensão contínua:** 2,5 V
- **Tensão de pico:** 2,7 V
- **Corrente de pico:** 625 ampères
- **Dimensões:** 161 mm x 61,5 mm x 61,5 mm

# NEWS NEWS NEWS

## A solução total para equipamentos e diagnóstico: o sensor de segurança PSEN 2.1p.

O sensor de segurança Pilz PSEN 2.1p é uma chave de segurança magnética para monitoração de portas nas máquinas e na planta. Com esta inovação na área da tecnologia de segurança, a Pilz está lhe oferecendo uma ótima solução para a configuração do seu sistema: do sensor magnético de segurança como entrada ao dispositivo eletrônico de diagnóstico, incluindo o rele seguro, com saídas de potência e semicondutoras.

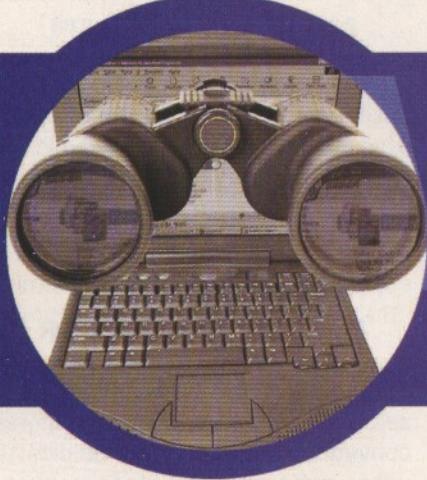
Como solução completa de segurança, a monitoração do diagnóstico, o sensor de segurança Pilz com o controlador de sistemas seguros PSS e o barramento de segurança safetyBUS, são desenvolvidos para atender aplicações

até categoria 4, conforme a NBR 14153, e aprovados pela BG. A certificação para a combinação com os reles PNOZelog e o PNOZmulti sairão em breve.

As vantagens do PSEN 2.11p são: monitoração segura, proteção contra choque, sem contato mecânico e durabilidade a prova d'água e poeira. Tudo isto significa que ele pode ser utilizado em várias aplicações: construção de máquinas e linhas; áreas onde alto nível de higiene é exigido, como fábricas alimentícias, embalagem e no segmento farmacêutico.

Ao contrário das chaves mecânicas de segurança, a chave Pilz não necessita um posicionamento preciso, uma vez que funciona perfeitamente numa tolerância de 4 à 8 mm de desvio.





# ACHADOS NA INTERNET

Segundo informa o Google, um dos "mecanismos de busca" mais completos da Internet, existem mais de 1 bilhão e quatrocentos milhões de páginas de informações disponíveis na grande rede.

Isso significa que encontrar a informação desejada simplesmente digitando-se palavras-chave ou ainda uma pequena frase, nem sempre nos leva a resultados satisfatórios.

Como usar um mecanismo de busca é algo que todo profissional de Eletrônica deve saber, e é justamente isso que vamos abordar inicialmente em nossa seção.

## OS MECANISMOS

Diversas são as técnicas usadas pelos mecanismos para encontrar documentos na Internet que contenham determinado assunto.

Assim sendo, os mecanismos de busca não funcionam todos da mesma forma, justificando-se então as diferenças de resultados obtidas quando os usamos.

Entre essas diferenças está o fato do algoritmo usado contar (ou não) com a interferência humana.

Um exemplo de como funciona um desses mecanismos pode ser, dado pelo Google ([www.google.com](http://www.google.com)), que é um dos mais utilizados e que proporciona excelentes resultados na procura de informações sobre componentes eletrônicos.

O Google utiliza um recurso denominado "PageRank™", que consiste em se atribuir pesos ou valores às

páginas pesquisadas de modo que aquelas que sejam mais visitadas tenham maior valor na pesquisa, aparecendo assim em primeiro lugar na listagem.

Isso é importante porque evita que as páginas menos visitadas (porque contêm informação menos relevante), apareçam em primeiro lugar.

Outro recurso disponibilizado é a possibilidade de se pesquisar entre os resultados. Por exemplo, se estivermos procurando pelas características de um componente e ao digitar seu tipo encontrarmos milhares de páginas, poderemos "filtrar" aquelas que nos interessam com um "pesquisar entre os resultados", colocando uma palavra que separe exatamente as páginas que contenham a informação desejada, sejam elas "datasheets" ou "application notes".

Uma outra possibilidade importante é a de escolher também o idioma

em que a documentação poderá ser encontrada.

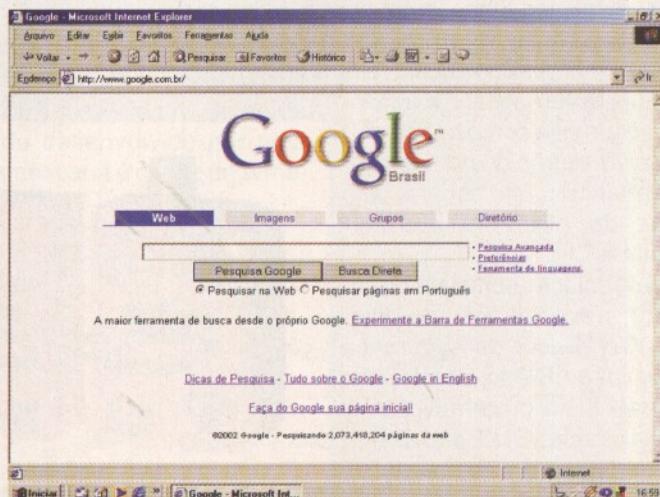
Outros mecanismos de busca como o AltaVista ([www.altavista.com](http://www.altavista.com)), por exemplo, possuem ainda recursos que permitem encontrar apenas imagens.

Assim, se o leitor estiver procurando uma imagem de um transistor para ilustrar um trabalho ou relatório, poderá ir diretamente aos sites que as contêm usando este filtro do AltaVista.

## COMO USAR

O grande segredo para se encontrar exatamente o que se deseja na Internet, usando os mecanismos de busca, está na escolha das palavras corretas.

Como a maioria da documentação disponível está em inglês, isso significa que o usuário desses mecanismos de busca deve ter sensibilidade para



colocar a palavra ou frase certa no quadro "search" ou "procurar".

A maioria dos programas é sensível à ortografia correta, mas alguns possuem uma certa "inteligência", o que alerta o pesquisador sobre um eventual erro nesse sentido.

Por exemplo, se você digitar "application note" no Google, ele provavelmente o alertará perguntando: Você não está querendo dizer "application note"?

Ele se baseará para isso no fato de que, por uma letra apenas ele encontra num caso nada ou algum site em que alguém também digitou errado a palavra e, no outro caso, centenas de sites. Algo está errado e ele desconfia...

Assim, para usar o Google procure proceder da seguinte forma:

### a) Para componentes

Digite no quadro "search" (procure) o tipo de componente de que deseja encontrar características. Nos sites acessados, muitos são de empresas que vendem esses componentes e os possuem no estoque. Assim, abrindo esses sites você encontrará informações sobre preços, principalmente.

No entanto, esteja atento: muitas dessas empresas, ao lado do preço e disponibilidade do componente, mantêm o link para informações técnicas.

Essas informações estão normalmente no formato PDF (Portable File Document) que exige o "Adobe Acrobat Reader" para leitura.

A vantagem desse formato é que se pode colocar grande quantidade de informações em arquivos muito pequenos, facilitando assim o download e a impressão.

Se as características não estiverem disponíveis ou forem muitos os sites listados, filtre (acrescentando na procura mais avançada ou entre os resultados) alguma informação adicional como, por exemplo, o nome do fabricante ou ainda "data sheet".

### b) Para informações

Informações técnicas exigem mais cuidado, pois normalmente será preciso usar uma palavra ou frase que defina muito bem o que se procura. Pelo contrário, pode-se encontrar uma quantidade tão grande de sites semelhantes, os quais não contêm realmen-

te aquilo que se deseja, que a seleção torna-se impossível.

Por exemplo, se desejarmos saber mais sobre "circuitos" e você digitar a palavra "circuit" (em inglês) no "search" de qualquer mecanismo de busca, poderá ter a surpresa de encontrar uma enorme quantidade de sites que mostram os "circuitos" de Grandes Prêmios de corridas de automóveis!

No endereço abaixo, você terá acesso aos mecanismos de busca:

Google  
Lycos  
As Jeeves  
Look Smart  
Netscape  
Overture  
[http://wp.netscape.com/escapes/search/netsearch\\_3.html](http://wp.netscape.com/escapes/search/netsearch_3.html)  
Outros:  
Yahoo  
<http://www.yahoo.com/>  
Infoseek  
<http://infoseek.go.com/>  
Cade  
<http://www.cade.com.br>

## ELETRÔNICA

### Sites sobre Automação Industrial

Se o leitor estiver procurando informações sobre empresas que trabalham com automação industrial, nada melhor do que visitar o site da Abinee. A Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica disponibiliza links para dezenas de empresas de todos os Estados do Brasil.

<http://www.abinee.org.br/abinee/associa/autol.htm>

### Aterrramento

O aterrramento é um assunto de extrema importância em eletrônica e eletrotécnica industrial. Encontrar literatura completa sobre o assunto não é tarefa simples, principalmente na Internet. No site da Advanced, uma empresa de São Paulo - SP, especializada em materiais para radiotransmissores, encontramos uma excelente documentação sobre o assunto (em português):

<http://planeta.terra.com.br/servicos/AdvancedRF/at4.htm>

### Aterrramento Portátil

A Microsol é uma empresa que fabrica o Módulo Isolador, que é um

superfiltro contra ruídos e picos de tensão. A construção isolada dos seus estágios de entrada e saída proporciona segurança aos usuários contra choques elétricos e elimina os problemas com o aterramento.

O Módulo Isolador é o único que está de acordo com a Norma ABNT-NBR 5410, de novembro de 1997, item 5.1.3.5, que trata da regulamentação técnica para instalações elétricas de baixa tensão. Mais informações podem ser obtidas no site da empresa em:

<http://www.microsol.com.br/isolador.htm>

## Intel

Diferentemente do que muitos de nossos leitores possam pensar, a Intel não fabrica apenas microprocessadores como os conhecidos da linha Pentium.

No site (em português) o leitor encontrará grande quantidade de informações sobre os produtos da Intel, além de tutoriais que ensinam como montar um computador, otimizá-lo, e mais uma biblioteca de informações úteis. O endereço do sites (em português) é:

<http://www.intel.com/portugues/>

No site (em inglês) podemos acessar informações sobre diversos produtos tais como adaptadores para servidores, produtos para redes Ethernet, componentes ópticos, fotônicos e transceivers ópticos, além de outros.

<http://www.intel.com>

Aproveite para fazer uma visita interativa ao "Museu da Intel" aprendendo como funciona um transistor, as memórias e até os microprocessadores. O endereço é:

[http://www.intel.com/intel/intelis/museum/index.htm?iid=Homepage+About\\_Museum&](http://www.intel.com/intel/intelis/museum/index.htm?iid=Homepage+About_Museum&)

**Obs.:** As informações dadas nessa seção referem-se a sites acessados na última semana de maio e primeira de junho deste ano. Como a Internet é dinâmica e os sites podem ser alterados ou retirados da rede, não podemos garantir que na época da edição desta revista ou quando o leitor se proponha a acessá-los, eles ainda estejam disponíveis nos endereços indicados com os conteúdos descritos.

# INTRODUÇÃO AO VHDL

Parte 1

Todos os projetistas já estão habituados a utilizar desenhos esquemáticos para representar circuitos eletrônicos. Naturalmente, esse é um modo fácil de representar também os circuitos lógicos. Em poucos instantes, analisando um esquema, é possível entender o funcionamento do circuito e, desde que o esquema seja bem feito, qualquer outro projetista poderá trabalhar sobre o mesmo e não apenas o projetista original.

Contudo, quando o projeto é complexo, o número de folhas de esquemas aumenta, o tamanho das páginas também e o funcionamento já não fica tão claro para qualquer um. Alterações de projeto exigem que se redesenhe uma ou mais páginas e, se a alteração for significativa, pode requerer a subdivisão de um circuito em páginas adicionais.

Esquemas consistem numa boa forma de representar circuitos, mas, em muitos casos, um outro meio pode ser mais eficaz para poupar algum tempo no processo de desenvolvimento.

Esse outro meio é o uso de uma linguagem textual para descrição do circuito: HDL (*Hardware Description Language*), onde o comportamento do circuito é o que mais importa, e não exatamente onde cada sinal é conectado.

Uma descrição comportamental facilita a vida do projetista, pois ele não precisa se preocupar com detalhes puramente matemáticos tais como os mapas de Karnaugh para redução de lógica, ou mesmo a construção de decodificadores para selecionar cada passo de uma máquina de estados. Por exemplo, um contador síncrono pode ser descrito como: ***if rising\_edge(clock) then saída=<=***

***saída+1; end if;***. Note-se que o uso de lógica síncrona é natural em HDL (de fato, fazer um contador assíncrono tipo *ripple-carry* exige trabalho. Leia mais no quadro Lógica Síncrona). Se alguém pensar em fazer o mesmo usando esquemas, precisará lembrar-se que cada estágio do contador possui uma porta AND com tantas entradas quanto o número de estágios anteriores. E quantos estágios são ne-

## LÓGICA SÍNCRONA

Um projeto é síncrono quando todos os registradores empregados são acionados por um único sinal de *clock* ou por uma derivação síncrona desse *clock* (como alguma saída de um divisor). Esse procedimento tem a vantagem de tornar conhecido o momento em que cada sinal é registrado. Em um projeto assíncrono, o acionamento dos registradores é feito pelo resultado da lógica combinacional de um ou mais sinais, e está sujeito a variações de atrasos e escorregamentos inerentes a esses circuitos. Neste caso, o projetista não pode prever com precisão o momento em que vão ocorrer e isso pode ocasionar falhas funcionais. Um exemplo típico desses acontece quando um determinado projeto só funciona bem quando se utiliza um FPGA ou CPLD fabricados em uma data específica, e ainda trabalhando sob temperatura controlada. Qualquer mudança nos atrasos internos devido a variações térmicas ou do processo de fabricação pode comprometer o funcionamento.

Um contador síncrono muda todas as suas saídas quase no mesmo instante, independentemente do número de bits, enquanto um contador tipo *ripple-carry* terá seu último bit mudando após o tempo somado de todos os atrasos de cada estágio.

Todo projeto pode ser síncrono. Apenas em alguns casos poderá ser necessário o uso de um *clock* de referência mais alto do que o exigido no projeto para garantir a inclusão de mudanças rápidas em alguns sinais.

cessários? Se for um contador de 8 bits, serão 8 estágios. Mas, e se o projeto exigir 2 bits a mais porque ocorreu uma alteração nas especificações? No esquema, será preciso desenhar mais dois estágios (se couberem na folha) ou criar uma nova folha para desenhar o contador completo, e depois desenhar as referências de interconexão das páginas, etc.

De que modo isso é feito em HDLs? Como pode ser visto no exemplo citado, a largura em bits do contador não entra na equação. Ela é definida em uma parte anterior onde o sinal é descrito como: **“signal saída : std\_logic\_vector (7 downto 0);”**. Essa linha diz que o sinal **saída** tem 8 bits de largura. Se o projetista quiser mudar para 10 bits, bastará alterar a linha para **“signal saída : std\_logic\_vector (9 downto 0);”**. Simples, não?

Linguagens HDLs são aplicáveis no projeto de circuitos integrados (ASICs – *Application Specific Integrated Circuits*) e no uso em circuitos de lógica programável (FPGAs e CPLDs). Naturalmente, existem muitas linguagens de descrição de hardware além do VHDL, tais como VERILOG, ABEL e AHDL. Considerando que a VHDL tem sido mais divulgada e aplicada em Empresas e Universidades, ela foi escolhida para esta série de artigos que são, de fato, um minicurso na revista Saber Eletrônica.

A primeira versão disponibilizada da linguagem VHDL (*VHSIC Hardware Description Language*) surgiu em 1987 e foi recomendada originalmente pelas Forças Armadas americanas. Sistemas complexos produzidos por múltiplas empresas exigiam uma linguagem padronizada para modelagem e simulação. Por isso, muitas das instruções não são sintetizáveis, ou seja, não podem ser convertidas em um equivalente em circuitos eletrônicos e servem, por exemplo, para permitir a simulação de circuitos. Em 1993, surgiu uma nova revisão que foi empregada até hoje, o VHDL-93.

## FUNDAMENTOS

Primeiramente, é importante saber como um texto que descreve o com-

portamento de um circuito pode ser convertido no circuito eletrônico propriamente dito. Há duas etapas principais neste processo: síntese e implementação.

A síntese é a tradução da linguagem HDL em um outro texto descritivo que emprega referências de interconexão entre elementos básicos de lógica digital como, por exemplo, portas lógicas, registradores e pinos de entrada e saída.

A implementação emprega o resultado da síntese e outras referências específicas do dispositivo a ser utilizado (conforme um determinado modelo de FPGA ou de CPLD) para calcular como ele deverá ser programado para obter-se o circuito esperado.

A síntese é equivalente à compilação em software: traduz-se de uma linguagem como C para código *assembly*. A implementação é equivalente a traduzir a descrição *assembly* em código-objeto para um processador.

Apesar do uso da linguagem VHDL estar relacionado, de forma direta, apenas com a síntese, durante o desenvolvimento de um projeto deve-se levar em conta os efeitos na implementação conforme o dispositivo utilizado. Uma função lógica com muitas entradas poderá ser implementada mais eficientemente em um CPLD do que em um FPGA. Contudo, se essa mesma função for descrita de maneira a ser um agrupamento de pequenas funções, o resultado poderá ser mais adequado para um FPGA do que para um CPLD. Isso ocorre porque os CPLDs têm poucos geradores de função (até poucas centenas), porém cada um com muitas entradas (alguns com mais de 40), ao passo que o FPGA tem muitos geradores de funções (até muitos milhares) com poucas entradas (tipicamente entre 4 e 6).

Outro aspecto é que a descrição em VHDL pode ser muito específica ou, por outro lado, mais genérica. Ela é específica quando indica claramente como o circuito deverá ser montado, inclusive utilizando recursos particulares do dispositivo. Por exemplo, indicando o uso de um componente chamado CB8CE, que é natural dos componentes Xilinx, o projetista estaria empregando um contador binário

de 8 bits. Isso também é chamado de *instanciamento* (ou ocorrência forçada). Já uma descrição genérica, deixaria a ferramenta de síntese calcular qual circuito representaria uma função declarada. Neste caso, a declaração **“valor <= valor + 1;”** produz o mesmo resultado final, ou seja, um contador binário. Esse cálculo feito durante a síntese é chamado de *inferência* (ou dedução).

Naturalmente, a inferência é mais simples de usar e de se entender quando o projeto de outra pessoa é lido. Pode haver, contudo, uma grande diferença no resultado final: o componente CB8CE emprega recursos otimizados dos dispositivos Xilinx e, garantidamente, oferecerá o melhor desempenho em espaço ocupado e velocidade, enquanto a inferência poderá usar recursos genéricos dos dispositivos e ser menos rápida ou ocupar mais espaço. Todavia, ao empregar o CB8CE, o projetista estará determinando que o contador terá 8 bits de largura. O que ocorrerá se ele precisar de 11 bits? Seguindo o raciocínio do uso de componentes, ele deveria incluir mais um desses componentes e possivelmente ocupar mais espaço com os 5 bits restantes e desnecessários. Utilizando a inferência, somente o número de bits usado será implementado.

As ferramentas de síntese são capazes de um bom nível de otimização que resulta no emprego dos recursos específicos dos fabricantes de lógica programável. Por isso, preferencialmente, o projetista deve descrever o hardware usando inferência, tornando o projeto mais claro e mais fácil de ser desenvolvido. Mais à frente veremos este assunto novamente.

**Importante:** os sinais e comandos (palavras reservadas) em VHDL podem ser escritos tanto em minúsculas como em maiúsculas ao longo de todo o texto.

## VHDL

VHDL é uma linguagem típica: simples em sua funcionalidade básica, e complexa quando o projetista aproveita todos os seus recursos.

Cada projeto em VHDL é distribuído sempre em um ou mais arquivos de texto, geralmente com a extensão

.vhd. Cada arquivo contém sempre a descrição funcional completa de um elemento do projeto ou mesmo do projeto inteiro. De fato, o arquivo VHDL de um elemento é um projeto em si, sendo usado como um componente. O arquivo principal, topo do projeto, que contém referências de interconexão com os outros arquivos, pode ser imaginado como a descrição de um diagrama de blocos. Geralmente, funções complexas e já verificadas são mantidas como um projeto individual (análogo a uma sub-rotina bem depurada quando programamos um computador). Assim, o projetista não precisa reescrever ou copiar trechos extensos em VHDL para um único arquivo, mantendo a legibilidade e a repetitividade dos resultados.

A estrutura de um arquivo VHDL contém sempre a declaração das bibliotecas utilizadas e duas seções básicas e obrigatórias: ENTITY e ARCHITECTURE, como pode ser visto no exemplo do **Quadro 1**. No texto desse quadro todas as palavras e caracteres que são reservadas do VHDL ou tipicamente obrigatórias em qualquer projeto (como as bibliotecas) estão marcados em negrito. As poucas partes que não estão em negrito são aquelas dependentes e produzidas pelo próprio projetista.

A seção ENTITY (entidade) serve como um cabeçalho onde são indicados todos os sinais de entrada e de saída do projeto ou elemento a ser descrito. No exemplo, a palavra “main” é o nome da entidade e normalmente também será o nome do arquivo VHDL. Os sinais no “Port” da entidade possuem um descritor indicando o sentido do sinal: *In*, *Out* e *Inout* e o tipo do sinal. Os tipos mais usados são: Bit, Std\_logic, Bit\_vector e Std\_logic\_vector. Na prática, utiliza-se preferencialmente **std\_logic** ou **std\_logic\_vector**. A razão disso será vista mais adiante.

A seção ARCHITECTURE (arquitetura) é onde o projetista descreve o funcionamento da entidade. A primeira linha da arquitetura deve indicar duas coisas: o tipo de arquitetura (no exemplo: **RTL**) e o nome da entidade à qual está relacionada (no exemplo: **main**). O tipo da arquitetura pode, de fato, ser qualquer nome escolhido pelo projetista. Programas que geram a es-

trutura de um arquivo VHDL automaticamente (como o ISE da Xilinx) costumam colocar o tipo como BEHAVIORAL. O VHDL não examina essa informação. Você pode usar quaisquer palavras tais como: COMPORTAMENTO, DESCRIÇÃO, MINHA\_ARQUITETURA, ABC123, etc. Em suma, o tipo da arquitetura serve mais para que a pessoa que vai ler o projeto tenha uma idéia da finalidade, e a palavra usada não é importante para o VHDL.

A arquitetura tem um início (*begin*) e um fim (*end*). Entre o *begin* e a pri-

Entre o *begin* e o *end* deve ser incluído um texto descrevendo a lógica do circuito. No caso do exemplo, essa descrição possui um PROCESS (processo) e uma linha de lógica combinacional muito simples que diz que o sinal LED deve ser fornecido a partir do bit 7 do contador DIV.

Equações lógicas podem ser facilmente implementadas e todos os operadores (funções) comumente usados estão à disposição. Uma equação desse tipo seria, por exemplo: “*clk\_x* <= **clock** and (not *div(0)*) and *div(3)*”. Neste caso, um sinal de saída chamado “*clk\_x*” seria o resultado de uma

porta AND de três entradas com os sinais *clock*, bit 0 de DIV invertido e o bit 3 de DIV. Já um decodificador de endereço poderia ser descrito como “**chipselect** <= '0' when (**addr** = "0011000000000001" and **wr** = '0' and **ale** = '1') else '1'”. Note-se que o sinal “chipselect” ficará em nível lógico zero quando o barramento de endereço for 0x3001 e, ao mesmo tempo, tendo os sinais “*wr*” em nível zero e “*ale*” em um. Caso contrário, o sinal ficará em 1. Esta operação lógica utilizou um recurso do VHDL que é um teste condicional. Para fazer isso em esquemático levaria um pouco mais de tempo...

## TIPOS DE SINAIS

Há diversos tipos pré-definidos para serem atribuídos aos sinais. Eles são divididos em dois grupos: ESCALARES e COMPOSTOS. O **Quadro 2** exibe os tipos escalares.

```

LIBRARY IEEE;
USE IEEE.STD_LOGIC_1164.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_ARITH.ALL;
USE IEEE.STD_LOGIC_UNSIGNED.ALL;

ENTITY MAIN IS
  PORT ( LED : OUT STD_LOGIC;
         CLOCK : IN STD_LOGIC);
END MAIN;

ARCHITECTURE RTL OF MAIN IS SIGNAL
DIV : STD_LOGIC_VECTOR (7 DOWNTO 0);
BEGIN
  PROCESS (CLOCK)
  BEGIN
    IF RISING_EDGE(CLOCK) THEN
      DIV <= DIV + 1;
    END IF;
  END PROCESS;

  LED <= DIV(7);
END RTL;

```

Quadro 1: Um projeto VHDL que pisca um LED ao ritmo de CLOCK/256.

meira linha (*architecture*) são declarados os sinais internos que serão usados neste projeto ou elemento de projeto. Os sinais devem ser entendidos como fios que vão interligar os componentes e portas lógicas do circuito. No exemplo do **Quadro 1**, o único sinal utilizado que já não foi declarado no “port” da entidade é um barramento de 8 bits, que é a saída de um contador de 8 bits chamado **DIV**.

```

type bit is ('0', '1');           Sel <= '1';
type boolean is (false,true);   if enable then
type integer is range 0 to 103;  soma := conta + 32;
- se não especificar o range: assume 32 bits
type real is range - 31.5 to 47.2;
- útil apenas para simulação. Não é sintetizável
type std_logic is ( 'U', 'X', '0', '1', 'Z', 'W', 'L', 'H', '-' );
- também existe o std_ulogic mas este é mais rígido e
  não permite situações conflitantes como múltiplas saídas
  tri-state conectadas
type my_type is (RST, LOAD, FETCH, SHIFT);
- este é o tipo enumerated

```

Quadro 2: Tipos Escalares

O tipo BIT somente pode ter dois estados: 1 e 0. Por essa razão, ele não poderia ser associado a um sinal que possa ficar em alta impedância (*tri-state*). O tipo BOOLEAN serve para verificação em testes condicionais. O tipo INTEGER é útil para equações matemáticas e contadores, mas não é prático quando se precisa extrair um ou mais bits para serem usados em outras equações. Do ponto de vista do hardware, um sinal INTEGER é, de fato, um barramento de n bits, sendo o número de bits correspondente ao necessário para expressar toda a gama de valores que o sinal pode ter (indicado no *range*).

O REAL é um tipo aplicável apenas em simulações e não poderá ser sintetizado, isto é, a ferramenta de síntese não saberá como traduzir um sinal REAL em hardware. Note-se que operações aritméticas com números reais somente podem ser feitas através da implementação de um hardware correspondente, para o processamento em ponto flutuante. Tal implementação fica por conta do projetista.

O tipo STD\_LOGIC é o mais usado. Ele permite que o sinal possa assumir até 9 estados diferentes, o que possibilita fazer verificações funcionais mais completas, além de tornar viável a implementação de sinais em *tri-state* (Z). O significado de cada um dos estados possíveis é: U : Não inicializado; X : Forçado "Unknown"; 0 : Forçado Zero; 1 : Forçado Um; Z : Alta impedância; W : "Unknown" fraco; L : Zero fraco; H : Um fraco; - : *Don't care*. A maioria dos estados é útil somente em projetos mais complexos. Os estados '0', '1', 'Z' e '-' são os mais usados.

O tipo MY\_TYPE (apenas no exemplo, pois poderia ter qualquer nome) é também chamado de tipo enumerado, ou seja, onde cada estado possível recebe um nome escolhido pelo projetista. Durante o processo de síntese os sinais de tipo enumerado são montados como barramentos com tantos bits quantos forem necessários para, através de números binários ou *one-hot* (barramento de n bits onde apenas um bit de cada vez pode ficar em nível 1), representar todos os estados declarados. Observar que, na representa-

ção binária, poderão ser possíveis mais estados do que os declarados (com 3 bits existem 8 combinações e quando apenas 5 estados são declarados ainda sobram outros três). Durante a síntese, estes estados adicionais são tratados internamente como nomes ou códigos atribuídos aleatoriamente. O projetista deve estar ciente disso, pois o hardware final, não sabendo como atuar durante a presença desses estados, pode funcionar incorretamente.

Os tipos enumerados são muito usados para definir os possíveis estados de uma máquina de estados finitos (FSM ou *Finite State Machine*).

Obviamente, o nome de cada estado ajuda a entender a sua finalidade e é mais amigável que séries de valores binários.

Os tipos compostos aparecem no **Quadro 3**. Os VECTORS são pré-definidos e não exigem uma declaração de tipo (*type*). Um std\_logic\_vector ou bit\_vector representa um barramento de tantos bits quanto os declarados na expressão **X downto Y**, onde X é o número do bit mais a esquerda do barramento e Y o mais a direita. Embora Y possa ter qualquer valor (sempre menor que X), recomenda-se usar 0 (zero), pois algumas ferramentas de síntese causam erros quando Y é maior

- bit\_vector e std\_logic\_vector são tipos compostos pré-definidos

Signal teste: **bit\_vector (3 downto 0) := 0"0100";**

### array

**type memoria is array (3 downto 0) of std\_logic;**  
**type dados is array (255 downto 0) of integer range 0 to 9;**

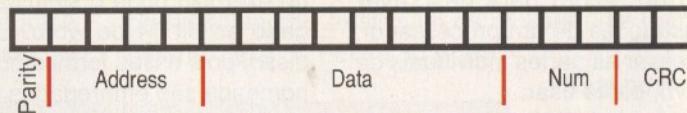
**3a: Vetores e Arrays - Os vetores são os mais comuns**

**type OPCODE is record**

```
parity : bit;
address : std_logic_vector (3 downto 0);
data : std_logic_vector (7 downto 0);
num_value : integer range 0 to 5
crc : bit_vector (1 downto 0);
end record;
```

**signal TxPacket, RxPacket : opcode;**

### TxPacket



**3b: Record - Barramento composto de vários sinais**

```
signal word : bit_vector (15 downto 0);
signal data : bit_vector (7 downto 0);
signal aux : bit_vector (3 downto 0);
signal zz : std_logic_vector (0 to 3);
signal a, b, c, d : bit;
```

```
(a,b,c,d) <= aux; (*)
data < (c, aux(1), aux(2), data (0), '0', '0', b, a);
word <= (15 => '1', 14 => data(2), 0 => c, 2 a, others => '0');
zz <= ( others => '1');
```

\* : Apenas tipos escalares podem ser agregados no lado esquerdo da intrução.

**3c: Agregados (aggregates) - forma de associação de sinais**

**Quadro 3: Tipos Compostos**

que zero. A declaração de largura pode ser tanto **DOWNT0** como **TO**. O VHDL não impõe restrições e a ordem (do bit mais significativo para o bit menos significativo) sempre é feita da esquerda para a direita.

Recomenda-se usar consistentemente apenas uma orientação, caso contrário uma conexão entre dois sinais pode significar a inversão de um barramento (veja o **Quadro 4**).

Normalmente, usa-se a ordem **DOWNT0** por ser a mesma da representação em esquemas e a mais natural aos projetistas de circuitos lógicos.

A inicialização, feita na declaração dos sinais (como indicado no exemplo do **Quadro 3a** - `:= "0100"`), é útil para a simulação e não é sintetizável. Quando um sinal não é inicializado, os simuladores não conseguem calcular os resultados das lógicas dependentes deste sinal. No que se refere ModelSIM, um ou mais sinais e outras lógicas dependentes de um sinal não inicializado aparecem na janela de análise como uma linha vermelha.

Um tipo muito interessante e que desperta a imaginação dos projetistas é o **RECORD**. Com ele monta-se um barramento complexo onde cada parte pode ser tratada individualmente. Depois, este barramento pode ser carregado, digamos, em um registrador de deslocamento (*shift register*) e a saída resultante usada numa interface serial de comunicação. Outro exemplo é o uso do *record* para descrever micro-instruções de um processador. Para acessar as partes individuais de um *record*, basta usar:

`<signal_name>.<field_name>`

#### EXEMPLO:

```
SIGNAL CONTADOR : STD_LOGIC_VECTOR (3 DOWNTO 0);
...
TxPACKET.ADDRESS <= CONTADOR;
TxPACKET.NUM_VALUE := 3;
TxPACKET.PARITY <= CONTADOR (0) XOR CONTADOR
(1) XOR CONTADOR (2) XOR CONTADOR (3);
...

```

Finalmente, os agregados são, na verdade, a forma de associar partes individuais de outros sinais e constantes de modo a compor um sinal diferente. O uso da palavra reservada "others" indica que todas as demais posições não explicitamente indicadas

1. Os arrays e vetores devem ser do mesmo tipo
2. Os arrays e vetores devem ser do mesmo tamanho
3. As designações são posicionais, da esquerda para direita

```
signal BusX, BusY : bit_vector (2 downto 0)
signal BusZ: bit_vector (0 to 2);
```

**BusY <= BusX**

2	1	0
2	1	0

BusX

BusY

**BusZ <= BusX**

2	1	0
0	1	2

BusX

BusZ

**Quadro 4:** Atribuições (conexão) com vetores e arrays. A importância na ordem do barramento.

devem assumir o estado apontado. Os agregados somente podem ser compostos de elementos associados de forma posicional ou nomeada. Os dois modos não podem ser usados juntos na mesma atribuição. Vale dizer neste momento, que a forma posicional serve para indicar a posição exata de um bit de um barramento. Como no exemplo em **3c**, segunda linha, onde o sinal *c* vai ligado no bit 7 de *data*, o sinal *aux(1)* vai no bit 6, e assim por diante. Já a forma nomeada indica em que bit do barramento o sinal em questão será ligado. Veja a terceira linha do exemplo onde o sinal *data(2)* é ligado ao bit 14 de *word*. Lembre-se disso, pois essas formas posicional e nomeada são empregadas em outras referências no VHDL.

Adicionalmente ao exemplo, uma expressão `data <= (a,b,c,d,aux);` não funcionaria porque a ferramenta de síntese percebe que os tipos de *data* e

*aux* são diferentes.

Também a expressão `zz <= aux;` não funcionaria pelo mesmo motivo, contudo isso pode ser resolvido, sendo que, neste caso, emprega-se uma função de conversão de tipos: `zz <= to_stdlogicvector (aux);`

Ainda sobre sinais, na representação de valores, conforme o tipo usa-se:

```
BIT OU STD_LOGIC = '0' OU '1' OU 'Z'
BIT_VECTOR OU STD_LOGIC_VECTOR
= "0010" OU "1110101001Z00"
INTEGER = 23 OU 18594 OU
89234551
```

No próximo artigo será abordado como fazer a descrição de um circuito em VHDL, o que é e como funciona um **PROCESS**, variáveis, testes condicionais como **IF/THEN/ELSE** e **CASE** e a utilização de componentes.

Sugestões para acesso a mais informações na Internet:

<http://www.gmvhdl.com/VHDL.html>

[http://www.erc.msstate.edu/~reese/vhdl\\_synthesis/](http://www.erc.msstate.edu/~reese/vhdl_synthesis/)

<http://www.vhdl-online.de/>

<http://www.eej.ulst.ac.uk/tutor.html>

# Concorrentes unem forças para combater pirataria de componentes no País

Fabiana Pio

Os três maiores distribuidores globais de componentes, Avnet do Brasil, Future Electronics do Brasil e Panamericana-Arrow, resolveram unir forças para combater a venda ilegal do produto no País, que tem afetado diretamente os negócios das empresas, inviabilizado o funcionamento de fábricas, deixando de gerar empregos. Apesar de serem concorrentes, esses distribuidores firmaram uma parceria denominada AFA (Avnet Future Arrow), que tem como objetivo conscientizar os clientes da importância do canal de distribuição, e estabelecer maior contato junto ao governo, para que este possa realizar ações mais efetivas para coibir a pirataria.

Para Dalton Carrijo, presidente da Panamericana-Arrow, os distribuidores não são apenas responsáveis pela venda dos produtos no País, mas principalmente pelo fornecimento de serviços de valor agregado, como suporte técnico, gravação, gerenciamento de estoque, desenvolvimento de produto, treinamento da equipe técnica do cliente, estoque de segurança e facilidades de financiamento. "Somos um facilitador da cadeia de suprimentos.

Queremos que o mercado entenda nosso papel, pois se a situação continuar como está, num futuro próximo, os distribuidores tenderão a desaparecer no País", diz Carrijo. Além disso, os produtos contrabandeados têm qualidade inferior. "Os componentes ilegais são muitas vezes armazenados em locais inadequados, o que compromete a durabilidade do produto. O componente vai funcionar,

mas sua vida útil diminuirá", diz Rogério Almeida, diretor geral da National Semicondutores.

Para Almeida, os distribuidores são também importantes pois dão suporte àqueles clientes que, por causa da limitação de pessoal, não podem ser atendidos pelos próprios fornecedores.

## PREJUÍZOS

O mercado de distribuição de componentes no Brasil está estimado em US\$ 160 milhões. Desse número, US\$ 77 milhões pertencem aos contrabandistas (brokers). "A Avnet, Future e Arrow faturaram juntas US\$ 53 milhões no País. "Deixamos de ganhar US\$ 77 milhões por causa da venda ilegal de componentes", diz José Luiz Vara, gerente geral da Avnet.

"Cada empresa poderia crescer 20% no mercado brasileiro se não existissem os brokers", diz Dalmi Pio, gerente geral da Future do Brasil.

Segundo os dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee), foram importados no ano passado US\$ 1,6 bilhão de semicondutores, US\$ 1 bilhão de componentes de telecomunicações, US\$ 782 milhões de componentes de informática e US\$ 389 milhões de componentes passivos.

Estima-se que menos de 5% sejam atendidos pelo canal



A partir da esquerda, José Luiz Vara, Dalmi Pio e Dalton Carrijo.

formal de distribuição, o que acarreta prejuízos às empresas, e consequentemente uma queda no mercado de semicondutores.

Segundo Antonio Motta, diretor comercial da Texas para a América do Sul, estima-se que 60% do mercado de computadores pessoais seja dominado pelo contrabando. "Por causa disso, existem componentes nossos nos PCs, que deixamos de vender no Brasil", diz Antonio Motta.

## GOVERNO

As empresas não são as únicas prejudicadas por causa da pirataria. O governo também deixa de arrecadar mais impostos. Segundo os dados da Receita Federal, em 2001, foram apreendidos R\$ 473 milhões em mercadorias ilegais no País, 10% a mais que o ano de 2000.

As multas por infrações cobradas na entrada da mercadoria no Brasil somaram R\$ 303,3 milhões, o que representou 102% a mais em relação a 2000.

"O governo poderia arrecadar muito mais se houvesse uma fiscalização mais efetiva", diz Pio. Segundo ele, é muito difícil saber o valor real de um componente, pois seu preço varia de acordo com seu valor agregado. "Não dá para saber se um chip custa US\$ 0,20 ou US\$ 1. É preciso que haja uma comunicação direta entre o fabricante e a Receita Federal, para que os valores dos produtos possam ser conferidos", diz.

## CAUSAS

Para Motta, uma das principais causas do contrabando no Brasil é a cobrança de elevadas alíquotas de importação e impostos. "Em países mais desenvolvidos, a burocracia e os impostos são menores, o que não justificam um caminho alternativo para a importação de componentes", diz.

"A alta carga tributária compromete toda a operação, pois não há margem suficiente para cobrir os gastos", diz Almeida.

## AÇÕES

A AFA já está trabalhando no sentido de 'moralizar' o mercado. Já foram realizadas diversas reuniões com os fabricantes, clientes e as empresas matrizes, com o objetivo de conscientizá-los da importância dos

distribuidores no País. "Essa é uma posição mundial. Somos profissionais e oferecemos serviços de valor agregado", diz Carrijo.

Segundo Vara, já começaram a ser enviadas malas diretas aos clientes com o objetivo de conscientizá-los sobre a importância do distribuidor e da nota fiscal. O segundo trabalho é determinar que os fabricantes tenham apenas empresas distribuidoras idôneas. "Muitos fabricantes têm distribuidores autorizados e também brokers", diz Vara.

"Queremos isonomia de trabalho. Os fornecedores devem atuar dentro da ética", diz Marcelo Thalenberg, gerente de marketing da Avnet Brasil.

O próximo passo consiste em estabelecer maior contato junto aos órgãos governamentais, a fim de que haja uma fiscalização mais efetiva nesse segmento.

Segundo Pio, também presidente do Comitê de Componentes Eletrônicos da Câmara Americana de Comércio (Amcham) de Campinas, as discussões da AFA também poderiam ser avaliadas na Amcham, para ser encaradas com mais seriedade junto ao governo. "Não há um lobby. Queremos discutir abertamente nossa atuação, para que os resultados apareçam", diz.

A AFA já está sendo apoiada por fabricantes de componentes eletrônicos como Texas e National. "Trabalho há 20 anos nesse mercado, e essa é a primeira vez que vejo uma iniciativa como essa para moralizar o mercado de semicondutores", diz.

"Apóio toda e qualquer iniciativa para aumentar o mercado legal de componentes, pois assim há mais divisas e produtos de qualidade superior no mercado", diz Almeida.

A Avnet do Brasil tem dois mil clientes no País, é uma subsidiária da Avnet, com vendas globais de US\$ 12,8 bilhões (ano fiscal encerrado em junho de 2001). Segundo a Avnet, ela é maior distribuidora global de semicondutores, conectores, componentes passivos e eletromecânicos, produtos de informática e sistemas provenientes de empresas líderes em seus mercados. A Avnet atende a clientes em 63 países.

Já a Future Electronics está sediada no Canadá, tem 220 escritórios em 35 países onde distribui componentes eletrônicos.

A Arrow Electronics é um dos maiores distribuidores de componentes eletrônicos, de produtos para computadores e é líder em prestação de serviços para a indústria de eletrônicos. Sediada em Melville, Nova York, a Arrow é parceira na cadeia de fornecimento de mais de 600 fabricantes, e atende 175 mil montadoras comerciais, terceirizados e clientes comerciais por meio de mais de 200 pontos de vendas e 23 centros de distribuição localizados em 40 países.

"A alta carga tributária compromete toda a operação, pois não há margem suficiente para cobrir os gastos", diz Almeida.

# SEÇÃO DO LEITOR

Olá,

Meu nome é Jailton, sou leitor de suas revistas, as quais acompanho assiduamente.

Estou com um problema e gostaria que me ajudassem. Trabalho como torrefação de café, e algumas das máquinas que fazem o arraste para empacotamento, tiveram um de seus inversores de freqüência danificado. Depois de várias análises, concluí que alguns MOSFETs estavam queimados. Até aí tudo bem, mas a questão é que estes componentes (IRGBC20UD2) provavelmente são da Grã-Bretanha, e não estou conseguindo encontrá-los. Gostaria de contar com a ajuda de vocês para resolver esse problema.

Desde já agradeço,

Caro Jailton,

Acredito que substituir esses componentes por equivalentes será mais fácil do que tentar encontrá-los.

Primeiramente, verifique se esses transistores são mesmo MOSFETs ou IGBTs (comumente utilizados em inversores). Você poderá encontrar no mercado módulos já prontos contendo os seis transistores que devem configurar a saída de seu inversor.

Normalmente, essas "pontes" são dimensionadas pela tensão e corrente nominal. Você pode utilizar uma ponte com tensão ligeiramente superior à tensão nominal do motor em questão. Para saber a corrente, basta dividir a potência do inversor (em watts) por essa tensão.

De posse desses dados, é só escolher um módulo equivalente. Os principais fabricantes desses componentes são: Semikron, e Toshiba.

Boa Sorte!

## Editora Saber Ltda.

Rua Jacinto José Araújo, 315

Parque São Jorge - São Paulo - SP - Brasil

CEP: 03087-020

e-mail: a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br

site: [www.sabereletronica.com.br](http://www.sabereletronica.com.br)

Saudações!!

Olá senhores. Eu sou Mauro E. Carvalho e venho primeiramente parabenizar toda a equipe pela "nova" Saber Eletrônica. Peço auxílio para completar o entendimento do ultimo artigo de Alexandre Capelli: EMC/Março 2002, nº 350. EMI, distúrbios da rede elétrica e ESD podem gerar perturbações que atrapalhem o funcionamento de equipamentos eletrônicos sofisticados, porém no artigo só foi explicado como a ESD pode gerar a EMI. Já na nº343/Agosto 2001 no artigo **Qualidade da energia elétrica** foram explicados os tipos de distúrbios, mas não foi explicado como os distúrbios podem gerar EMI.

Uma dúvida que ficou presente no ar é a seguinte: será que a certificação EMC, além de padronizar os níveis de EMI, também padroniza os distúrbios da rede elétrica, mas sem enquadrá-los em EMI?

Desde já certo da resposta,  
Agradeço

Caro Mauro,

Obrigado pelas suas considerações. De fato, os fenômenos estáticos e distúrbios da rede elétrica podem gerar EMI.

O processo ocorre devido a "transitórios" de tensões (induzidas ou não) em alta freqüência. Por exemplo, um *spike* em uma rede AC. Note que a velocidade de *spike* é muito maior do que a freqüência da rede. Como o evento é muito rápido (como se fosse alta freqüência) sua energia propaga-se pelo ar em forma de ondas de rádio.

Outro exemplo ainda mais comum é a harmônica de uma rede AC senoidal (60 Hz). As harmônicas podem chegar a freqüências superiores a 2 MHz, freqüência mais que suficiente para propagar-se via "éter" (ondas de rádio).

Resumindo, tanto a ESD como os distúrbios da rede geram EMI devido a alta velocidade (freqüência) com que ocorrem, pois, em alta freqüência, a "energia" também é transmitida pelo ar na forma de RF.

Quanto a certificação EMC ela não padroniza os distúrbios da rede elétrica. Essa certificação trata apenas da compatibilidade dos fenômenos de irradiação eletromagnética. Para a rede elétrica temos outras certificações, tais como as normas IEC.

Ótimas questões, parabéns!

Volte a colaborar com a nossa seção.

# SEÇÃO DO LEITOR

Sou estudante de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Viçosa (MG) e, consultando a página da Editora Saber, tive a curiosidade de saber se vocês poderiam me dar maiores informações sobre a tecnologia de microcontroladores:

- 1 - O que são microcontroladores ?
- 2 - Onde obtê-los ?
- 3 - São caros ?
- 4 - Como aprender essa tecnologia ?
- 5 - Como posso aplicá-los para controlar equipamentos e máquinas na indústria (de alimentos, ou química) ?
- 6 - Gostaria de saber se a Editora Saber dispõe de algum treinamento (passo a passo) para leigos em Eletrônica e, se houver, poderiam me passar maiores detalhes ?
- 7 - Quais são as tecnologias disponíveis para aquisição de dados via PC ? (Por exemplo: gostaria de controlar pH, temperatura, pressão de vapor, etc., em uma caldeira. É difícil construir de forma simples esses dispositivos ?)

Bom, qualquer informação, por favor me contatem.

Atenciosamente,

Caro Roney,

Vamos a uma breve explanação sobre suas dúvidas.

1 - Os microcontroladores são circuitos integrados voltados a pequenas automações. Eles são programáveis e funcionam da mesma forma que um microprocessador. A diferença entre eles, entretanto, é que a maioria dos microcontroladores já possui uma memória interna, e suas saídas e entradas dispensam interface. As famílias mais famosas de microcontroladores são: 8051, Atmel, PIC, e COP 8.

2 - Você poderá obtê-los em qualquer loja de eletrônica que trabalhe com revenda de semicondutores.

3 - Eles não são caros, porém, seu preço depende do tipo. Um Atmel, por exemplo, custa (aproximadamente) R\$20,00 (vinte reais).

4 - Para aprender a programação de um microcontrolador é preciso fazer cursos na área. O SENAI, por exemplo, é uma das diversas entidades que ministram esses cursos. Caso você seja autodidata, existem vários livros de fácil entendimento no mercado.

5 - Você pode aplicá-los em qualquer coisa, depende sómente da sua criatividade. Eu já vi microcontroladores colocados em brinquedos e até em circuitos de comunicação via satélite.

6 - A Revista Saber Eletrônica iniciará uma série didática sobre microcontroladores ainda este ano.

7 - Podemos encontrar uma infinidade de softwares para aquisição de dados via PC. O Delphi, C++, e C são os mais comuns.

Espero ter ajudado e conte conosco.

Boa sorte!

Li numa das publicações anteriores um artigo sobre sensores de efeito Hall, aplicados principalmente a leitoras de cartões magnéticos. Algum tempo depois, vi aplicado a um inversor de freqüência onde o TC que captava a corrente era de efeito Hall, por ter melhor resposta em alta freqüência do que os TCs convencionais de núcleo de ferro.

Agora, li na revista de março/2002 um artigo sobre medidas de potência aparente, ativa, etc., e vi que o osciloscópio da Tektronix possui uma ponta especial para captar sinais de corrente para esses tipos de medida.

Gostaria de saber se este é um sensor de efeito Hall como o que mencionei ou se utiliza outro recurso.

Saudações, Roberto  
Vitória -ES

P.S: Há anos tenho acompanhado com muito interesse as publicações da Revista Saber Eletrônica e posso constatar com satisfação que ela está cada vez melhor, tendo andado sempre em fase com o desenvolvimento tecnológico e abordado temas interessantes e variados, voltados para as aplicações industriais.

É notória a forma didática com que os artigos são tratados, pois existe simplicidade e concisão, sem perda de conteúdo técnico, razão pela qual a tenho utilizado como fonte de consulta para ministrar treinamentos.

Caro Roberto,

Sua pergunta é muito boa, e acredito que esclarecerá vários leitores. Como você mesmo disse, as pontas de efeito Hall são indicadas para alta freqüência.

Quando trabalhamos com 60 Hz a melhor ponta é a que utiliza transformadores de corrente (TC), como essa que você viu na revista de março de 2002.

Obrigado pela participação.

# CONHEÇA O PLL

Newton C. Braga

PLL ou *Phase Locked Loop* é o nome de um dos mais importantes circuitos que encontramos atualmente em aplicações eletrônicas de todos os tipos. O PLL está para a freqüência assim como o amplificador operacional está para a tensão. Qualquer profissional de Eletrônica que trabalhe com circuitos de comunicações, instrumentação digital, DSPs, microcontroladores e microprocessadores ou mesmo circuitos de sinais analógicos, precisa conhecer o princípio de funcionamento dos PLLs. Neste artigo, de uma forma simples, vamos analisar o funcionamento de mais este importante circuito eletrônico básico.

PLLs ou *Phase Locked Loops* (que alguns traduzem por Elo Travado em Fase) são encontrados em receptores de AM, FM, *modems*, sintetizadores de freqüências, telefones sem fio, telefones celulares, instrumentos digitais e analógicos e numa infinidade de outras aplicações onde freqüências estejam presentes.

O PLL trabalha com freqüências do mesmo modo que um amplificador operacional trabalha com tensões, daí sua importância na eletrônica moderna.

## PLL BÁSICO

Para entender como funciona um PLL vamos analisar seu funcionamento por partes, começando com uma configuração bastante simples,

que é mostrada na **figura 1**. Nesse circuito, temos um bloco (que analisaremos melhor depois) cuja tensão de saída depende da diferença de fase entre dois sinais de mesma freqüência aplicados à sua entrada.

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

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

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

O sinal desse oscilador, conforme mostra o diagrama básico, é aplicado à entrada através de um elo (*loop*)

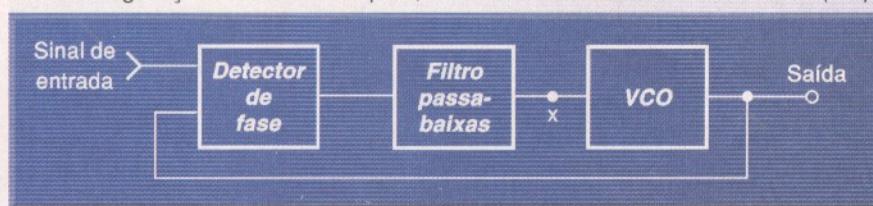


Fig. 1 - Diagrama de blocos de um PLL básico.

de realimentação. Partindo-se da situação em que não existe sinal de entrada, a freqüência do sinal na saída será determinada apenas pelas características do VCO e ficará num valor central.

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

Supondo que os sinais tenham freqüências diferentes, o detector de fase irá gerar um sinal que é a diferença das freqüências ( $f - f_0$ ), o qual será aplicado ao filtro.

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

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

No momento em que as freqüências se igualarem, o *ripple* desaparecerá e a tensão na saída do filtro passa-baixas se estabilizará, "travando" o VCO exatamente na freqüência de entrada.

Dizemos que o VCO capturou o sinal ou "travou" o sinal, reconhecendo sua freqüência.

Na **figura 2** é ilustrado num gráfico o que acontece.

Qualquer alteração na freqüência do sinal de entrada que vier a ocorrer, gerará um novo sinal diferença na saída do detector de fase e uma mudança de tensão na saída do filtro o que levará o VCO a "procurar" a nova freqüência.

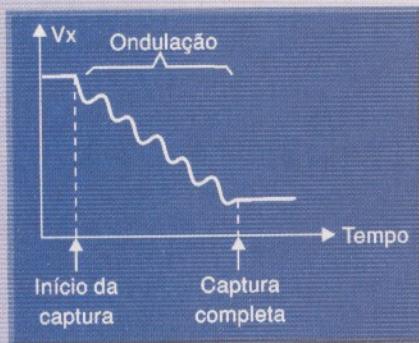


Fig. 2 - O processo de captura.

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

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

### FAIXA DE CAPTURA

Ao tomarmos como exemplo os blocos da **figura 1**, consideraremos que a diferença de freqüências entre o sinal de entrada e o gerado pelo VCO era suficientemente baixa para que pudesse passar pelo segundo bloco, que é o filtro passa-baixas.

Se trabalharmos com sinais muito diferentes, a diferença poderá ser uma freqüência alta demais para passar pelo filtro e o sistema não funcionará.

Não teremos uma tensão de saída para atuar sobre o VCO.

Isso significa que existe uma faixa bem determinada de freqüências em

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

torno da qual o VCO opera e o circuito pode atuar, travando.

Essa faixa de freqüências é chamada de "faixa de captura" ou "lock range", em inglês.

A faixa de captura de um PLL é dada pela diferença entre a freqüência mais alta e a freqüência mais baixa em torno de  $f_0$  (freqüência central do VCO), que pode ser capturada, veja a **figura 3**.

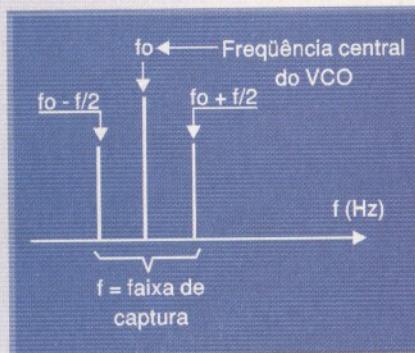


Fig. 3 - A faixa de captura do PLL.

Nos PLLs comuns que podemos obter na forma de circuitos integrados, a freqüência central  $f_0$  pode ser selecionada através de resistores e capacitores externos, enquanto que a faixa de captura depende do tipo.

Assim, um CI como NE567, por exemplo, poderá operar com um  $f_0$  de até 500 kHz, capturando sinais cuja faixa de freqüências em torno de  $f_0$  chegará a ser de até 10 para 1, ou seja, o  $f_1$  é 10 vezes menor que o  $f_2$  no gráfico da **figura 3**.

### DETECTORES DE FASE

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

#### a) Detector de fase tipo I

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

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

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

Um ponto muito interessante que podemos observar analisando essa figura é que a freqüência do sinal de saída é o dobro da freqüência dos sinais de entrada (conforme veremos oportunamente, esta característica permite que os PLLs sejam usados para multiplicar freqüências). O grande problema desse tipo de

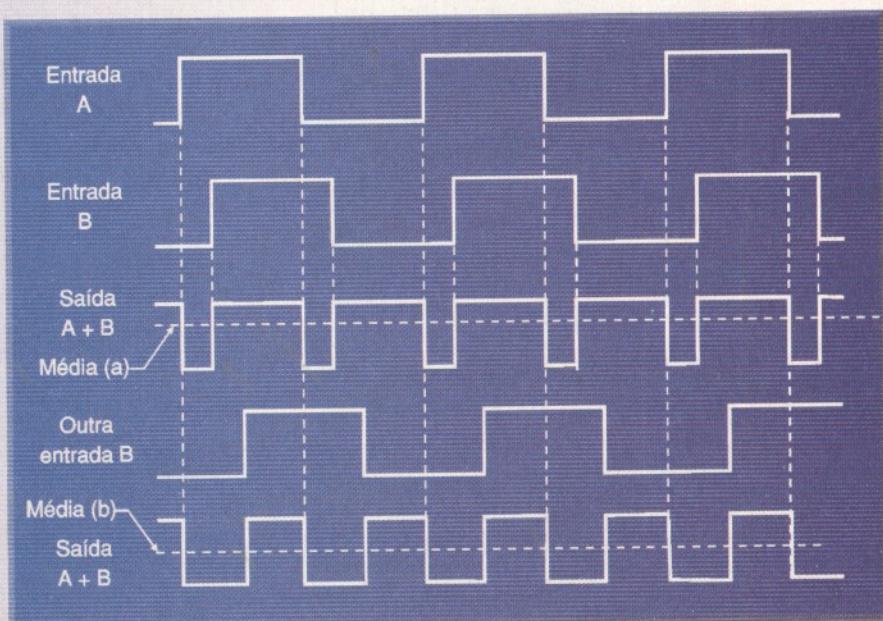


Fig. 4 - A ação do detector EX-OR.

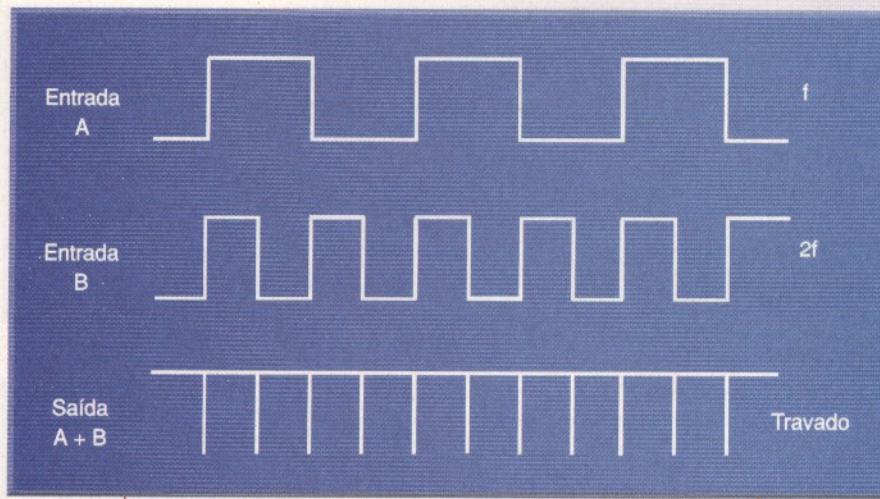


Fig. 5 - Este tipo de detector é enganado por freqüências harmônicas.

circuito é que ele tenderá a travar quando sinais de freqüências múltiplas forem aplicados à entrada, conforme mostra a figura 5.

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

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

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

### b) Detector de fase tipo II

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

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

Quando o sinal de entrada tiver uma transição negativa fará com que



Fig. 6 - Detector tipo II.

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



Fig. 7 - Ruídos na transição enganam o circuito.

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

## FILTRO PASSA-BAIXAS

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

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

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

Tabela 1

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

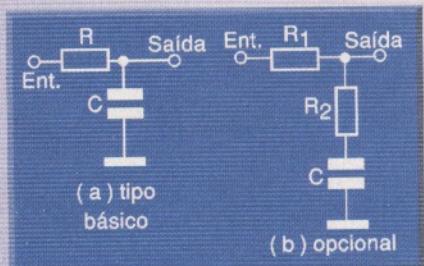


Fig. 8 - Os filtros passa-baixas.

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

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

### USANDO PLLs

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

Vamos pensar em algumas dessas aplicações:

#### a) Regeneração de sinal

Há aplicações onde se necessita que o sinal aplicado à entrada do circuito seja exatamente o mesmo que se tenha na saída.

Esse tipo de comportamento é, em especial, altamente desejável num *modem*, onde se precisa recuperar sinal que percorrem longas distâncias através de linhas telefônicas, as quais os deformam.

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

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

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

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

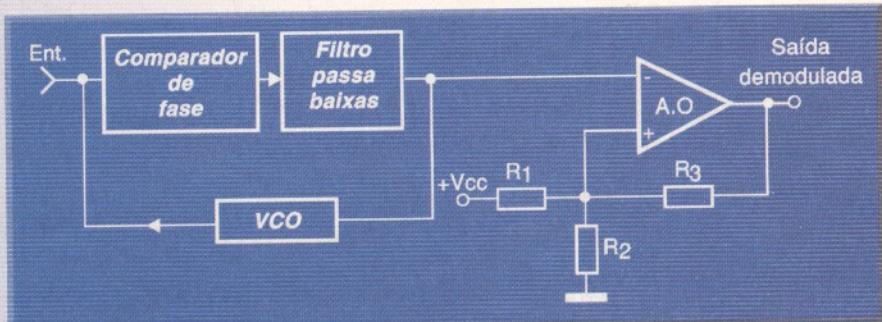


Fig. 9 - Um demodulador FSK usando um PLL.

#### b) Demodulação de FM

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

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

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

A faixa de captura deve ser pelo menos duas vezes mais larga do que a faixa de freqüências em que se desloca o sinal, quando modulado em freqüência. Atente para a figura 10.

Por exemplo, para um receptor de FM comum que tenha uma FI de 10,7 MHz e uma largura de faixa de modulação de 75 kHz, esses são os valores a serem considerados no projeto, isso de acordo com a figura 10. Uma outra aplicação semelhante é aquela ilustrada em blocos na figura 11.

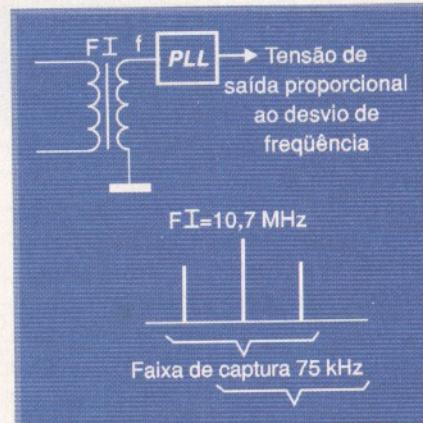


Fig. 10 - Demodulando sinais de FM.

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

#### c) Multiplicação de freqüências

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

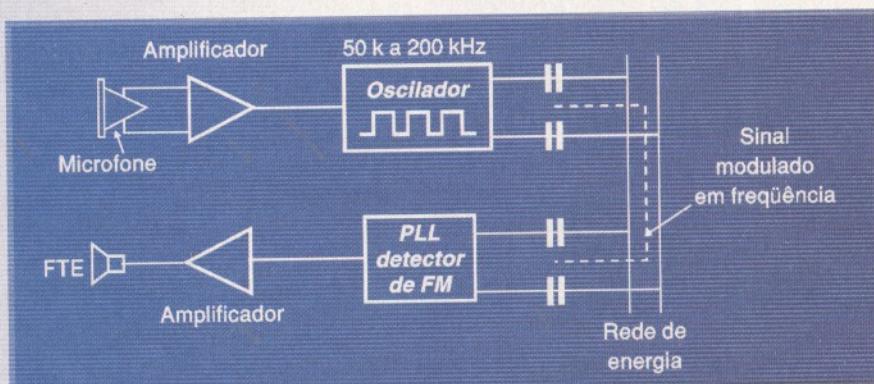


Fig. 11 - Intercomunicador via rede de energia.

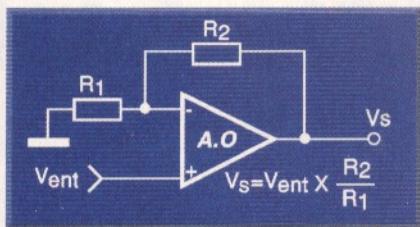


Fig. 12 - O amplificador operacional como multiplicador de tensão.

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

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

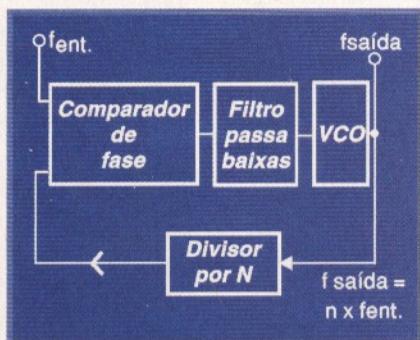


Fig. 13 - O PLL como multiplicador de freqüências.

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

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

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

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

Se usarmos um divisor por 3, a captura só acontecerá se o sinal gerar um sinal com o triplo da freqüência, e assim por diante. Fica claro, então, que o divisor de freqüência vai determinar por quanto podemos multiplicar

a freqüência de um sinal e obtê-la na saída do VCO.

#### d) Translação de Freqüências

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

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

Na figura 14 apresentamos a estrutura em blocos de um desses circuitos.

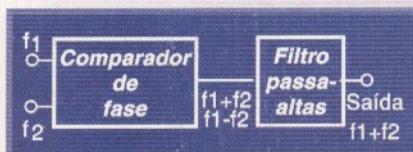


Fig. 14 - Um "Translator" usando PLL.

Na figura em questão temos um circuito que produz sinais de freqüências que obedecem as seguintes relações:

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

e

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

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

#### e) Demodulação AM

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

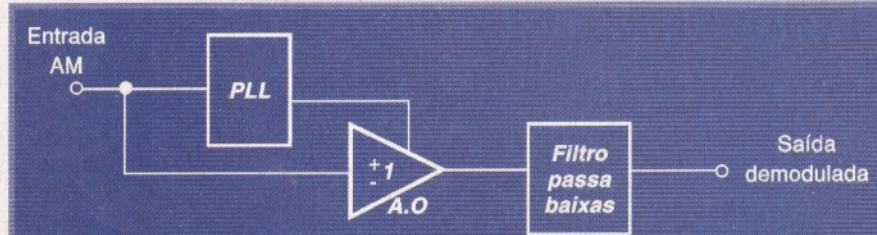


Fig. 15 - Um detector de AM sincródino.

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

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

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

## CONCLUSÃO

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

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

Analizando os *data-sheets* de tais componentes os leitores podem agora ter muito mais facilidade para entender suas características e como usá-los em um novo projeto.

## • ELETRÔNICA •

### Atenuadores Ópticos Variáveis Com Menores Fatores de Forma

Os novos dispositivos da Chorum Technologies empregam tecnologia de cristal líquido para atenuação e regulação em tempo real. Apresentados como os menores dispositivos de estado sólido de sua categoria, os atenuadores ópticos variáveis de cristal líquido *PolarTune* podem fazer a atenuação de sinais em tempo real. Indicados para aplicações do tipo *set-and-forget* (ajuste e esqueça), esses novos componentes são recomendados para sistemas configuráveis remotamente.

Disponíveis em modelos de 5 V e +/- 12 V, os dispositivos têm uma perda por inserção abaixo de 0,6 dB e uma perda dependente de polarização menor que 0,1 dB para a faixa de atenuações de 0 a 10 dB, operando com comprimentos de onda de 1525 a 1570 nm (banda C) ou 1570 a 1610 nm (banda L).

Os invólucros medem 12 mm x 5,5 mm x 8 mm x 3 mm para o dispositivo alimentado por 12 V, e a versão de 5 V mede 27,5 mm (com IDE) x 20 mm (com ASIC) x 5,5 mm x 8,7 mm (com IDE) ou 8,2 mm (com ASIC). Mais informações no site da empresa em:

<http://www.chorumtech.com>



### Calibrador de Pirômetro

A Hart Scientific está apresentando seu calibrador infravermelho para pirômetros modelo 9133. Esse calibrador alcança temperaturas tão baixas como -30 °C em condições ambientes normais. Com tempos de aquecimento e resfriamento de aproximadamente 15 minutos em relação à temperatura ambiente, o calibrador alcança uma precisão de +/- 0,4 °C. Mais informações podem ser obtidas no site da empresa em: <http://www.hartsientific.com>



### AD183x Family of 24-Bit ΣΔ Multi-channel Audio Codecs



- 96 kHz sample rate
- 24-bit input/output

### Novos CODECs Multicanal Sigma-Delta de 24 bits, da Analog Devices

A Analog Devices apresentou quatro novos codecs de áudio de alta performance, multicanais para sistemas de *Home Theater*, DVD, vídeo, áudio, sistemas de áudio automotivo, receptores digitais, etc. Todos os dispositivos fornecem uma resolução de saída de 24 bits nas entradas e saídas com uma taxa de amostragem de até 96 kHz. Eles operam com uma tensão única de 5 V e possuem uma referência interna de 2,25 V.

Os quatro dispositivos diferem da seguinte maneira: o AD1835 e AD1837 contêm 8 DACs, enquanto os AD1838 e 1839 contêm seis. Além disso, os AD1835 e AD1838 possuem saídas diferenciadas, enquanto que os AD1837 e AD1839 possuem saídas simples.

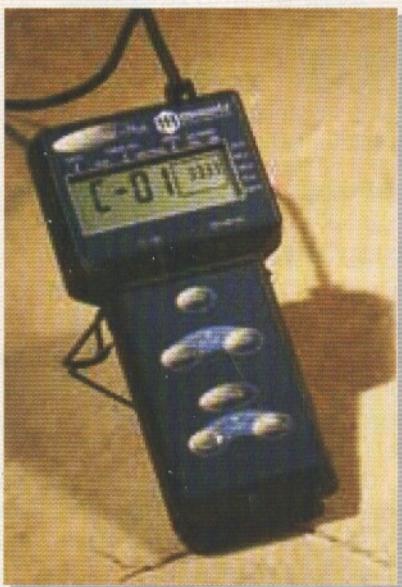
Mais informações podem ser obtidas no site da Analog Devices em: <http://www.analog.com>.

# Notícias...Notícias...Notícias.

## Analisador de Torque

O TorqueMate® Plus é um analisador de torque e ângulo, que possui características que o tornam um dos mais versáteis instrumentos desse tipo disponíveis no mercado. O Torque Mate possui uma memória que permite armazenar até 1000 medidas. Mais informações em:

[www.etorque.com](http://www.etorque.com)



## A International Rectifier Apresenta o Primeiro Dual MOSFET com Qualificação Q101

A International Rectifier ([www.irf.com](http://www.irf.com)) apresentou o primeiro MOSFET duplo em invólucro SO-8 com a qualificação Q101 para aplicação em sistemas automotivos de potência. Os MOSFETs do tipo HEXFET podem operar numa temperatura de até 175 °C, ocupando 70% menos de espaço e com uma robustez muito maior do que os equivalentes disponíveis atualmente no mercado.

Os novos componentes, especificados como IRF7341Q, IRF7314Q e IRF7103Q, foram projetados para sistemas de potência automotivos, funcionando como *drivers* ou relés em sistemas de antitravamento de freios (ABS), válvulas solenóides, injeção eletrônica de combustível, sistemas de *airbag* e outras aplicações de baixa corrente.

Os componentes em invólucros SO-8 substituem os similares maiores em invólucros SOT-223 proporcionando economia de espaço e simplificando o projeto.

A qualificação Q101 especifica uma temperatura máxima de junção de 175 °C, diferentemente dos 150 °C normalmente encontrados nos componentes para montagem em superfície.



## Família CoolSET™ Agora Disponível Também em TO-220 & DIP 7

A segunda geração de CIs de potência CoolSET F2, para fontes chaveadas (SMPS) da Infineon, oferece uma nova dimensão para os projetos integrando num CI o modulador de largura de pulso e o transistor de potência CoolMOS™ e, ao mesmo tempo, oferecendo a maior potência de saída com menores perdas entre todos os equivalentes da indústria. Os CIs CoolSET possuem um conceito de *standby* muito baixo de modo a reduzir a potência dissipada no modo de espera. A família CoolSET está agora disponível em freqüências de operação de 67 kHz na versão B. Os chips são oferecidos em três invólucros diferentes, aumentando a faixa de potências para 180 W numa ampla faixa de tensões de entrada.



## Telecomunicação

### A Lucent avança na instalação do CDMA2000

Na disputa entre os padrões tecnológicos que devem dominar a terceira geração (3G) da telefonia móvel, a "Lucent Technologies" comemorou a marca de 25 mil estações radiobase (ERBs) tipo CDMA2000 1X instaladas ao redor do mundo, número que a coloca como líder no segmento de tecnologia 3G de largo espectro.

De acordo com a empresa, esses números vêm comprovar os diferenciais de sua tecnologia, que promete às operadoras do CDMA realizarem o *upgrade* das redes para 3G a partir de uma simples atualização dos softwares das ERBs já instaladas.

Aqui no Brasil, a fabricante foi responsável pelas redes de CDMA2000 1X da Telesp Celular e Telefônica Celular.

### Teclado virtual para celular

Para quem não gosta de digitar mensagens de texto nos teclados minúsculos do seu telefone celular, a alemã Siemens, em parceria com a VKB, apresenta uma alternativa ao mercado: um teclado virtual.

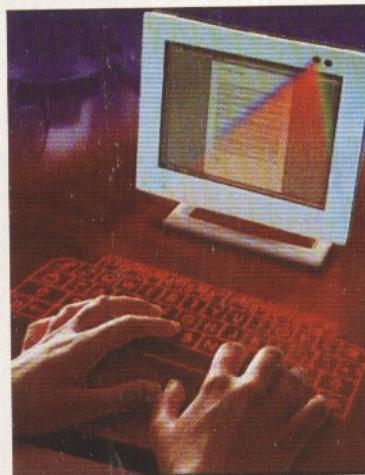
Um dispositivo de tamanho reduzido, desenvolvido pela israelense VKB, pode projetar um teclado virtual de tamanho real em uma superfície plana, utilizando um sistema de infravermelho sensível àquele que o usuário estiver digitando.

Segundo a empresa, o teclado virtual é muito útil para as pessoas que viajam muito e utilizam um PDA (*Personal Digital Assistant*, como o *palm*) ou celular em trânsito, sendo uma ótima alternativa para quem tem que redigir longos textos em um avião ou em trens, por exemplo.

A fabricante será a primeira par-

ceira a distribuir a novidade no mundo e pretende incorporar a tecnologia em *handhelds* e celulares. O preço do produto deverá ficar entre US\$ 83 e US\$ 100.

A novidade chegará primeiro na Alemanha no segundo semestre do ano, e será distribuída na seqüência para todo o resto da Europa.



### A GVT apostava em banda larga para usuários de WLL

A GVT, operadora de telefonia fixa nas regiões Sul, Centro-Oeste e parte do Norte do país, está investindo para que seus usuários de telefonia no sistema WLL (*Wireless Local Loop*) tenham acesso à Internet em banda larga. Para isso, a empresa está realizando testes com equipamentos que utilizam tecnologia EMGW (*Enhanced Multigain Wireless*), funcionando como um ADSL sem fio em sua rede WLL.

Com a tecnologia, a empresa poderá oferecer acesso à Internet com velocidades de até 512 kbps. Atualmente, as conexões têm velocidade máxima de 64 kbps.

A nova tecnologia funciona na frequência de 3,5 GHz, e comporta uma rede com até oito computadores no mesmo terminal do assinante.

Até o momento, a GVT realizou testes apenas em Curitiba - onde o serviço foi utilizado por alguns clientes escolhidos pela operadora. A próxima cidade a testar a novidade será Porto Alegre e, em seguida, outros municípios da região Sul terão acesso ao sistema.

O início da operação comercial, no entanto, deverá acontecer apenas no segundo semestre. Para o consumidor, o custo do serviço deverá ser semelhante ao custo do acesso ADSL da telefonia fixa.

### A China desenvolve chip para HDTV

Pesquisadores chineses estão desenvolvendo um *chip* que irá converter sinais analógicos das emissoras de TV em sinais compatíveis com aparelhos de TV de alta definição (*High Definition TV*).

O *chip*, chamado de conversor de formato de freqüência de vídeo, está sendo desenvolvido pelo Centro de Inovação em Tecnologia Digital de Shanghai, e será utilizado em aparelhos HDTV, *Video-CD players* e DVDs, produzindo imagens mais nítidas nos equipamentos.

Aparelhos de HDTV já estão disponíveis no mercado chinês, mas como o sinal das televisões ainda é analógico, são produzidas imagens que não são tão nítidas como se esperava.

### Tela de cristal líquido flexível

O mundo dos LCDs (*Liquid Crystal Displays*) tradicionais deixou de ser plano ontem, quando a Toshiba anunciou uma tela LCD flexível.

A novidade, que mede cerca de 21 cm na diagonal, possui uma matriz ativa do tipo TFT (*Thin Film Transistor*) e resolução padrão SVGA, poden-

# Notícias...Notícias...Notícias.

do ter uma curvatura de raio de até 7,9 polegadas.

A tela é fina (menos de 4 mm) e leve, pesando menos que 20 gramas.

Segundo a fabricante, a tela foi criada juntando uma camada extremamente fina de vidro com uma folha de plástico flexível. Esse produto é mais um passo na direção de uma tela LCD dobrável.



A empresa espera aplicar o produto em telas de 360 graus ou painéis de instrumentos para carros. Até o lançamento deverão surgir novas aplicações, uma vez que a empresa não espera disponibilizar o produto comercialmente antes do final do ano de 2004.

## Realizada a primeira transmissão MMS interoperatoradoras

A sueca Ericsson demonstrou a tecnologia nas rede das operadoras China Mobile e SmartTone Mobile, de Hong Kong. Os dois países foram os

primeiros a realizar uma transmissão de mensagens multimídia (MMS) entre operadoras.

As mensagens MMS - consideradas as sucessoras do SMS (*Short Message Service* – serviço de mensagens curtas) - possibilitam a troca de conteúdo multimídia entre celulares que operam em redes de próxima geração. Por meio delas, é possível o envio de imagens, *clips* de áudio e outros tipos de arquivos, além da troca de mensagens de texto nas redes de 2,5 G.

A tecnologia vem sendo adotada gradativamente pelas operadoras que já possuem redes de alta velocidade.

## A Acel sugere migração direta para 3G

De acordo com a Associação Nacional dos Prestadores do Serviço Móvel Celular (Acel), seria favorável que as operadoras celulares pulassem a etapa do 2,5G e migrassem diretamente para a terceira geração (3G) da telefonia móvel. Segundo a Associação, o investimento para fazer a migração para o Serviço Móvel Pessoal (SMP) com tecnologia 2,5G é muito elevado.

Outro argumento da Associação é que a maioria das operadoras não concorda com a implantação do Código de Seleção de Prestadora (CSP),

imposto pela ANATEL, nem com as regras da Tarifa de Uso da rede Móvel (TUM).

O presidente da ANATEL, Luiz Guilherme Schyrumura, pondera que a decisão de migração para o SMP é das operadoras e até abre a possibilidade de se discutir o tema. Ele disse: "temos que tomar decisões que sejam boas para todo mundo, especialmente para a população."

## A Embratel oferece novo serviço corporativo de acesso à Internet via satélite

Batizada de "Business IP Sat", a iniciativa tem como foco atender a demanda de empresas localizadas em regiões de difícil acesso, onde não existem linhas telefônicas e linhas dedicadas, ou ainda onde as conexões IP são de baixa qualidade.

O "Business IP Sat" utiliza o *know-how* e a plataforma de serviços da Star One, subsidiária da Embratel especializada em soluções via satélite.

O serviço tem como características principais três componentes: o acesso à Internet banda larga via satélite, aplicações típicas do ambiente Internet e a possibilidade de mobilidade adicional.

A conexão IP é de alta velocidade e pode chegar a 500 kbps para download e a 76 kbps para upload.

## Calendário de Eventos

A partir desta edição, começamos a divulgar o calendário de cursos, palestras e eventos programados para o período no setor de Telecomunicações.

### Julho/2002

#### Evento: NGN Congress 2002

Temas: VoIP, Telefonia IP, migração de redes, novos serviços de valor agregado

Data: dias 24 a 26 de julho

Local: Mercure Grand Hotel - São Paulo - SP

Maiores informações: [www.ibcbrasil.com.br](http://www.ibcbrasil.com.br)

#### Evento: II Rio Telecom

Temas: Conferência Internacional de Convergência e Multimídia

Data: Dias 29 e 30 de Julho

Local: Hotel Intercontinental – Rio de Janeiro

Maiores informações: [www.networkeventos.com.br](http://www.networkeventos.com.br)

#### Evento: Telecom Fórum

Temas: Infra-estrutura de redes e telecomunicações

Data: 31 de Julho a 2 de Agosto

Local: Hotel Transamérica – Ilha de Comandatuba – Bahia

Maiores informações: [www.telecomforum.com.br](http://www.telecomforum.com.br)



**SILICOM**  
INTERNET PROVIDER

- Hospedagem de web-sites
- Acesso discado e dedicado à internet
- Acesso banda larga ADSL
- Registro e manutenção de domínios
- Colocation de equipamentos
- Desenvolvimento e implantação de conectividade a internet
- Além de diversos outros serviços na área de tecnologia da informação

**HOSPEDAGEM  
PROFISSIONAL**

**19,90\***

\* A PARTIR DE



**HTTP://WWW.SILICOM.COM.BR**

**FONE/FAX.: +55 11 6198-2526**

## LASERLine

Equipamentos de raio Laser

A divisão LASERLine fabrica e comercializa módulos LASER OEM de estado sólido de baixo custo no verde (532nm) e no vermelho (635-660nm) em uma ampla faixa de potências e especificações. Consulte-nos quando o assunto for raio LASER para qualquer tipo de projeto ou aplicação.

**www.laserline.com.br**

Consulte-nos ! (19) 3808-4198

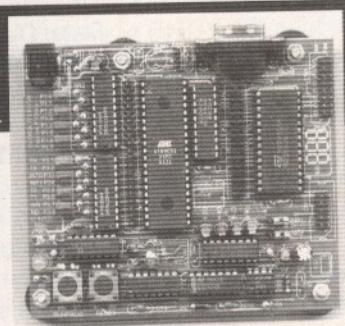
Anote Cartão Consulta nº 19052

## Lançamento KIT 8051 LA

- Microcontrolador Atmel at89c51/at89c52
- Saída na placa para LCD 40x2 / 16x2
- Saída na placa para Teclado 16 teclas
- Indicação por Led dos pinos P1 e P3
- Regulador 5v Interno
- Transfere o prog do PC p/ o Kit via RS232
- **Exclusivo Slot de Expansão**
- Software de comunicação com PC
- Memória Ram de 8k, expansível até 32K
- Para Rodar o Programa é só apertar 1 botão
- Bibliotecas de Controle de LCD e Teclado

**Preço Especial de Lançamento:**

Kit 8051LA só R\$ 120,00 + Desp. Envio



Temos outras opções de configurações para o Kit 8051. Várias opções de periféricos para colocar no slot de expansão, todos I/O mapeado. Acompanha o Kit 8051 LA: 1 Cabo Serial/ 1 CD com Softwares e Bibliotecas.

Compre pelo Fone: (019) 3453-8431  
ou pelo Site: [www.kit8051.cjb.com](http://www.kit8051.cjb.com)

Anote Cartão Consulta nº 15042

## Gravador/Programador de EPROM EP-98

Economia e qualidade por

**R\$ 330,00**

[www.contronic.com.br](http://www.contronic.com.br)  
[contronic@contronic.com.br](mailto:contronic@contronic.com.br)

Outros produtos:

- \* Gravador e Emulador de EPROM EP Plus
- \* Emulador de EPROM EP-64
- \* Kit de Desenvolvimento 8031
- \* Kit de Desenvolvimento 80196

**Contronic**  
Sistemas Automotivos

Rua Rudi Bonow 275, Pelotas/RS CEP:96070-310

Fone/Fax: (53) 273-8822

Anote Cartão Consulta nº 00114

## Microcontroladores PIC

### Placa PicLab 5

com módulo ICD incorporado

Preço imbatível para um sistema ICD.

Documentação completa com exemplos.

Possui LCD 16x2, A/D, teclas, leds, soquete de expansão, CD-Rom com exemplos e apostilas.

**NOVO: Curso Completo**

6 semanas, do básico à ling. C

1 aluno por micro, somente 8 alunos !

### Assessoria e Projetos

**VIDAL** Projetos Personalizados  
(11)-6451-8994 [www.vidal.com.br](http://www.vidal.com.br)

Anote Cartão Consulta nº 00114

## ESQUEMÁRIOS, ESQUEMAS AVULSOS, VÍDEO AULAS, LIVROS DE INFORMÁTICA, ELETRICIDADE E ELETRÔNICA

AGORA VOCÊ PODE ENCONTRAR TUDO ISSO  
NAS NOSSAS LIVRARIAIS E ESQUEMATECA:  
RIO - AV. MARECHAL FLORIANO, 151  
FONE: (0XX21) 2253-8005

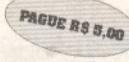
SÃO PAULO - R. VITÓRIA, 379  
FONE: (0XX11) 221-0683



**SOLICITE CATÁLOGO GRÁTIS PELO E-MAIL**  
[ANTENNA@UNISYS.COM.BR](mailto:ANTENNA@UNISYS.COM.BR) ou  
FONE (0XX21) 2223-2442 - FAX (0XX21) 2263-8840

APROVEITE PARA LER TAMBÉM A REVISTA **ANTENNA**,  
A MAIS ANTIGA REVISTA TÉCNICA  
DO BRASIL

**APROVEITE A PROMOÇÃO**  
**RECEBA UM EXEMPLAR E DEDUZA ESTE**  
**VALOR NA ADESÃO DE SUA ASSINATURA**



Anote Cartão Consulta nº 99324

# KITS 8051, ATMELO e PIC

WWW.MICROCONTROLADOR.COM.BR

## KIT ATMELO (R\$ 226,00) com AT89S8252

- Com gravação ISP pela paralela do PC
- Contém 8K Flash, 2K E2PROM, 4 ports com conector, 8 saídas I/O Mapeado, 12 MHz, Reg. 5V interno e interface RS 232.
- SERVE COMO GRAVADOR DE AT89S8252
- Kit do autor do Livro "Microcontrolador 8051 Detalhado".

## Kits PIC da Mosaico Eng.:

MCFLASH (R\$118,00): opera diretamente dentro do MPLAB (Microchip) e simula o PIC START PLUS.

MÓDULO I (R\$60,00): Executa os exercícios do Livro "Desbravando o PIC".

## Didático/Projetos



8051

Kit 8051 - R\$ 178,00\* (com 8031)

Kit ATMELO - R\$ 226,00\* (AT89S8252)

Kit 8032 BASIC - R\$ 198,00\* (8032 BASIC) (interp. Basic) BASIC

- PERIFÉRICOS
- LCD - R\$ 77,00\*
  - D/A - R\$ 69,00\*
  - A/D - R\$ 99,00\*
  - Teclado (16 teclas) - R\$ 55,00\*
  - 7 Seg. - R\$ 90,00\*
  - Cargas (AC/DC) - R\$ 78,00\*
  - Fonte Alim. (110/220) - R\$ 23,00

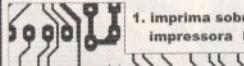
\* NÃO INCLUI FONTE DE ALIMENTAÇÃO E DESPESAS DE ENVIO

COMPRE PELO NOSSO SITE

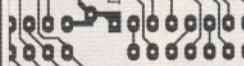
Tel: 11- 55713580

## TRANSFER PARA CIRCUITO IMPRESSO

(rápido, preciso, sem fotolito e de baixo custo)



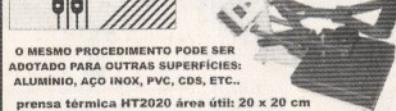
1. imprima sobre papel transfer com impressora laser



2. transfira para a placa de cobre



3. em seguida é só correr



O MESMO PROCEDIMENTO PODE SER ADOTADO PARA OUTRAS SUPERFÍCIES: ALUMÍNIO, AÇO INOX, PVC, CDS, ETC..

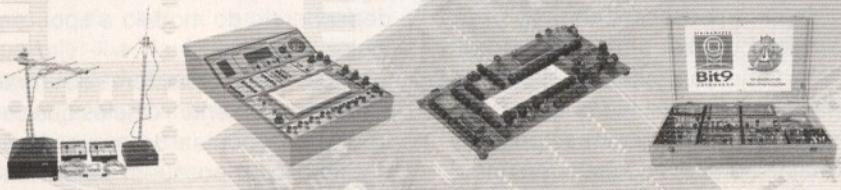
prensa térmica HT2020 área útil: 20 x 20 cm

Ferragini Design f.: 16-274.1838

www.ferragini.com.br/ci/

## Kits Didáticos para Escolas

Eletroônica • Telecomunicações • Automação • Autotrônica



Bit 9 Comércio e Serviços Ltda.

Tel: (11) 292-1237 • vendas@bit9.com.br  
www.bit9.com.br



## CIRCUITOS IMPRESSOS

### DEPTO PROTÓTIPOS

CIRCUITOS IMPRESSOS CONVENCIONAIS  
PLACAS EM FENOLITE, COMPOSITE OU FIBRA  
EXCELENTES PRAZOS DE ENTREGA PARA  
PEQUENAS PRODUÇÕES  
RECEBEMOS SEU ARQUIVO VIA E-MAIL

### PRODUÇÕES

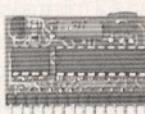
FURA O POR CNC  
PLACAS VINCADAS, ESTAMPADAS OU FREZADAS  
CORROS O AUTOMATIZADA (ESTEIRA)  
DEPARTAMENTO TÉCNICO À SUA DISPOSIÇÃO  
ENTREGAS PROGRAMADAS  
SOLICITE REPRESENTANTE

**TEC-CI CIRCUITOS IMPRESSOS**  
RUA VILELA, 588 - CEP: 03314-000 - SP  
PABX: (0xx11) 6192-2144 / 6192-5484 / 6192-3484  
E-mail: circuitoimpresso@tec-ci.com.br  
Site: www.tec-ci.com.br

## Basic Step - O menor micro computador do mercado

Comandos em português e inglês.

Linguagem Basic  
8 entradas e saídas  
Memória EEPROM  
Baixo consumo



Comandos:

Auto, baixo, chave, liga, desliga, inverte, escrever serial, le serial, gerar pulso, pwm, le pulso, etc.

Compilador gratuito e fórum para troca de experiências na nossa homepage

Tato Equip. Eletrônicos (011) 5506-5335  
http://www.tato.ind.br Rua Ipirinás, 164

## GRÁTIS

## CATÁLOGO DE ESQUEMAS E DE MANUAIS DE SERVIÇO

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

## ALV Apoio Técnico Eletrônico

Caixa Postal 79306 - São João de Meriti - RJ  
CEP.: 25501-970 ou pelo Tel.: (21) 2756-1013

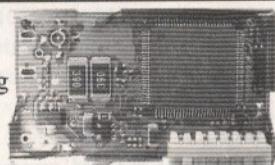
Anote Cartão Consulta nº 01401

Anote Cartão Consulta nº 1020

Anote Cartão Consulta nº 50300

Anote Cartão Consulta nº 21061

## Modulo Receptor GPS da furuno



Modulo Receptor de GPS da furuno de tamanho super reduzido 4,2 cm x 2,6 cm com saída Serial nível TTL, pode ser usado com placas microcontroladoras ou computador PC

Acompanha  
Modulo GPS GN-79N - Antena com imã  
Disket com: manual do GPS, Protocolo NMEA 0183 e software sirf para visualização no PC.

Despachamos para todo Brasil via Correios (SEDEX)  
Compra on line pela Internet  
www.microcontrolador.com

PROCURANDO  
INFORMAÇÕES???

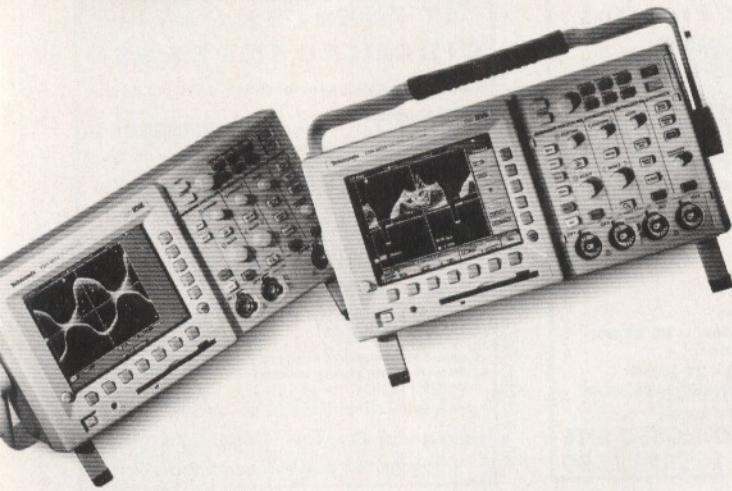
**www.  
sabereletronica  
.com.br**

### Loja Virtual

Apostilas, Vídeo Aulas,  
Instrumentação, Kits,  
Exemplares Anteriores.

### Assine Já

Assinatura da revista  
Saber Eletrônica



# XYZs DO OSCILOSCÓPIO

## OPERANDO O OSCILOSCÓPIO

### AJUSTANDO

Neste artigo iremos descrever de forma breve como ajustar e dar início ao uso de um osciloscópio - especificamente, como aterrarr o instrumento, ajustar os controles em posições padronizadas e compensar a ponta de prova.

O aterramento apropriado é um ponto importante quando dos ajustes para tomar medidas ou trabalhar num circuito. O aterramento correto do osciloscópio protege-o contra choques perigosos e aterra-o de tal forma a preservar os circuitos contra possíveis danos.

#### Aterrando o Osciloscópio

Aterrarr o osciloscópio significa conectar-lo eletricamente a um ponto de referência natural como, por exemplo, a terra.

Aterrarr um osciloscópio é necessário para segurança. Se uma alta tensão entrar em contato com a caixa não aterrada de um osciloscópio - qualquer parte da caixa, inclusive botões que parecem estar isolados - ele poderá dar-lhe um choque. No entanto, com um osciloscópio aterrado adequadamente, a corrente passará pelo percurso existente para a terra em lugar de atravessá-lo no caminho para a terra.

O aterramento também se faz necessário para tirar medidas precisas com o osciloscópio. O instrumento necessita compartilhar do mesmo sistema de terra que é usado pelos circuitos que estão sendo testados.

Alguns osciloscópios não precisam de conexões separadas para o aterramento. Esses osciloscópios possuem caixas isoladas e controles, os quais evitam qualquer possibilidade de choques contra o usuário.

#### Aterre-se!

Caso você esteja trabalhando com circuitos integrados (CIs), também precisará se aterrarr. Os circuitos integrados possuem traçados elétricos que podem ser danificados pela eletricidade estática que se acumula em seu corpo. Você poderá arruinar um CI caro simplesmente caminhando sobre um carpete ou tirando uma blusa e, depois, tocando nos terminais desse componente. Para resolver esse problema, coloque uma pulseira de aterramento semelhante à mostrada na **figura 64**. Essa pulseira envia de modo seguro as cargas estáticas de seu corpo para a terra.

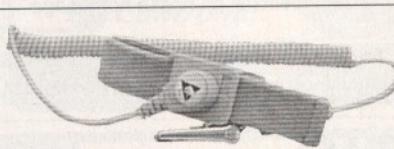


Fig. 64 - Pulseira de aterramento típica.

#### Ajustando os Controles

Após conectar o osciloscópio, dê uma olhada no painel frontal. Como foi descrito nos artigos anteriores, o painel frontal do osciloscópio é dividido, tipicamente, em três seções principais, denominadas: vertical, horizontal e disparo (trigger). O seu osciloscópio poderá ter outras seções,

dependendo do modelo e tipo - analógico ou digital.

Observe os conectores de entrada do seu instrumento - é neles que você irá ligar as pontas de prova. Muitos osciloscópios possuem pelo menos dois canais de entrada, e cada canal pode apresentar uma forma de onda na tela. Diversos canais são importantes para possibilitar a comparação de formas de onda.

Alguns osciloscópios possuem botões de AUTOSET e /ou DEFAULT, que podem ser usados para ajustar em uma etapa de modo a acomodar um sinal. Caso seu instrumento não tenha essa capacidade, será interessante ajustar os controles para posições médias antes de tomar as medidas.

As instruções gerais para ajustar o osciloscópio nas posições médias ou padrão, são as seguintes:

- ◆ Ajuste o osciloscópio para mostrar o canal 1
- ◆ Ajuste a escala vertical de volts por divisão para a posição média
- ◆ Desligue o controle variável de volts/divisão
- ◆ Desligue os ajustes de ampliação
- ◆ Ajuste a entrada do canal 1 para trabalhar com sinais DC
- ◆ Ajuste o modo de disparo (trigger) para auto
- ◆ Ajuste a fonte de disparo (trigger) para o canal 1
- ◆ Ligue o circuito holdoff no mínimo ou mantenha-o desligado
- ◆ Ajuste o controle de intensidade para uma observação normal, se possível

- ◆ Ajuste o controle de foco para ter uma imagem com boa definição
- ◆ Ajuste os controles horizontais de tempo/divisão para a posição média.

Para obter maiores informações em relação ao tipo específico de osciloscópio que você possui, será interessante consultar o manual de instruções. Na parte "Sistemas e Controles do Osciloscópio" dentro desta série de artigos, discutimos em detalhes a função de cada um dos controles citados.

### Usando as Pontas de Prova

Agora você está pronto para conectar as pontas de prova ao seu osciloscópio. Uma prova, se estiver bem casada com o osciloscópio, irá permitir-lhe desfrutar de toda a potência e performance de seu equipamento assegurando a integridade do sinal que está sendo medido.

Na seção "Sistema de Medidas Completo", o leitor terá informações adicionais sobre as pontas de prova.

### Conectando a Garra de Aterrimento

Para medir um sinal precisamos ter duas conexões: a conexão da ponta de prova e a conexão de aterrimento. As pontas de prova vêm com uma garra jacaré para a ligação ao terra do circuito que está sendo testado. Na prática, você liga a garra a um ponto de terra conhecido do circuito como, por exemplo, o chassi de metal e depois toca com a ponta no local em que deseja retirar o sinal para análise.

### Compensando as Pontas de Prova

As pontas de prova passivas com atenuação devem ser compensadas em relação ao osciloscópio. Antes de empregar uma ponta de prova passiva, você deverá compensá-la - balancear suas propriedades elétricas de modo a casar com o tipo específico de osciloscópio. Você deverá adquirir o hábito de compensar a ponta todas as vezes que for usar o osciloscópio. Uma ponta de prova mal ajustada torna suas medidas menos precisas.

A figura 65 ilustra os efeitos de um sinal de teste de 1 MHz quando da utilização de uma ponta de prova que não foi ajustada adequadamente.

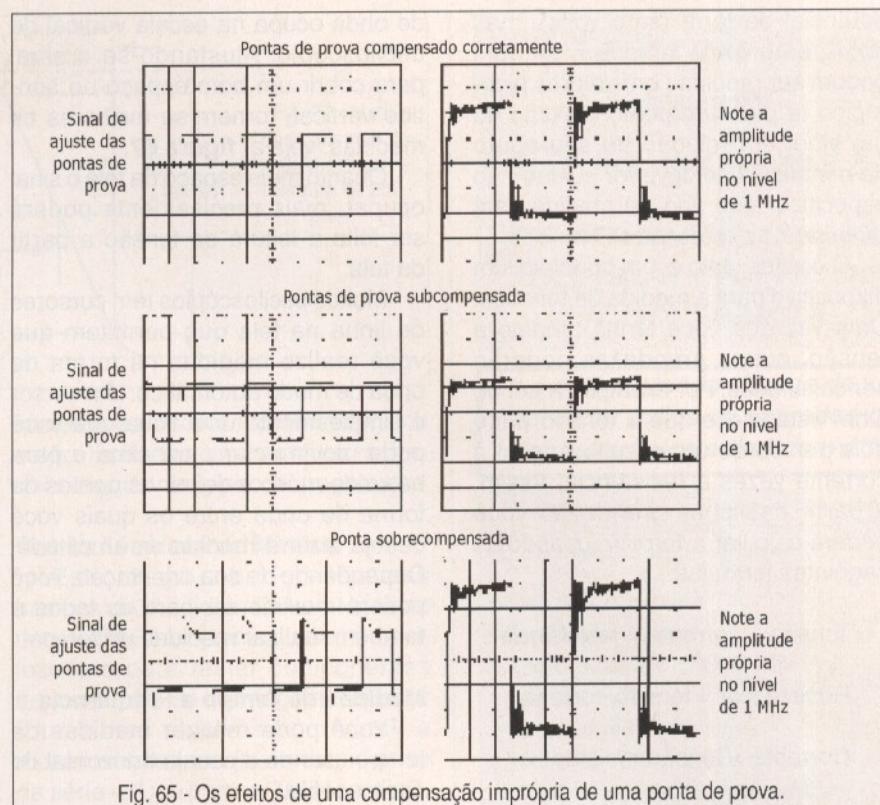


Fig. 65 - Os efeitos de uma compensação imprópria de uma ponta de prova.

A maioria dos osciloscópios possui um sinal quadrado de referência disponível num terminal no painel frontal, o qual é usado justamente para compensar as pontas de prova. Para fazer a compensação, obedeça as seguintes instruções:

- ◆ Ligue a ponta de prova num canal vertical
- ◆ Ligue a ponta de prova no terminal *compensation* do osciloscópio, ou seja, no ponto em que está o sinal quadrado de referência.
- ◆ Ligue a garra jacaré ao terra do osciloscópio
- ◆ Observe o sinal de referência na tela do osciloscópio
- ◆ Faça os ajustes na ponta de prova que levem à observação de um sinal quadrado perfeito na tela.

Quando você compensar a ponta de prova, ligue sempre as pontas acessórias que pretende usar no canal vertical onde foi feito o ajuste. Isso irá assegurar que o osciloscópio tenha as mesmas propriedades elétricas que ele tinha ao fazer as medidas.

## TÉCNICAS DE MEDIDAS COM O OSCILOSCÓPIO

Neste item reveremos algumas técnicas básicas de medidas. As duas técnicas de medidas mais simples que você pode realizar são as das medidas de tensão e de tempo. Qualquer outra medida é baseada em uma destas duas técnicas de medidas.

Este item discute métodos para tomar medidas visualmente, usando a imagem na tela do osciloscópio. Esta é uma técnica comum com instrumentos analógicos e também pode ser útil para uma avaliação rápida de sinais em *displays* de osciloscópios DSOs e DPOs.

Observe que a maioria dos osciloscópios digitais inclui ferramentas de medidas automatizadas. Sabendo como executar as medidas "manualmente" conforme descritas aqui, ajudaremos a fazer uma verificação rápida da precisão das medidas de DSOs e DPOs. Medidas automatizadas serão explicadas mais adiante nesta seção.

### Medidas de Tensão

Tensão é a "quantidade de potencial elétrico" entre dois pontos de um circuito, expressa em volts. Usualmente um desses pontos está no

potencial de terra (zero volts), mas nem sempre. As tensões também podem ser medidas em valores pico-a-pico a partir do ponto máximo de um sinal em relação ao seu ponto de mínimo. Você deve ter cuidado ao especificar que tipo de medida está procurando expressar.

O osciloscópio é, em princípio, um dispositivo para a medida de tensões. Uma vez que você tenha medido a tensão, outras grandezas poderão ser calculadas. Por exemplo, a Lei de Ohm estabelece que a tensão entre dois pontos de um circuito é igual à corrente vezes a resistência. Assim, a partir das duas grandezas você poderá calcular a terceira usando as seguintes fórmulas:

$$\text{Tensão} = \text{corrente} \times \text{resistência}$$

$$\text{Resistência} = \text{tensão}/\text{corrente}$$

$$\text{Corrente} = \text{tensão}/\text{resistência}.$$

Uma outra fórmula útil é a Lei de Joule: a potência de um sinal DC é igual ao produto da tensão pela corrente (Potência = tensão x corrente). Os cálculos são mais complicados para sinais AC, mas a medida da tensão é o primeiro passo para calcular as outras grandezas. A figura 66 mostra uma tensão de pico ( $V_p$ ) e a medida da tensão pico-a-pico ( $V_{pp}$ ).

O método mais básico de se fazer medidas de tensão é pela contagem do número de divisões que a forma

de onda ocupa na escala vertical do osciloscópio. Ajustando-se o sinal para cobrir um bom espaço no sentido vertical, tornam-se melhores as medidas; veja a figura 67.

Quanto mais espaço da tela o sinal ocupar, mais precisamente poderá ser feita a leitura da tensão a partir da tela.

Muitos osciloscópios têm cursores de linha na tela que permitem que você realize medidas na forma de onda de modo automático. Um cursor é simplesmente uma linha que você pode movimentar para cima e para baixo de modo a definir os pontos da forma de onda entre os quais você deseja fazer a medida da amplitude. Dependendo da sua orientação, você poderá movimentar para os lados e também realizar medidas de tempo.

### Medidas de Tempo e Freqüência

Você pode realizar medidas de tempo usando a escala horizontal do osciloscópio.

As medidas de tempo incluem as medidas do período e da largura de pulso. A freqüência é o inverso do período (a recíproca também vale), assim, se você conhece o período pode calcular a freqüência bastando dividir 1 pelo período.

Analogamente às medidas de tensão, as medidas de tempo são mais precisas quando você ajusta a parte do sinal a ser analisada (ou mensurada) para cobrir o maior espaço possível na tela de acordo com o ilustrado na figura 68.

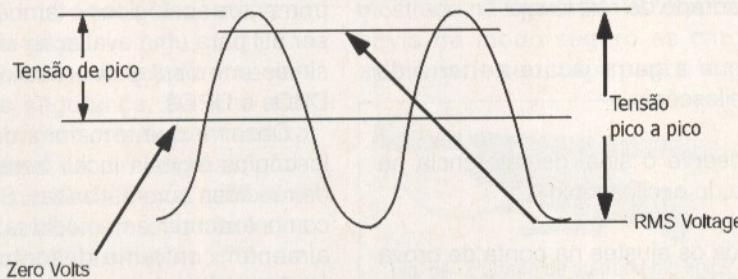
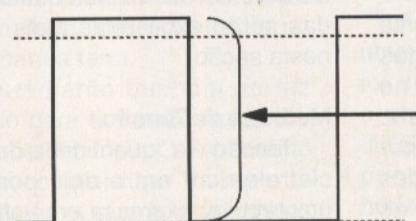
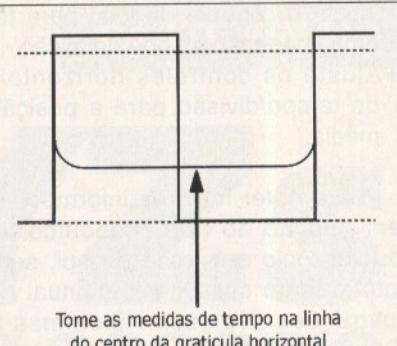


Fig. 66 - Tensão de pico ( $V_p$ ) e tensão pico-a-pico ( $V_{pp}$ ).



Tensão de pico ( $V_p$ ) e tensão pico-a-pico ( $V_{pp}$ ).

Fig. 67 - Medidas de tensão no centro da linha graticulada vertical.



Tome as medidas de tempo na linha do centro da graticula horizontal

Fig. 68 - Medida de tempo no centro da graticula horizontal.

### Medidas de Largura de Pulso e Tempo de Subida

Em muitas aplicações os detalhes da forma de um pulso são importantes. Os pulsos poderão ficar distorcidos e fazer com que circuitos digitais não funcionem direito. A temporização de pulsos num trem de pulsos também é importante.

As medidas-padrão para pulsos são a largura de pulso e o tempo de crescimento.

O tempo de crescimento é o tempo que o pulso demora para subir de um nível baixo de tensão para um nível alto. Por convenção, o tempo de crescimento de um pulso é medido entre 10% e 90% da tensão máxima que ele alcança.

Este critério elimina qualquer irregularidade que ocorra nos cantos das transições do pulso.

A largura do pulso é a quantidade de tempo que ele leva para subir e descer novamente. Por convenção, a largura do pulso é medida para uma tensão de 50% do valor máximo.

A figura 69 apresenta esses pontos de medida.

As medidas de pulsos ainda requerem uma sintonia fina no disparo. Para se tornar um *expert* na captura de pulsos, você deverá aprender como usar o controle de disparo e como ajustar o osciloscópio digital para capturar dados antes do disparo (*pretrigger*), conforme foi descrito no artigo desta série "Sistemas e Controles de um Osciloscópio".

### Medidas de Deslocamento de Fase

Um método para se medir deslocamentos de fase entre dois sinais de mesmo período é com o emprego do modo XY. Esta técnica de medida

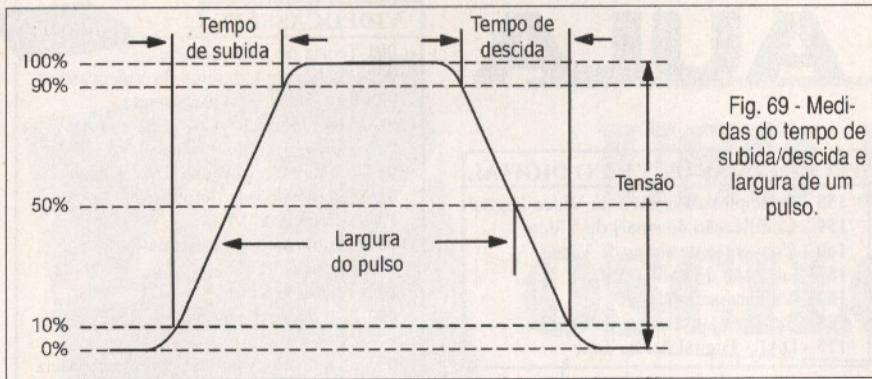


Fig. 69 - Medi-  
das do tempo de  
subida/descida e  
largura de um  
pulso.

envolve entrar com um sinal no sistema vertical (como é normal) e com outro no sistema horizontal. É denominada medida XY porque tanto o eixo X como o Y são usados para traçar tensões. A forma de onda que resulta desta ligação é chamada de padrão ou figura de Lissajous (do nome do físico francês Jules Antoine Lissajous). Analisando a forma da figura de Lissajous, você pode saber qual é a diferença de fase entre os dois sinais. A figura 70 mostra os padrões ou figuras de Lissajous obtidas para sinais com diversas diferenças de fase.

imagens em osciloscópios analógicos estão limitadas, tipicamente, a freqüências de uns poucos megahertz.

#### Outras Técnicas de Medida

Este artigo cobriu as técnicas básicas de medidas. Outras técnicas de medida envolvem ajustar o osciloscópio para testar componentes em uma linha de montagem, capturar transientes elusivos num sinal, e muitas outras (que já vimos inclusive na série – “Uso para o Osciloscópio”). As técnicas de medida dependem da aplicação, mas certamente você aprendeu nesta série o suficiente

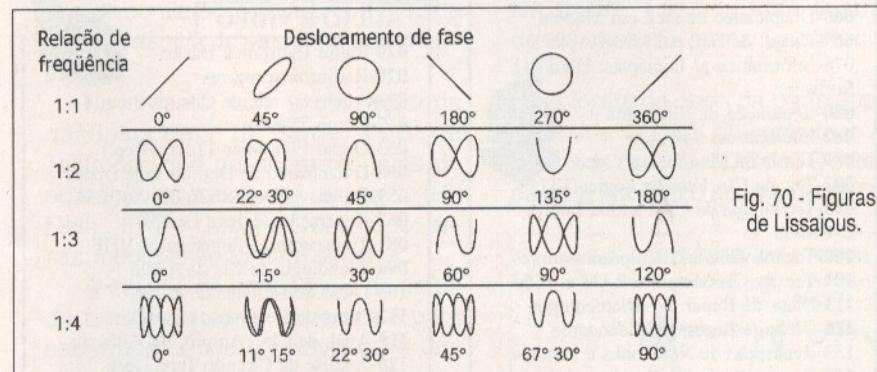


Fig. 70 - Figuras  
de Lissajous.

A técnica de medida XY funciona com osciloscópios analógicos mas não com osciloscópios tipo DSO, uma vez que estes têm dificuldade em projetar imagens XY em tempo real. Alguns DSOs criam imagens XY acumulando dados sobre pontos de disparo ao longo do tempo e, então, mostram os dois canais como num display XY.

Os DPOs, por outro lado, são capazes de adquirir e mostrar uma imagem genuína em modo XY em tempo real, utilizando um fluxo contínuo de dados digitais. Os DPOs também podem mostrar uma imagem XYZ com áreas intensificadas. Diferentemente dos DSOs e DPOs, estas

para começar. Pratique, operando seu osciloscópio e leia mais sobre ele. Em pouco tempo seu funcionamento será algo natural para você. ■

Material cedido pela:

**Tektronix®**  
Enabling Innovation

Tradução: Newton C. Braga

## Eletônica sem Choques!!!

### OS MAIS MODERNOS CURSOS PRÁTICOS À DISTÂNCIA

Aqui está a grande chance de você  
aprender todos os segredos da  
eletroeletrônica e da informática

Preencha, recorte e envie hoje mesmo o cupom  
abaixo. Se preferir, solicite-nos através do telefone ou  
fax (de segunda à sexta-feira das 08:30 às 17:30 h)

- Eletônica Básica
- Eletônica Digital
- Rádio •Áudio •Televisão
- Compact Disc
- Videocassete
- Forno de Microondas
- Eletroeletrônica, Rádio e Televisão
- Eletrotécnica
- Instalações Elétricas
- Enrolamento de Motores
- Refrigeração e Ar Condicionado
- Microprocessadores
- Software de Base
- Informática Básica - DOS/WINDOWS
- Montagem e Manutenção de Micro

Em todos os cursos você tem uma  
CONSULTORIA PERMANENTE!

### Occidental Schools®

Av. Ipiranga, 795 - 4º andar

Fone: (11) 222-0061

Fax: (11) 222-9493

01039-000 - São Paulo - SP

À  
Occidental Schools®  
Caixa Postal 1663

01059-970 - São Paulo - SP

Solicito, GRÁTIS  
o Catálogo Geral de cursos

Nome:

End:

Bairro:

CEP:

Cidade

Est.:

# VÍDEO AULA

Método econômico e prático de treinamento, trazendo os tópicos mais importantes sobre cada assunto. Com a **Video Aula** você não leva só um professor para casa, você leva também uma escola e um laboratório. Cada **Video Aula** é composta de uma fita de **videocassete** e uma **apostila** para acompanhamento.

## TELEVISÃO

- 006-Teoria de Televisão
- 007-Análise de Circuito de TV
- 008-Reparação de Televisão
- 009-Entenda o TV Estéreo/On Screen
- 035-Diagnóstico de Defeitos de Televisão
- 045-Televisão por Satélite
- 051-Diagnóstico em Televisão Digital
- 070-Teoria e Reparação TV Tela Grande
- 084-Teoria e Reparação TV por Projeção/Telão
- 086-Teoria e Reparação TV Conjulado com VCR
- 095-Tecnologia em Cls usados em TV
- 107-Dicas de Reparação de TV



## LASER

- 014-Compact Disc Player-Curso Básico
- 034-Diagnóstico de Defeitos de CPD
- 042-Diag. de Def. de Video LASER
- 048-Instalação e Repar. de CPD auto
- 088-Reparação de Sega-CD e CD-ROM
- 091-Ajustes de Compact Disc e Video LASER
- 097-Tec. de Cls usados em CD Player
- 114-Dicas de Reparação em CDP/Video LASER

## ÁREAS DIVERSAS DE ELETRÔNICA

- 016-Manuseio de Osciloscópio
- 021-Eletrônica Digital
- 023-Entenda a Fonte Chaveada
- 029-Administração de Oficinas
- 052-Recepção/Atendimento/Vendas/Orçamento
- 063-Diag. de Def. em Fonte Chaveada
- 065-Entenda Amplificadores Operacionais
- 085-Como usar o Multímetro
- 111-Dicas de Rep. de Fonte Chaveada
- 118-Reengenharia da Reparação
- 128-Automação Industrial
- 135-Válvulas Eletrônicas

## TELEFONE CELULAR

- 049-Teoria de Telefone Celular
- 064-Diagnóstico de Defeitos de Tel. Celular
- 083-Como usar e Configurar o Telefone Celular
- 098-Tecnologia de Cls usados em Celular
- 103-Teoria e Reparação de Pager
- 117-Téc. Laboratorista de Tel. Celular



## TECNOLOGIA DE VÍDEO DIGITAL

- 158 - Princípios essenciais do Vídeo Digital
- 159 - Codificação de sinais de Vídeo
- 160 - Conversão de sinais de Vídeo
- 161 - Televisão digital - DTV
- 162 - Videocassete Digital
- 165 - Service Conversores de Satélite
- 175 - DAT - Digital Áudio Tape

## VIDEOCASSETE

- 001-Teoria de Videocassete
- 002-Análise de Circuitos de Videocassete
- 003-Reparação de Videocassete
- 004-Transcodificação de Videocassete
- 005-Mecanismo VCR/Vídeo HI-FI
- 015-Câmera/Concordes-Curso Básico
- 036-Diagnóstico de defeitos-Parte Elétrica do VCR
- 037-Diagnóstico de Defeitos-Parte Mecânica do VCR
- 054-VHS-C e 8 mm
- 057-Uso do Osciloscópio em Rep. de TV e VCR
- 075-Diagnósticos de Def. em Camcorders
- 077-Ajustes Mecânicos de Videocassete
- 078-Novas Téc. de Transcodificação em TV e VCR
- 096-Tecnologia de Cls usados em Videocassete
- 106-Dicas de Reparação de Videocassete

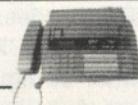


## TELEFONIA

- 017-Secretaria Eletrônica
- 018-Entenda o Tel. sem fio
- 071-Telefonia Básica
- 087-Repar. de Tel s/ Fio de 900MHz
- 104-Teoria e Reparação de KS (Key Phone System)
- 108-Dicas de Reparação de Telefonia

## FAC-SÍMILE (FAX)

- 010-Teoria de FAX
- 011-Análise de Circuitos de FAX
- 012-Reparação de FAX
- 013-Mecanismo e Instalação de FAX
- 038-Diagnóstico de Defeitos de FAX
- 046-Como dar manutenção FAX Toshiba
- 090-Como Reparar FAX Panasonic
- 099-Tecnologia de Cls usados em FAX
- 110-Dicas de Reparação de FAX
- 115-Como reparar FAX SHARP



## MICRO E INFORMÁTICA

- 022-Reparação de Microcomputadores
- 024-Reparação de Videogame
- 039-Diagn. de Def. Monitor de Vídeo
- 040-Diagn. de Def. de Microcomp.
- 041-Diagnóstico de Def. de Drives
- 043-Memórias e Microprocessadores
- 044-CPU 486 e Pentium
- 050-Diagnóstico em Multimídia
- 055-Diagnóstico em Impressora
- 068-Diagnóstico de Def. em Modem
- 069-Diagn. de Def. em Micro Aplle
- 076-Informática p/ Iniciantes: Hard/Software
- 080-Reparação de Fliperama
- 082-Iniciação ao Software
- 089-Teoria de Monitor de Vídeo
- 092-Tec. de Cls. Família Lógica TTL
- 093-Tecnologia de Cls Família Lógica C-CMOS
- 100-Tecnol. de Cls-Microprocessadores
- 101-Tec. de Cls-Memória RAM e ROM
- 113-Dicas de Repar. de Microcomput.
- 116-Dicas de Repar. de Videogame
- 133-Reparação de Notebooks e Laptops
- 138-Reparação de No-Breaks
- 141-Rep. Impressora Jato de Tinta
- 142-Reparação Impressora LASER
- 143-Impressora LASER Colorida



## ÁUDIO E VÍDEO

- 019-Rádio Eletrônica Básica
- 020-Radiotransceptores
- 033-Áudio e Anál. de Circ. de 3 em 1
- 047-Home Theater
- 053-Órgão Eletrônico (Teoria/Rep.)
- 058-Diagnóstico de Def. de Tape Deck
- 059-Diagn. de Def. em Rádio AM/FM
- 067-Reparação de Toca Discos
- 081-Transceptores Sintetizados VHF
- 094-Tecnologia de Cls de Áudio
- 105-Dicas de Defeitos de Rádio
- 112-Dicas de Reparação de Áudio
- 119-Anál. de Circ. Amplif. de Potência
- 120-Análise de Circuito Tape Deck
- 121-Análise de Circ. Equalizadores
- 122-Análise de Circuitos Receiver
- 123-Análise de Circ. Sint. AM/FM
- 136-Conserto Amplificadores de Potência



## COMPONENTES ELETRÔNICOS E ELETR. INDUSTRIAL

- 025-Entenda os Resistores e Capacitores
- 026-Ent. Indutores e Transformadores
- 027-Entenda Diodos e Tiristores
- 028-Entenda Transistores
- 056-Medições de Componentes Eletrônicos
- 060-Uso Correto de Instrumentação
- 061-Retrabalho em Dispositivo SMD
- 062-Eletrônica Industrial (Potência)
- 066-Simbologia Eletrônica
- 079-Curso de Circuitos Integrados

## ELETROTÉCNICA E REFRIGERAÇÃO

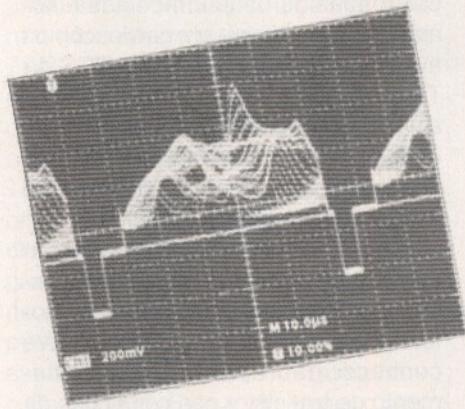
- 030-Rep. de Forno de Microondas
- 072-Eletr. de Auto - Ignição Eletrônica
- 073-Eletr. de Auto - Injeção Eletrônica
- 109-Dicas de Rep. de Forno de Microondas
- 124-Electricidade Bás. p/ Eletrotécnicos
- 125-Reparação de Eletrodomésticos
- 126-Inst. Elétricas Residenciais
- 127-Instalações Elétricas Industriais
- 129-Reparação de Refrigeradores
- 130-Reparação de Ar Condicionado
- 131-Rep. de Lavadora de Roupa
- 132-Transformadores
- 137-Eletrônica aplicada à Eletrotécnica
- 139-Mecânica aplicada à Eletrotécnica
- 140-Diagnóstico - Injeção Eletrônica

**PEDIDOS:** Disque e Compre (11) 6942-8055,  
no site [www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br)

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página.

**PREÇO:** Somente R\$ 65,00 cada **Vídeo Aula + Apostilas**

Preços válidos até 10/08/2002



# USO PARA O OSCILOSCOPIO

**FINAL**

*Newton C. Braga*

Para finalizar esta série de artigos que complementa o tutorial *XYZ* do osciloscópio, analisaremos algumas aplicações especiais como as disponíveis nos tipos da série TDS da Tektronix. Com recursos que tornam o osciloscópio uma ferramenta de análise completa veremos mais duas aplicações importantes na análise das formas de onda encontradas em aplicações industriais como, por exemplo, na medida da impedância de conversores e também na determinação das características de comutação de transistores de comutação. Tal qual os demais da série, este artigo foi baseado em documentação fornecida pela Tektronix.

## MEDINDO A IMPEDÂNCIA DE SAÍDA DE CONVERSORES

O *ripple* da freqüência de comutação de conversores dificulta a medida da impedância de saída desses circuitos.

No entanto, com a utilização de osciloscópios da série TDS da Tektronix, que possuem recursos de aquisição de dados, alta resolução (Hi-Res), FFT e *Offset DC* calibrado, essas medidas se tornam simples.

A medida da impedância de saída de um conversor é importante para sabermos se ele é estável e se tem compatibilidade com a carga que, especificamente, deve alimentar.

Existem muitas técnicas para medir essa impedância, mas a técnica que descrevemos está focalizada principalmente na resolução que a presença do *ripple* de comutação pode causar na visualização das formas de onda.

Um gerador de sinais é acoplado AC à saída do conversor através de um capacitor de 100  $\mu$ F, por exemplo. A ponta sensora TCP202 (ver artigos anteriores da mesma série) é usada para medir a corrente da saída do conversor, enquanto que uma ponta de prova passiva convencional é empregada para medir a tensão de saída.

O TDS mede, então, a intensidade da corrente e a tensão na freqüência do gerador. A relação entre essas duas grandezas é a impedância. Na figura 1 temos uma ilustração dessa medida numa freqüência de 100 Hz.

A forma de onda da parte superior é a saída de +5 V do conversor. A capacidade de *Offset DC* do TDS foi usada para habilitar o acoplamento DC da

entrada do seu amplificador. Desde que não exista uma carga constante DC na saída, a calibração *Offset* foi usada para reter a informação DC da medida. A tensão média de saída é de 4,98 V.

A segunda forma de onda é a corrente no conversor, sensoriada com a ponta de prova TCP202 e apresentada numa escala de 50 mA/div. Mais uma vez é a corrente *DC offset* do

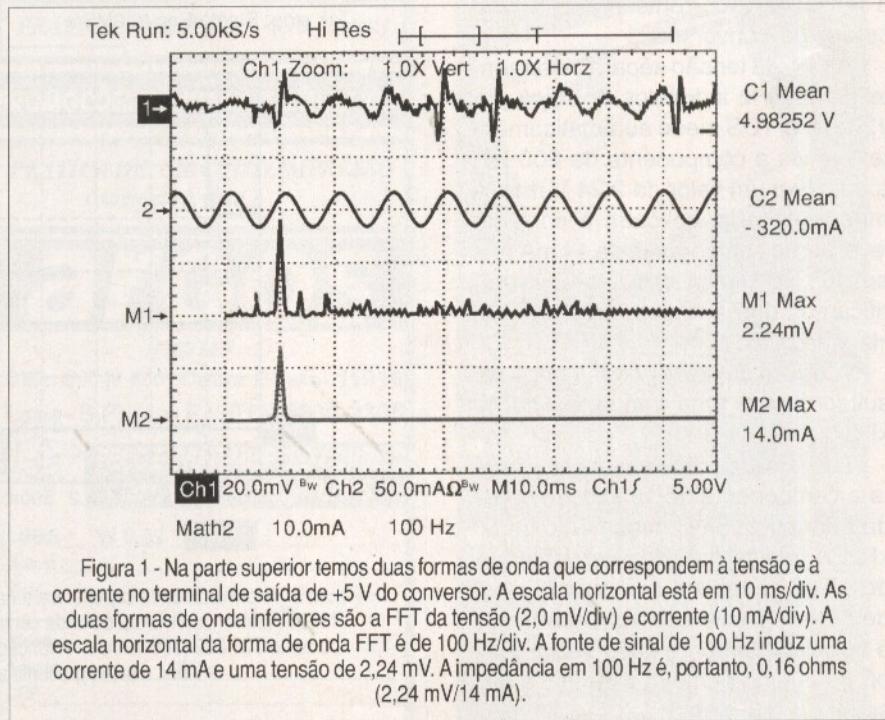


Figura 1 - Na parte superior temos duas formas de onda que correspondem à tensão e à corrente no terminal de saída de +5 V do conversor. A escala horizontal está em 10 ms/div. As duas formas de onda inferiores são a FFT da tensão (2,0 mV/div) e corrente (10 mA/div). A escala horizontal da forma de onda FFT é de 100 Hz/div. A fonte de sinal de 100 Hz induz uma corrente de 14 mA e uma tensão de 2,24 mV. A impedância em 100 Hz é, portanto, 0,16 ohms (2,24 mV/14 mA).

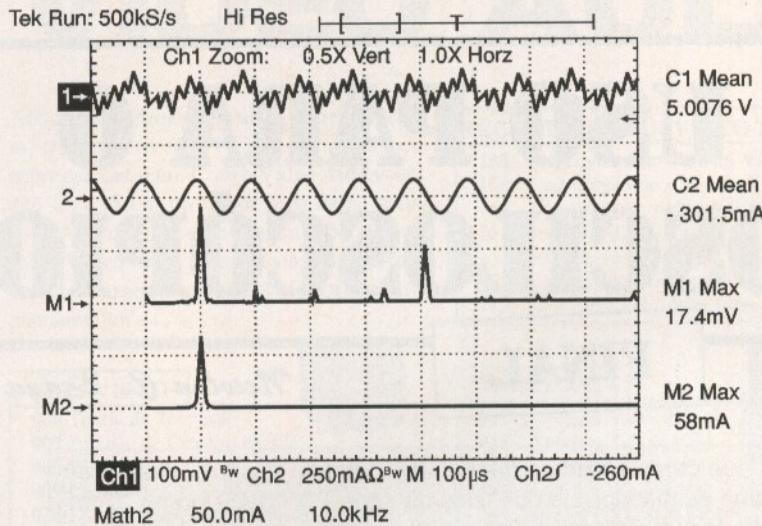


Figura 2 - As duas formas de onda superiores são a tensão e a corrente em 100  $\mu$ s/div. As duas formas de onda inferiores são as FFT da tensão (10 mV/div) e corrente (50 mA/div). A escala horizontal das formas de onda FFT é de 10 kHz/div. A fonte de sinal de 10 kHz induz uma corrente de 58 mA e uma tensão de 17,4 mV. A impedância em 10 kHz é, portanto, de 0,3 ohms (17,4 mV/58 mA).

TDS, a qual corresponde a 320 mA na carga resistiva. Enquanto a corrente de 100 Hz é medida facilmente, a medição da componente de tensão é mais complicada. Isso ocorre porque o ruído de 20 Hz da linha também está presente na saída do conversor. O modo de captura de alta resolução foi empregado para atenuar a freqüência de comutação de 50 kHz. As duas formas de onda inferiores em FFT são, respectivamente, a tensão e a corrente presentes na saída do conversor.

A FFT da tensão separa claramente os 100 Hz induzidos do *ripple* de 120 Hz. O TDS mede automaticamente apenas a componente de 200 Hz, a qual tem um valor de 2,24 V rms. A mesma técnica aplicada à corrente leva a uma componente de 14 mA rms em 100 Hz. Dessa forma, também verificamos que a impedância em 100 Hz é de 0,16 ohms.

A figura 2 mostra os mesmos resultados para uma freqüência de 10 kHz.

A FFT da tensão separa claramente a componente de 10 kHz do *ripple* da freqüência de chaveamento de 50 kHz. A tensão induzida em 10 kHz é de 17 mV, enquanto que a corrente é de 58 mA. Neste caso, a impedância é aproximadamente duas vezes maior do que no primeiro exemplo analisado, ou 0,3 ohms.

Com os recursos de multiplicação das formas de onda e medidas automáticas, disponíveis em osciloscópios avançados como os da série TDS da Tektronix, essas medidas são simplificadas e com os recursos indicados pode-se transformar tensão e corrente em parâmetros que facilitam medir a potência dissipada.

Quando se trabalha com conversores, um ponto crítico é a escolha do transistor comutador de potência apropriado. O projetista deve conhecer não apenas o comportamento do transistor nas condições de funcionamento estático, mas também durante os transientes de curta duração.

Em particular, as correntes transitórias que surgem no instante em que o conversor é ligado são as mais críticas, pois levam os componentes a um "stress" maior.

As medidas dinâmicas incluem a verificação dos níveis de excitação de Vgs ou Vbe, e as transições correspondentes de Vds e Vce.

Mas, a medida dinâmica mais útil é a dissipação de potência durante as transições na comutação. Particularmente, ela é a relação entre Vds e Id ou entre Vce e Ic.

A figura 3 ilustra o ciclo de partida de um conversor de 40 kHz.

A forma de onda superior é a tensão entre o dreno e a fonte, medida

### MEDINDO A POTÊNCIA INSTANTÂNEA EM TRANSISTORES COMUTADORES

Um problema que se manifesta quando estudamos as características de comutação de transistores é que, colocando na tela a corrente e a tensão, não temos a caracterização da potência instantânea dissipada pelo dispositivo.

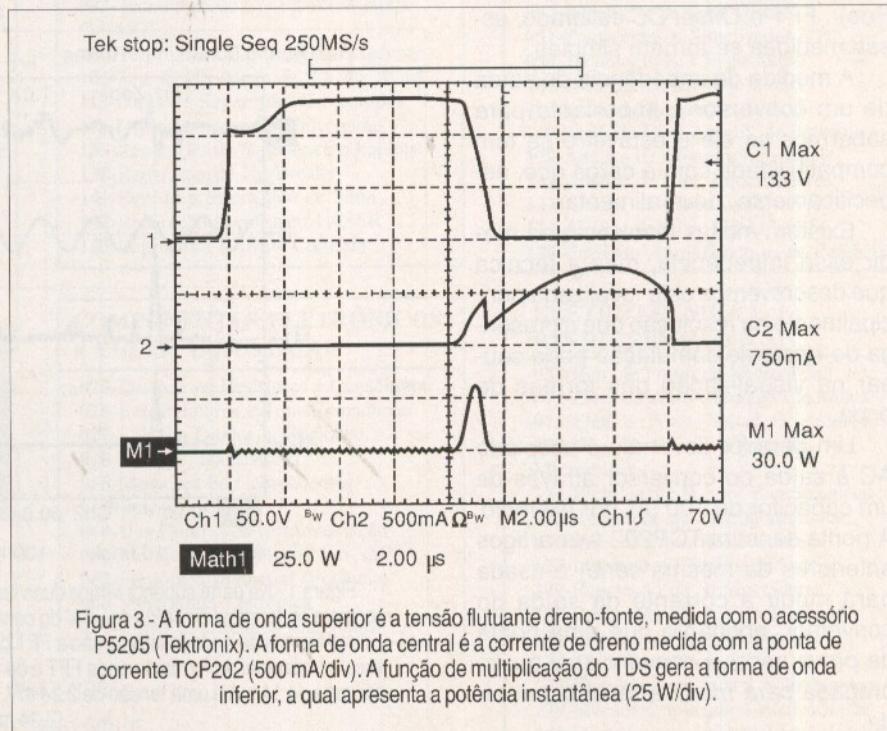


Figura 3 - A forma de onda superior é a tensão flutuante dreno-fonte, medida com o acessório P5205 (Tektronix). A forma de onda central é a corrente de dreno medida com a ponta de corrente TCP202 (500 mA/div). A função de multiplicação do TDS gera a forma de onda inferior, a qual apresenta a potência instantânea (25 W/div).

com o acessório P5205 (\*). Esta é uma medida flutuante, uma vez que não há nenhum terminal aterrado. O TCP202 mede a corrente de dreno numa escala de 500 mA/div. A função de multiplicação da forma de onda (disponível no osciloscópio TDS) é usada para gerar a forma de onda inferior representando a potência instantânea. O fator de escala para a forma de onda da potência é de 25 W/div. O TDS calcula uma potência de pico de 30 W durante essa transição inicial em que o circuito é ligado. Este é, de longe, o pior caso de dissipação para o dispositivo. Por exemplo, a potência na transição inicial no final da forma de onda, é desprezível.

Como calcular a forma de onda da potência instantânea em conversores chaveados é um exemplo clássico de relações entre números grandes e números pequenos. A tensão de bloqueio é grande durante o corte, quando nenhuma corrente flui. Por outro lado, existe uma tensão de saturação muito pequena quando o dispositivo conduz a corrente máxima. Isso significa que medindo somente offsets de corrente ou tensão DC, leva a erros numéricos elevados.

Os sintomas típicos de problemas de offset incluem potência excessiva durante as medidas de potência no corte ou negativas. Quando usarem a TCP202 e o P5205 com o TDS, façam os seguintes ajustes antes das medidas:

Ajustem a TCP202 e o P5205 para as intensidades que deverão ser encontradas na medida. Com o dispositivo sob teste desligado, operem o ajuste de offset DC na TCP202 e no P5205 para anular o nível médio de cada forma de onda. Certifiquem-se sempre de que todos os três dispositivos tenham passado pelo seu tempo normal de aquecimento.

(\*) Obs.: P5205 é o conjunto de pontas de prova diferenciais formado por garras, fonte de alimentação e pontas de prova

**ACERTE  
SUA VIDA JÁ**

somente  
**R\$ 9,95**  
mensais  
(mais despesas postais)

**E VOCÊ APRENDE  
NA MELHOR  
ESCOLA DE PROFISSÕES  
PELO EXCLUSIVO  
"SR - SYSTEM"  
( SELF REALIZATION )**

**PROJETOS DE  
CIRCUITOS ELETRÔNICOS (4 pagtos.)**

**FORNO MICROONDAS (3 pagtos.)**

**ANTENAS COMUNS  
E PARABÓLICAS (4 pagtos.)**

**ELETROÔNICA INDUSTRIAL (5 pagtos.)**

**TV EM CORES (7 pagtos.)**

**MINICOMPUTADORES E  
MICROPROCESSADORES (7 pagtos.)**

**ELETROÔNICA DIGITAL (8 pagtos.)**

**ELETRODOMÉSTICOS E  
INSTALAÇÕES ELÉTRICAS  
BÁSICAS (8 pagtos.)**

**PRÁTICAS DIGITAIS (10 pagtos.)**

**PROMOÇÕES VÁLIDAS ATÉ 30/07/02**

**PRÁTICA DE CIRCUITO IMPRESSO  
(somente à vista)**

**argos**

IPDTEL

CEP.: 05049-970 Caixa Postal 11916

Lapa - S.Paulo - F.: (011) 3836-2305



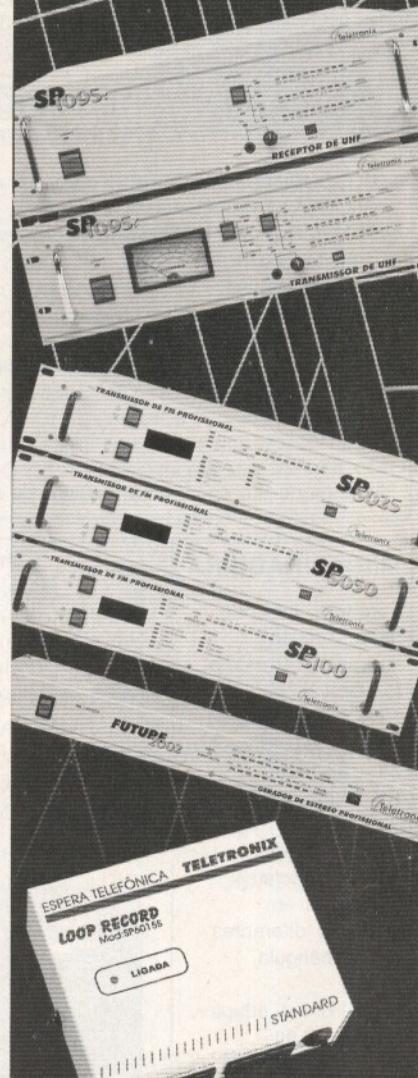
**PEÇO ENVIAR-ME PELO CORREIO  
INFORMAÇÕES GRATUITAS**

Curso: \_\_\_\_\_  
Nome: \_\_\_\_\_  
Rua: \_\_\_\_\_ Nº: \_\_\_\_\_  
Cidade: \_\_\_\_\_  
Estado: \_\_\_\_\_  
CEP: \_\_\_\_\_

Anote Cartão Consulta nº 1022

**CADA VEZ MAIS  
PERTO DO FUTURO**

**Teletronix**  
Equipamentos Eletrônicos



- ESPERA TELEFÔNICA
- LINK DE UHF
- GERADOR DE ESTÉREO
- TRANSMISSOR DE FM
- LINK DE VHF
- COMPRESSOR DE ÁUDIO
- PROCESSADOR DE ÁUDIO
- AUD CORREA EQUIPAMENTOS  
ELETRÔNICOS LTDA.  
Praça da Pirâmide 175  
Centro Empresarial  
Santa Rita do Sapucaí - MG  
FONE: (035) 3471-1071  
HOME PAGE: [www.teletronix.com.br](http://www.teletronix.com.br)

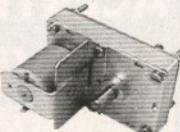
# SHOPPING DA ELETRÔNICA

## PLACAS VIRGENS PARA CIRCUITO IMPRESSO

5 x 8 cm - R\$ 1,00  
5 x 10 cm - R\$ 1,26  
8 x 12 cm - R\$ 1,70

## Mini caixa de redução

Para movimentar antenas internas, presépios, cortinas robôs e objetos leves em geral  
R\$ 44,00



## VIDEOPURIFICADOR DE CÓPIAS

Equipamento para o profissional e amador que queira realizar cópias de fitas de vídeo de suas reportagens, sem a perda da qualidade de imagem.....R\$ 215,00

## Matriz de contatos PRONT-O-LABOR

A ferramenta indispensável para protótipos.

PL-551M: 2 barramentos 550 pontos.....R\$ 32,00  
PL-551: 2 barramentos, 2 bornes, 550 pontos.....R\$ 33,50  
PL-552: 4 barramentos, 3 bornes, 1 100 pontos.....R\$ 60,50  
PL-553: 6 barramentos, 3 bornes, 1 650 pontos.....R\$ 80,00

## BLOQUEADORES INTELIGENTES DE TELEFONE

Através de uma senha, você programa diversas funções, como:

- BLOQUEIO/DESBLOQUEIO de 1 a 3 dígitos
- BLOQUEIO de chamadas a cobrar
- TEMPORIZA de 1 a 99 minutos as chamadas originadas
- E muito mais...

### Características:

Operação sem chave

Programável pelo próprio telefone

Programação de fábrica: bloqueio dos prefixos 900, 135, DDD e DDI

Fácil de instalar

Dimensões:

43 x 63 x 26 mm

Garantia de um ano, contra defeitos de fabricação.

**APENAS**  
**R\$ 48,30**



## MINI-FURADEIRA

Furadeira indicada para: Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc. 12 V - 12 000 RPM Dimensões: diâmetro 36 x 96 mm. R\$ 34,00

### ACESSÓRIOS:

2 lixas circulares  
3 esmeris em formatos diferentes (bola, triângulo, disco)  
1 politriz e 1 adaptor.  
R\$ 17,00



## Conjunto CK-10 (estojo de madeira)

Contém: placa de fenolite, cortador de placa, caneta, perfurador de placa, percloro de ferro, vasilhame para corrosão, suporte para placa  
R\$ 37,80

## CONJUNTO CK-3

Contém: tudo do CK-10, menos estojo e suporte para placa  
R\$ 31,50



## 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 de FM, de carro ou aparelho de som.

NÃO ACOMPANHA GABINETE

R\$ 49,50

## PONTA REDUTORA DE ALTA TENSÃO

**KV3020** - Para multímetros com sensibilidade 20 KV/VDC.  
**KV3030** - Para multímetros c/ sensib. 30 KV/VDC e digitais. As pontas redutoras são utilizadas em conjunto com multímetros para aferir, medir e localizar defeitos em alta tensões entre 1000 V DC a 30 KV-DC, como: foco, MAT, "Chupeta" do cinescópio, linha automotiva, industrial etc

R\$ 44,00

## MICROFONES SEM FIO DE FM

### Características:

- Tensão de alimentação: 3 V (pilhas pequenas) - Corrente em funcionamento: 30 mA (tip) - Alcance: 50 m (max) - Faixa de operação: 88 - 108 MHz - Número de transistores: 2 - Tipo de microfone: eletreto de dois terminais (Não acompanha pilhas)

R\$ 19,00

**Placa para frequencímetro Digital de 32 MHz SE FD1**  
(Artigo publicado na revista Saber Eletrônica nº 184) ....R\$ 10,00

## Placa PSB-1

(47 x 145 mm - Fenolite) - Transfira as montagens da placa experimental para uma definitiva .....R\$ 10,00

## Placa DC Módulo de Controle - SECL3

(Artigo publicado na Revista Saber Eletrônica nº 186) ....R\$ 10,00

## MANUTENÇÃO EM EQUIPAMENTOS HOSPITALARES

**O OBJETIVO** deste curso é preparar técnicos para reparar equipamentos da área hospitalar, que utilizem princípios da Eletrônica e Informática, como **ELETROCARDIÓGRAFO, ELETROENCEFALÓGRAFO, ULTRA-SOM, MARCA-PASSO** etc.

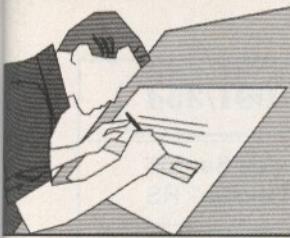
**Programa:** Aplicações da eletr. analógica/digital nos equipamentos médicos/hospitalares / Instrumentação baseados na Bioeletricidade (EEG, ECG, ETC.) / Instrumentação para estudo do comportamento humano / Dispositivos de segurança médicos/hospitalares / Aparelhagem Eletrônica para hemodiálise / Instrumentação de laboratório de análises / Amplificadores e processadores de sinais / Instrumentação eletrônica cirúrgica / Instalações elétricas hospitalares / Radiotelemetria e biotelemetria / Monitores e câmeras especiais / Sensores e transdutores / Medicina nuclear / Ultra-sonografia / Eletrodos / Raio-X

Curso composto por 5 fitas de vídeo (duração de 90 minutos cada) e 5 apostilas, de autoria e responsabilidade do prof. Sergio R. Antunes.

**PREÇO:** R\$ 297,00 (com 5% de desc. à vista + R\$ 7,50 despesas de envio) ou 3 parcelas, 1 + 2 de R\$ 99,00 (neste caso o curso também será enviado em 3 etapas + R\$ 22,50 de desp. de envio, por encomenda normal ECT.)

**PEDIDOS:** Disque e Compre (11) 6942-8055, no site [www.sabermarketing.com.br](http://www.sabermarketing.com.br) ou verifique as instruções na solicitação de compra da última página.

Preços Válidos até 10/08/2002



# GANHE DINHEIRO COM MANUTENÇÃO

Filmes de Treinamento em fitas de vídeo  
Uma coleção do Prof. Sergio R. Antunes  
Fitas de curta duração com imagens  
Didáticas e Objetivas

## APOSTILAS

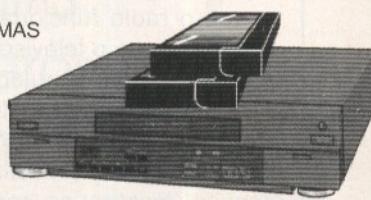
*05 - SECRETÁRIA EL. TEL. SEM FIO.....	26,00
*06 - 99 DEFEITOS DE SECR./TEL S/FIO.....	31,00
*08 - TV PB/CORES: curso básico.....	31,00
*09 - APERFEIÇOAMENTO EM TV EM CORES.....	31,00
*10 - 99 DEFEITOS DE TVPB/CORES.....	26,00
11 - COMO LER ESQUEMAS DE TV.....	31,00
*12 - VIDEOCASSETTE - curso básico.....	38,00
16 - 99 DEFEITOS DE VIDEOCASSETTE .....	26,00
*20 - REPARAÇÃO TV/VCR C/OSCILOSCÓPIO.....	31,00
*21 - REPARAÇÃO DE VIDEOGAMES.....	31,00
*23 - COMPONENTES: resistor/capacitor.....	26,00
*24 - COMPONENTES: indutor, trafo cristais.....	26,00
*25 - COMPONENTES: diodos, tiristores.....	26,00
*26 - COMPONENTES: transistores, Cls.....	31,00
*27 - ANÁLISE DE CIRCUITOS (básico).....	26,00
*28 - TRABALHOS PRÁTICOS DE SMD.....	26,00
*30 - FONTE DE ALIMENTAÇÃO CHAVEADA.....	26,00
*31 - MANUSEIO DO OSCILOSCÓPIO.....	26,00
*33 - REPARAÇÃO RÁDIO/ÁUDIO (El.Básica).....	31,00
34 - PROJETOS AMPLIFICADORES ÁUDIO.....	31,00
*38 - REPARAÇÃO APARELHOS SOM 3 EM 1.....	26,00
*39 - ELETRÔNICA DIGITAL - curso básico.....	31,00
40 - MICROPROCESSADORES - curso básico.....	31,00
46 - COMPACT DISC PLAYER - cursos básicos.....	31,00
*48 - 99 DEFEITOS DE COMPACT DISC PLAYER.....	26,00
*50 - TÉC. LEITURA VELOZ/MEMORIZAÇÃO.....	31,00
69 - 99 DEFEITOS RADIODISPOSITORES.....	31,00
*72 - REPARAÇÃO MONITORES DE VÍDEO.....	31,00
*73 - REPARAÇÃO IMPRESSORAS.....	31,00
*75 - DIAGNÓSTICOS DE DEFEITOS DE TELEVISÃO .....	31,00
*81 - DIAGNÓSTICOS DE DEFEITOS EM FONTES CHAVEADAS .....	31,00
*85 - REPARAÇÃO DE COMPUTADORES IBM 486/PENTIUM .....	31,00
*86 - CURSO DE MANUTENÇÃO EM FLIPERAMA.....	38,00
87 - DIAGNÓSTICOS EM EQUIPAMENTOS MULTIMÍDIA.....	31,00
*88 - ÓRGÃOS ELETRÔNICOS - TEORIA E REPARAÇÃO.....	31,00
*94 - ELETRÔNICA INDUSTRIAL SEMICOND. DE POTÊNCIA.....	31,00

(\*) - Estas apostilas são as mesmas que  
acompanham as fitas de vídeo

Adquira já estas apostilas contendo uma série  
de informações para o técnico reparador e estudante.  
Autoria e responsabilidade do  
prof. Sergio R. Antunes.

## TÍTULOS DE FILMES DA ELITE MULTIMÍDIA

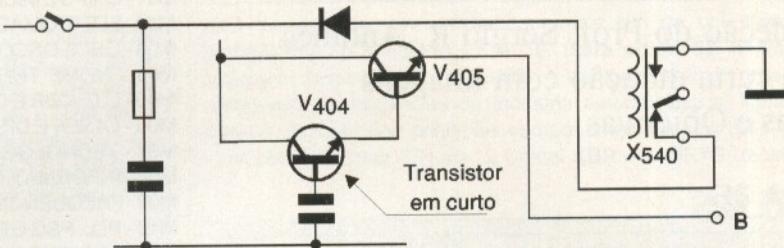
- M01 - CHIPS E MICROPROCESSADORES
- M02 - ELETROMAGNETISMO
- M03 - OSCILOSCÓPIOS E OSCILOGRAMAS
- M04 - HOME THEATER
- M05 - LUZ, COR E CROMINÂNCIA
- M06 - LASER E DISCO ÓPTICO
- M07 - TECNOLOGIA DOLBY
- M08 - INFORMÁTICA BÁSICA
- M09 - FREQUÊNCIA, FASE E PERÍODO
- M10 - PLL, PSC E PWM
- M11 - POR QUE O MICRO DÁ PAU
- M13 - COMO FUNCIONA A TV
- M14 - COMO FUNCIONA O VIDEOCASSETTE
- M15 - COMO FUNCIONA O FAX
- M16 - COMO FUNCIONA O CELULAR
- M17 - COMO FUNCIONA O VIDEOGAME
- M18 - COMO FUNCIONA A MULTIMÍDIA (CD-ROM/DVD)
- M19 - COMO FUNCIONA O COMPACT DISC PLAYER
- M20 - COMO FUNCIONA A INJEÇÃO ELETRÔNICA
- M21 - COMO FUNCIONA A FONTE CHAVEADA
- M22 - COMO FUNCIONAM OS PERIFÉRICOS DE MICRO
- M23 - COMO FUNCIONA O TEL. SEM FIO (900MHZ)
- M24 - SISTEMAS DE COR NTSC E PAL-M
- M25 - EQUIPAMENTOS MÉDICO HOSPITALARES
- M26 - SERVO E SYSCON DE VIDEOCASSETTE
- M28 - CONERTOS E UPGRADE DE MICROS
- M29 - CONERTOS DE PERIFÉRICOS DE MICROS
- M30 - COMO FUNCIONA O DVD
- M36 - MECATRÔNICA E ROBÓTICA
- M37 - ATUALIZE-SE COM A TECNOLOGIA MODERNA
- M51 - COMO FUNCIONA A COMPUTAÇÃO GRÁFICA
- M52 - COMO FUNCIONA A REALIDADE VIRTUAL
- M53 - COMO FUNCIONA A INSTRUMENTAÇÃO BIOMÉDICA
- M54 - COMO FUNCIONA A ENERGIA SOLAR
- M55 - COMO FUNCIONA O CELULAR DIGITAL (BANDA B)
- M56 - COMO FUNCIONAM OS TRANSISTORES/SEMICONDUTORES
- M57 - COMO FUNCIONAM OS MOTORES E TRANSFORMADORES
- M58 - COMO FUNCIONA A LÓGICA DIGITAL (TTL/CMOS)
- M59 - ELETRÔNICA EMBARCADA
- M60 - COMO FUNCIONA O MAGNETRON
- M61 - TECNOLOGIAS DE TV
- M62 - TECNOLOGIAS DE ÓPTICA
- M63 - ULA - UNIDADE LÓGICA DIGITAL
- M64 - ELETRÔNICA ANALÓGICA
- M65 - AS GRANDES INVENÇÕES TECNOLÓGICAS
- M66 - TECNOLOGIAS DE TELEFONIA
- M67 - TECNOLOGIAS DE VIDEO
- M74 - COMO FUNCIONA O DVD-ROM
- M75 - TECNOLOGIA DE CABEÇOTE DE VIDEO
- M76 - COMO FUNCIONA O CCD
- M77 - COMO FUNCIONA A ULTRASONOGRAFIA
- M78 - COMO FUNCIONA A MACRO ELETRÔNICA
- M81 - ÁUDIO, ACÚSTICA E RF
- M85 - BRINCANDO COM A ELETRICIDADE E FÍSICA
- M86 - BRINCANDO COM A ELETRÔNICA ANALÓGICA
- M87 - BRINCANDO COM A ELETRÔNICA DIGITAL
- M89 - COMO FUNCIONA A OPTOELETRÔNICA
- M90 - ENTENDA A INTERNET
- M91 - UNIDADES DE MEDIDAS ELÉTRICAS



Preço = R\$ 29,00 cada fita

**Pedidos:** Verifique as instruções de solicitação de compra da última página ou peça maiores informações pelo  
TEL.: (11) 6942-8055 - Preços Válidos até 10/08/2002 (NÃO ATENDEMOS POR REEMBOLSO POSTAL)  
SABER MARKETING DIRETO LTDA. Rua Jacinto José de Araújo, 309 CEP:03087-020 - São Paulo - SP

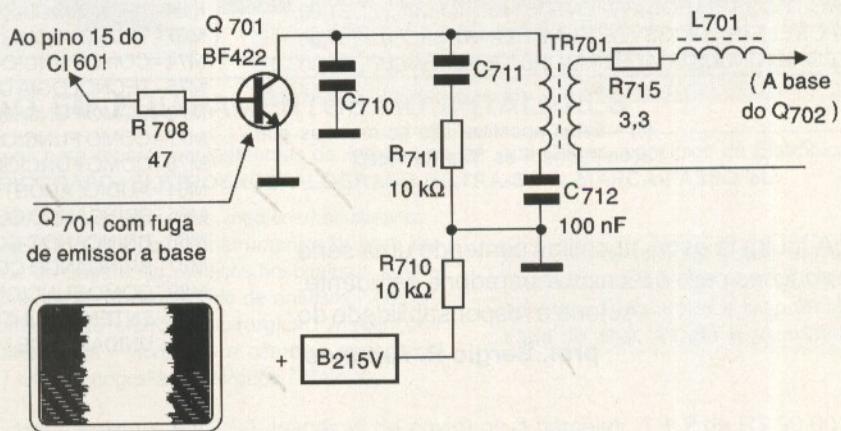
APARELHO/MODELO: TV PB-5 com Rádio AM/FM	MARCA: Broksonic	REPARAÇÃO nº 001/354
DEFEITO: Inoperante.		AUTOR: Pery J. dos Santos Pelotas - RS
<b>RELATO:</b>		
<p>Ao ligar o aparelho verifiquei que o rádio funcionava normalmente, mas o televisor não. Apenas um pequeno ruído era produzido. Ao fazer os testes de componentes encontrei o transistor V404 que, ao ser retirado do circuito, mostrou-se com um curto entre o emissor e o coletor.</p> <p>Como não conhecia nenhum equivalente ao tipo indicado no original, experimentei um BC548, o qual funcionou perfeitamente.</p>		



APARELHO/MODELO: TV em cores HPS 2065	MARCA: CCE	REPARAÇÃO nº 002/354
DEFEITO: Linha horizontal no centro da tela, sem som.		AUTOR: Paulo Artur de Araújo Rio de Janeiro - RJ
<b>RELATO:</b>		
<p>Iniciei a análise verificando componentes da etapa de saída vertical. Troquei o CI 301 (LA3837) e refiz algumas soldas que estavam "frias", mas o problema não foi resolvido. Medi a resistência da bobina de deflexão vertical, que estava em ordem. Resolvi confe-</p> <p>rir os pinos do CI501 (LA7680) percebendo que ao tocar no pino 11 com o televisor ligado, a tela acendia. Notei, então, que a trilha estava quebrada. Fiz a reparação e o aparelho voltou a funcionar normalmente.</p>		



APARELHO/MODELO: TV P&B TV-398 PB 17A2	MARCA: Philco	REPARAÇÃO nº 003/354
DEFEITO: Apresentava funcionamento normal, mas repentinamente perdia a deflexão horizontal.		AUTOR: Antonio Benedito de Souza Salto do Itararé - PR
<b>RELATO:</b>		
<p>Ao analisar o televisor observei que esse defeito, por ser intermitente, não seria fácil de encontrar. Comecei por ressoldar os componentes suspeitos e trocar o transistor excitador horizontal. No entanto, ao testar o transistor com o multímetro, notei uma pequena fuga de emissor à base. Troquei esse transistor Q701/ BF422 por outro novo e, para minha surpresa, o problema não mais se manifestou.</p>		



Com este cartão consulta  
você entra em contato com  
qualquer anunciante desta revista.  
Basta anotar no cartão os números  
referentes aos produtos que lhe  
interessam e indicar com um  
"X" o tipo de atendimento.



**REVISTA  
SABER  
ELETRÔNICA  
SE354**

- Preencha o cartão claramente em todos os campos.
- Coloque-o no correio imediatamente.
- Seu pedido será encaminhado para o fabricante.

ANOTE O NÚMERO DO CARTÃO CONSULTA	Solicitação		
	Re- pre- sen- tante.	Catá- logo	Preço

ANOTE O NÚMERO DO CARTÃO CONSULTA	Solicitação		
	Re- pre- sen- tante.	Catá- logo	Preço

Empresa \_\_\_\_\_  
Produto \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Profissão \_\_\_\_\_  
Cargo \_\_\_\_\_ Data Nasc. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Endereço \_\_\_\_\_  
Cidade \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_  
CEP \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_ N° empregados \_\_\_\_\_  
E-mail \_\_\_\_\_

ISR-40-2063/83  
A.C. BELENZINHO  
DR/SÃO PAULO

## CARTÃO - RESPOSTA

NÃO É NECESSÁRIO SELAR

O SELO SERÁ PAGO POR:



**EDITORAS SABER LTDA.**

03014-000 - SÃO PAULO - SP

Com este cartão consulta  
você entra em contato com  
qualquer anunciente desta revista.  
Basta anotar no cartão os números  
referentes aos produtos que lhe  
interessam e indicar com um  
"X" o tipo de atendimento.

REVISTA  
SABER  
ELETRÔNICA  
SE354

- Preencha o cartão claramente em todos os campos.
- Coloque-o no correio imediatamente.
- Seu pedido será encaminhado para o fabricante.

ANOTE O NÚMERO DO CARTÃO CONSULTA		Solicitação		
Repre-sen-tante.	Catá-logo	Preço		

ANOTE O NÚMERO DO CARTÃO CONSULTA		Solicitação		
Repre-sen-tante.	Catá-logo	Preço		

Empresa \_\_\_\_\_  
Produto \_\_\_\_\_  
Nome \_\_\_\_\_  
Profissão \_\_\_\_\_  
Cargo \_\_\_\_\_ Data Nasc. \_\_\_\_\_  
Endereço \_\_\_\_\_  
Cidade \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_  
CEP \_\_\_\_\_ Tel. \_\_\_\_\_  
Fax \_\_\_\_\_ Nº empregados \_\_\_\_\_  
E-mail \_\_\_\_\_

ISR-40-2063/83  
A.C. BELENZINHO  
DR/SÃO PAULO

## CARTÃO - RESPOSTA

NÃO É NECESSÁRIO SELAR

O SELO SERÁ PAGO POR:



**EDITORASABER LTDA.**

03014-000 - SÃO PAULO - SP

## Solicitação de Compra

Para um bom atendimento, siga estas instruções:

## COMO PEDIR

Faça seu pedido preenchendo esta solicitação, dobre e coloque-a em qualquer caixa do correio. Não precisa selar. Pedidos com urgência **Disque e Compre pelo telefone (11) 6942-8055.**

## VALOR A SER PAGO

Após preencher o seu pedido, some os valores das mercadorias e acrescente o valor da postagem e manuseio, constante na mesma, achando assim o valor a pagar.

## **COMO PAGAR - escolha uma opção:**

**- Cheque** = Envie um cheque nominal à **Saber Marketing Direto Ltda.** no valor total do pedido. Caso você não tenha conta bancária, dirija-se a qualquer banco e faça um cheque administrativo.

- **Vale Postal** = Dirija-se a uma agência do correio e nos envie um vale postal no valor total do pedido, a favor da **Saber Marketing Direto Ltda.**, pagável na agência Belenzinho - SP  
(não aceitamos vales pagáveis em outra agência)

**- Depósito Bancário** = Ligue para (11) 6942-8055 e peça informações.  
(não faça qualquer depósito sem antes ligar-nos)

**OBS:** Os produtos que fugirem das regras acima terão instrução no próprio anúncio.  
(não atendemos por reembolso postal)

SE354

Pedido mínimo R\$ 25,00

VÁLIDO ATÉ 10/08/2002

Endereço: \_\_\_\_\_ Cidade: \_\_\_\_\_

Bairro: \_\_\_\_\_ Fone para contato: \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ CEP: \_\_\_\_\_

Profissão \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_

Assinale a sua opção:  Estou enviando o cheque  Estou enviando um vale postal  Estou efetuando um depósito bancário

DATA: / /

dobre

**SABER**  
**ELETROÔNICA**

ISR-40-2137/83  
A.C. BELENZINHO  
DR/SÃO PAULO

**CARTA RESPOSTA**

**NÃO É NECESSÁRIO SELAR**

O SELO SERÁ PAGO POR:



*Saber Marketing  
Direto Ltda.*

03014-000 - SÃO PAULO - SP

dobre



ENDEREÇO:

corte

REMETENTE:

cole

# O SHOPPING DA INSTRUMENTAÇÃO

## PROVADOR DE CINESCÓPIO PRC-20-P



É utilizado para medir a emissão e reativar cinescópios, galvanômetro de dupla ação. Tem uma escala de 30 KV para se medir AT. Acompanha ponta de prova + 4 placas (12 soquetes).

PRC 20 P ..... R\$420,00

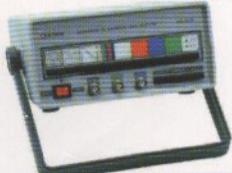
PRC 20 D ..... R\$440,00

## PROVADOR RECUPERADOR DE CINESCÓPIO - PRC40

Permite verificar a emissão de cada canhão do cinescópio em prova e reativá-lo, possui galvanômetro com precisão de 1% e mede MAT até 30 KV. Acompanha ponta de prova + 4 placas (12 soquetes). ..... R\$390,00



## GERADOR DE BARRAS GB-51-M



Gera padrões: quadrículas, pontos, escala de cinza, branco, vermelho, verde, croma com 8 barras, PAL M, NTSC puros c/ cristal. Saídas para RF, Video, sincronismo e FI. ..... R\$ 380,00

## CAPACÍMETRO DIGITAL CD44

Instrumento preciso e prático, nas escalas de 200 pF, 2 nF, 20 nF, 200 nF, 2 µF, 20 µF, 200 µF, 2000 µF, 20 mF....R\$360,00



## GERADOR DE FUNÇÕES 2 MHz - GF39



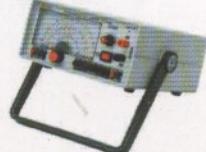
Ótima estabilidade e precisão, p/ gerar formas de onda: senoidal, quadrada, triangular, faixas de 0,2 Hz a 2 MHz. Saídas VCF, TTL/MOS, aten. 20 dB.

GF39 ..... R\$ 460,00

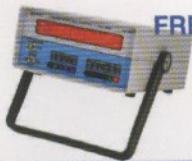
GF39D - Digital ..... R\$ 590,00

## GERADOR DE RÁDIO FREQUÊNCIA - 120 MHz - GRF30

Sete escalas de frequências: A-100 a 250 kHz, B- 250 a 650 kHz, C- 650 a 1700 kHz, D-1, 7 a 4 MHz, E- 4 a 10 MHz, F- 10 a 30 MHz, G- 85 a 120 MHz, modulação interna e externa. .....R\$ 450,00



## FREQUÊNCÍMETRO DIGITAL



Instrumento de medição com excelente estabilidade e precisão.

FD32 - 1 Hz / 1,2 GHz ..... R\$ 550,00

## TESTE DE TRANSISTORES DIODO - TD29



Mede transistores, FETs, TRIACs, SCRs, identifica elementos e polarização dos componentes no circuito. Mede diodos (aberto ou em curto) no circuito.

....ESGOTADO

## TESTE DE FLY BACKS E ELETROLÍTICO - VPP - TEF41

Mede FLYBACK/YOKE estático quando se tem acesso ao enrolamento. Mede FLYBACK encapsulado através de uma ponta MAT. Mede capacitores eletrolíticos no circuito e VPP ..... R\$ 340,00



## PESQUISADOR DE SOM PS 25P



É o mais útil instrumento para pesquisa de defeitos em circuitos de som. Capta o som que pode ser de um amplificador, rádio AM - 455 KHz, FM - 10,7 MHz, TV/Videocassete - 4,5 MHz ..... R\$ 340,00

## MULTÍMETRO DIGITAL MD42

Tensão c.c. 1000 V - precisão 1%, tensão c.a. - 750 V, resistores 20 MΩ, corrente c.c./c.a. - 20 A ganho de transistores hfe, diodos. Ajuste de zero externo para medir com alta precisão valores abaixo de 20 Ω. .... R\$ 240,00



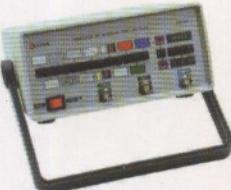
## MULTÍMETRO CAPACÍMETRO DIGITAL MC 27



Tensão c.c. 1000 V - precisão 0,5 %, tensão c.a. 750 V, resistores 20 MΩ, corrente DC AC - 10 A, ganho de transistores, hfe, diodos.

Mede capacitores nas escalas 2n, 20n, 200n, 2000n, 20 µF. .... R\$ 300,00

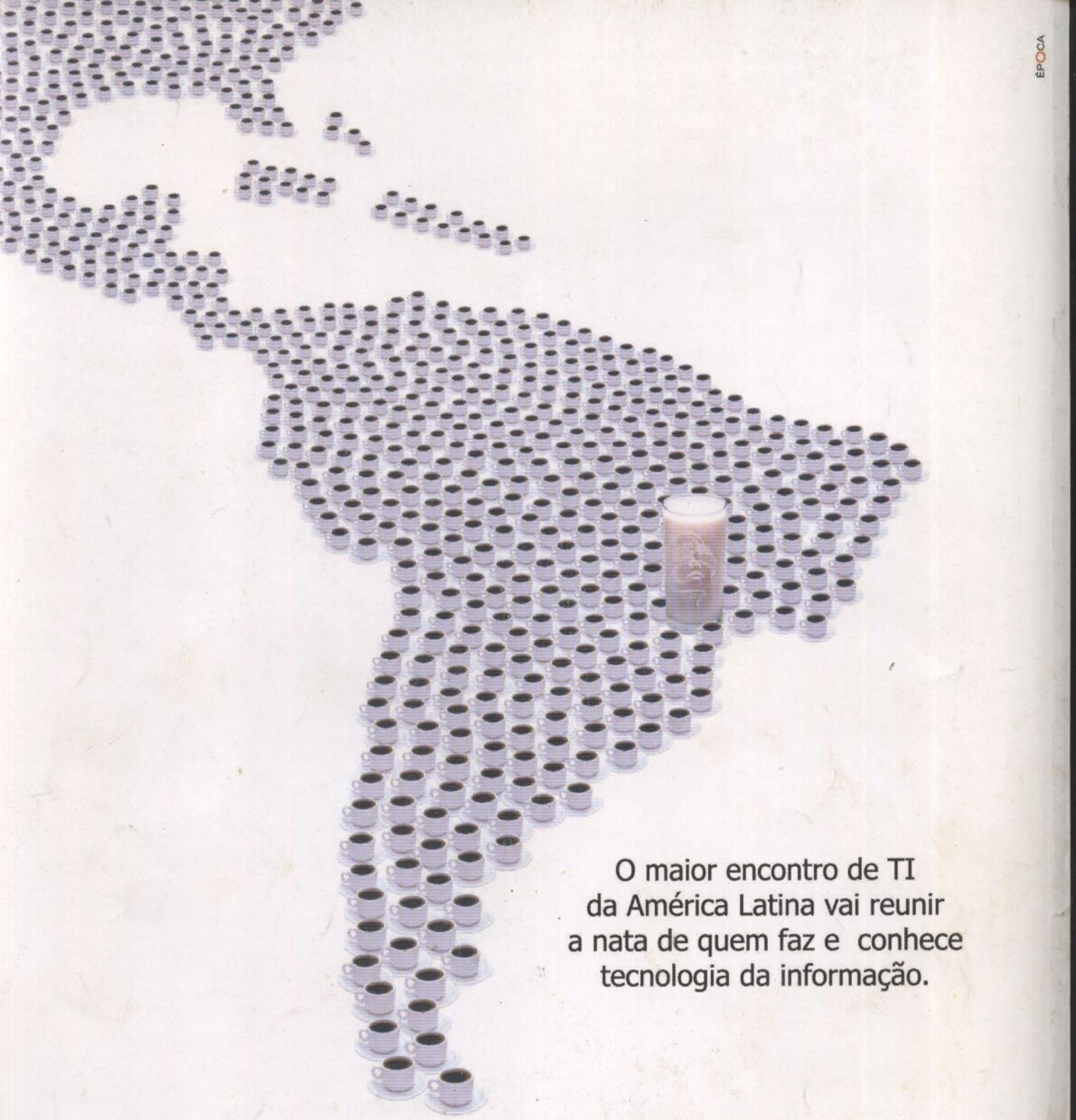
## GERADOR DE BARRAS GB-52



Gera padrões: círculo, pontos, quadrículas, circuito com quadrículas, linhas verticais, linhas horizontais, escala de cinzas, barra de cores, cores cortadas, vermelho, verde, azul, branco, fase, PALM/NTSC puros com cristal, saída de FI, saída de sincronismo, saída de RF canais 2 e 3. ....R\$ 520,00

## FONTE DE TENSÃO

Fonte variável de 0 a 30 V. Corrente máxima de saída 2 A. Proteção de curto, permite-se fazer leituras de tensão e corrente AS tensão: grosso fino AS corrente. FR35 - Digital .....R\$ 330,00 FR34 - Analógica ....R\$ 295,00



O maior encontro de TI  
da América Latina vai reunir  
a nata de quem faz e conhece  
tecnologia da informação.

Inscreva-se já  
e descubra as  
vantagens do pré-  
credenciamento.

[www.comdex.com.br](http://www.comdex.com.br)  
[www.networldinterop.com.br](http://www.networldinterop.com.br)

Venha ficar frente a frente com quem faz tecnologia na maior plataforma de demonstração de TI da América Latina. E conheça o NOC Network Operation Center, o maior centro temporário de operações de rede do mundo. Participe do COMDEX Sucesu-SP 2002 e Networld+Interop. Seu novo formato traz mais proximidade com os fabricantes e foco na vanguarda tecnológica, reunindo a nata da TI na América Latina.

**COMDEX®**  
SUCESSU-SP  
BRASIL 2002

**NETWORLD  
+INTEROP**  
SUCESSU-SP  
BRASIL 2002

ORGANIZAÇÃO / PROMOÇÃO



Guazzelli  
Messe  
Frankfurt

20 a 23 de Agosto/2002 - 13h às 21h - Pavilhão de Exposições do Anhembi - São Paulo / Brasil