

# ELETROÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO

TECNOLOGIA INDUSTRIAL

**REDES  
PROFIBUS  
E ETHERNET**

TELEFONIA

**TELEFONIA  
DIGITAL E  
MULTISERVIÇOS  
SOBRE  
PAR-TRANÇADO**

TECNOLOGIA

**TV DIGITAL (PARTE II)**

ROBÓTICA

**CONTROLE  
DC PWM**



**ANALISADORES  
DE ESPECTRO**

CAPA

Analisadores de Espectro ..... 22

## Diversos

TV Digital - (parte II) .....	4
Telefonia Digital e Multisserviços	
Sobre Par-trançado .....	17
Energia Limpa Para Seu Equipamento .....	30
Os Ultrassons .....	44
Fases de Sistemas de Alto-falantes .....	56

## **Tecnologia industrial**

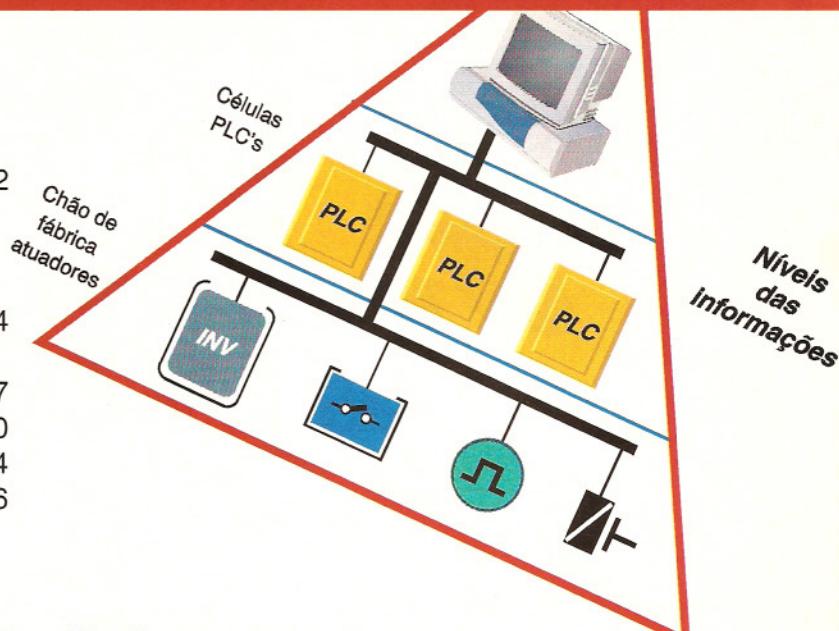
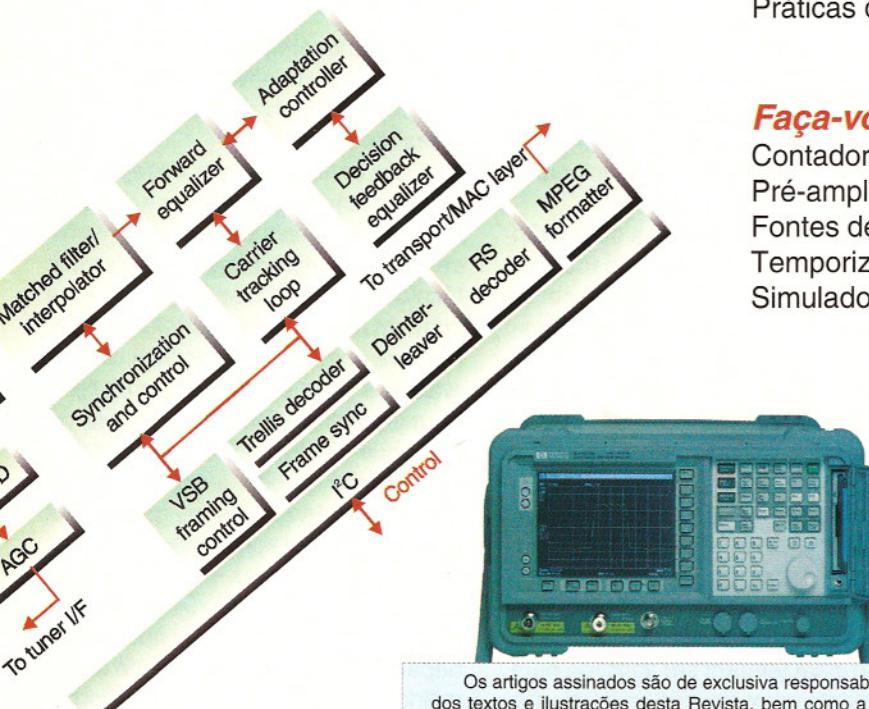
Redes Profibus e Ethernet ..... 9

## Componentes

Conheça os TVs ..... 49

Projeto

Reatância Capacitiva ..... 42



## Hardware

## **Sensores de Imagens ..... 54**

*Robótica / Mecatrônica / Automacão*

## Controle DC PWM ..... 40

## Service

Práticas de Service ..... 69

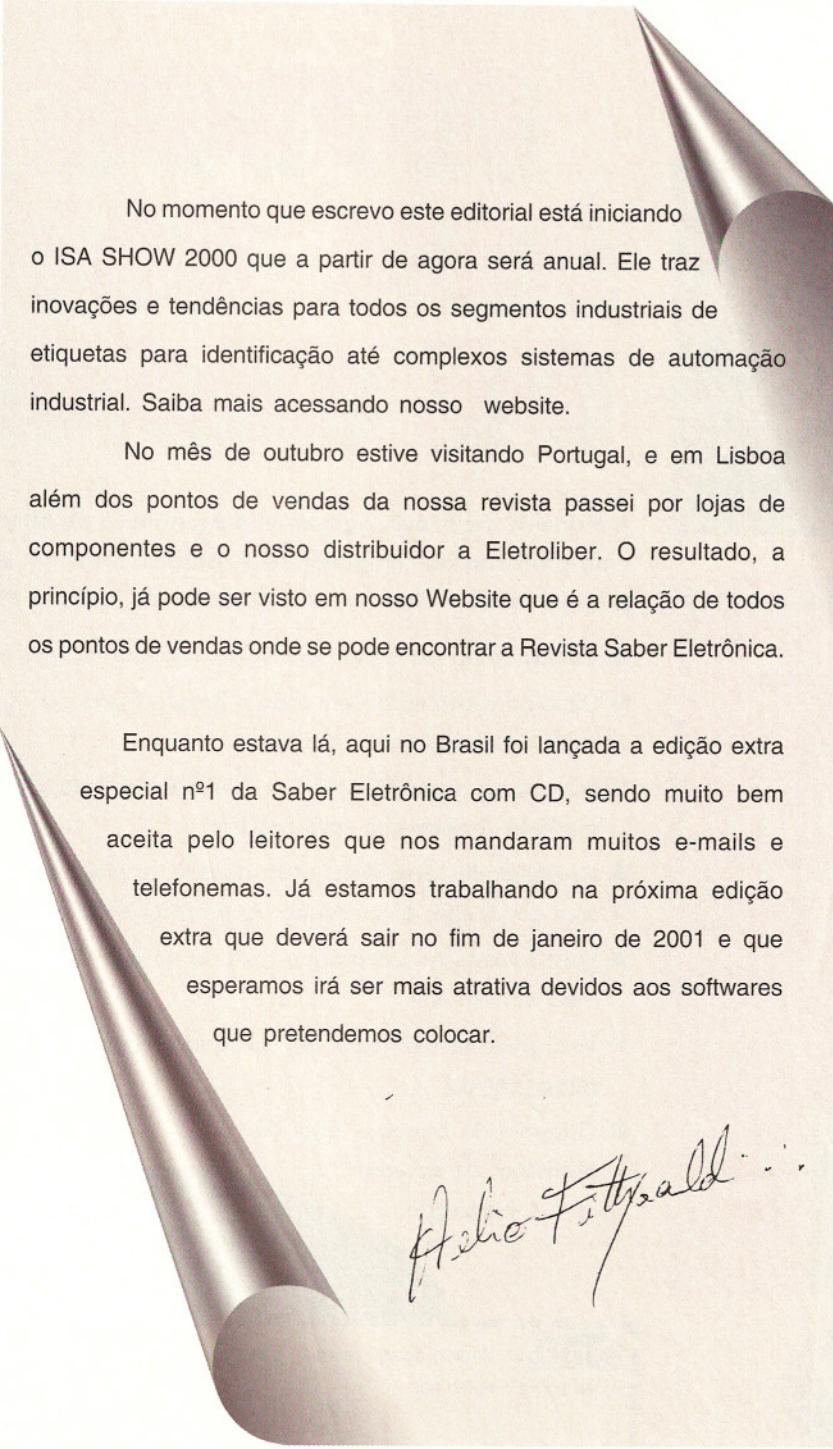
## **Faça-você-mesmo**

Contador Universal Usando PIC .....	36
Pré-amplificador de Volume Constante .....	58
Fontes de Alta Corrente .....	60
Temporizador Múltiplo Modular .....	63
Simulador de Presença .....	66

## SECÕES

Achados na Internet .....	14
USA em notícias .....	28
Notícias .....	34

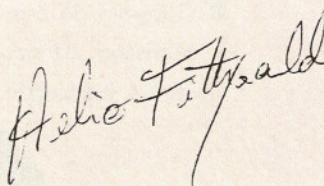
Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos textos mencionados, sob pena de sanções legais. As consultas técnicas 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.



No momento que escrevo este editorial está iniciando o ISA SHOW 2000 que a partir de agora será anual. Ele traz inovações e tendências para todos os segmentos industriais de etiquetas para identificação até complexos sistemas de automação industrial. Saiba mais acessando nosso website.

No mês de outubro estive visitando Portugal, e em Lisboa além dos pontos de vendas da nossa revista passei por lojas de componentes e o nosso distribuidor a Eletroliber. O resultado, a princípio, já pode ser visto em nosso Website que é a relação de todos os pontos de vendas onde se pode encontrar a Revista Saber Eletrônica.

Enquanto estava lá, aqui no Brasil foi lançada a edição extra especial nº 1 da Saber Eletrônica com CD, sendo muito bem aceita pelo leitores que nos mandaram muitos e-mails e telefonemas. Já estamos trabalhando na próxima edição extra que deverá sair no fim de janeiro de 2001 e que esperamos irá ser mais atrativa devidos aos softwares que pretendemos colocar.



**Editora Saber Ltda.**  
**Diretores**  
Hélio Fittipaldi  
Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

**Revista Saber Eletrônica**  
Diretor Responsável  
Hélio Fittipaldi

**Diretor Técnico**  
Newton C. Braga

**Editor**  
Hélio Fittipaldi

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

**Impressão**  
Revista produzida sem o uso de fotolitos pelo processo de "pré- impressão digital" por: W.ROTH  
(11) 6436-3000

**Distribuição**  
Brasil: DINAP  
Portugal: ElectroLiber

**SABER ELETROÔNICA**  
(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) 296-5333

**Atendimento ao assinante:**  
Pelo telefone  
(11) 296-5333,  
com Luciana.

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:  
**EDITORAS SABER LTDA.**

**Associado da ANER** - Associação Nacional dos Editores de Revistas e da ANATEC - Associação Nacional das Editoras de Publicações Técnicas, Dirigidas e Especializadas.

**ANER**  
**ANATEC**  
PUBICAÇÕES ESPECIALIZADAS  
[www.anatec.org.br](http://www.anatec.org.br)



# TV DIGITAL

## PARTE 2

Aproxima-se a chegada da TV Digital a nosso país, com a meta de substituir nos próximos anos a TV comum. Na edição passada demos uma introdução ao assunto analisando algumas das diferenças entre os dois sistemas de TV, com ênfase para o formato da tela, definição e a possibilidade da transmissão simultânea de diversos programas dentro de um mesmo canal. Enquanto não se define exatamente qual dos sistemas será usado, entre os diversos que permitem a transmissão digital, podemos continuar a nossa abordagem do assunto analisando alguns aspectos dos sistemas já implantados em diversos países do mundo, estudando o modo como as imagens e demais sinais são codificados e transmitidos.

*Newton C. Braga*

Conforme já explicamos, o sistema que deverá ser adotado em nosso país visa basicamente a transmissão terrestre dos sinais, ocupando as bandas de VHF e UHF já existentes, dos canais de 2 a 13 e de 14 a 83, respectivamente.

O ATSC (*Advanced Television Systems Committee*), dos Estados Unidos, estabeleceu através de um padrão que tipo de informações devem conter os sinais enviados pelas emissoras de TV digital e qual é o seu formato. Um estudo deste padrão seria bastante interessante agora, enquanto o nosso não está definido ainda, para que os leitores tenham uma idéia melhor de como vai funcionar a TV digital em nosso país.

Uma das características do padrão ATSC é a sua grande flexibilidade permitindo que tecnologias diferentes sejam implantadas, mas com um mesmo tipo de processamento final do sinal digital, o que é muito importante para a compatibilidade dos equipamentos.

Diferentemente da TV comum onde sons e imagens são transmitidos totalmente na forma analógica, na TV digital todas as informações correspondentes aos pontos de imagem e aos valores instantâneos que uma tensão deve ter para ser aplicada num alto-falante reproduzindo um som, são enviados na forma digital.

Assim, os sinais que são enviados pelo canal de TV Digital consistem em diversos trens de pacotes de bits, os quais carregam todas as informações sobre sons, imagens e dados que de-

vem ser reproduzidos por um televisor, conforme mostra a figura 1.

Uma característica importante da TV digital é que num mesmo canal podemos ter muitos trens de sinais sendo enviados paralelamente.

O modo como os bits são enviados pode variar bastante, sendo utilizadas diversas técnicas de modulação (QAM, VSB, etc), cuja eficiência é o principal ponto de discussão atualmente para a escolha de qual deve ser usada.

De qualquer forma, uma vez escolhido o modo de envio do sinal, deve-se ter um formato único para os "pacotes" de informação.

Para os leitores que desejam começar a familiarizar-se com as maneiras como os sinais são enviados e processados, surge uma série de termos técnicos que precisam ser aplicados com um pouco mais de profundidade. A forma como a informação é organizada nos pacotes enviados e os tipos de modulação são alguns destes temas, que focalizamos neste artigo.

No trem de bits, além dos dados que correspondem às imagens, sons e dados a serem apresentados na tela, devem ser enviadas outras informações que permitem ao receptor saber como fazer a decodificação. Assim, dependendo do que está sendo transmitido, um trem inicial de bits informa ao receptor como deve ser feita a decodificação.

O padrão prevê que esses sinais podem ser extensíveis, ou seja, podem ser modificados de acordo com o que se deseja transmitir e admitem

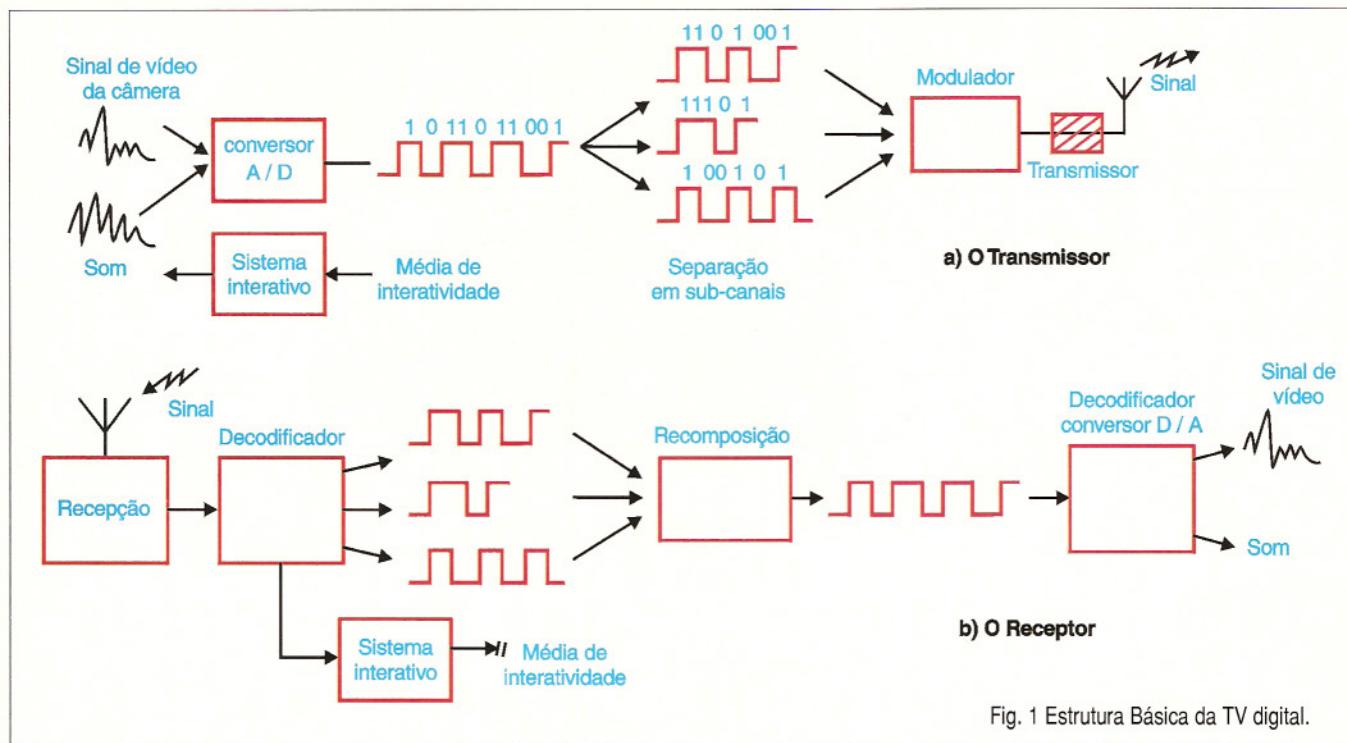


Fig. 1 Estrutura Básica da TV digital.

até a inclusão de informações em outros padrões que dependerão das estações.

Neste padrão, por exemplo, é previsto que a largura de faixa, frequência e outros parâmetros podem variar, o que significa que o formato da mensagem também pode variar, conforme o meio de transmissão (satélite, terrestre, cabo, etc) e o modo de modulação.

Isso permitirá que os televisores possam trabalhar com sistemas diferentes, como ocorre hoje com os televisores analógicos comuns, que podem “saber” quando um sinal recebido é PAL-M, NTSC ou SECAM.

No caso da TV digital, não são apenas os sistemas que devem ser especificados nos códigos, mas muitas outras informações.

Por exemplo, o protocolo prevê uma primeira especificação do meio de transmissão podendo ser indicado por 4 bits, o que nos leva a 16 possibilidades, conforme a seguinte tabela:

Bit do Código do Meio de Transmissão	Significado
0	Cabo
1	Satélite
2	MMDS
3	SMATV
4	Através do ar
5-15	Reservado

Outra informação importante carregada pelo sinal é a definição das portadoras.

Tal definição vai depender do tipo de operação, já que as diversas faixas de frequências usadas em satélite, ar, cabo, etc, possuem larguras diferentes, que podem ser aproveitadas melhor com uma escolha apropriada do sinal.

Para o espaçamento de frequências são usados números inteiros na faixa de 1 a 16 383, que definem intervalos de 10 kHz (bit 0 para a unidade de frequência) ou 125 kHz (bit 1 para unidade de frequência). Assim sendo, a frequência máxima que pode ser representada por este código é de 2 048,875 MHz e o espaçamento mínimo é de 10 kHz.

### TV Digital - imagem e som analógicos

Observem que o fato da TV ser denominada **Digital** deve-se a que as informações sobre sons e imagens são enviadas da estação transmissora à estação receptora na forma digital (trem de bits). Uma vez que esses bits sejam processados, a reprodução final do som e da imagem devem ser analógicas.

Isso ocorre porque nossa visão e nossa audição operam de forma analógica: não ouvimos nem vemos bits!

Sendo assim, os sinais correspondentes ao som, uma vez decodificados, geram uma forma de onda que é amplificada por um amplificador analógico e jogada num alto-falante na forma analógica.

Da mesma forma, os sinais de vídeo que são gerados a partir da forma digital, são analógicos quando aplicados nos eletrodos de controle do feixe de elétrons de um cinescópio convencional, pois a TV Digital, na forma mais comum, usará cinescópios e estes operam com sinais puramente analógicos. Observe figura 2.

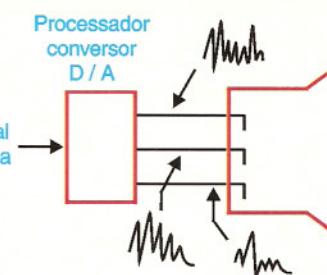


Fig. 2 - Os sinais aplicados a um cinescópio comum que geram imagens da TV digital, são analógicos.

Uma outra informação relevante definida no protocolo é o formato de modulação. Este formato é dado pela seguinte tabela:

Formato de Modulação (bit)	Significado
0	Desconhecido
1	QPSK - Quadrature Phase Shift Keying
2	BPSK - Binary Phase Shift Keying
3	OQPSK
4	VSB-8 - Vestigial Sideband nível 8
5	VSB-16 - Vestigial Sideband nível 16
6	QAM 16 - Quadrature Amplitude Modulation nível 16
7	QAM 32 - QAM nível 32
8	QAM 64 - QAM nível 64
9	QAM 100 - QAM nível 100
10	QAM 128 - QAM nível 128
11	QAM 144 - QAM nível 144
12	QAM 196 - QAM nível 196
13	QAM 256 - QAM nível 256
14	QAM 400 - QAM nível 400
15	QAM 512 - QAM nível 512
16	QAM 576 - QAM nível 576
17	QAM 784 - QAM nível 784
18	QAM 1024 - QAM nível 1024
19 a 31	Reservado

## SOM

Para o som também existem códigos que dizem como deve ser feita a reprodução. São usados 2 bits para “dizer” ao receptor que tipo de som está sendo enviado, observe a seguinte descrição.

### Modo (bit): 0

**Significado:** Mono - neste caso a subportadora 1 carrega o sinal L+R (mono), enquanto que a subportadora 2, se presente, carrega outros sinais de áudio

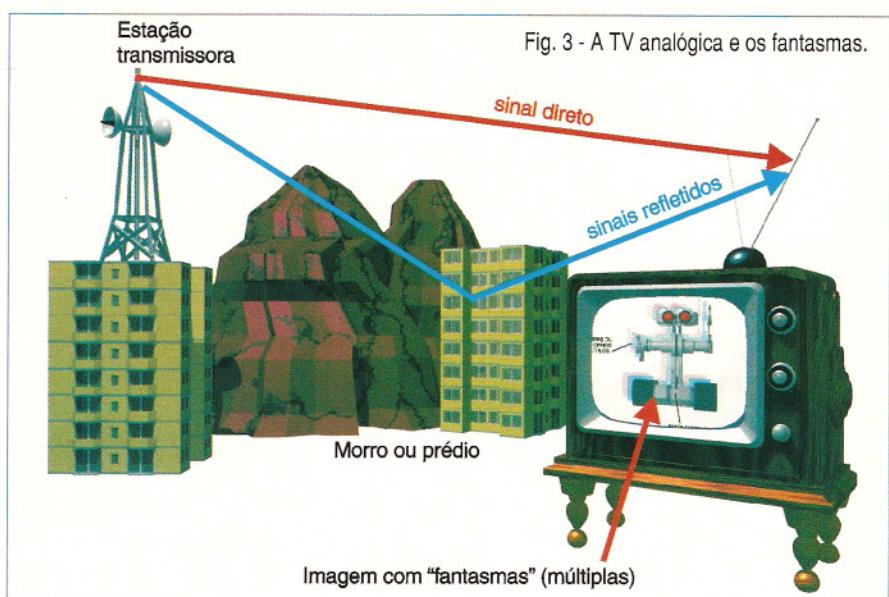


Fig. 3 - A TV analógica e os fantasmas.

### Modo (bit): 1

**Significado:** Estéreo discreto - a subportadora 1 carrega o sinal esquerdo de áudio e a subportadora 2 carrega o sinal direito

### Modo (bit): 2

**Significado:** Estéreo Matrix - A subportadora 1 carrega o sinal L+R (vetor soma) e a subportadora 2 carrega o sinal L-R (vetor diferença)

### Modo (bit): 3

**Significado:** Reservado

Temos ainda as informações que indicam o modo de texto com códigos que vão desde o ASCII, ISO, Latino (Romano) até formatos em Tailandês, Tibetano, Hiragana, e símbolos matemáticos.

## FANTASMAS

Um dos maiores problemas da TV analógica terrestre é a reflexão dos sinais em obstáculos causando assim a recepção simultânea da mesma estação a partir de origens diferentes, conforme mostra a figura 3.

A defasagem entre os sinais faz com que apareçam imagens “fantasmas” ou sombras, veja a figura 4.

Na TV digital, algoritmos no receptor permitem saber se há redundância em certos sinais, ou seja, se eles são

recebidos duas vezes, o que corresponderia a um sinal refletido. No entanto, existe um limite para esta ação, e justamente esta capacidade das diversas tecnologias é hoje um dos pontos de discussão na adoção do que seria melhor.

Pelo que se constata dos diversos testes de avaliação que tem sido realizados a tecnologia VSB é mais sensível aos sinais refletidos (fantasmas) do que a QAM, mas esse não é o único fator que deve influir na escolha de uma ou de outra. Na verdade, já estão surgindo componentes específicos que permitem corrigir os erros causados pelos sinais refletidos.

Um chip criado para a detecção dos sinais refletidos e, portanto, eliminação de fantasmas na TV digital é o NXT2000, da Motorola, cujo diagrama de blocos é mostrado na figura 5.

O NXT2000 é um chip ASIC *multimode* que opera com tecnologia

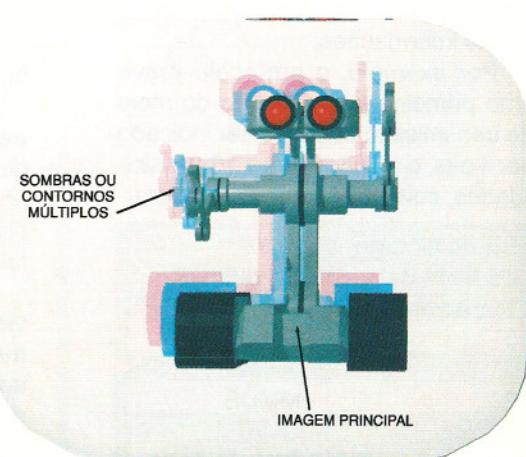


Fig. 4 - Os fantasmas numa imagem.

## O QUE É VSB

VSB significa *Vestigial Sideband*. Quando um sinal é modulado em amplitude por um sinal analógico, a faixa ocupada passa a ter duas vezes a frequência do sinal modulador, de acordo com a figura A.

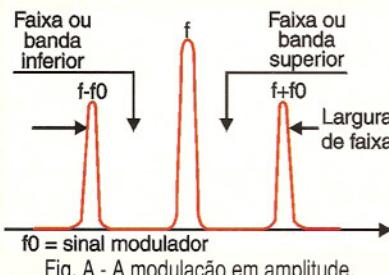


Fig. A - A modulação em amplitude.

Dizemos que o sinal possui duas bandas laterais, e qualquer delas contém toda a informação correspondente ao sinal modulador. Isso significa que se a portadora e um dos sinais laterais for eliminado, ainda assim podemos transmitir e recuperar a informação do sinal original.

Este procedimento, além de economizar 50% da faixa ocupada, ainda economiza potência do transmissor, potência que estava na portadora e na outra faixa. A modalidade de transmissão denominada SSB (Single Side Band) faz justamente isso.

Com os sinais de TV faz-se atualmente o mesmo. Parte de uma das bandas laterais é cortada economizando assim a faixa ocupada pelo canal, conforme mostra a figura B. A parte da faixa ou banda que permanece é denominada *Vestigial Side Band* ou VSB.

Assim, no sinal PAL convencional a faixa total ocupada seria de 11 MHz, mas com o corte o canal passa a ocupar apenas 6 MHz.

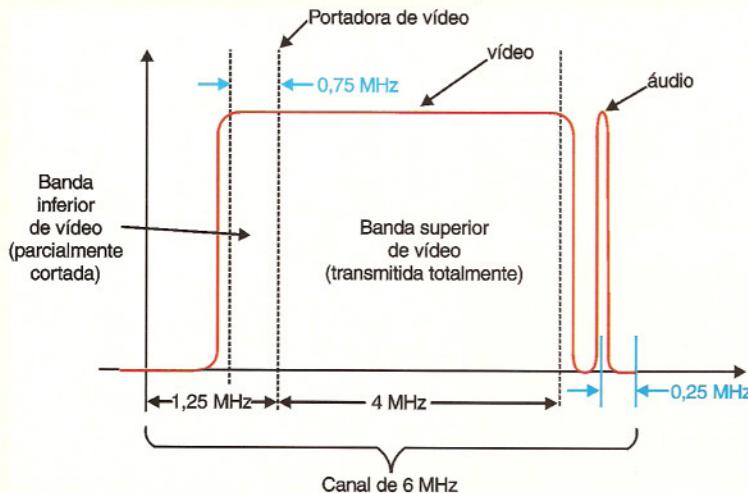


Fig. B - O canal de TV terrestre (UHF e VHF).

Utilizando este modo de transmissão no VSB nível 16 (cada ciclo de sinal pode transmitir 16 bits) é possível usar o canal de 6 MHz para transportar 43 Mbits por segundo de informação, o que corresponde a 10,72 milhões de símbolos por segundo.

Um ponto indicado pelos que definem o padrão a ser usado como vantagem para o padrão VSB 64 é que ele tem 1/3 a mais de capacidade do que o QAM 64.

## COFDM

Um outro tipo de modulação usado em TV digital é a *Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing*. Em alguns casos o C não é usado, ficando a sigla reduzida para OFDM.

Trata-se de um sistema avançado de modulação digital para áudio (DAB) e TV, tanto por satélite (DBS) como terrestre (DTT).

A principal vantagem deste sistema está na sua capacidade de resolver os problemas de reflexão (*multi-path*).

No COFDM fluxos de dados múltiplos (denominados feixes de canais), cada qual operando com apenas alguns quilobits por segundo, são transmitidos numa grande quantidade (até 8000) de canais adjacentes muito próximos.

Os bits são agregados novamente no receptor e convertidos num fluxo de dados de banda larga.

A principal vantagem é que cópias de sequências de dados podem ser rejeitadas quando ocorrem reflexões, eliminando assim os dados de sinais provenientes de reflexão.

Outra vantagem é que em regiões de recepção difícil, poderão ser usadas repetidoras na mesma frequência original sem problemas de interferências.

**CADA VEZ MAIS  
PERTO DO FUTURO.**

**Teletronix**  
Equipamentos Eletrônicos

**● ESPERA TELEFÔNICA**

**● LINK DE UHF**

**● REPARTIDOR DE ESTÉREO**

**● TRANSMISSOR DE FM**

**● LINH DE UHF**

**● 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)

Foschiani

VSM ou QAM (*multimode*), podendo decodificar sinais VSB-8 ou QAM 64/256.

Mas, a principal característica desse chip é que ele possui uma arquitetura revolucionária para a correção de erros provocados por reflexão, interferências e pulsos. O chip equaliza os sinais bit por bit comparando-os, de modo a recompor o sinal original sem erros. Outra característica importante é que, prevendo a sua utilização nos televisores comuns que devem receber sinais terrestres, ele incorpora um "bargraph" que permite mostrar na tela a intensidade do sinal recebido facilitando assim os ajustes da antena. ■

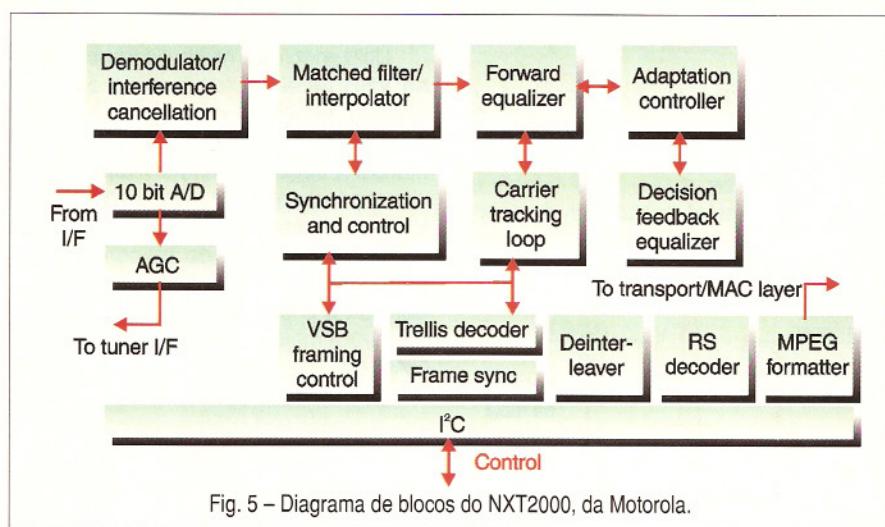


Fig. 5 – Diagrama de blocos do NXT2000, da Motorola.

## QAM - Quadrature Amplitude Modulation

Um dos processos empregados na transmissão eficiente de dados na forma digital é o QAM. Para entender facilmente o que é o QAM partimos da forma mais simples de se transmitir informação digital, que é em AM (Amplitude Modulation) onde se associa a amplitude do sinal aos valores binários. Conforme mostra a figura A, se tivermos duas amplitudes no sinal podemos associar os valores 0 e 1. Se tivermos 4 amplitudes podemos transmitir a informação em blocos de 2 bits, representando 00, 01, 10 e 11.

Uma outra maneira de se transmitir sinais digitais é pela técnica denominada *Phase Shift Keying* (PSK), na qual associamos a fase do sinal a ser transmitido aos valores digitais.

Desse modo, na figura B podemos atrasar ou adiantar o sinal, com isso podemos transmitir dois bits por ciclo.

Evidentemente, nos dois casos, a quantidade de bits por ciclo possível de transmitir está limitada à capacidade que o receptor tenha de diferenciar amplitudes dentro de um mesmo ciclo, e também defasagens. Combi-

Valor Binário	Amplitude
000	1
001	2
010	1
011	2
100	1
101	2
110	1
111	2

Fig. A - QAM - Quadrature Amplitude Modulation.

nando as duas técnicas é que chegamos ao Quadrature AMplitude Modulation ou QAM, veja a figura C.

Podemos, então, ao mesmo tempo em que temos variações da amplitude, incluir defasagens também. Por exemplo, segundo a tabela abaixo, se tivermos duas amplitudes e 4 ângulos de fase diferentes, poderemos transmitir grupos de 3 bits por um mesmo ciclo do sinal com 8 combinações diferentes.

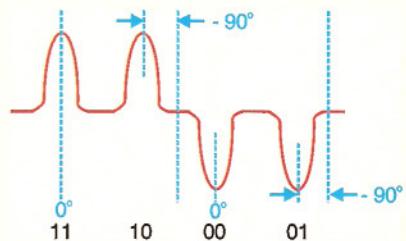


Fig. B - Trabalhando com a Amplitude e a Fase.

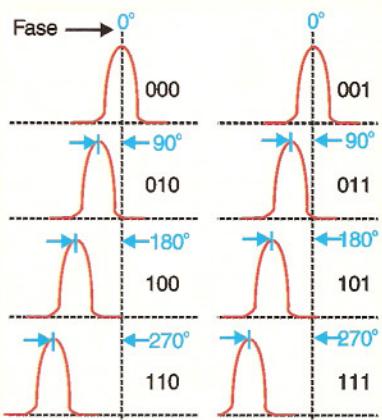


Fig. C - Valores com amplitude e deslocamento de fase.

A Edição do mês de setembro nº 332 abordou o assunto USB. O USB faz parte de um sistema macro de comunicação que é o "field-bus". O conceito de "field-bus" é bastante amplo, e podemos encontrar uma infinidade de protocolos nessa linha no mercado. Essas novas tecnologias de comunicação "em chão de fábrica" foram desenvolvidas nos últimos anos porque, atualmente, apenas automatizar uma máquina não é suficiente para atingir-se a excelência em qualidade produtiva.

Para que uma indústria possa explorar ao máximo seus recursos fabrís, possibilitando o gerenciamento completo dos seus sistemas, faz-se necessária a "intercomunicação" entre os pontos chaves da produção. O conceito do "field-bus" tem essa filosofia, isto é, a descentralização da inteligência. A informação não está localizada apenas no "PC Manager", mas sim, em toda uma rede, e toda máquina (sistema ou sub-sistema) tem acesso a ela todo o tempo (*on-line*).

Aproveitando que esse assunto ainda está "fresco" em nossas mentes, vamos explorar dois protocolos famosos desse gênero, e que representam bem a essência da comunicação industrial: o Profibus e o Industrial Ethernet. Boa leitura !

Alexandre Capelli

# REDES PROFIBUS & ETHERNET

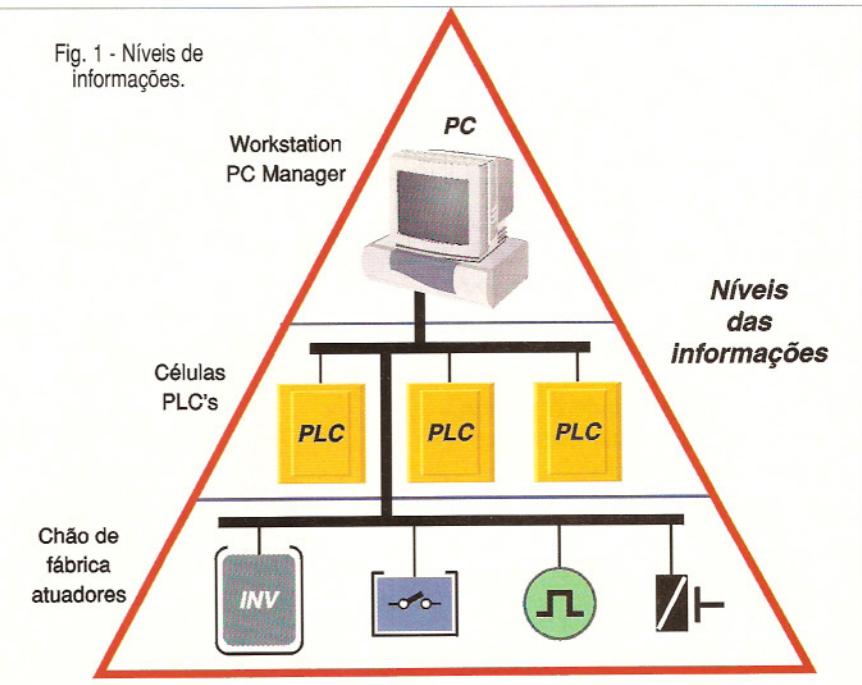
## HISTÓRICO

A necessidade da padronização na comunicação entre máquinas e sistemas (CNC, PLC, PC, etc.) teve início em 1986. Uma "corrente" européia de padronização começou a difundir pelo mundo protocolos que permitiam ( e permitiram ) a comunicação entre sistemas de diferentes fabricantes. Desse forma, hoje, podemos estabelecer, através de uma rede, a comunicação entre um PLC GE e um CNC Siemens sem maiores problemas, por exemplo.

Em meados de 1990 a maioria dos sistemas industriais já se comunicavam com protocolos Standard, e o Profibus era um deles .

## NÍVEIS DE INFORMAÇÃO

Antes de estudarmos o Profibus, vamos fazer uma análise dos níveis de informação em um ambiente industrial. A **figura 1** mostra uma "pirâmide" que representa esses níveis. Note-se que a base refere-se ao "chão de fábrica", e a comunicação é estabelecida, principalmente, entre dispositivos atuadores (inversores, válvulas, etc.). Nessa etapa o volume de informações é pequeno, porém, necessitamos de uma velocidade alta, pois o tempo de reação entre a atuação de um sensor e a resposta do seu dispositivo correspondente (inversor de frequência por exemplo) deve ser o menor possível.



A camada intermediária da pirâmide é a comunicação entre sistemas. Em uma indústria esses sistemas, na sua maioria, são constituídos por PLC's. Nessa camada o volume de informação é maior, porém a velocidade não precisa ser tão grande. No ápice da pirâmide encontramos o sistema de gerenciamento, que coleta todas as informações dos outros níveis e estabelece as estratégias de controle.

Apesar dessa etapa ser constituída pelo *PC Manager*, as informações não estão restritas a ele mas, ao contrário, estão disponíveis por toda a rede.

Para exemplificar melhor esse processo, segue abaixo uma tabela comparativa entre os três níveis. Notem que, quanto maior o "pacote" de informações, maior é o tempo de acesso, e vice-versa.

Volume	Tempo de reação	Freqüência de Transmissão
Gerenciamento M Bytes	Horas / minutos	Dia / turno /hora
Célula K Bytes	10 ms 100 ms	Segundos / minutos
"Chão-de-fábrica" Sensores Bits	ms	ms

## PROTOCOLO PROFIBUS

Um dos protocolos mais utilizados na indústria para comunicação em *field-bus*, é o Profibus ( *process field-bus* ). Esse protocolo foi desenvolvido pela Siemens, e hoje é uma das plataformas mais "abertas" do mundo. O Profibus pode apresentar-se em três modalidades, sendo cada uma delas indicada para uma situação específica.

### - Profibus DP (Periferia Distribuída de I / O s):

O Profibus DP foi a primeira versão criada. Essa modalidade é indicada para o "chão de fábrica", onde o volume de informações é pequeno (bits), porém a velocidade é grande. Normalmente, as transferências ocorrem em pequenos blocos .

### - Profibus FMS (Field Message Specification):

O protocolo FMS foi uma evolução do DP, porém, destina-se a outra aplicação: a comunicação no nível de

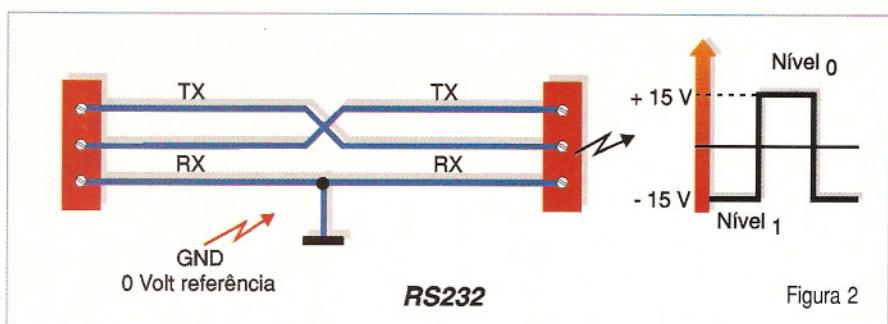


Figura 2

células . Nessa modalidade, o volume de informações é maior, e é comum encontrarmos algumas indústrias que se utilizam do FMS até o ápice da pirâmide da rede de comunicação. Embora, como veremos mais adiante, essa não seja uma prática ideal, o FMS é "poderoso" o suficiente para suportar o volume de dados até o PC Manager.

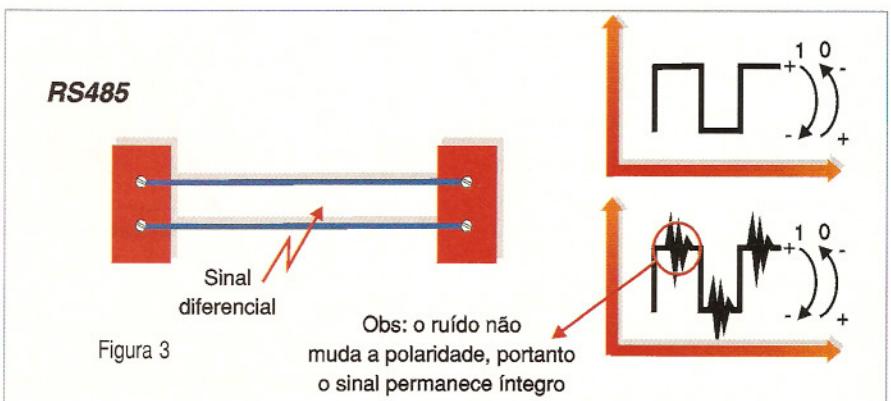
### - Profibus PA (Process Automation):

Finalmente, a versão mais moderna chega através do Profibus PA (*Process Automation*).

Essa é uma modalidade que apresenta uma característica muito interessante, que é a transmissão dos dados utilizando a mesma linha física da alimentação DC. Através dessa técnica, a economia em cabos e horas de montagem na instalação é bastante significativa. Sua performance é semelhante à do FMS.

A seguir temos uma tabela comparativa entre as três modalidades do Profibus, apresentando suas principais características técnicas.

	Profibus DP	FMS	PA
Tempo	1 a 5 ms	< 60 ms	< 60 ms
Norma	EN 50170	EN 50170	IEC 1158-2
Distância:	23 km	23 km	2,0 km
Taxa de transmissão:	9,6 k bps a 12M bps	9,6 bps a 11,5 M bps	31,25k bps.



O leitor pode estar se perguntando: " *Mas qual é a vantagem de utilizarmos o Profibus ou (field-bus, genericamente falando) no sistema de comunicação industrial ?*"

Como dissemos anteriormente, a filosofia "field-bus" é a descentralização de informação.

Essa técnica gera inúmeras vantagens, mas as principais são:

### - Tamanho das instalações:

Antes do conceito *field-bus* ser desenvolvido, o tamanho das instalações e distâncias dos cabos era muito maior.

### - Gabinetes otimizados:

Segundo o mesmo princípio, o *field-bus* otimizou o tamanho dos gabinetes, pois o número de linhas físicas diminuiu.

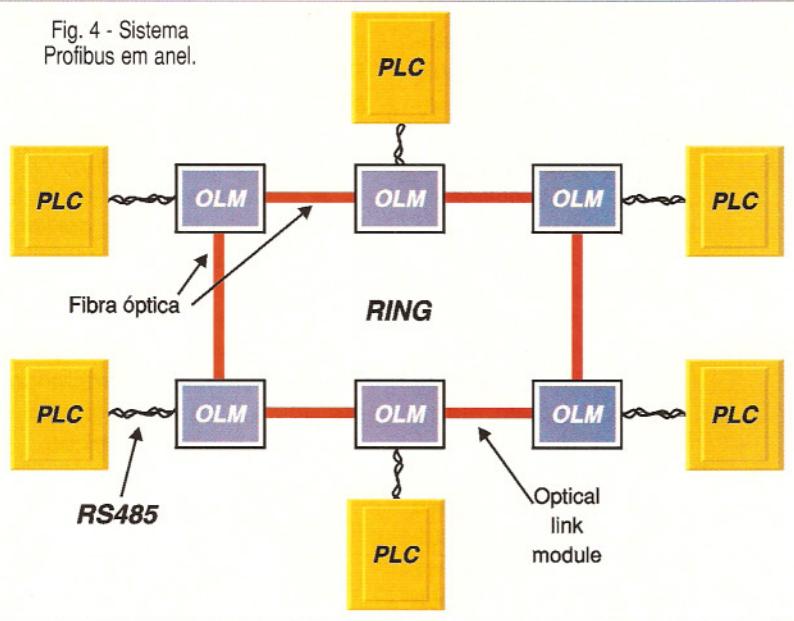
### - Localização de defeitos:

Como o comprimento dos cabos e a complexidade dos painéis diminuíram, a localização de defeitos tornou-se uma tarefa bem mais simples. Além disso, a confiabilidade do sistema aumentou.

### - Custo final:

Todas as vantagens acima citadas contribuem para a diminuição radical do custo final da obra.

Fig. 4 - Sistema Profibus em anel.



## MEIO FÍSICO x PROTOCOLO

Não devemos confundir meio físico da transmissão, com protocolo de comunicação. O meio físico é o "hardware" necessário para que a informação possa ser enviada do transmissor ao receptor. O meio físico pode ser classificado em duas categorias: elétrico e óptico.

### - Elétrico:

O meio elétrico apresenta-se através de fios condutores, normalmente blindados para não permitir a entrada de ruídos na comunicação. O meio elétrico pode ser de dois tipos: *Single-ended* e Diferencial.

O sistema *Single-ended* é mais antigo. Na verdade ele foi desenvolvido em 1962, e está mais sujeito às interferências do ambiente (EMI). Nesse sistema temos a RS 232, e a RS 423.

A **figura 2** mostra como um sistema desses comporta-se. Notem que temos um pino com potencial "0" (zero volt), que serve como referência. Tomando a RS 232 como exemplo, os sinais -15 V correspondem ao nível "1", e +15 V ao zero (lógica invertida). A RS 232 possui vários outros sinais de "hand shaking", que mais atrapalham a comunicação do que ajudam! A distância máxima nesse tipo de transmissão não deve ultrapassar 20 m, e é totalmente inadequada ao ambiente industrial.

O sistema diferencial é muito mais confiável. Ao contrário do *Single-*

*ended*, sua transmissão baseia-se na polaridade do sinal.

Notem pela **figura 3**, que a amplitude do sinal não é crítica e, dependendo da polarização, temos nível "1" ou "0".

Como a definição do nível é produzida pela polaridade, mesmo que um ruído apareça na linha, ele não prejudicará a comunicação.

Como exemplos de transmissão diferencial temos a RS 422, e a RS 485. Abaixo temos as especificações técnicas das transmissões RS (*Recommended Standard*).

**Tabela II**

Especificações	RS 232	RS 423	RS422	RS 485
Modo de operação	<i>Single-Ended</i>	<i>Single-Ended</i>	Diferencial	Diferencial
Número total de drivers	1	1	1	1
Número Receptores por 1 linha	1	10	10	32
Comprimento máximo do cabo	50 Ft	4000 Ft	4000 Ft	4000 Ft
Velocidade máxima	20 kb/s	100 kb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
Tensão máxima de saída	+/- 25 V	+/- 6 V	- 0,25 a + 6 V	- 7 V a +12 V
Nível de saída do sinal com carga / mínimo	+/- 5 V a +/15 V	+/- 3,6 V	+/- 2 V	+/- 1,5 V
Nível de saída do sinal sem carga / máximo	+/- 25 V	+/- 6 V	+/- 6 V	+/- 6 V
Impedância da carga do drive	3 kΩ a 7 kΩ	>= 450 Ω	100 Ω	54 Ω
Max. I (máximo)	N/A	N/A	N/A	+/- 100 μA
Alta impedância / Power-On				
Max. Driver Current in	+/- 6 mA @ +/2 V	+/-100 μA	+/-100 μA	+/-100 μA
Alta impedância / Power-Off				
Slew Rate (Max.)	30 V/μS	Ajustável	N/A	N/A
Tensão do receptor (Range)	+/-15 V	+/- 12 V	- 10 V/+10V	- 7 V a +12 V
Sensibilidade	+/-3 V	+/-200m V	+/- 200 mV	+/- 200m V
Resistência de entrada	3 kΩ a 7 kΩ	4 kΩ min.	4 kΩ min.	>= 12 kΩ

### - Óptico:

Neste artigo não abordaremos os aspectos funcionais das fibras ópticas. Como esse assunto é muito extenso (e muito interessante também!), a revista Saber estará publicando em breve uma série dedicada ao estudo das fibras ópticas.

Hoje, o importante é saber apenas que podemos ter fibras ópticas plásticas ou de vidro.

### - Protocolo de comunicação:

O protocolo de comunicação é o "formato" da informação.

O número de stop-bit's, velocidade de transmissão, paridade, e algoritmo lógico são alguns dos itens que constroem o protocolo.

De um modo "grosseiro", podemos dizer que o protocolo é um conceito de software, e o meio físico de hardware.

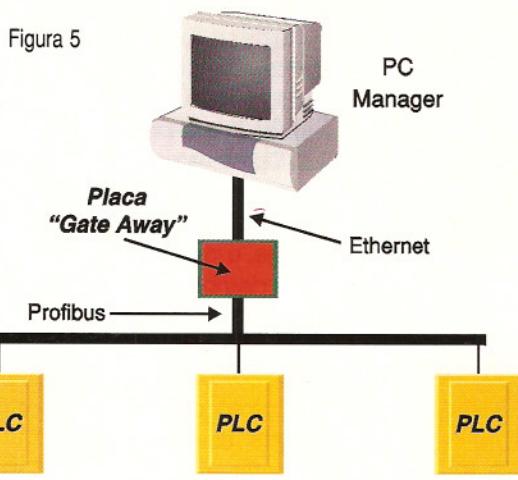
Portanto, o Profibus por exemplo, é um protocolo de comunicação, e que exige para o seu correto funcionamento um determinado meio físico.

No caso do Profibus, seu meio físico pode ser elétrico ou óptico. No caso de elétrico, obrigatoriamente, deve ser RS 485.

No óptico, pode ser de vidro ou plástico.

Alguns protocolos admitem vários meios elétricos, porém não é o caso do Profibus.

Figura 5



#### **"PORQUE UTILIZAR A FIBRA ÓPTICA NO LUGAR DE CABOS ELÉTRICOS?"**

A fibra óptica, devido ao seu comprimento de onda, possui uma alta imunidade a ruídos elétricos. Como o ambiente industrial é extremamente agressivo quanto a interferências, a fibra óptica é uma boa opção.

A **figura 4** mostra um exemplo de uma rede Profibus ligada em anel através de fibras ópticas.

#### **CONCEITO TOKEN PASS**

A topologia normal da rede Profibus, geralmente, é apresentada conforme a **figura 5**. Porém não é raro encontrarmos versões que se aproveitam da facilidade "Token-pass" (Passagem de bastão).

Notem pela **figura 6** que não temos um único PC Manager. Na verdade, para determinada função o PC Manager pode ser o "A", e para outra o "B". Essa técnica, além de proporcionar uma arquitetura mais aberta, aumenta a velocidade da comunicação, pois cada PC pode realizar tarefas dedicadas a sua programação, não perdendo tempo com as demais. Essa facilidade está disponível apenas para o Profibus FMS ou PA.

#### **INDUSTRIAL ETHERNET**

A Ethernet é a mais famosa rede de comunicação interna. Ela está presente nos mais variados segmentos tecnológicos (automação bancária, controle de processos, aplicações ci-

entíficas, etc.), porém a sua versão "industrial" é largamente aplicada no gerenciamento do processo fabril (ápice da pirâmide). Como dissemos anteriormente, o Profibus é um bom protocolo para pacotes de informações até o nível de células. Embora o Profibus (FMS ou PA) possa tratar do gerenciamento, a Ethernet é mais indicada para

isso. Voltando à **figura 5**, notamos que a arquitetura ideal da rede de comunicação industrial mantém o Profibus até o nível de células. A partir daí, e através de uma placa "conversora"

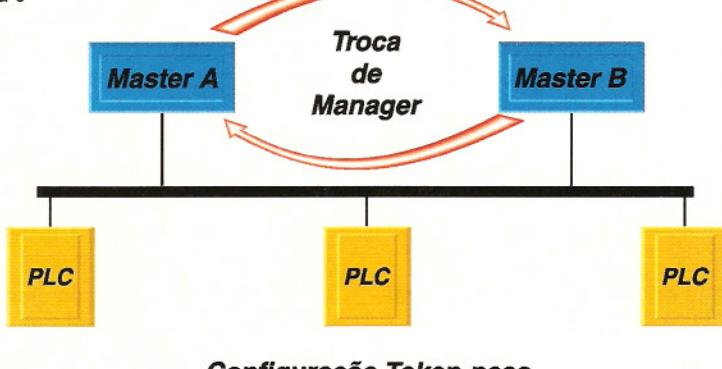
denominada "Gate-away", gerenciamos o processo com a Industrial Ethernet. Embora algumas versões sejam mais lentas, sua capacidade de transferência de grandes blocos de informações é bem maior.

A velocidade típica da Industrial Ethernet é de 10 Mbps, porém podemos encontrar a versão "Fast Ethernet", de 100 Mbps. Quanto à rede física, existem três possibilidades: par trançado e blindado, cabo coaxial de  $75\ \Omega$ , ou fibra óptica. Lembrando sempre que a fibra óptica possui maior imunidade a ruídos elétricos.

#### **HUBS**

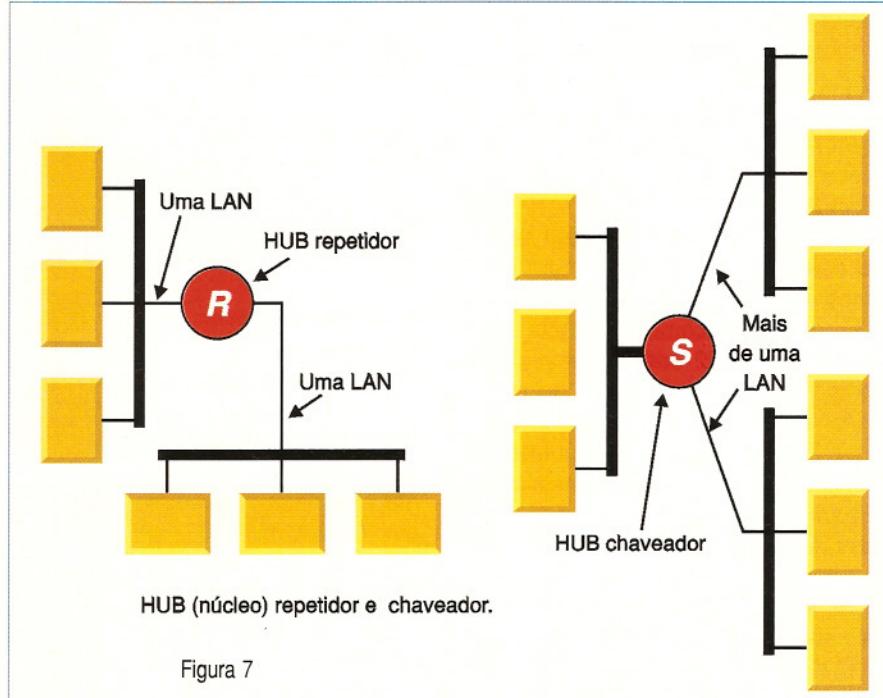
Para podermos estender a Industrial Ethernet por todo o parque gerencial, necessitamos de um tipo de

Figura 6



HUB (núcleo) repetidor e chaveador.

Figura 7



acessório denominado "Hub" (núcleo). Há dois tipos de Hubs: o repetidor e o chaveador (*Switching*).

O repetidor consegue ligar uma linha de Ethernet em outra única linha. O chaveador, por outro lado, possibilita a multiplicação de uma linha em várias outras. Observe a *figura 7*.

"Qual a vantagem de utilizar um ou outro?"

Embora o chaveador possibilite uma extensão praticamente infinita da linha Ethernet, quanto maior o *link*, tanto menor será a velocidade da comunicação. Não devemos esquecer que o processo da "multiplicação" de *links* é semelhante à multiplexação e demultiplexação de dados.

## FACILIDADE IT

A Industrial Ethernet tem outra característica bastante interessante: a conexão com a web. Todo o sistema de gerenciamento pode ser ligado à web.

Aqui cabe um aviso: embora essa facilidade possa agilizar o gerenciamento, ela também pode ser uma porta de entrada para usuários não autorizados. A segurança, portanto, é um fator a ser considerado quando utilizamos esse recurso.

## CONCLUSÃO

É bem verdade que o assunto comunicação industrial é muito vasto.

Mesmo que escrevêssemos 20 artigos a respeito, provavelmente não abordaríamos nem 20% do total do assunto.

Entretanto, acreditamos ter fornecido uma breve noção dos aspectos físicos e lógicos que envolvem a comunicação de dados no ambiente industrial.

Como sempre fazemos, segue uma pequena lista de alguns *sites* interessantes do ramo, que podem ser úteis para quem deseja aprofundar-se nesse tema:

[www.host.ots.utexas.edu](http://www.host.ots.utexas.edu)  
[www.rs485.com](http://www.rs485.com)  
[www.alliedtelesyn.com](http://www.alliedtelesyn.com)

Até a próxima!

## KIT PARA MICROCONTROLADORES 8051

Kit para desenvolvimento de microcontroladores 8051 (MCS51) e Atmel AVR com porta serial RS-232 e Display LCD.

Ideal para desenvolvimento de protótipos com microcontroladores e programadores para microcontroladores Atmel AT89C2051, 89C51, 89C52 e 89C55.

### O kit é composto de:

- Placa programadora
- Display LCD 2 linhas
- Documentação em 2 disquetes (Inglês), com exemplos de programas em assembler
- Cabo de programação (ISP)



### SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página.

Maiores informações

Disque e Compre (11) 6942-8055 -

Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP



## IndexCE Collection Express

### SISTEMA PARA GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS

Um software especialmente para publicações de eletrônica  
Uma ferramenta para os profissionais da área

#### Características:

Cadastrado uma parte da coleção de sua revista Saber Eletrônica. (do número 276 jan/96 ao 329 jun/00)

Classificado por assunto, título, seção, componentes, palavras-chaves e autor.

Permite acrescentar novos dados das revistas posteriores.

#### Requisitos mínimos:

PC 486 ou superior, Windows 95 ou mais atual, 16 Mbytes de RAM e 9 Mbytes disponíveis no Disco rígido

**R\$ 59,00**

### SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página. Maiores informações - Disque e Compre (011) 6942-8055. Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP

# ACHADOS NA INTERNET

Compatibilidade Eletromagnética é um assunto de destaque nos meios profissionais da Eletrônica. No projeto de qualquer equipamento devem ser seguidas regras severas para evitar a irradiação de interferências, além de outros fatos que podem ocorrer quando sinais trafegam por linhas físicas criando campos eletromagnéticos capazes de causar diversos defeitos nos aparelhos e mesmo interferir nos seres humanos.

Nesta edição, em nossa coluna "Achados na Internet" procuramos reunir uma série de *sites* que estão relacionados com a compatibilidade eletromagnética ou EMC.

Se bem que a maioria deles esteja em inglês, esse tipo de informação é muito importante, inclusive com tutoriais para aqueles que desejam conhecer mais sobre o assunto.

## EMC INFORMATION CENTER

Este *site*, da Inglaterra, contém uma grande quantidade de informações sobre EMC, conforme o próprio nome sugere. O leitor poderá acessá-lo em:

<http://www.emc-journal.co.uk>

Além de informações sobre produtos e um anuário, o leitor terá também informações sobre uma grande quantidade de artigos a respeito deste assunto.

## 2000 IEEE EMC Symposium

Em agosto deste ano foi realizado em Washington um simpósio sobre EMC, onde vasta documentação sobre o assunto foi produzida. O leitor que desejar ter acesso ao que aconteceu nesse simpósio, poderá acessar seu *site* em:

<http://www.dcemc2000.org>

## ACA - AUSTRALIAN COMMUNICATIONS AUTHORITY

Mais um *site* com muitos documentos sobre EMC que pode ser acessado no endereço:

<http://www.aca.gov.au/standards/emc.htm>

## EMC TUTORIAL

O que é EMC, como projetar placas de circuito impresso, linhas de transmissão, blindagens, planos de terra, etc., para evitar os problemas com EMC é o que encontramos nesta excelente página mantida por Glenn A. Williansom. O seu endereço é:

[http://www3.ncsu.edu/ECE480/480\\_emc.htm](http://www3.ncsu.edu/ECE480/480_emc.htm)

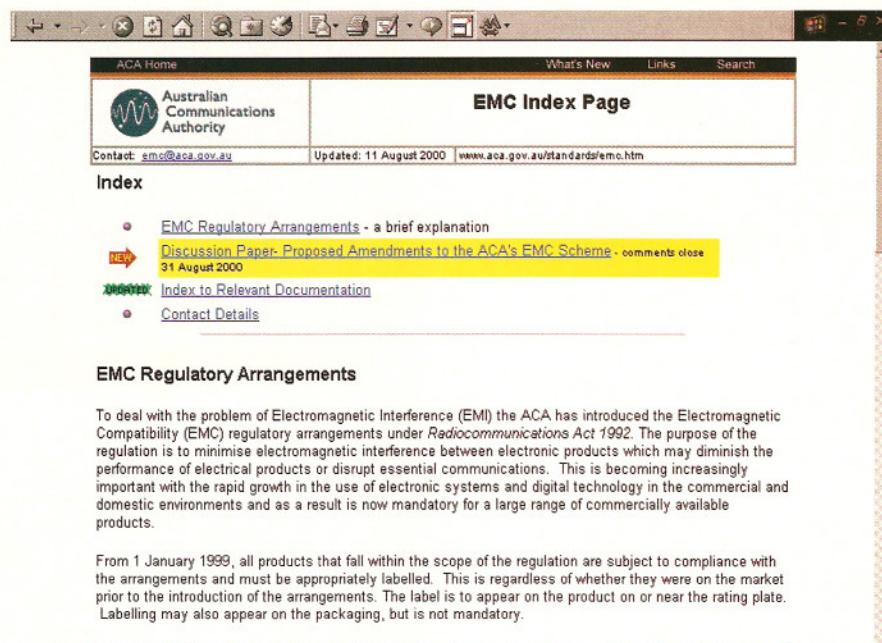
Na verdade, o *site* deste autor tem uma vasta documentação básica sobre muitos assuntos da Eletrônica, com verdadeiras "aulas" sobre temas importantes. Trata-se de *site* ideal para quem deseja uma introdução ao assunto com explicações bem detalhadas sobre seus fundamentos.

## DESIGNING TO AVOID EMC PROBLEMS

O nome deste site já diz tudo: "Projetando de modo a evitar problemas de EMC". Nele, o leitor encontrará muitas informações práticas importantes para projetos que possam estar sujeitos a problemas de EMC. Este site é mantido pela revista "Industrial Technology Magazine" e seu endereço é:

<http://www.industrialtechnology.co.uk/emc.html>

Na página específica sobre EMC encontramos uma relação de artigos a respeito deste assunto e alguns *links* importantes.



ACA Home

What's New

Links

Search

**EMC Index Page**

Contact: [emc@aca.gov.au](mailto:emc@aca.gov.au) Updated: 11 August 2000 [www.aca.gov.au/standards/emc.htm](http://www.aca.gov.au/standards/emc.htm)

**Index**

- [EMC Regulatory Arrangements - a brief explanation](#)
- NEW** [Discussion Paper - Proposed Amendments to the ACA's EMC Scheme - comments close](#)  
31 August 2000
- INDEX** [Index to Relevant Documentation](#)
- [Contact Details](#)

**EMC Regulatory Arrangements**

To deal with the problem of Electromagnetic Interference (EMI) the ACA has introduced the Electromagnetic Compatibility (EMC) regulatory arrangements under *Radiocommunications Act 1992*. The purpose of the regulation is to minimise electromagnetic interference between electronic products which may diminish the performance of electrical products or disrupt essential communications. This is becoming increasingly important with the rapid growth in the use of electronic systems and digital technology in the commercial and domestic environments and as a result is now mandatory for a large range of commercially available products.

From 1 January 1999, all products that fall within the scope of the regulation are subject to compliance with the arrangements and must be appropriately labelled. This is regardless of whether they were on the market prior to the introduction of the arrangements. The label is to appear on the product on or near the rating plate. Labelling may also appear on the packaging, but is not mandatory.

## SOCIEDADE BRASILEIRA DE ELETROMAGNETISMO

Neste site, mantido pela Universidade Federal de Minas Gerais (em português!), encontramos uma boa documentação sobre EMC e ainda *links* para simpósios e conferências sobre o assunto.

O endereço a ser visitado é:  
<http://www.cpdee.ufmg.br/~sbmag/eventos.html>

## PEQUENO ESTUDO SOBRE PAR TRANÇADO

Mauro Lúcio Baioneta Nogueira e Cristina Melchiors, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, apresentam na Internet um interessante

estudo sobre pares trançados onde encontramos a discussão de problemas de EMC. Vale a pena ser lido por todos os que trabalham com pares trançados. O endereço é:  
<http://penta.ufrgs.br/rc952/Cristina/utpatual.html>

## FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA

A ameaça de surgimento de uma nova crise do petróleo com aumentos indefinidos do preço do barril, nos faz pensar cada vez mais no uso de formas alternativas de energia. A Eletrônica, com recursos técnicos apropriados, pode ajudar muito convertendo

energia elétrica gerada a partir de fontes alternativas como a solar, vento, ondas, marés, etc., na forma mais apropriada para o armazenamento, transmissão e consumo.

Navegando pela Internet encontramos diversos sites que se dedicam ao estudo ou divulgação de formas alternativas de energia, pesquisas ou ainda produtos relacionados com sua produção e consumo. Veja a seguir:

### a) ALTERNATIVE ENERGY SOURCES

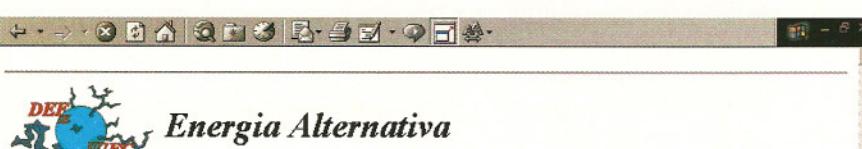
Neste site podemos encontrar informações e *links*, além de páginas ideais para professores e alunos que precisam de uma base informativa sólida para suas aulas e pesquisas. O endereço é:

<http://www.bhsonline.org/library/alternen.htm>

Nele, temos ainda, a opção de "foreign languages" ou línguas estrangeiras, onde a documentação pode ser traduzida diretamente por softwares apropriados.

### b) ENERGY RESOURCES ON THE INTERNET

Mais um site com informações e *links*, que deve ser visitado pelos leitores que se interessam pelo assunto:  
<http://mps2iserver.net/goetz/Econ/Resource/energy.htm>



DEP UFC Energia Alternativa

Adaptação do artigo da revista SUPER INTERESSANTE

Está sendo elaborado um projeto que visa extrair energia elétrica do movimento das ondas do mar. O efeito é conhecido como hidropiezelétrico e utiliza um plástico chamado fluoreto de polivinilideno.

O gerador hidropiezelétrico funciona basicamente da seguinte maneira: o material plástico possui a propriedade de gerar eletricidade quando tensionado de alguma forma, assim são produzidos vários módulos onde este é ligado a uma bóia que flutua na superfície e a uma âncora que permanece fixa no solo aquático. Ao movimentar-se devido às ondas, a bóia tensiona o plástico que acaba por gerar energia elétrica. Ao final do processo, um transformador deve se encarregar de levantar o nível de tensão gerada e entregá-la a uma central de distribuição. O projeto ainda é teórico, mas a empresa americana Ocean Power Technologies pretende produzir um protótipo do sistema e testá-lo no Golfo do México.

Fica observado que até hoje ainda não se conseguiu uma geração de energia alternativa eficiente a ponto de substituir ou se comparar com a geração hidrelétrica de energia.

## BRITISH WIND ENERGY ASSOCIATION

O endereço abaixo é da Associação Britânica para Energia Eólica oferecendo muitas informações sobre turbinas e outros equipamentos geradores de eletricidade a partir do vento.  
<http://www.britishwindenergy.co.uk>

## DANISH WIND TURBINE MANUFACTURERS ASSOCIATION

O endereço dado a seguir é da Associação Dinamarquesa de Fabricantes de Turbinas para geração de energia a partir do vento. Este site pode ser acessado com a opção em espanhol, tornando-se interessante para os leitores que não dominam o inglês.

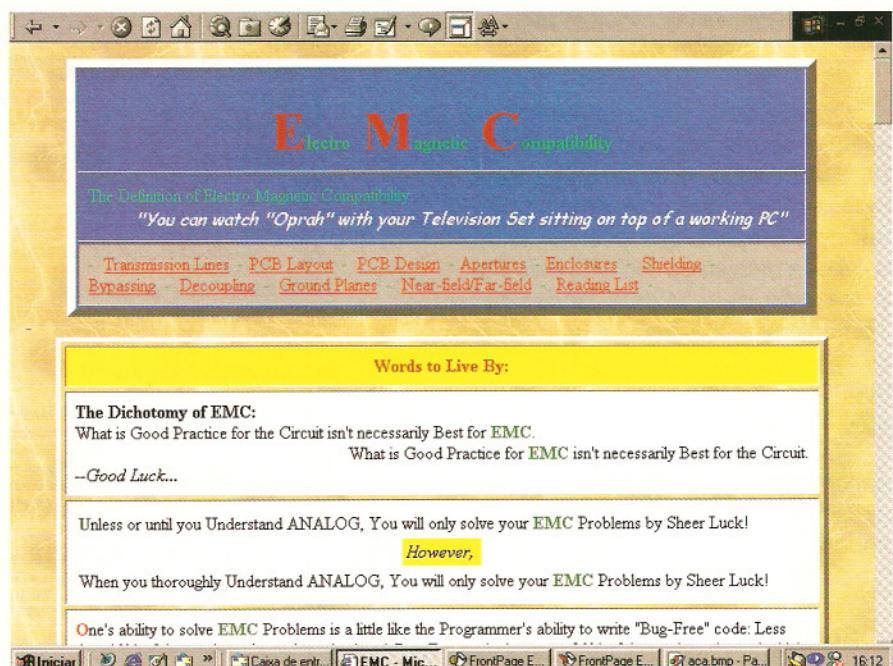
<http://www.windpower.dk>

## SUPERINTERESSANTE

Na página indicada abaixo os leitores podem ler um artigo adaptado da revista Superinteressante, onde se fala do aproveitamento da energia das ondas convertendo-as em eletricidade por meio de um transdutor baseado em propriedades hidro-piezo-elétricas do fluoreto de polivinilideno.  
<http://www.dee.ufc.br/novidade/hidro.html>

## HELIODINÂMICA

A Heliodinâmica, empresa de SP, é pioneira na fabricação de células solares de silício monocristalino em



The image shows a screenshot of a website. The main title is 'Electro Magnetic Compatibility' with a subtitle 'You can watch "Oprah" with your Television Set sitting on top of a working PC'. Below this are several navigation links: Transmission Lines, PCB Layout, PCB Design, Apertures, Enclosures, Shielding, Bypassing, Decoupling, Ground Planes, Near-Field/Far-Field, and Reading List. A yellow box at the top contains the text 'Words to Live By:'. Inside this box, there are two columns of text: 'The Dichotomy of EMC: What is Good Practice for the Circuit isn't necessarily Best for EMC.' and 'What is Good Practice for EMC isn't necessarily Best for the Circuit. --Good Luck...'. Below these, another column reads: 'Unless or until you Understand ANALOG, You will only solve your EMC Problems by Sheer Luck! However, When you thoroughly Understand ANALOG, You will only solve your EMC Problems by Sheer Luck!'. At the bottom of the yellow box, it says 'One's ability to solve EMC Problems is a little like the Programmer's ability to write "Bug-Free" code: Less'. The bottom of the page shows a standard Windows taskbar with icons for Start, Internet Explorer, and various applications.

nosso país. A própria Revista Saber Eletrônica já fez extensa reportagem sobre seus produtos, mostrando como funcionam as células solares.

Atualmente, esta empresa fabrica painéis solares para a geração de energia elétrica, podendo ser usados em projetos que envolvam formas alternativas de energia como, por exemplo, em locais em que a energia elétrica comum não esteja disponível.

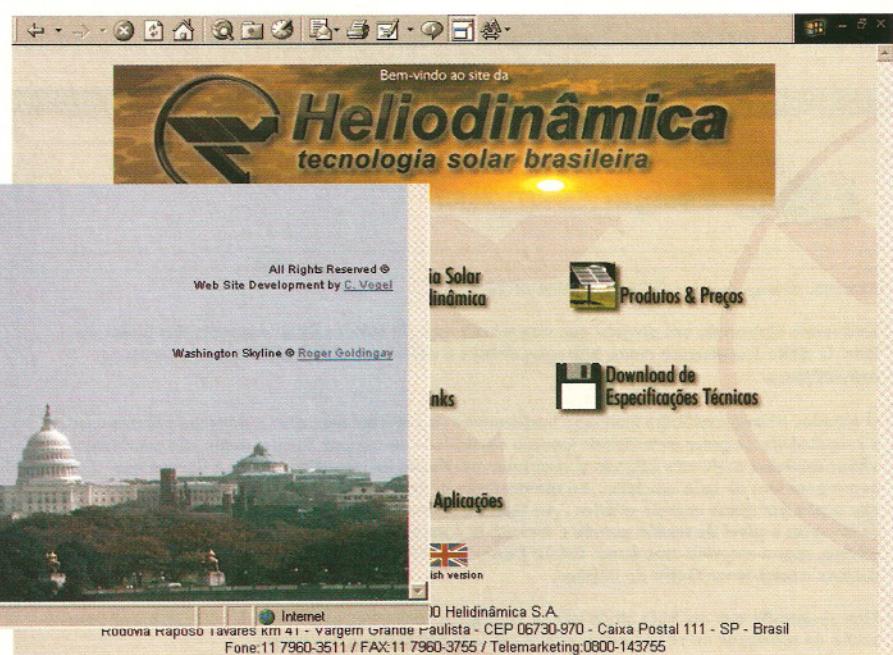
Os painéis solares da Heliodinâmica podem ser empregados para carregar baterias e alimentar lâmpadas, geladeiras, televisores, equipamentos eletrônicos, etc.

Veja como funcionam estes painéis, no site da empresa:

<http://www.heliodinamica.com.br>

### OBSERVAÇÃO:

Os endereços citados nesta seção foram obtidos em pesquisa feita na última semana de setembro. Como a Internet é dinâmica e não nos é possível prever eventuais mudanças dos sites, poderá ocorrer que algum dos endereços fornecidos mude, ou não esteja mais disponível, ou ainda tenha a página modificada até a saída desta revista nas bancas.



The image shows a screenshot of the Heliodinâmica website. The header features a banner with the text 'Bem-vindo ao site da Heliodinâmica tecnologia solar brasileira' and a logo. The main content area shows a photograph of the Washington Monument and the US Capitol building. Navigation links on the right include 'Home', 'Sobre a Heliodinâmica', 'Produtos & Preços', 'Download de Especificações Técnicas', 'Aplicações', and 'English version'. The footer contains copyright information, a link to 'Internet', and a address: 'Rodovia Raposo Tavares km 41 - Vargem Grande Paulista - CEP 06730-970 - Caixa Postal 111 - SP - Brasil' and 'Fone: 11 7960-3511 / FAX: 11 7960-3755 / Telemarketing: 0800-143755'.

# TELEFONIA DIGITAL E MULTISSERVIÇOS SOBRE PAR-TRANÇADO

Pedro A. Medoe  
Aline Swensson

Um novo mercado vem sendo explorado pelas operadoras da telefonia fixa no Brasil: o tráfego de voz, dados e imagens de altíssima resolução através da rede telefônica existente, habilitando assinantes comuns e permitindo que tenham acesso aos multiserviços cada vez mais presentes nos dias atuais, e o entroncamento digital E1 possibilitando as empresas a terem o DDR (Discagem Direta a Ramal), a identificação do assinante chamador e a comunicação isenta de ruídos, entre outras facilidades.

## INTRODUÇÃO

Com o surgimento dos chips de baixíssimo consumo, foi possível a digitalização dos sinais analógicos da voz e transmiti-los através de uma linha telefônica com fios convencionais, obtendo-se transmissões da ordem de alguns Mbps (Megabits por segundo).

Essa tecnologia permite que os multiserviços cheguem até os pequenos negócios, residências e profissionais autônomos, utilizando-se a rede telefônica já implantada, bastando instalar no assinante um *modem* e do lado da central pública um multiplexador de acesso.

O que está levando as companhias telefônicas a correrem contra o tempo é o fato de que a Internet exige velocidades cada vez maiores, e isso só é possível com a digitalização do

sistema. Um exemplo recente de serviço que vem sendo oferecido pelas operadoras da telefonia fixa em nosso país é a Linha Digital Assimétrica de Assinante (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), ou ADSL.

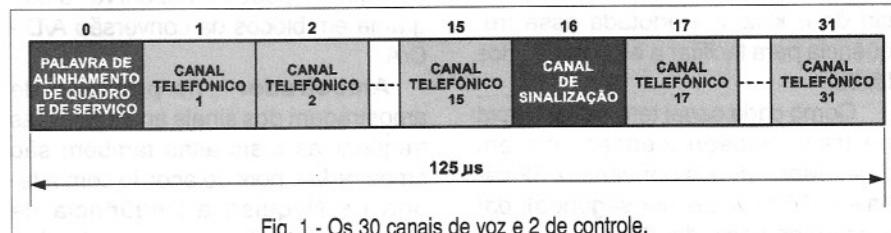
Outro exemplo é o Entroncamento Digital E1, serviço oferecido às empresas, onde se disponibilizam até 30 canais, com largura de 64 kbps cada um, o que permite ao usuário possuir 30 linhas telefônicas por feixe de 2 Mb instalado, em apenas 2 pares de fios

convencionais, se ele dispuser de um PABX digital com placa E1 para ser acoplada ao *modem* da operadora local.

## CONCEITOS DE PCM

A técnica do PCM (*Pulse Code Modulation*) ou Modulação por Código de Pulso baseia-se na premissa de que é possível regenerar um sinal elétrico qualquer a partir de uma certa quantidade de amostras regulares que forem retiradas do mesmo. Entre 1920 e 1940 vários pesquisadores trabalharam nessa teoria, destacando-se entre eles um engenheiro da Bell System, Harry Nyquist.

Fundamentou-se na teoria de que a amostragem dos sinais deveria ser no mínimo o dobro da maior freqüência do sinal gerado, ou seja, no caso da voz humana que possui a faixa de 0,3 a 3,4 kHz, a amostragem dos sinais é 2fm (duas vezes a freqüência máxima), portanto, uma amostragem



de 6,8 kHz será feita para que o sinal seja recuperado integralmente na recepção.

Essa teoria ficou adormecida até meados da década de 60, quando surgiram os primeiros circuitos integrados que possibilita a fabricação comercial de equipamentos digitais para telecomunicações.

Atualmente existem sistemas PCM instalados tanto para transmissão via linha física quanto para transmissão via cabo coaxial, fibra óptica ou via rádio, sendo que sua maior aplicação consiste na interligação de centrais telefônicas.

Neste último caso, por exemplo, o PCM combina as técnicas de multiplexação por divisão de tempo (TDM), que permite aumentar a capacidade de pares de troncos que, originalmente, só permitiam uma conversação telefônica, para 30 conversações telefônicas simultâneas. Isto representa uma solução vantajosa para as companhias telefônicas, já que uma de suas maiores dificuldades consiste na expansão da rede.

## ESTRUTURA DO PCM 30 CANAIS

Na prática, dois sistemas PCM foram adotados: um com 32 canais de transmissão (Lei A) e outro com 24 canais (Lei u). No Brasil o sistema adotado foi o de 32 canais, como na maioria dos países. A UIT-T, organismo da ONU que gera as normas para as telecomunicações, determinou que os países que aplicassem a Lei u deveriam transportar sinais segundo a Lei A, no momento das comunicações internacionais.

A estrutura do PCM 30 é formada por 30 canais utilizados para a transmissão da voz, de forma simultânea, o que equivale a 30 ligações telefônicas.

Outros 2 canais fazem controles, sendo mais importante o canal que faz o controle do sincronismo, tudo isso transmitido e recebido numa freqüência de 8 kHz. Foi adotada essa freqüência para facilitar a elaboração dos filtros.

Como cada canal tem 8 bits, a taxa de transmissão/recepção fica em 2,048 Mbps (8 bits por canal x 32 canais x 8.000 vezes por segundo), daí o nome de Feixe de 2Mb.

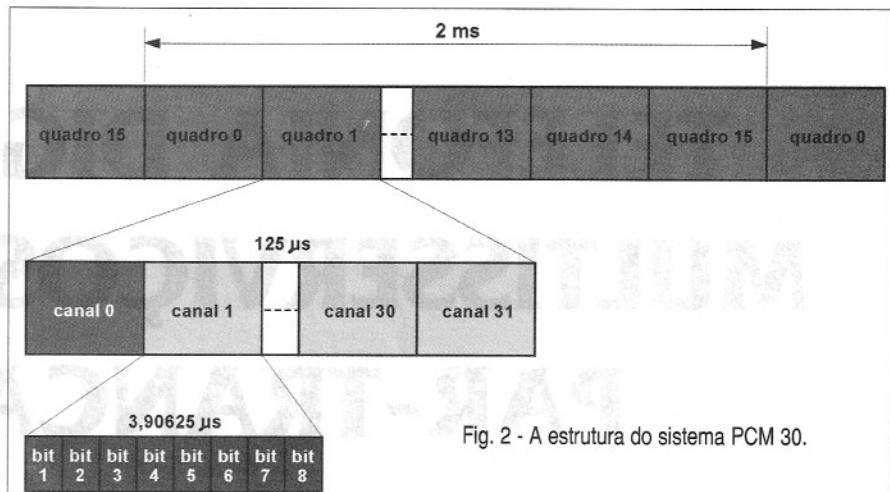


Fig. 2 - A estrutura do sistema PCM 30.

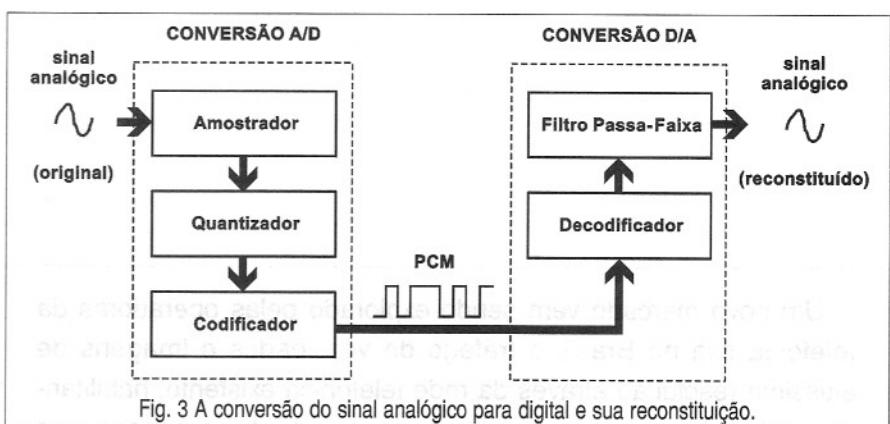


Fig. 3 A conversão do sinal analógico para digital e sua reconstituição.

**Quadro e Multiquadro** - cada conjunto de 32 canais formados, figura 1, é denominado de quadro e um conjunto de 16 quadros formam um multiquadro, numerados de 0 a 15, figura 2. A cada multiquadro transmitido é enviado um aviso (sincronismo de multiquadro), denominado de **palavra de alinhamento de quadro e de serviço**.

## CONVERSÃO A/D - D/A

A conversão do sinal analógico para digital é realizada por um equipamento denominado de *Coder* (Codificador) e o inverso é feito pelo *Decoder* (Decodificador). A junção desses dois equipamentos formam o *Codec* (Codificador + Decodificador). Na figura 3 podemos observar o diagrama em blocos da conversão A/D - D/A.

**Amostrador** - no processo de amostragem dos sinais analógicos, as freqüências mais altas também são amostradas, pois de acordo com a teoria de Nyquist, a freqüência de amostragem não limita a maior fre-

qüência que se pode reconstituir. Torna-se indispensável a inclusão de um filtro passa-faixa para amostrar somente o que é necessário.

Na saída do amostrador uma série de pulsos são produzidos, cujas amplitudes correspondem às amplitudes dos sinais analógicos no exato momento em que se processa a amostragem, e é equivalente a uma seqüência de pulsos modulados em amplitude, denominada de PAM (*Pulse Amplitude Modulation*), cujo tempo de amostragem equivale à sua largura e que depende da freqüência de amostragem.

O princípio de funcionamento é o seguinte: um filtro passa-faixa é intercalado entre a fonte do sinal analógico a ser amostrado e uma chave analógica que limita a banda de freqüências que será amostrada, figura 4.

Um gerador de *clock* fornece uma seqüência de pulsos definidos que são injetados na entrada de controle da chave analógica. Assim, a chave analógica fecha toda vez que um pulso de sincronismo inicia o período de subida, gerando na saída um pulso correspondente à amplitude do sinal

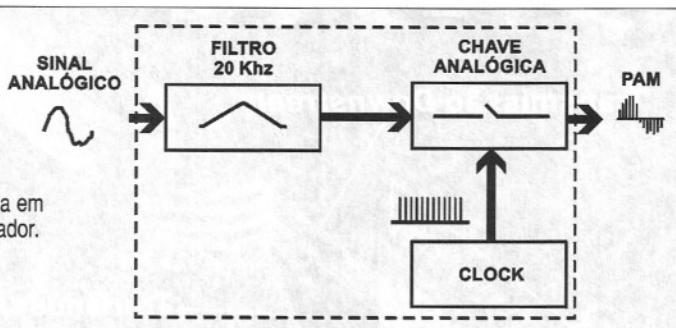


Fig. 4 - O diagrama em blocos do amostrador.

análogo no instante de fechamento da chave. Completado o pulso de *clock*, a chave analógica abre e espera o próximo pulso para retirar a amostra seguinte.

**Quantizador** - os pulsos gerados na saída do amostrador podem assumir infinitos valores de amplitude, assim sendo, na etapa da codificação seria necessário gerar infinitos códigos, cada um com uma determinada amplitude do pulso PAM, o que não é possível. Intercala-se um quantizador para aproximar os pulsos a valores pré-determinados, obtendo-se assim uma seqüência de código binário para cada amplitude pré-determinada.

Os conjuntos de valores são denominados de Curvas de Quantização e obedecem a certos padrões para cada modalidade de aplicação do sinal PCM, sendo basicamente de dois tipos: a quantização linear e a quantização comprimida. De uma forma resumida, o quantizador arredonda para mais ou para menos os níveis de amplitude dos pulsos PAM, e quanto maior a quantidade de níveis de quantização menos ruído ou distorção de quantização possuirá o sinal codificado.

**Codificador** - no sistema PCM o codificador é a parte principal, onde para cada amostra quantizada do sinal é estabelecido um código binário, figura 5, transformando assim, os sinais analógicos em digitais.

**Decodificador** - o caminho inverso agora tem que ser realizado, ou seja, converter os sinais PCM em sinais PAM, com natureza idêntica aos gerados pelo amostrador.

**Filtro Passa-Faixa** - O filtro passa-faixa está presente tanto na transmissão quanto na recepção do circuito, sendo seu papel extremamente importante para o funcionamento das mesmas, pois limita a faixa de áudio da voz humana entre 0,3 a 3,4 kHz,

que estará sendo coletada (na entrada do circuito) para a amostragem do sinal. Já na recepção, o filtro permite a recuperação do sinal analógico original removendo as componentes espectrais que estejam em cima da FM (Frequência Modulada), a partir dos pulsos PAM presentes na saída do decodificador.

## INTERFACE E1

Para o intercâmbio entre o PABX digital e o *link* de 2,048 Mbps da operadora de telecomunicações, é necessária uma interface com o sistema PCM, que permite a transmissão simultânea das 30 ligações telefônicas, onde múltiplos usuários compartilham do mesmo meio físico sem que haja quebra nas conversações. Intervalos de tempo são associados para cada amostra digital da voz do usuário e transmitidos em tempos regulares, utilizando-se da técnica TDM (*Time Division Multiplexing*) ou Multiplexação por Divisão de Tempo.

Antes da ativação de uma interface E1 (Placa E1), algumas informações devem ser obtidas junto à operadora local, ou seja, quais são as configurações que o técnico deverá programar no PABX digital da empresa solicitante do entroncamento digital:

**- Tipo de sinalização da linha** - as duas centrais (pública e privada) trocam informações entre si através dos sinais de ocupação e supervisão de *link*. Esses sinais podem ser: R2 Digital, E+M Pulsada e E+M Contínua.

**- Número de dígitos de saída** - é a quantidade de dígitos que o ramal DDR deverá possuir, normalmente definidos como 2, 3 ou 4 dígitos.

**- Número de dígitos de entrada** - é a quantidade total dos dígitos que a interface solicita à central pública, numa ligação de entrada. Há situações em que a central pública informa também o prefixo, portanto, a quantidade de dígitos de entrada deverá ser: quantidade de dígitos do prefixo + quantidade de dígitos do ramal.

**- Numeração DDR adotada** - é a numeração que os ramais possuirão, por exemplo, a operadora definiu como numeração os ramais de 8500 a 8599. Essa numeração será de acordo com a capacidade do PABX e de acordo com a quantidade de ramais DDR que a empresa solicitar.

**- Prefixo da central pública** - é o número que identifica a central pública à qual pertence o PABX. Numa ligação de saída, a CPU envia para a central pública qual ramal está fazendo a ligação. Em algumas operadoras, o prefixo da central pública também deve ser enviado.

**- Ramal DDR piloto** - o prefixo da central pública + o ramal piloto formam o número de acesso à empresa, como se fosse o tronco-chave. Todas as ligações dirigidas a esse ramal são atendidas normalmente por uma telefonista ou recepcionista. Por exemplo, uma empresa possui o número 1234-5000, o prefixo seria 1234 e o ramal DDR piloto, 5000.

**- Tipo de juntor** - cada canal do E1 é um juntor, que poderá ser de

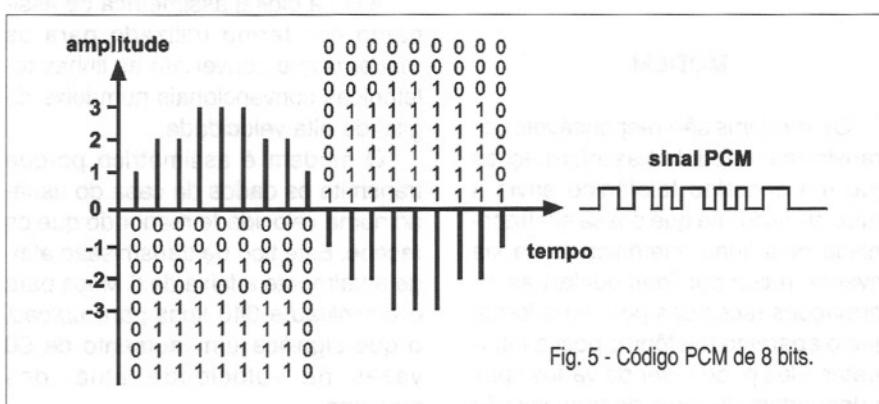


Fig. 5 - Código PCM de 8 bits.

entrada, saída ou bidirecional. Será de entrada quando somente receber ligações, de saída quando somente efetuar ligações e bidirecional para efetuar e receber. Os tipos de juntadores são definidos pela empresa contratante do serviço.

**- Seqüência de ocupação dos canais** - em algumas operadoras os canais são ocupados de forma crescente (sempre a partir do primeiro), já em outras, de forma decrescente (sempre do último e decrescendo). A seqüência que será programada é a contrária da operadora.

**- Número de canais** - a quantidade de canais programados será a mesma que a operadora dispuser no entroncamento, portanto, os canais não utilizados na placa E1 deverão ser bloqueados.

**- Identidade de A (assinante chamador)** - na troca de sinalizações entre as centrais, define-se em que momento será pedida a identificação do assinante chamador:

- não pede;
- pede a identidade depois do 1º dígito;
- pede a identidade depois do 2º dígito;
- pede a identidade depois do 3º dígito.

## VANTAGENS DO E1

Não devemos esquecer das vantagens que o E1 pode oferecer:

- Maior confiabilidade e imunidade a ruídos;
- Redução do espaço físico;
- Baixo custo;
- Maior capacidade;
- Maior flexibilidade;
- DDR (Discagem Direta a Ramal);
- IDA (Identificação do Assinante)

## MODEM

Os *modems* são responsáveis por transformar (modular) as informações que um aparelho telefônico envia a outro numa forma que possa ser transmitida pela linha telefônica e, na via inversa, recompor (demodular) as informações recebidas para uma forma que o aparelho telefônico possa interpretar. Eles podem ser de vários tipos e dependem do meio de transmissão

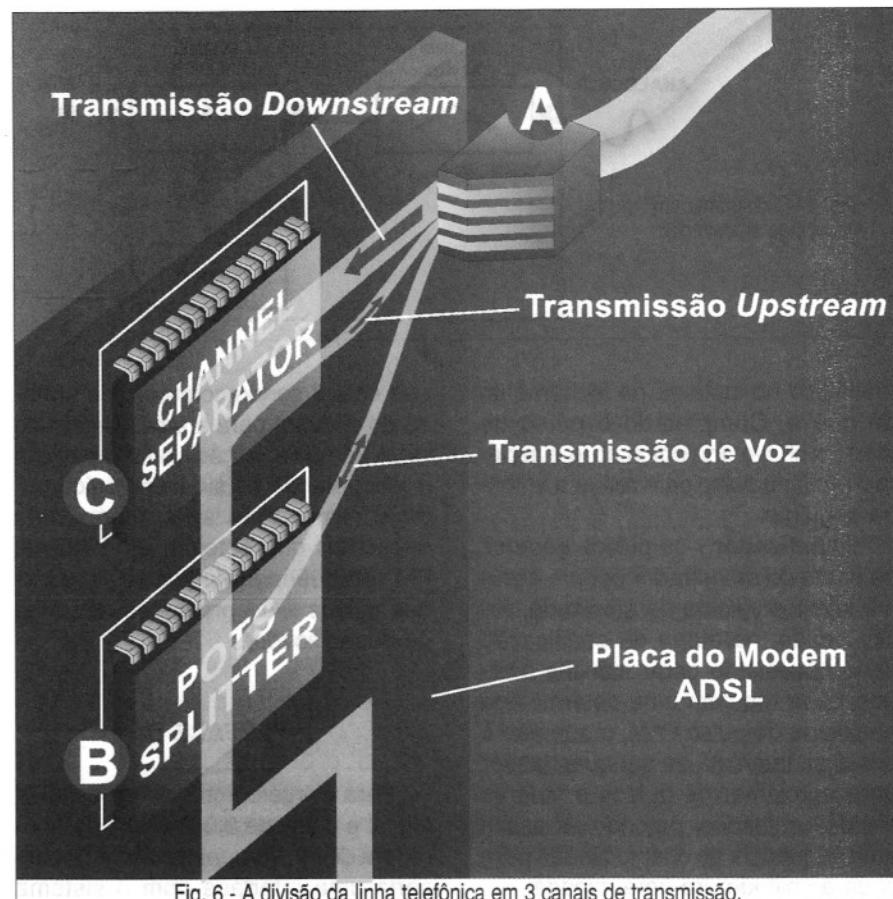


Fig. 6 - A divisão da linha telefônica em 3 canais de transmissão.

utilizado. Enquanto em linhas telefônicas convencionais deve-se usar *modems* analógicos, cujas taxas de transmissão chegam a 56 kbps, em linhas digitais usam-se *modems* digitais variando entre 128 kbps (ISDN) e 8Mbps (ADSL), recebendo os dois pares de fios da rede externa (1 par TX e 1 par RX) e conectando à placa E1 por intermédio de dois cabos coaxiais de 75 ohms, sendo um cabo TX e outro RX.

Somente com essa tecnologia é possível trazer para as residências e pequenos escritórios, a multimídia, o vídeo em *full-motion*, etc., o que representará para as operadoras de telefonia fixa e provedores de acesso, um mercado muito promissor cada vez mais crescente. Literalmente, a ADSL está transformando a rede telefônica existente, destinada ao transporte de sinais de voz, textos e gráficos de baixa resolução, numa infovia poderosa.

## FUNCIONAMENTO

A linha digital assimétrica de assinante é o termo utilizado para os *modems* que convertem as linhas telefônicas convencionais num feixe digital de alta velocidade.

O modem é assimétrico porque transmite os dados da casa do usuário numa velocidade menor do que os recebe. Este tipo de transmissão atinge atualmente a faixa de 6 Mbps para o *download* e 640 kbps para *upload*, o que significa um aumento de 50 vezes na velocidade atual dos modems.

Dois *modems* são colocados nas extremidades da linha telefônica, um na casa do assinante e outro na central pública. Esses modems estão permanentemente conectados, dividindo digitalmente a linha telefônica em 3 canais separados, no primeiro canal trafegam os sinais de voz onde o assinante pode utilizar seu aparelho telefônico para realizar ou receber uma chamada, no segundo trafegam os dados no sentido usuário/rede (*upstream*), já o terceiro é destinado ao fluxo rede/usuário (*downstream*), figura 6.

A divisão da linha telefônica é feita primeiramente por um chip chamado POTS Splitter (*Plain Old Telephony Services*) ou divisor de linha telefônica convencional, separando-a em duas faixas: uma de 4 kHz para o tráfego de voz e outra de até 2 MHz, utilizada para o transporte dos dados.

A faixa de maior freqüência é novamente dividida por outro chip chamado *Channel Separator*, em duas partes: uma maior para *download* e outra menor para *upload*.

Como o *downstream* (fluxo de dados sentido rede-usuário) é em nú-

conetado à Internet com velocidade superior a 1 Gbps. O *link ATM/Internet* é feito normalmente através de cabo óptico, figura 7.

### VELOCIDADE

A velocidade dependerá da distância que o usuário estiver da central telefônica e da qualidade de sua linha, podendo obter taxas médias de 4 Mbps para *downstream* (nunca inferiores a 1 Mbps) e de até 640 kbps para *upstream*, nunca inferiores a 160 kbps.

**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 (8 pagtos.)**

**PROMOÇÕES VÁLIDAS ATÉ 31/12/2000**

**PRÁTICA DE CIRCUITO IMPRESSO  
(somente à vista)**

**argos**

IPDTel

CEP.: 05049-970 Caixa Postal 11916  
Lapa - S.Paulo - F.: (011) 3641-8166



**PEÇO ENVIAR-ME PELO CORREIO  
INFORMAÇÕES GRATUITAS**

Curso: \_\_\_\_\_

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

Rua: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

Estado: \_\_\_\_\_

CEP: \_\_\_\_\_

Anote Cartão Consulta nº 1022

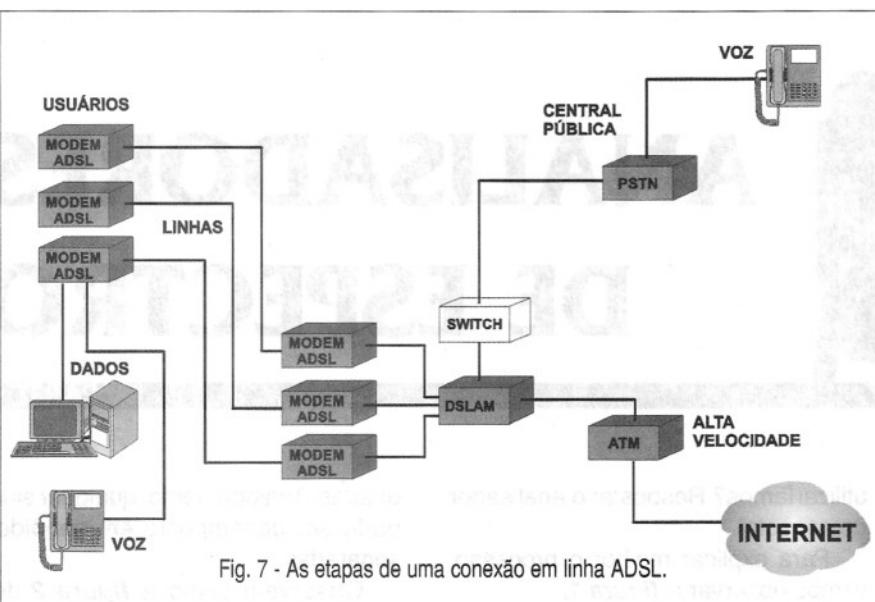


Fig. 7 - As etapas de uma conexão em linha ADSL.

mero maior, a largura do seu canal é maior, obtendo-se assim velocidades muito maiores. Uma divisão no canal de POTS fora do *modem*, feita por filtros, garante o funcionamento ininterrupto do circuito de voz, se ocorrerem falhas na ADSL.

Do lado da companhia telefônica outro *modem* é conectado na extremidade da linha, onde o chip POTS Splitter separa os canais de voz e dados.

As chamadas telefônicas de voz são chaveadas para a rede telefônica pública através do PSTN (*Public Switched Telephone Network*), e processando-se da forma convencional.

Os dados são encaminhados ao DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), que recebe os dados provenientes de todos os assinantes desse tipo de serviço, unindo-os através de uma única linha de altíssima velocidade, o ATM (*Asynchronous Transfer Mode*), que fica

### FUTURO PRÓXIMO

As linhas telefônicas estão espalhadas por toda a parte, calcula-se que atualmente existam cerca de 800 milhões delas no mundo. Hoje conectam telefones, fax, e computadores em velocidades muito lentas (28,8 kbps para os *modems*, 128 kbps para a RDSI (*Rede Digital de Serviços Integrados*)).

Num futuro próximo conectarão computadores em velocidades de até 9 Mbps, 300 vezes mais rápido que o *modem* e 70 vezes mais rápido que a RDSI. A ADSL removerá o último obstáculo ao acesso às taxas de alta velocidade, permitindo que o cidadão comum participe cada vez mais de um mundo globalizado.

O analisador de espectro é um instrumento muito utilizado nas telecomunicações e na indústria de um modo geral. Como veremos a seguir, esse equipamento permite a visualização de anomalias em um sinal elétrico que não poderiam ser detectadas por outros instrumentos (osciloscópios, analisadores lógicos, etc.).

Como esse assunto é extenso, o artigo foi dividido em duas partes. A primeira delas abordará os conceitos fundamentais da análise do espectro e a "anatomia" do analisador.

A segunda parte estudará, com maiores detalhes, alguns conceitos práticos. Mão-à-obra!

Alexandre Capelli



# ANALISADORES DE ESPECTRO

PARTE 1

## O QUE É ESPECTRO, E POR QUE MEDI-LO?

A maioria dos técnicos e engenheiros eletrônicos estão habituados à análise do sinal elétrico tendo como referência o tempo.

O osciloscópio é o mais clássico instrumento dessa natureza.

Assim, quando queremos analisar a forma-de-onda, ou outro evento elétrico que se relacione com o tempo, o osciloscópio é uma poderosa ferramenta.

Mas, se ao invés de desejarmos saber qual é a forma-de-onda de um sinal, desejássemos saber o porque ela é dessa forma, qual instrumento

utilizariam? Resposta: o analisador de espectro.

Para explicar melhor o processo, vamos observar a **figura 1**.

No exemplo, a forma-de-onda apresentada no osciloscópio não é uma senóide (nem tampouco quadrada, ou triangular).

Suponha ainda que é um caso concreto em que o sinal deveria ser puramente senoidal.

O que está havendo com ele? Para responder a essa pergunta, vamos recordar algo sobre a "série de Fourier". Ela diz que qualquer forma-de-onda pode ser construída através de um ou mais sinais senoidais com freqüência, amplitude e fase apro-

priadas. Analogamente, qualquer sinal pode ser decomposto em senóides separadas.

Observem como a **figura 2** demonstra o sinal da **figura 1** decomposto por suas senóides.

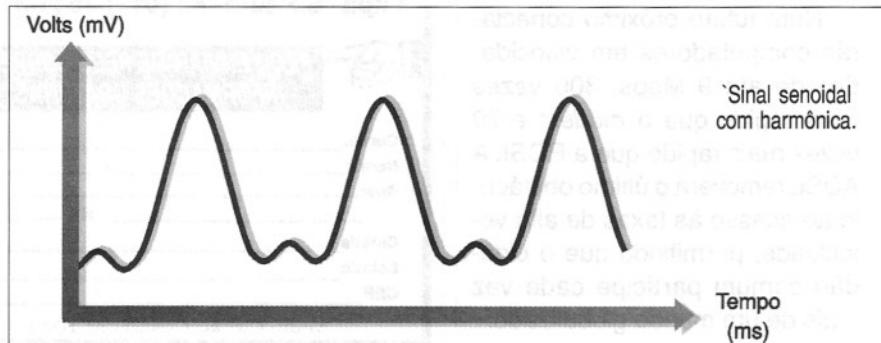
O eixo do domínio do tempo mostra o resultado da superposição da senóide fundamental com uma harmônica.

Esse é o resultado apresentado pelo osciloscópio. Já observando o domínio da freqüência, podemos "enxergar" a amplitude e freqüência da harmônica responsável pela deformação da senóide fundamental.

Temos aí a resposta mostrada pela tela do analisador de espectro. Através desse último resultado, podemos entender melhor o que ocorreu com o sinal.

A degradação de um sinal é um fator preocupante na eletrônica, principalmente nos sistemas de telecomunicações.

Com a análise do espectro de freqüências, podemos projetar filtros que eliminem as harmônicas (ou ruídos aleatórios) que estejam interferindo no sinal fundamental.



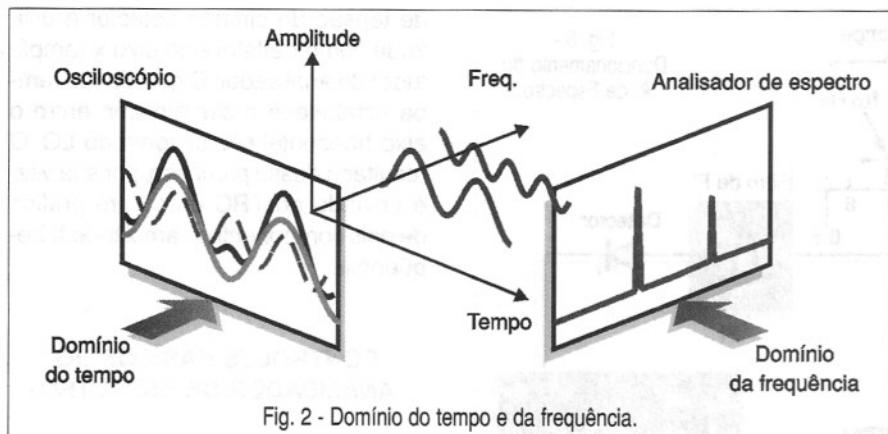


Fig. 2 - Domínio do tempo e da frequência.

## O QUE É UM ANALISADOR DE ESPECTRO?

O analisador de espectro é um instrumento utilizado para medir sinais no domínio da freqüência. Existem dois tipos básicos de analisadores : FFT (Fast Fourier Transform) e o Super-heteródino.

Como o primeiro deles está voltado para aplicações bem restritas, vamos concentrar-nos apenas no analisador Super-heteródino, que essencialmente, é muito semelhante a um rádio receptor.

Temos certeza que a maioria dos leitores já ouviram falar nos rádios Super-heteródinos.

Apenas para relembrar, essa é uma técnica em que o sinal recebido é "misturado" com outro sinal produzido por um oscilador local.

O circuito sintonizador envia para as etapas amplificadoras apenas a diferença entre eles que, por ser constante (independente da freqüência sintonizada), dispensa outros ajustes das etapas seguintes.

Essa freqüência é chamada Freqüência Intermediária (FI) que, para os rádios AM é 455 kHz, e para os rádios FM é 10,7 MHz.

O analisador de espectro segue a mesma filosofia de funcionamento, sendo que as duas diferenças básicas entre ele e o rádio são: o tubo de raios catódicos (ou *display*) no lugar de alto-falante, e a freqüência do oscilador local que, no analisador, é selecionada através de um *knob* no painel frontal.

Essa freqüência é mostrada na escala horizontal do instrumento, e pode ser parametrizada desde alguns kHz até MHz por divisão. Isso é chamado "Span / divisão".

## ESTRUTURA BÁSICA DE UM ANALISADOR DE ESPECTRO

A figura 3 mostra o diagrama de blocos simplificado de um analisador de espectro. Antes de estudarmos o analisador como um todo, vamos fazer uma breve explanação de cada módulo :

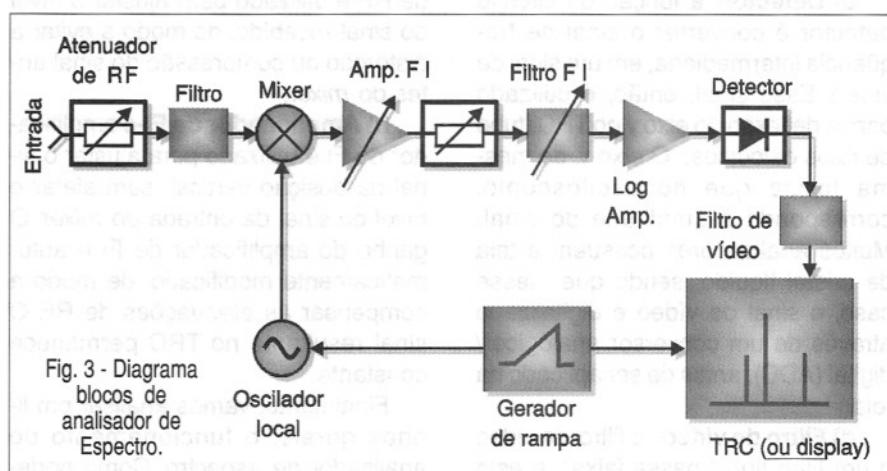


Fig. 3 - Diagrama blocos de analisador de Espectro.

**a) Módulo Mixer** o mixer é um circuito que combina a freqüência do sinal analisado com a freqüência do oscilador local (LO). Esse circuito não é linear e, em sua saída temos duas freqüências que correspondem à soma delas ( $f_{LO} + f_{sig}$ ) e à diferença ( $f_{LO} - f_{sig}$ ). Assim, como no rádio, a única que interessa para o analisador é à diferença (**fig 4**). Nesse ponto, o mixer converteu um sinal de RF em uma freqüência intermediária que, agora, pode ser filtrada, amplificada, detectada e aplicada ao TRC (ou display).

**b) Filtro de FI** o filtro de FI é um filtro tipo "passa faixa", e que pode ser considerado como uma "janela" para a detecção de sinais. Na verdade, a faixa de freqüências do sinal que se deseja analisar (*bandwidth*) pode ser selecionada no painel do instrumento. Essa característica também é cha-

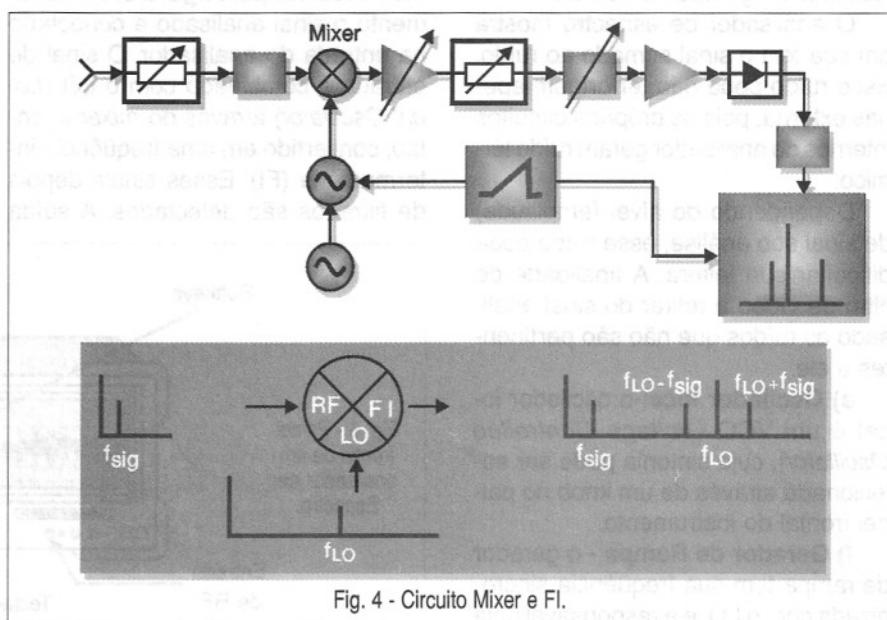
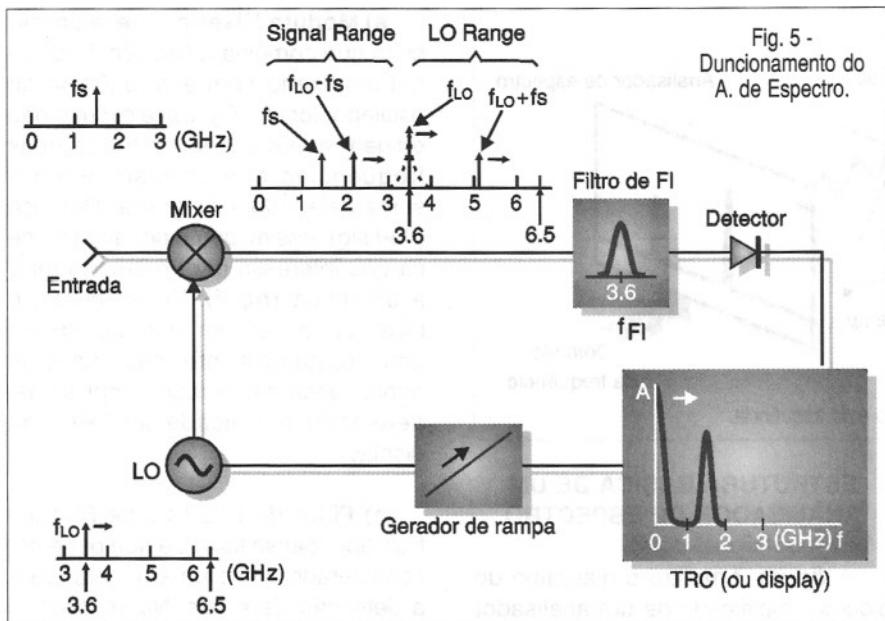


Fig. 4 - Circuito Mixer e FI.



mada de RBW (*resolution bandwidth*).

**c) Detector** - a função do circuito detector é converter o sinal de freqüência intermediária, em um sinal de vídeo. Esse sinal, então, é utilizado para a deflexão do eixo y no TRC (tubo de raios catódicos). O eixo y, da mesma forma que no osciloscópio, corresponde à amplitude do sinal. Muitos analisadores possuem a tela de cristal líquido, sendo que, nesse caso, o sinal de vídeo é digitalizado através de um conversor analógico / digital (ADC), antes de ser aplicado na tela.

**d) Filtro de vídeo** - o filtro de vídeo é um filtro tipo "passa faixa", e está localizado logo após o detector.

O analisador de espectro mostra em sua tela o sinal somado ao ruído. Esse ruído pode não ter origem apenas externa, pois os próprios circuitos internos do analisador geram ruído térmico.

Dependendo do nível (amplitude) de sinal sob análise, esse ruído pode dificultar sua leitura. A finalidade do filtro de vídeo é retirar do sinal analisado os ruídos que não são pertinentes a ele.

**e) Oscilador local** - o oscilador local é um VCO (*Voltage Controlled Oscillator*), cuja sintonia pode ser selecionada através de um knob no painel frontal do instrumento.

**f) Gerador de Rampa** - o gerador de rampa tem sua freqüência sincronizada com o LO, e é responsável pela

deflexão do eixo x (domínio da freqüência) na tela do instrumento;

**g) Atenuador de RF** - o atenuador de RF é utilizado para ajustar o nível do sinal recebido, de modo a evitar a distorção ou compressão do sinal antes do mixer.

**h) Amplificador de FI** - o amplificador de FI é utilizado para ajustar o sinal da posição vertical, sem afetar o nível de sinal da entrada do mixer. O ganho do amplificador de FI é automaticamente modificado, de modo a compensar as atenuações de RF. O sinal resultante no TRC permanece constante.

Finalmente, vamos analisar em linhas gerais, o funcionamento do analisador de espectro. Como podemos observar pela **figura 5**, primeiramente o sinal analisado é conectado na entrada do analisador. O sinal de entrada é combinado com o LO (*Local Oscillator*) através do mixer e, então, convertido em uma freqüência intermediária (FI). Esses sinais depois de filtrados são detectados. A saída

de tensão do circuito detector é utilizada como defletora do eixo x (amplitude) do analisador. O gerador de rampa estabelece o sincronismo entre o eixo horizontal e a sintonia do LO. O resultado desse processo, por sua vez, é enviado ao TRC como um gráfico de dois componentes: amplitude X freqüência.

## CONTROLES BÁSICOS DO ANALISADOR DE ESPECTRO

De nada adiantaria estudarmos a teoria sobre o analisador de espectro, sem abordarmos alguns conceitos práticos sobre sua utilização. Atualmente, temos vários fabricantes desses instrumentos no mercado (Agilent Technologies, Tektronix, Minipa, etc.), e cada um deles possui vários modelos. Para aproveitar convenientemente todos os recursos que um analisador de espectro oferece, teríamos que (no mínimo) ler integralmente o seu manual do usuário. Algumas empresas promovem até palestras e cursos sobre esses (e outros) instrumentos de medição. Podemos encontrar também uma farta quantidade de informações sobre isso na web.

De qualquer forma, independentemente de um modelo ou fabricante específico, o analisador de espectro tem três controles básicos: nível de referência, freqüência, e "Span" por divisão, **figura 6**.

**a) Controle do nível de referência** - o controle do nível de referência varia o nível do sinal de modo a produzir uma deflexão completa na tela do instrumento. Por exemplo, façamos o ajuste do nível de referência para 10 dBm, essa será a amplitude máxima que o sinal sob análise poderá ter, de modo a ser visualizado por

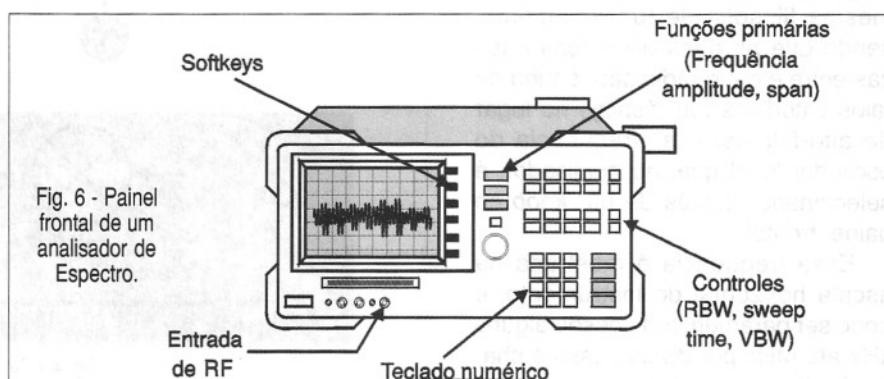


Fig. 6 - Painel frontal de um analisador de Espectro.

completo. Esse controle assemelha-se ao volts /div, no osciloscópio.

Para determinarmos o nível de um sinal, multiplicamos o número de divisões que está abaixo da linha de referência vertical, e subtraímos o resultado pelo nível de referência. Ainda com base no exemplo acima, suponha que o sinal sob análise ocupe 2 divisões, e que o fator por divisão esteja em 10 dB (10 dB / div). A amplitude desse sinal será = -10 dBm-(2x 10 dB/ div) = -30 dBm.

A figura 7 mostra esse exemplo.

Apesar do nível de referência ser uma função do atenuador de RF e do amplificador de freqüência intermediária, o analisador seleciona automaticamente o montante de atenuação da RF e o ganho da freqüência intermediária, para evitar a necessidade do "manuseio" de dois controles a mais.

Cabe lembrar que todos os analisadores possuem um nível máximo de entrada, que jamais deverá ser excedido.

Tipicamente, esse sinal encontra-se entre + 20 a + 30 dBm (2,24 a 7,07 volts). Os analisadores de espectro também são sensíveis a entradas com grande nível DC.

O valor máximo do nível DC permitido deve estar indicado próximo ao conector de entrada.

**"Mas, como posso medir sinais com nível DC, ou em freqüências muito baixas?"**

Para quem tem esse problema, aqui seguem algumas dicas :

- ajuste o analisador para o máximo nível de referência ;
- caso o nível DC seja muito grande, instale um capacitor externo de desacoplamento ;
- caso o nível de tensão total seja muito grande, utilize um atenuador externo (transformador de ferrite, filtros LC, etc.) ;
- ajuste a atenuação interna de modo a permitir uma visualização satisfatória do sinal.

#### **Cuidado !**

Exceder o limite máximo de tensão da entrada do analisador pode causar danos graves ao instrumento.

**b) Controle de freqüência-** assim como no osciloscópio o eixo x (horizontal) refere-se ao domínio do tem-

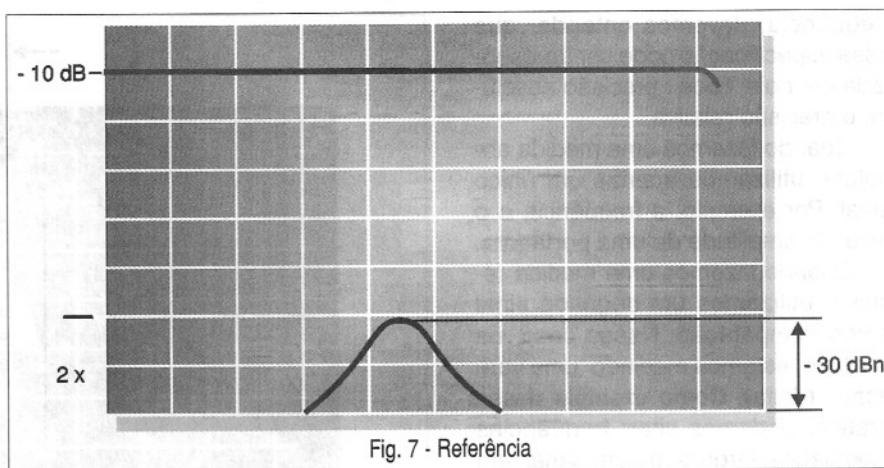


Fig. 7 - Referência

po, analogamente, o eixo x no analisador de espectro é o domínio da freqüência. Há dois modos de ajuste para a freqüência : a freqüência central, e freqüência de partida (*Starting Frequency*).

A freqüência central adota o centro da tela como referência de medida, e o modo freqüência de partida adota o canto esquerdo da tela.

De uma maneira ou de outra, a maioria dos analisadores de espectro possuem um *knob* no painel frontal para o ajuste da freqüência. Alguns modelos que utilizam tecnologia digital, entretanto, podem apresentar o ajuste automático da freqüência, dispensando assim esse controle manual no painel.

**c) Controle de Span -** o controle de Span ou *Span / Div* regula a largura do espectro de freqüência mostrado na tela, através da largura da rampa gerada no oscilador local. Como o eixo das freqüências (horizontal) tem geralmente dez divisões, o Span também influencia a freqüência total do instrumento.

Uma característica interessante do analisador de espectro é o seu funcionamento como radio receptor. Alguns instrumentos possuem uma saída de áudio.

Caso o controle de Span / Div seja ajustado para freqüências na faixa de AM, ao conectarmos um pequeno alto-falante nessa saída, poderemos ouvir a transmissão de alguma estação local.

Normalmente esse controle pode ser ajustado desde alguns kHz até milhares de MHz, e fazendo uma comparação com o osciloscópio, esse controle assemelha-se ao *Tempo / Div*.

## ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

"Quais são as características que eu devo observar na escolha de um analisador de espectro, para que ele possa atender às minhas necessidades de modo satisfatório?"

Várias são as características que definem a performance de um analisador de espectro, porém, as principais são: faixa de freqüência; precisão da freqüência e amplitude; resolução; sensibilidade; distorção; e faixa dinâmica.

Vamos comentar um pouco sobre cada uma delas.

**a) Faixa de freqüência-** a mais importante característica técnica do analisador de espectro é a faixa de freqüências em que ele pode operar.

Um fator importante a ser observado é que a capacidade de analisar sinais apenas nas freqüências fundamentais da sua aplicação não basta. Não podemos esquecer das harmônicas e sinais "espúrios" que ocupam freqüências bem mais altas do que a fundamental. Um exemplo prático está nas telecomunicações. Alguns sistemas de telefonia celular operam em 900 MHz, implicando em que a freqüência do analisador de espectro deve ser no mínimo  $10 \times 900 \text{ MHz} = 9 \text{ GHz}$ .

Com essa faixa de freqüências, podemos observar bem os sinais até a décima harmônica.

**b) Precisão -** a segunda característica que deve ser observada em um analisador de espectro é a precisão, tanto de amplitude como da freqüência. Quando falamos em precisão de

freqüência, devemos entender que essa especificação pode ser apresentada em dois tipos: precisão absoluta, e precisão relativa.

Quando fazemos uma medida absoluta, utilizamos apenas um único sinal. Por exemplo: a freqüência e o nível de amplitude de uma portadora.

Quando fazemos uma medida relativa, utilizamos um segundo sinal como comparação. Nesse caso, na verdade, estamos medindo uma variação (delta). Como exemplo dessa prática, podemos citar: freqüências moduladas, largura de um canal em relação a outro, freqüência de *offset* em relação à sua portadora, etc.

As medidas relativas são mais precisas que as absolutas. Existem vários fatores que influenciam a precisão do analisador de espectro. A precisão dos osciladores internos é a mais significativa, considerando-se que alguns instrumentos utilizam cristais de alta performance para melhorar essa característica (*figura 8*).

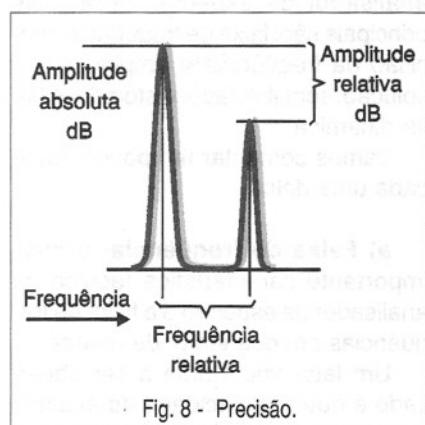


Fig. 8 - Precisão.

Podemos encontrar duas categorias de analisadores de espectro no mercado quanto à precisão: *Synthesized* e *Free-running*. O primeiro deles utiliza uma arquitetura interna com osciladores em PLL, e sua precisão é da ordem de algumas centenas de hertz. O *free-running*, instrumento de menor custo, opera com osciladores convencionais, e sua precisão típica é da ordem de alguns megahertz.

A precisão em amplitude, por sua vez, também é fundamental em um analisador de espectro. Os dois fatores essenciais que determinam essa característica são: fidelidade da tela do instrumento e resposta em freqüência. Muitas vezes, quando o analisador opera com sinais de baixa

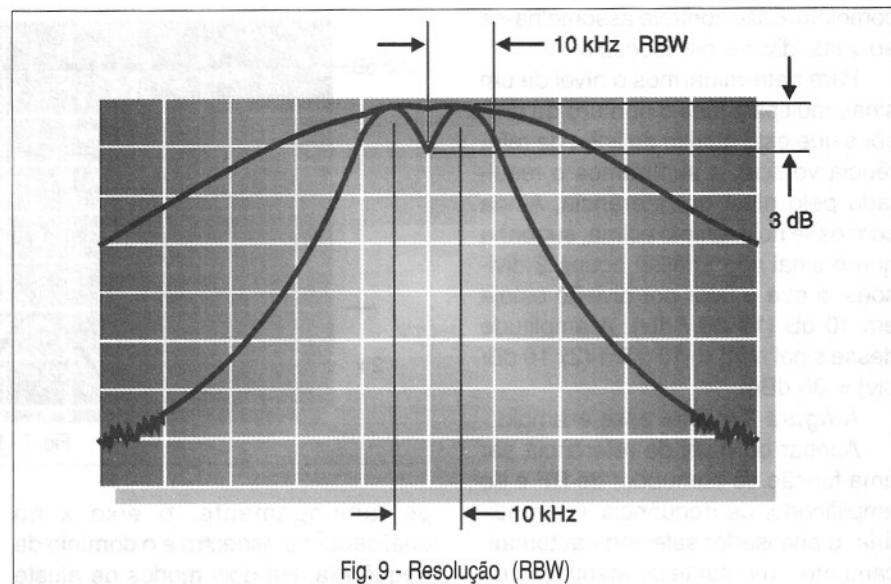


Fig. 9 - Resolução (RBW)

amplitude, algumas harmônicas podem ser muito pequenas. Caso o analisador não tenha a capacidade de mostrar claramente sinais pequenos, poderemos fazer uma análise incorreta do fenômeno.

**c) Resolução** - a resolução, ou RBW (*resolution bandwidth*) é a capacidade que o analisador de espectro possui em distinguir dois sinais de igual amplitude. Por exemplo, se dois sinais estão com 10 kHz de separação, um RBW de 10 kHz pode separá-los facilmente. Já, com um RBW mais "largo", esses dois sinais podem aparecer como um único, vide *figura 9*.

**d) Sensibilidade** - a sensibilidade é a capacidade de detectar e medir sinais de baixa amplitude. Quanto mais sensível, melhor será a medida de pequenos sinais. Um analisador de espectro ideal não adiciona ruído térmico, representado por  $KTB$  ( $K$  = Constante de Boltzman;  $T$  = temperatura, e  $B$  = largura da banda), ao sinal sob análise. Na prática, entretanto, tal analisador não existe, e sempre um pequeno ruído é acrescentado ao sinal. O montante desse ruído é definido como DANL (*Displayed Average Noise Level*), e é medido em dBm. Valores típicos de sensibilidade encontram-se na faixa de -90 dBm a -145 dBm.

A análise dessa característica é fundamental na escolha do instrumento, pois sinais que se encontram abaixo do nível de ruído não poderão ser medidos.

**e) Distorção** - a distorção em um analisador de espectro é causada pelo seu circuito interno de *mixer* (analisador super-heteródino). Como esse circuito não é linear, sua distorção poderá "cobrir" o sinal sob análise.

**Mas, qual a distorção máxima que um analisador pode apresentar?**

Essa é uma questão polêmica, e não existe uma regra geral. Normalmente, quando estamos realizando um teste, ele deve ter uma norma técnica que limita a distorção do instrumento de medida. O analisador, portanto, deve apresentar uma distorção bem mais baixa do que a especificada pelo teste.

**f) Faixa dinâmica** - a faixa dinâmica (*Dynamic Range*) é definida como a razão máxima entre os dois níveis de dois sinais simultâneos, que pode ser medida com uma precisão aceitável.

Imagine dois sinais aplicados na entrada do analisador, sendo um deles com o nível igual ao máximo permitido pelo instrumento, e o outro com um nível significativamente menor, isto é, qualquer redução em sua amplitude tornaria sua visualização impossível.

Enquanto ainda podemos medir esse segundo pequeno sinal, a razão entre os dois sinais (em dB) define a faixa dinâmica (*figura 10*).

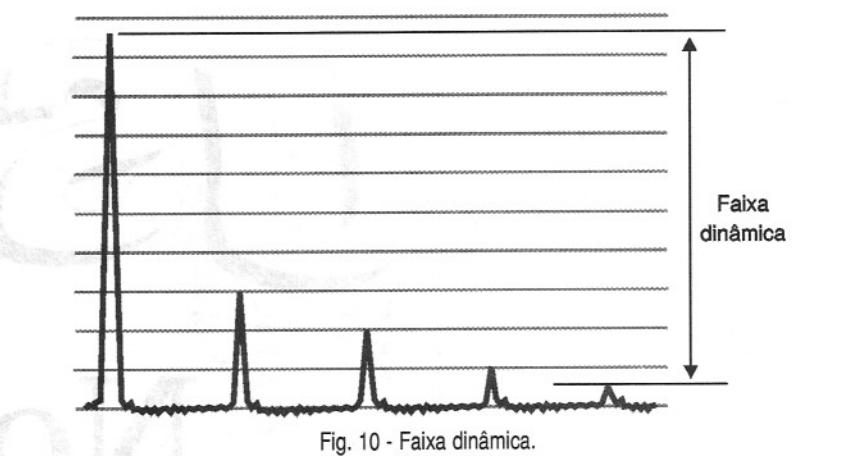
Os fatores que podem tornar esse segundo sinal indetectável são todos

os discutidos até agora: RBW, distorção, e ruído do analisador.

## CONCLUSÃO

O analisador de espectro é um instrumento que oferece uma infinidade de recursos. Saber utilizá-lo corretamente pode facilitar muito a análise de problemas envolvendo ruídos e harmônicas.

O artigo que o leitor acabou de ler, apresentou apenas uma breve introdução sobre as medidas espetrais, e a arquitetura básica do analisador. A segunda parte desse artigo abordará algumas aplicações práticas, procurando sempre fornecer "dicas" para os técnicos e engenheiros sobre possíveis soluções de problemas encontrados no campo. Aproveitamos essa oportunidade para fazer nossos agradecimentos à Agilent Technologies e à Tektronix pelo fornecimento das valiosas informações que muito contribuíram para esse artigo. Para aque-



les leitores que necessitem de maiores informações sobre analisadores de espectro, seguem alguns *sites* e *application-notes* que, com certeza, podem ajudar muito:

### Sites:

[www.agilent.com](http://www.agilent.com) - Institucional  
[product.agilent.com/lookup/index.htm](http://product.agilent.com/lookup/index.htm)  
[www.educatorscorner.com](http://www.educatorscorner.com)  
[tmobrasil@agilent.com](mailto:tmobrasil@agilent.com) (e-mail para

contato e solicitações de maiores informações)  
[www.tektronix.com.br](http://www.tektronix.com.br)

### Application-notes:

AN 150 (Agilent Technologies)

26 w-7078 (Tektronix)

26 w-7071 (Tektronix)

Não percam a segunda parte desse artigo no próximo mês, e... até a próxima! ■

## GANHE DINHEIRO INSTALANDO 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**

## TECNOLOGIA DE VÍDEO DIGITAL

**O Futuro em suas mãos  
Mais um lançamento em Vídeo Aula do Prof. Sérgio  
Antunes**

### TÍTULOS:

- 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

**PREÇO R\$ 55,00 +  
despesas de envio**

Válido até 30/12/2000

### SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página. Maiores informações

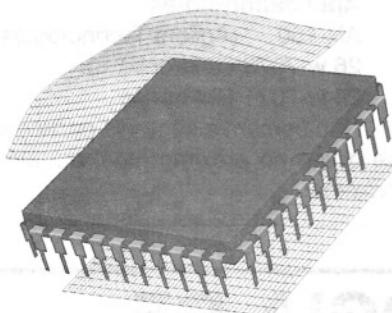
**Disque e Compre (0 XX 11) 6942-8055.** -Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP

**REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL**



# USA em Notícias

JEFF ECKERT



## TECNOLOGIAS AVANÇADAS

### O CARB Pede o Impossível (Ou pelo menos Improvável)

O California Air Resources Board (CARB [www.arb.ca.gov](http://www.arb.ca.gov)) reiterou o pedido feito à indústria americana de automóveis de vender pelo menos 22 000 veículos com emissão-zero (ZEV) nesse estado até o ano de 2003. Atualmente, somente carros totalmente elétricos atendem às especificações, e existem apenas 2 300 deles rodando na Califórnia e, devido ao alto custo e performance inadequada, os compradores interessados foram muito poucos.

Eles podem andar apenas 70 milhas com uma carga de bateria, demoram 5 horas para serem recarregados e não admitem recursos rudimentares, tais como ar condicionado e aquecimento. Além disso, eles são muito caros. Por exemplo, o EV1, carro de dois lugares construído pela General Motors custa U\$ 33 995. Pior que isso ainda é o fato da empresa estimar em U\$ 78 000 o que gasta para construir cada um. O não com-

primento das exigências do CARB de vender uma quantidade mínima pode levar as empresas a pagar à Califórnia uma multa de U\$ 5 000 por veículo movido a bateria que não for fabricado (sim, é isso mesmo!). No entanto, o resultado disso significará um total de multas de U\$ 40 milhões, o que é muito menos do que elas perderiam se fabricassem os veículos na quantidade exigida.

### Transmissão por feixe sonoro perto da realidade prática

Apesar de não estarem ainda comercialmente disponíveis, alguns desenvolvimentos em curso no laboratório de Media (Media Lab) do Massachusetts Institute of Technology (MIT) deverão aparecer logo em produtos de áudio. Desenvolvida por Joseph Pompei (<http://sound.media.mit.edu/~pompei/>), a tecnologia Audio Spotlight (TM) permite a produção de feixes de sons extremamente estreitos que se assemelham muito aos feixes de luz. Num tipo de aplicação, você poderá focalizá-lo num indivíduo de modo a permitir a escuta privada ao ar livre. Foi anunciado que a Chrysler demonstrou o princípio num carro-conceito que permite aos passageiros ouvirem diferentes programas de áudio no mesmo ambiente, ao mesmo tempo, sem a necessidade de fones de ouvido. Em outra aplicação, um feixe de som poderá ser projetado numa superfície refletiva e criar uma imagem projetada de som de onde ele parece vir.

O processo é algo complexo, mas envolve a transmissão de um feixe estreito de ultrassons, o qual, pela não linearidade do ar, distorce à medida que se propaga. A distorção é matematicamente previsível de modo que elaborando-se um feixe apropriadamente, pode-se criar os sons audíveis dentro do feixe ultrassônico.

O feixe tem tipicamente 33 cm de diâmetro, e pode ser projetado a distâncias de até 100 metros. A distorção harmônica é comparável à de um alto-falante tradicional e o nível de som é de aproximadamente 80 a 90 dBA por diversos metros. A resposta de frequência se estende desde algumas centenas de hertz até além do limite superior da faixa humana de percepção. O processo deverá usar circuitos de baixo custo com transdutores projetados especialmente para esta finalidade.

## COMPUTADORES E REDES

### A Sun Microsystems Introduz o Servidor UltraSPARC III

A Sun Microsystems Inc. ([www.sun.com](http://www.sun.com)) apresentou o primeiro servidor UltraSPARC III (TM), o Sun Fire (TM) 280R destinado à computação em nível de empreendimento no mundo das montagens em rack. Ele representa a primeira unidade da próxima geração da plataforma Sun de servidores *dot-com*.

Construído com base na tecnologia UltraSPARC III de 750

MHz, é a interconexão Sun Fire Plane. A Sun afirma que ele competirá com os produtos de mesmo tipo. Sua cache de 8 MB é 32 vezes maior do que a do DL380 da Compaq, e sua tecnologia de interconexão é dita mais do que quatro vezes melhor que a do DL380 e mais de duas vezes mais rápida que a do Hewlett-Packard A500.

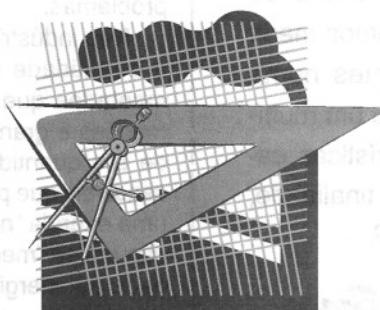
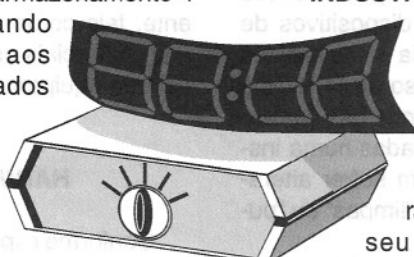


Assimétrica de Assinante (ADSL). O OPA2607 proporciona elevada excursão da tensão de saída e baixa distorção, necessárias nas aplicações de pequena relação de espiras no driver Upstream. Operando com uma fonte simétrica de 12 V, o OPA2607 consome apenas 8 mA/canal de corrente quiescente para uma corrente de pico de saída de 250 mA. Ele possui uma corrente de saída garantida de 180 mA e baixa distorção harmônica. As aplicações como driver diferencial exigem uma distorção menor do que 75 dBc no pico de potência upstream na máxima velocidade ADSL.

Usando um projeto especial de driver, o OPA2607 pode fornecer uma tensão pico a pico de 38 V com um transformador step-down de 1:0,8 de modo a atender as especificações de potência CPE das linhas ADSL. O OPA2607 encontra-se disponível em três formatos de invólucro. Para aplicações de potência temos um invólucro SoCool melhorado com um dissipador de calor em pinagens SO-8 e SO-14. Para aplicações de baixa potência em receptores, um invólucro SO-8 standard é disponível.

#### INDÚSTRIA E PROFISSÃO

**A Motorola numa encruzilhada**  
A Motorola ([www.motorola.com](http://www.motorola.com)) promoveu dois veteranos para encabeçar o seu setor de Produtos Semicondutores (Austin, Texas) como um esforço para melhorar a performance da divisão, que possui problemas bem conhecidos de organização. Fred Shlapak assume como presidente com a tarefa de mapear uma nova estratégia de negócios, e Bill Walker torna-se o gerente geral com a responsabilidade das operações do dia-a-dia. No ano passado, enquanto a indústria de semicondutores



## CIRCUITOS E COMPONENTES

### Novo Processo de Fabricação de Capacitores

Um processo desenvolvido pela K. Systems Corp. ([www.k-systems-corp.com](http://www.k-systems-corp.com)) em conjunto com a Força Aérea dos Estados Unidos (U.S. Air Force) permite a fabricação de capacitores de carbono tipo diamante (DLC) de alta densidade de energia. Afirma-se que pelo processo patentado é possível a fabricação de capacitores DLC em filmes de dupla face de alumínio, com alta rigidez dielétrica e boa condutividade térmica. Além disso, os filmes são flexíveis, livres de furos e podem ser enrolados na forma tubular. O resultado é que os capacitores são 50% menores em peso e volume, e têm um aumento de 50% na capacidade de temperatura e uma densidade de armazenamento 4 vezes maior quando comparados aos capacitores fabricados com as tecnologias atuais. Aplicações para esses componentes incluem utilidades domésticas, fontes de alimentação, aeronaves, trens, automóveis, acessórios médicos, sensores, etc. A K.Systems está procurando transferir esta tecnologia a uma empresa que esteja interessada na sua comercialização. Para informações adicionais contatar Dr. Wu. ([rlwu@k-systems-corp.com](mailto:rlwu@k-systems-corp.com)).

### Novo Amplificador Operacional ADSL

A Burr-Brown ([www.burr-brown.com](http://www.burr-brown.com)) introduziu no mercado um novo amplificador operacional para aplicações em Linha Digital

cresceu em 19%, os negócios da Motorola no setor cresceram apenas 1%. Para a primeira metade de 2000 a taxa prevista para a indústria foi de 37%, enquanto a Motorola cresceu apenas 25%.

Com esta queda, a empresa caiu do terceiro para o sexto lugar entre os maiores fabricantes de semicondutores. Mr. Shlapak assume o cargo de Hector Ruiz, que saiu para ser presidente da Advanced Micro Devices. A Motorola está acusando Hector Ruiz de quebra de contrato, alegando que ele recrutou empregados da empresa para trabalhar na AMD, isto apesar de receber uma "boa gratificação para não recrutar ou induzir certos membros da gerência sênior da Motorola para irem para a AMD". Parece que os senhores Shlapak e Walker estarão bem ocupados nos próximos meses.

### Reviravolta na Transmeta

Tão logo a Transmeta Corp. ([www.transmeta.com](http://www.transmeta.com)) terminou de fazer alguns contratos aparentemente favoráveis com a IBM e a Toshiba, para direitos de fabricação da linha Crusoe de microprocessadores de baixa potência (veja a edição de Agosto de 2000 desta coluna), a gerência da empresa decidiu encerrar os acordos.

A mudança foi considerada por ser muito arriscado para a empresa, já que os contratos requeriam que ela pagasse à IBM U\$ 33 milhões à vista e mais 600 000 ações, e ainda outras 600 000 ações à Toshiba.

Isso representaria um desafio para a Transmeta, que já tem dívidas de U\$ 120 milhões a longo prazo e ainda não teve nenhum trimestre lucrativo. Para os seis meses que terminaram em 30 de junho, foram computadas vendas de apenas U\$ 348 000 e uma perda de U\$ 43,4 milhões.

Pior ainda é que a Transmeta não tem capacidade de fabricar por si própria, e depende da IBM para isso como sua fonte de chips. Parece que o futuro da empresa depende de uma oferta de estoque planejada, na qual ela espera elevar seu capital de trabalho para U\$ 200 milhões.

# ENERGIA LIMPA PARA SEU EQUIPAMENTO

O bom funcionamento de equipamentos eletrônicos, principalmente na indústria, depende da qualidade da energia elétrica que os alimenta. A preocupação com este fato não está apenas na instalação correta do equipamento, mas também na monitoria da própria energia que pode trazer deformações como, por exemplo, as devidas às alterações de forma de onda, presença de transientes e surtos e até mesmo variações indevidas de tensão.

De que modo os problemas de energia que afetam os equipamentos devem ser encarados e como detectá-los é o assunto deste artigo, de grande importância para todos os que trabalham com instalações das mais variadas. Também veremos de que maneira podemos medir tensões e correntes numa rede "suja" usando um multímetro de características especiais para esta finalidade, que é o *True RMS*.

*Newton C. Braga*

## ENERGIA LIMPA

A forma de onda da tensão alternada fornecida pela rede de energia elétrica, em teoria, deve ser senoidal com uma frequência de 60 Hz, conforme mostra a figura 1.

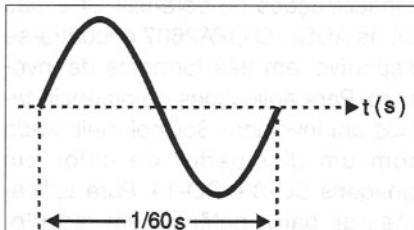


Fig. 1 - Forma de onda da energia da rede.

Entretanto, por diversos motivos como, por exemplo, a utilização de dispositivos que empregam fontes chaveadas ou ainda dispositivos de comutação de potência muito rápidos como os que fazem uso de TRIACs e SCRs, as formas de onda das correntes e tensões encontradas numa instalação elétrica podem sofrer alterações deixando de ser "limpas" ou "puras".

Estas alterações podem afetar sensivelmente o funcionamento de equipamentos sensíveis ligados, alimentados pela mesma rede de energia, e até dos próprios causadores dos problemas.

Nas indústrias, por exemplo, onde a quantidade de equipamentos alimentados que podem causar deformações é grande e igualmente grande é a quantidade de equipamentos sensíveis que podem ser afetados por uma energia "não limpa", a preocupação em se "medir" e controlar a qualidade da energia é importante, exigindo uma constante monitoração ou

análise quando for constatado qualquer tipo de anormalidade no funcionamento de um equipamento cuja causa possa estar na energia que ele usa.

O multímetro comum não atende às necessidades do técnico ou engenheiro que precisa medir a energia de uma rede que tenha problemas de deformações das correntes e tensões, transientes ou surtos. Para que o leitor saiba diferenciar os multímetros que podem detectar a qualidade da energia e como saber até onde uma energia com má qualidade pode afetar seus equipamentos, preparamos este artigo, de grande importância para todos os que se preocupam com a qualidade da energia que chega até o seu local de trabalho ou de um cliente, tais como instalações industriais, comerciais ou locais em que funcionem equipamentos sensíveis.

## HARMÔNICAS

Conforme explicamos, uma tensão alternada considerada "pura" ou "limpa" é aquela que tem uma forma de onda perfeitamente senoidal.

Na prática, entretanto, ocorrem deformações como as ilustradas na figura 2.

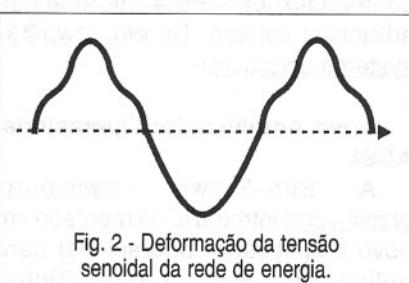


Fig. 2 - Deformação da tensão senoidal da rede de energia.

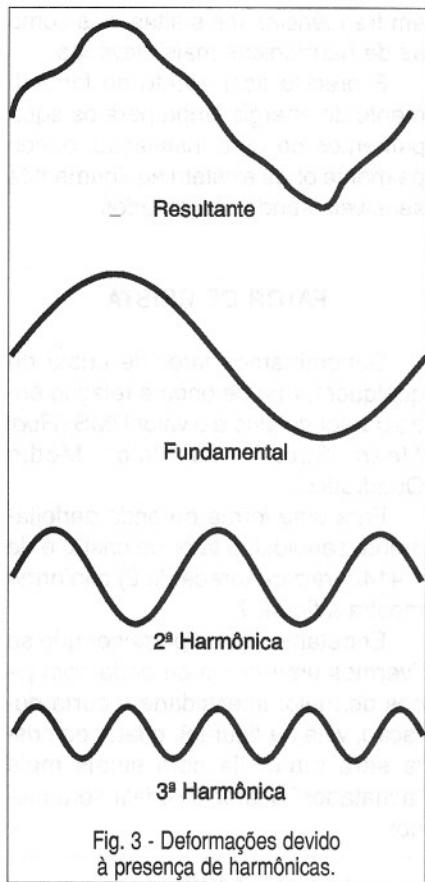


Fig. 3 - Deformações devido à presença de harmônicas.

O matemático Fourier demonstrou que um sinal de qualquer forma de onda, na realidade, pode ser decomposto em sinais senoidais de amplitudes diferentes e frequências que partindo de um valor fundamental vão tendo valores múltiplos deste, frequências estas denominadas harmônicas.

Assim, o sinal que tem o dobro da frequência fundamental é denominado segunda harmônica, o que tem o triplo é chamado terceira harmônica, e assim por diante.

Demonstra-se também que o inverso é válido: um sinal de qualquer forma de onda pode ser formado pela combinação de sinais senoidais de frequências múltiplas e amplitudes diferentes.

Dessa forma, uma tensão alternada que apresente uma deformação como a indicada na figura 3, pode ser analisada como sendo formada por uma tensão na frequência fundamental de maior amplitude (60 Hz) e diversas outras tensões de menor amplitude com frequências múltiplas denominadas harmônicas.

A distorção de um sinal é medida pela Taxa de Distorção Harmônica, ou abreviadamente THD, que é dada por uma porcentagem (%).

A taxa de distorção harmônica total de um sinal ou forma de onda é calculada pela seguinte expressão:

$$THD(\%) = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2}}{V_f} \times 100$$

Onde: THD(%) = distorção harmônica total  
 $V_2, V_3, V_4, \dots, V_n$  = amplitudes da segunda, terceira, etc, harmônicas  
 $V_f$  = amplitude do sinal fundamental

Dependendo da forma de onda, as harmônicas podem se estender a valores muito altos de frequências causando, por exemplo, interferências em equipamentos de comunicações.

Na tabela a seguir temos as harmônicas e suas intensidades relativas para um sinal que é obtido na saída de um retificador de onda completa. Esse sinal consiste numa "onda" cuja forma é mostrada na figura 4.

O processo de cálculo dessas intensidades envolve a Transformada de Fourier que permite determinar o "coeficiente" ou intensidade relativa de cada harmônica partindo-se da função que descreve a forma de onda analisada.

Um controle de potência que empregue SCR ou TRIAC é um exemplo disso. A comutação rápida desses dispositivos, gerando na carga uma tensão com forma de onda como a indicada na figura 5, também é responsável pela produção de harmônicas que se estendem até a faixa de VHF de TV.

Um controle de potência desses causa interferências em televisores, que aparecem na forma de pequenos riscos na imagem. O mesmo ocorre com líquidificadores, barbeadores e equipamentos industriais que usem motores com escovas.

## PROBLEMAS CAUSADOS PELA ENERGIA "SUJA"

Mas não são somente interferências que causam uma tensão alternada com deformações ou distorções, e que a tornam rica em harmônicas.

Se um equipamento for alimentado por uma tensão não pura que tenha uma taxa de distorção harmônica elevada, poderão ocorrer perdas de energia.

Os transformadores, em especial, são componentes sensíveis a este problema podendo apresentar até

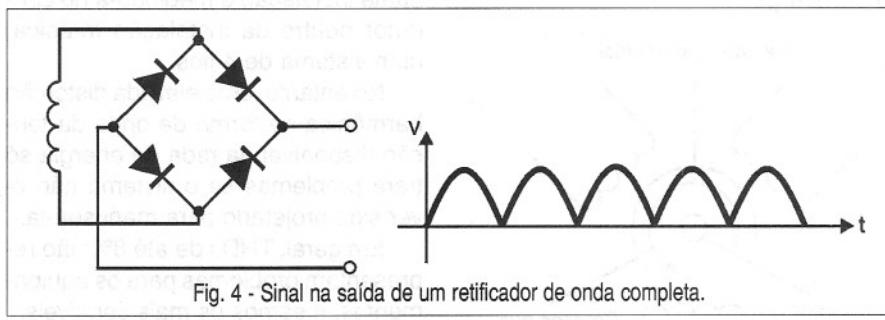


Fig. 4 - Sinal na saída de um retificador de onda completa.

Harmônica	Intensidade Relativa	Intensidade Porcentual (%)
Fundamental	$\frac{2}{\pi}U$	63,6
2 <sup>o</sup>	0	42,3
3 <sup>o</sup>	$\frac{4}{3\pi}U$	0
4 <sup>o</sup>	0	8,5
5 <sup>o</sup>	$\frac{4}{15\pi}U$	0
6 <sup>o</sup>	0	3,6
7 <sup>o</sup>	$\frac{4}{35\pi}U$	0

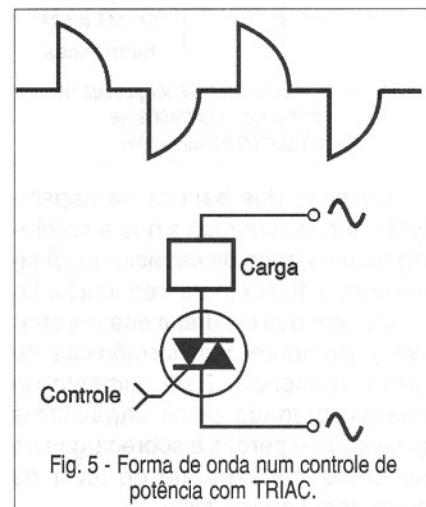


Fig. 5 - Forma de onda num controle de potência com TRIAC.

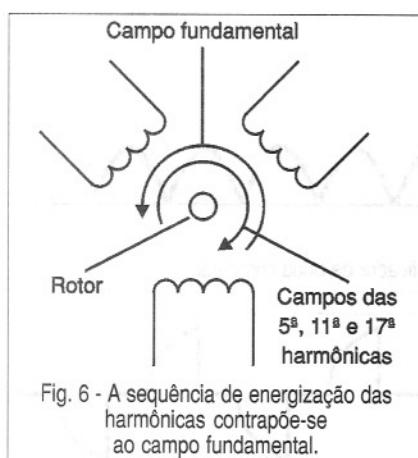
mais de 50% de perdas se forem alimentados com uma tensão muito distorcida.

As cargas alimentadas por tensão distorcida podem ter ainda um fator de potência muito pobre sobrecarregando o sistema.

Os controles de potência com TRIACs são exemplos desses dispositivos que podem ter seu desempenho melhorado com o uso de *choques*, os quais "suavizam" a forma de onda da energia consumida diminuindo assim a THD.

Outro problema a ser considerado é que as harmônicas de corrente podem também distorcer a forma de onda da tensão, e com isso isso causar harmônicas de tensão. Distorções da tensão podem afetar motores elétricos e bancos de capacitores.

Nos motores elétricos, por exemplo, a seqüência negativa de harmônicas (5.<sup>a</sup>, 11.<sup>a</sup>, 17.<sup>a</sup>, etc.) assim chamada porque sua seqüência (ABC ou ACB) é oposta à seqüência fundamental, conforme ilustra a figura 6, produz campos magnéticos rotativos. Estes campos "rodam" na direção oposta ao campo magnético fundamental e podem causar não somente um sobreaquecimento do motor como até oscilações mecânicas no sistema motor-carga.



No caso dos bancos de capacitores, o que acontece é que a reatância de um banco de capacitores diminui com o aumento da frequência, fazendo com que ele drene energia através justamente das harmônicas de maior frequência. Este aumento de energia drenada pelos capacitores pode causar perdas e sobrecargas no dielétrico, capazes até de levar os capacitores a uma falha.

Quanto aos equipamentos que operam com apenas uma fase, tais como computadores pessoais, reatores e outros, os problemas também existem.

Para estes equipamentos são especialmente danosas as harmônicas ímpares como a 3.<sup>a</sup>, 5.<sup>a</sup>, 7.<sup>a</sup>, etc.

Temos também a ação danosa dos harmônicas denominadas triplas que são a 3.<sup>a</sup>, 9.<sup>a</sup> e 15.<sup>a</sup>.

Estas harmônicas estão em fase, o que quer dizer que a primeira fase (A) triplica as harmônicas, a (B) triplica novamente e a (C) faz uma multiplicação final, de modo que todas as três retornam em fase pelo condutor de neutro num sistema de 3 fases com 4 condutores.

O resultado disso é uma sobrecarga do condutor de neutro, o que pode significar problemas se ele não estiver devidamente dimensionado para suportar esta corrente adicional.

O mesmo problema pode surgir em transformadores com enrolamento em delta onde as harmônicas são refletidas para o primário causando sobreaquecimento semelhante ao que acontece quando temos uma corrente trifásica não balanceada.

Uma maneira importante de verificar se existem correntes harmônicas numa instalação é medindo-a no condutor neutro da instalação trifásica, num sistema de 4 fios.

No entanto, uma elevada distorção harmônica da forma de onda da tensão disponível na rede de energia só trará problemas se o sistema não tiver sido projetado para manuseá-la.

Em geral, THDs de até 8% não representam problemas para os equipamentos, mesmos os mais sensíveis.

Um condutor de neutro, assim como qualquer outro apresenta uma impedância que, no valor fundamental da tensão da rede não é significativa, mas essa impedância poderá assumir valores relevantes, significando produção de calor e perda de energia

em frequências mais altas, tais como as de harmônicas mais elevadas.

É preciso ficar atento ao fornecimento de energia limpa para os equipamentos de uma instalação, principalmente onde existem equipamentos sensíveis sendo alimentados.

## FATOR DE CRISTA

Denominamos fator de crista de qualquer forma de onda à relação entre o valor de pico e o valor RMS (*Root Mean Square* ou Valor Médio Quadrático).

Para uma forma de onda perfeitamente senoidal, o fator de crista, é de 1,4142 (raiz quadrada de 2) conforme mostra a figura 7.

Entretanto, é fácil perceber que se tivermos uma forma de onda com picos de maior intensidade e curta duração, veja na figura 8, o fator de crista será maior, já com sinais mais "achatados" o fator de crista será menor.

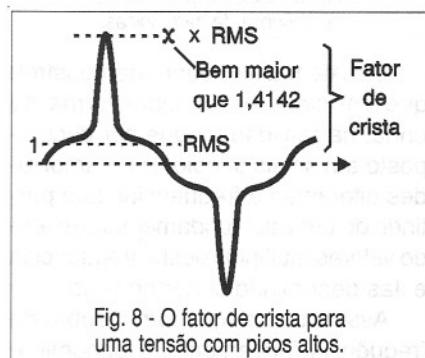


Fig. 8 - O fator de crista para uma tensão com picos altos.

## MEDINDO TENSÕES ALTERNADAS DISTORCIDAS

As escalas de correntes e tensões alternadas de instrumentos simples como os multímetros, são calibradas de forma a dar uma indicação de valor RMS em média quando se trata de um sinal senoidal de 60 Hz.

Este valor corresponde a 70,7% do valor de pico e leva em conta que o sinal senoidal (corrente ou tensão)

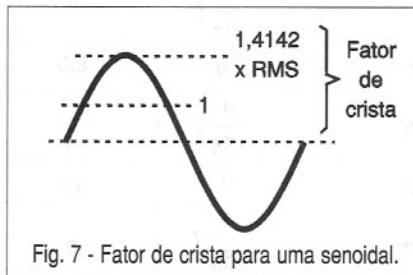


Fig. 7 - Fator de crista para uma senoidal.

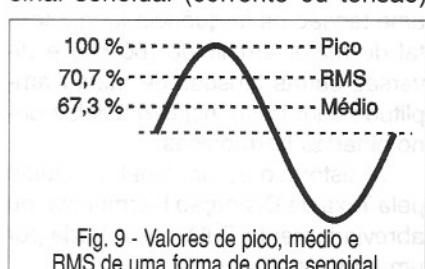


Fig. 9 - Valores de pico, médio e RMS de uma forma de onda senoidal.

medido não tem qualquer distorção, conforme se observa na figura 9.

No entanto, se a tensão ou corrente medida tiver uma distorção com deformações que representem a presença de harmônicas, os multímetros comuns não conseguirão responder às frequências mais altas, não indicando sua presença.

O resultado líquido dessa distorção é que o instrumento passa a indicar um valor que não corresponde ao RMS (*Root Mean Square* real ou *True*).

Em outras palavras, a partir do momento em que se mede uma tensão ou corrente alternada em uma instalação em que existem deformações da forma de onda, não podemos garantir mais uma precisão de leitura, e isso é mais freqüente do que se pode imaginar. O valor indicado pelo instrumento não leva em consideração a presença de harmônicas nem a presença de "cristas".

Para medir a tensão ou a corrente em instalações que alimentem cargas que possam deformar a corrente, ou ainda numa rede que tenha tais problemas, devem ser utilizados instrumentos com características especiais, capazes de trabalhar inclusive com correntes não senoidais.

Existem basicamente duas formas de se medir os valores reais ou "true" RMS de tensões e correntes senoidais numa instalação elétrica. São elas:

### a) Osciloscópio digital

O osciloscópio digital permite registrar a forma de onda do sinal fundamental e também verificar as distorções e a amplitude de cada harmônica.

b) Multímetro True-RMS ou alicate amperométrico True-RMS

Uma maneira mais simples de se medir uma tensão RMS considerando-se sua forma de onda real e não apenas para as senoidais, é com um multímetro True-RMS.

Esses instrumentos têm na sua folha de especificação a informação de que podem realizar tal tipo de medida, diferentemente dos multímetros comuns que, conforme vimos, respondem apenas ao sinal senoidal, quando então dão uma indicação precisa.

Com o alicate amperométrico pode-se medir a corrente num cabo, verificando se existem harmônicas ou

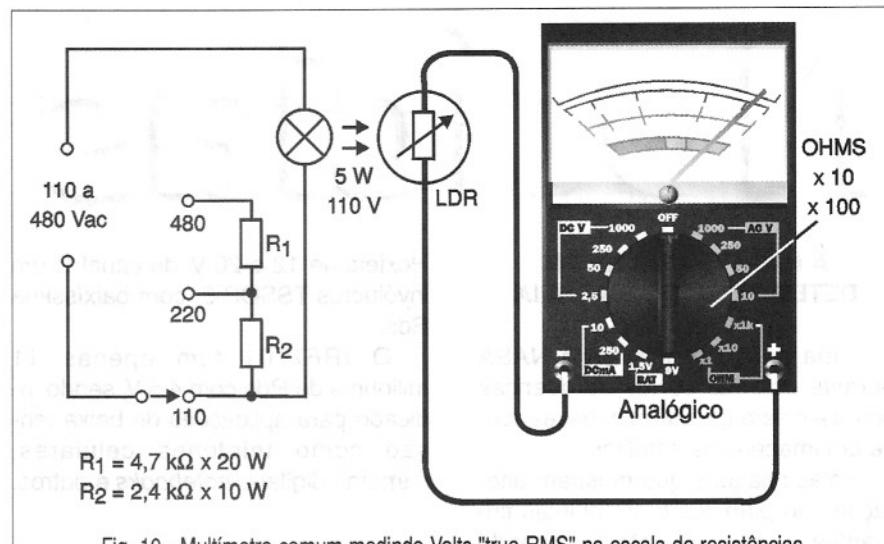


Fig. 10 - Multímetro comum medindo Volts "true-RMS" na escala de resistências.

distorção, sem a necessidade de interromper a instalação para a ligação do instrumento.

## • Os circuitos

O que diferencia um multímetro comum de um True-BMS?

Para responder às variações rápidas da tensão que ocorrem quando existem harmônicas ou picos rápidos devem ser usados circuitos que levem em conta a presença desses sinais.



## Multímetro digital True-RMS

Isso não ocorre com os instrumentos analógicos onde a inércia do sistema mecânico impede que eles possam ter uma resposta eficiente às componentes de maior frequência da tensão.

Uma maneira simples de conseguir instrumentos capazes de medir o valor real (*true*) de uma corrente RMS é através de circuitos que façam uso de sensores de efeito Hall.

Estes sensores podem ser usados para detectar a energia envolvida na transferência do sinal, o que não considera picos ou harmônicas em dispositivos que não são introduzidos eletricamente no circuito.

Um circuito muito interessante para a medida de tensão True-RMS como "solução alternativa" empregando um multímetro comum na escala de resistências é mostrado na figura 10.

Este circuito se baseia no fato de que o brilho "real" da lâmpada depende da potência total aplicada a ela, o que leva em conta todas as componentes (de todas as frequências) existentes no sinal que a alimenta.

Assim, uma vez que seja feita uma calibração usando uma tensão senoidal pura, escolhendo-se então os resistores de valores apropriados para as diversas faixas de tensões envolvidas e um multímetro na escala de resistências, é possível medir tensões "True-RMS" na escala de resistências desde que seja elaborada uma "tabela de conversão".

A lâmpada pode ser pequena, de 5 W, para 120 V, branca e o LDR acoplado de modo a receber sua luz diretamente, sem influência da iluminação externa. ■

# Notícias

# Notícias

## A NASA TRABALHA EM DETECTORES DE DIARRÉIA

Uma pesquisa feita pela NASA permite detectar surtos de doenças como a cólera e a diarréia, baseando-se em imagens de satélites.

Pelas imagens que mostram alterações no *plancton* e em plantas flutuantes, é possível detectar quando aumenta a quantidade de determinados microorganismos possibilitando assim a detecção de surtos dessas doenças.

Os pesquisadores do Instituto de Biotecnologia da Universidade de Maryland publicaram recentemente um relatório mostrando que os surtos de cólera estão associados a mudanças nas condições ambientais, que podem ser detectadas por satélites. Os pesquisadores mostraram que alterações da temperatura e do *plancton* no Golfo de Bengala, de 1992 a 1995, foram responsáveis pelo aumento dos casos de cólera naquele país.

## KITS DE SUPERCONDUTORES

A empresa Images Company está apresentando *kits* de supercondutores para experimentação e com finalidades didáticas. O *kit* é formado por supercondutores toroidais de materiais como o  $YBa_2Cu_3O_7$ , que se torna supercondutor a 90 graus Kelvin, ou ainda como o  $Bi_2Sr_2CaCu_2O_9$  que se torna supercondutor a 110 graus Kelvin. Experiências utilizando nitrogênio líquido podem ser realizadas com estes *kits*, cujos preços nos Estados Unidos variam entre U\$ 33 e U\$ 255. Mais informações podem ser obtidas no site da empresa em <http://www.imagesco.com>

## NOVOS HEXFETs DE POTÊNCIA DE CANAL P, DA IR

A International Rectifier ([www.ir.com](http://www.ir.com)) lançou dois novos

Hexfets de 12 e 20 V, de canal P, em invólucros TSSOP-8, com baixíssima Rds.

O IRF7701 tem apenas 11 miliohms de Rds com 4,5 V, sendo indicado para aplicações de baixa tensão como telefones celulares, câmeras digitais, *notebooks* e outros.

## KITS PARA PILOTO AUTOMÁTICO PARA LINHA TOYOTA

A Dalgas Precision Equipments que representa a Rostra Precision Controls no Brasil, iniciou o desenvolvimento de *kits* específicos para a linha Toyota.

Os *kits* são formados de Comando de RF para volante com montagem lateral, que é instalado ao lado do *airbag* ou buzina, com acionamento feito por RF e de Comando de alavanca, que é fixado na coluna de direção abaixo da alavanca do pisca, os quais permitem o controle das funções do piloto com a ponta dos dedos.

O preço sugerido começa em R\$ 1 420,00.

## CONTROLADOR STEP-DOWN DC-DC PARA ALTA TENSÃO

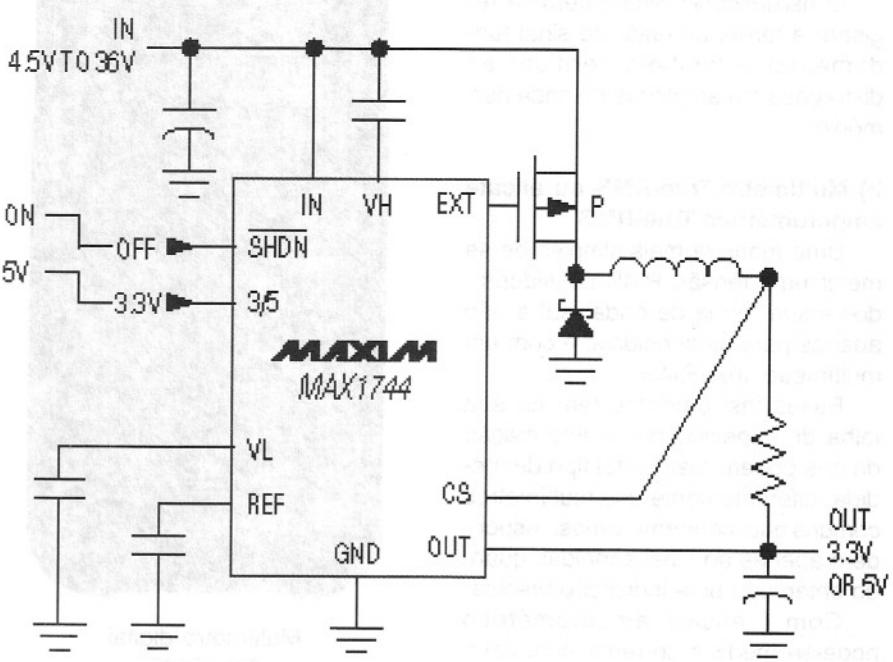
A Maxim Integrated Products introduziu no mercado os circuitos integrados MAX1744/MAX1745, dois controladores *step-down* DC-DC. Estes novos dispositivos operam com até 36 V de tensão de entrada e a reduzem para 3,3 V ou 5 V através de seleção por pino (MAX1744), ou ainda com ajuste de 1,25 a 18 V (MAX1745).

Os MAX1744/1745 usam um transistor MOSFET externo de canal P de modo a ter maior capacidade de potência (superando 50 W).

Na figura abaixo temos um circuito de aplicação típico.

## O MENOR RESSONADOR DO MUNDO LANÇADO PELA MURATA

A Murata Electronics North America apresentou o menor ressonador do mundo medindo apenas 4,5 mm x 2 mm com uma capacidade de cobrir a faixa de frequências de 4,00 a 7,99 MHz.



# tícias Notícias

Os novos componentes são indicados para aplicações automotivas na faixa de -40 a +125 graus Celsius. A série CSTCR possui os capacitores de carga internos, eliminando assim a necessidade de capacitores externos.

## ACORDO ENTRE A NATIONAL INSTRUMENTS E A PHILIPS ELECTRONICS

A Royal Philips Electronics nomeou a National Instruments como seu fornecedor preferencial para equipamentos de medida e automação baseados em computadores, devendo equipar seus departamentos de projeto e de engenharia em fábricas espalhadas por todo o mundo. O acordo visa reduzir custos e aumentar a produtividade para ambas as empresas.

## CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE PROCESSAMENTO DE SINAIS

Foi realizada entre 16 e 19 de outubro em Dallas (Texas) a Conferência Internacional de Aplicações e Tecnologia de Processamento de Sinais (ICSPAT), que foi patrocinada pela Communication System Design e EE Timer.

A conferência ofereceu 4 dias de apresentações de trabalhos e idéias de engenheiros das grandes empresas do setor. Os leitores podem ter uma idéia do que foi abordado no evento entrando no site: <http://www.dspworld.com>.

## PROGRAMAÇÃO DE DSP SIMPLIFICADA

A Texas Instruments está convidando os interessados em saber como é simples programar DSPs a experimentar uma versão do Code Composer Studio (TM), versão 1.2, com uma cópia de avaliação por 30 dias criada

para as plataformas TMS320C6000 e TMS320C5000, e mais informações sobre o eXpressDSP (TM) Real-Time Software Technology e eXpressDSP visitando o site <http://www.ti.com/sc/edsp1>

## SENSOR DE UMIDADE

A Panametrics está apresentando um novo sensor de umidade fabricado com um filme de polímero.

O Minocap 2 tem um invólucro T0-18 e detecta a umidade pela propriedade que seu dielétrico tem de mudar a constante dielétrica com a umidade. Isso significa que o dispositivo tem uma capacidade que varia linearmente com a umidade.

O dispositivo é preciso na faixa de umidades de 5% a 95% e suporta temperaturas de até 180 °C.

A excitação é feita com uma tensão de 1 V e a faixa de capacidades varia entre 170 e 230 pF com 0 a 100 % de umidade relativa.

## A NATIONAL SEMICONDUCTOR REDUZ PARA 1/3 O TAMANHO DE SEUS CONTROLADORES CONVENCIONAIS DE 8 BITS

A National apresentou numa nova versão do microcontrolador COP8 em invólucro de 44 pinos, medindo apenas 7 mm x 7 mm.

O novo componente tem 1/3 do tamanho dos dispositivos padrão TQFP de 44 pinos.

O novo COP8SGR7 possui EPROM de programa de 32 kB onboard, sendo indicado para aplicações que exigem espaço menor, principalmente as ligadas à Internet e controle, numa grande gama de equipamentos, tais como: micro-segurança, sistemas de alarme residenciais para carro e escritórios, máquinas de venda, etc.

## KIT Ice MASTER EPU

### Emulador (não-real-time) para microcontrolador OTP-COP8 SA

#### Componentes do sistema:

- 1 - Placa com soquete de programação DIP ice MASTER EPU-COP8
- 2 - Cabo de comunicação D
- 3 - Fonte de alimentação
- 4 - Cabo de interface para simulação de 40 pinos DIP
- 5 - Shunt de 16 pinos DIP
- 6 - Duas EPROMS COP 8SAC7409-40 pinos com janela
- 7 - Manual do Usuário iceMASTER EPU-COP
- 8 - Instalação e demo para compilar
- 9 - Literatura COP8 da National contendo Assembler/Linker, Databook, Datasheet 10-01 soquete ZIF de 40 pinos

### PROMOÇÃO para os primeiros 10 kits:

Preço: R\$ 290,00 + Desp. de envio (Sedex)

**6942-8055**

## COMPONENTES

Estojos de fácil manuseio organizado em cartelas plásticas na ordem crescente.

RT - Resistores 1/8W - 850 peças 85 valores - 1R a 10M. - R\$ 38,00

CC - Cap Cerâmica - 100 - peças 50 vls. - 1pF a 220pF. - R\$ 25,00

CP - Capacitor Poliéster - 64 peças 32 vls. 1KPF a 2M2PF. - R\$ 39,00

AG - Armario Gaveteiro - 5 gavetas 45 (ou até 75) divisórias de alumínio cantos arredondados. - R\$ 65,00

Consulte-nos o valor do envio.

### Peça já:

### JMB ELETROÔNICA

Rua Alamos, 76 - Vila Boa Vista

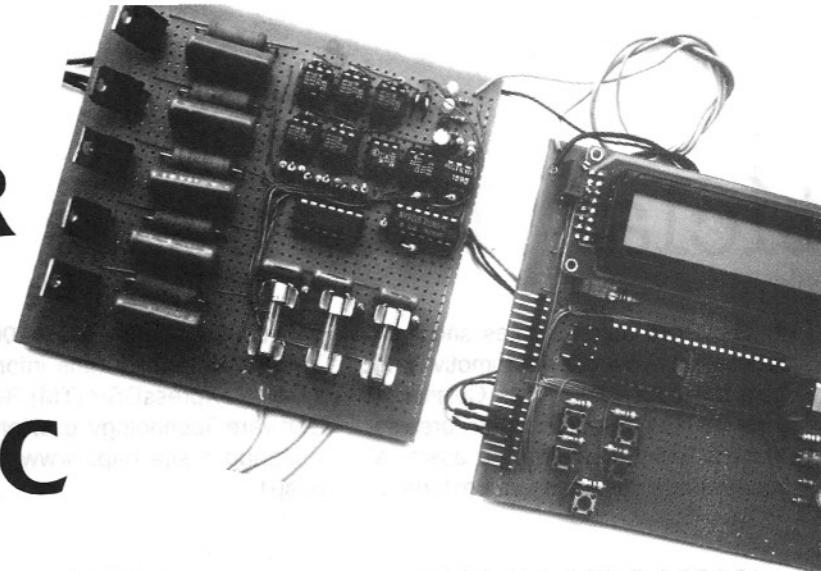
Campinas - SP - CEP 13064-020

Site: [www.jmbeletronica.cjb.net](http://www.jmbeletronica.cjb.net)

Fone (19) 3245-0269 ou

Fone/Fax (19) 3245-0354

# CONTADOR UNIVERSAL USANDO PIC



José Edson dos Santos Marinho

Os contadores com recursos dos mais diversos são fundamentais numa infinidade de equipamentos, que vão desde as máquinas industriais até a eletrônica de consumo e mesmo automotiva. O uso dos PICs simplifica estes projetos, principalmente quando recursos mais sofisticados tais como a programação de contagem são necessários. Neste artigo descrevemos a montagem de um contador universal que pode ser facilmente adaptado a qualquer aplicação que se tenha em mente.

Descrevemos aqui um contador que faz tanto a contagem no modo parcial quanto total, com a

visualização em display de cristal líquido (LCD) alfanumérico. Além da contagem, o circuito conta ainda com

recursos para informar se o sensor está obstruído (caso ele seja usado desta forma), pode gerar sinais específicos tais como de parada de máquina e, além disso, possui recursos para parada e reinício de contagem por meio de botões. O circuito pode ser facilmente modificado para se tornar um contador programável.

Em algumas ocasiões, há a necessidade de se usar um motor que gire nos dois sentidos, em um portão automático, por exemplo. E para isso usa-se um sistema que possa comandar esse motor. Este artigo traz um sistema que comanda um motor nos

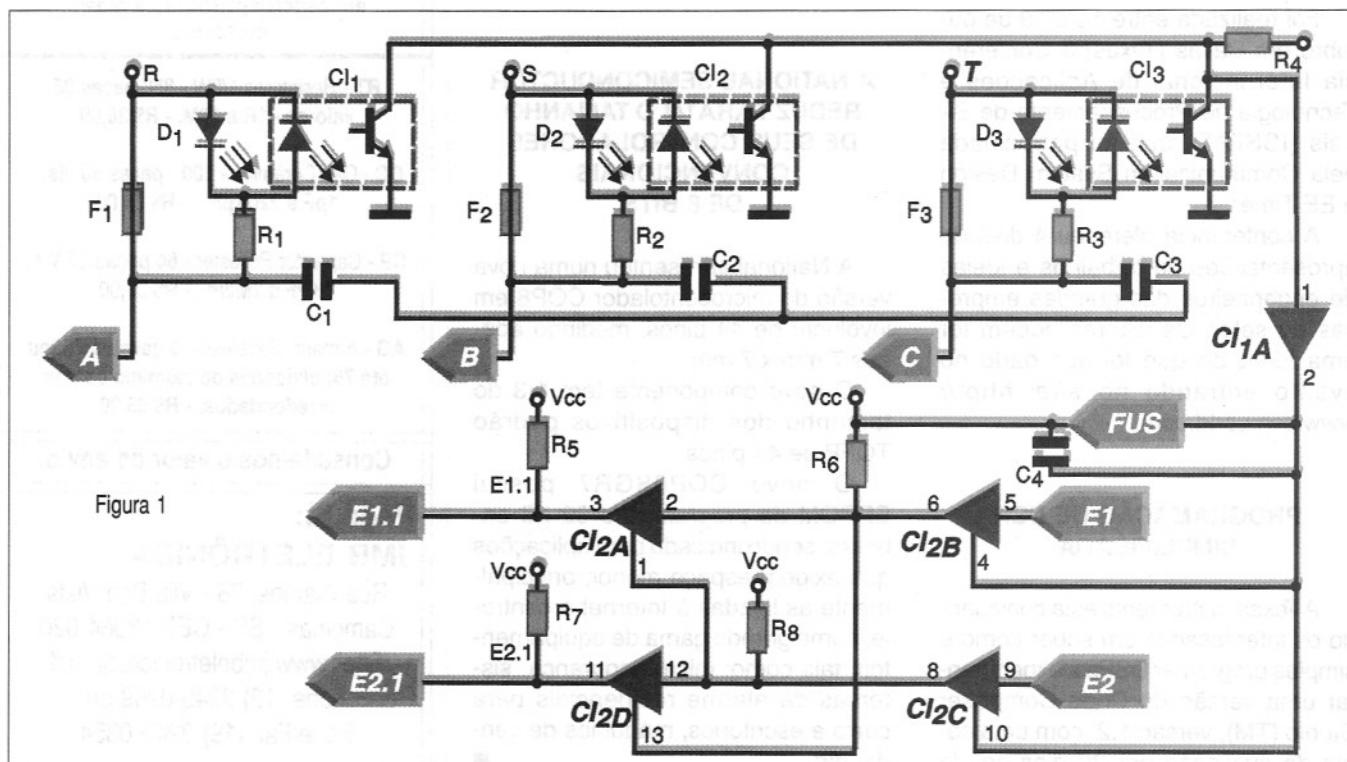


Figura 1

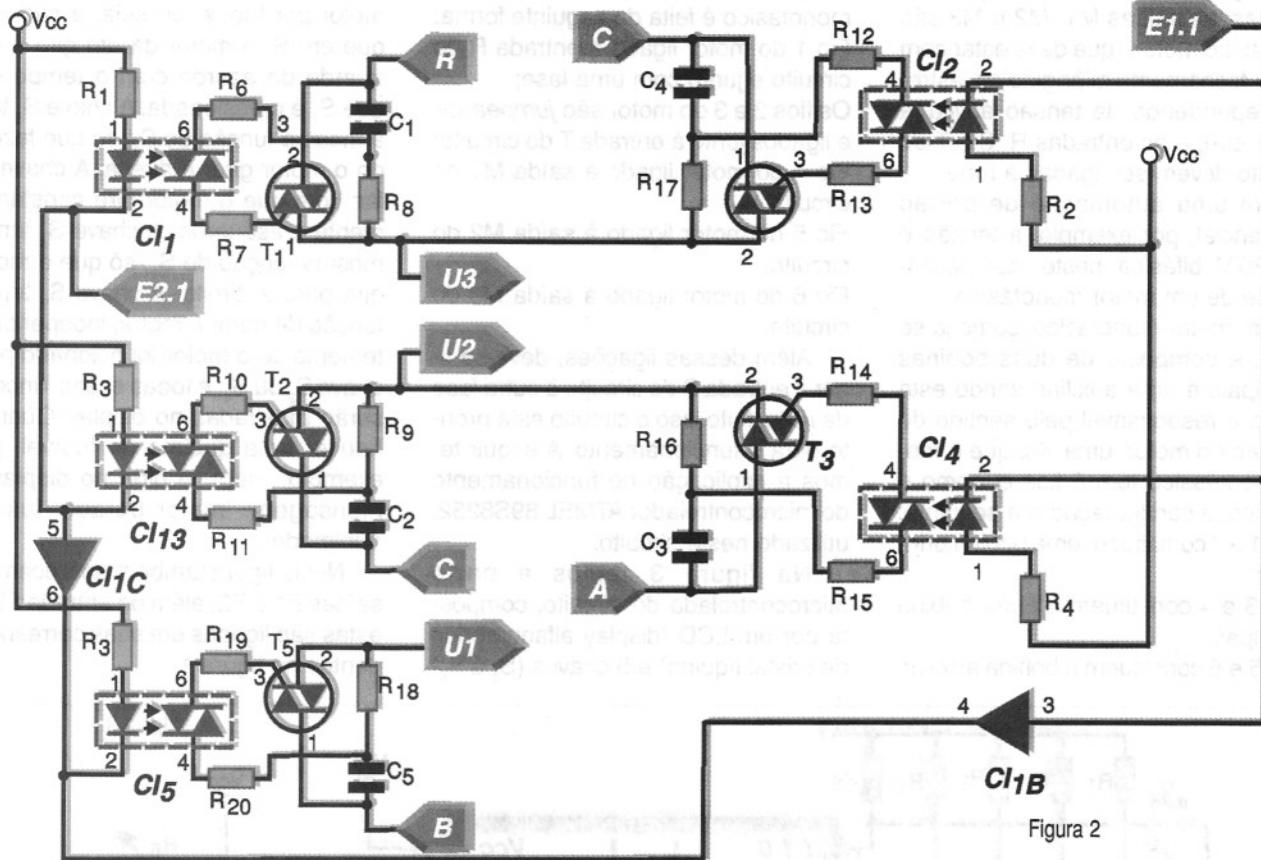


Figura 2

dois sentidos de rotação e que pode ser ligado em motores trifásicos ou monofásicos. Esse sistema também pode ser comandado diretamente por chaves ou por um microcontrolador, como é apresentado no artigo.

O circuito foi dividido em três partes para melhor entendimento.

Na figura 1 temos o circuito de entrada que é composto por 3 fusíveis para proteção, 3 LEDs que indicam quando e qual fusível está queimado, e o foto-acoplador, que serve para mandar um sinal negativo indicando que tem fusível queimado e que junto com o  $Cl_1$  inibe os sinais que entram através das entradas E1 e E2, sinais esses que acionam o motor para o sentido horário e anti-horário. Nela também se encontra o circuito de comando do sistema.

É importante lembrar que o circuito de comando deve ter uma alimentação de +5 V (Vcc).

Os LEDs estão em anti-paralelo com os foto-acopladores; desse modo, quando um fusível queimar, o LED funciona em um semicírculo e o foto-

acoplador no outro, e a corrente no resistor será menor do que aquela de uma configuração em paralelo os capacitores  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$  estão fechando os LEDs e os foto-acopladores em estrela para que os mesmos possam funcionar sem carga. O sistema é acionado por um sinal de nível baixo através de E1 e E2, que estão ligadas em portas do  $Cl_1$  que são buffers tri-state, e são inibidas quando houver sinal de fusível queimado ou uma tentativa de acionar as duas entradas (E1 e E2). O capacitor  $C_2$  está aí só para manter o sinal que sai dos foto-acopladores em nível baixo, porque quando queimar um fusível, só aciona um foto-acoplador que envia um sinal em onda quadrada, e o capacitor força o nível baixo por mais tempo. As entradas R, S e T são entradas da rede trifásica e os pontos E1.1, E2.1, FUS, A, B, e C serão ligados nos respectivos pontos do circuito, o que será explicado a seguir. Os  $Cl$ 's  $Cl_1$  e  $Cl_2$ , constituem a parte de comando do sistema, e são os responsáveis pelo acionamento dos foto-DIACs.

Na figura 2 temos o circuito que contém a parte de potência, onde é

feita a alimentação do motor. Nesse estágio são usados tiristores, que são disparados por foto-DIACs.

Para que se isole totalmente a parte de comando da parte de potência, quando um sinal de nível baixo é aplicado na entrada E1.1, são disparados os TRIAC's  $T_3$ ,  $T_4$  e  $T_5$  fazendo com que o motor gire em um sentido; e quando o sinal é aplicado na entrada E2.1, os TRIAC's  $T_1$ ,  $T_2$  e  $T_5$  é que são disparados, trocando duas fases no motor; os circuitos snubber (circuitos formados por um capacitor em série com um resistor, por sua vez em paralelo com um tiristor) atuam de modo a evitar que os TRIAC's disparem acidentalmente.

Em um motor trifásico, o campo magnético giratório do estator depende do modo como é delimitada a sequência das fases aplicadas no motor.

Ao inverter duas fases do motor, o campo do estator gira em outro sentido e, consequentemente, o motor também girará no sentido do campo. A função deste circuito é exatamente alternar duas fases do motor, mantendo a terceira constante.

A ligação em um motor trifásico é simples: as saídas M1, M2 e M3 são ligadas ao motor (que deve estar com o seu fechamento 'triângulo' ou 'estrela', dependendo da tensão aplicada sobre ele), e as entradas R, S e T do circuito devem ser ligadas à rede.

Em uma automação de portão residencial, por exemplo, a tensão é de 220 V bifásica, neste caso necessita-se de um motor monofásico.

Um motor monofásico, como já se sabe, é composto de duas bobinas principais e uma auxiliar, sendo esta última a responsável pelo sentido de rotação do motor, uma vez que o motor monofásico tem 6 fios e, como o trifásico, a configuração é a seguinte: Fios 1 e 2 constituem uma bobina principal;

Fios 3 e 4 constituem a outra bobina principal;

Fios 5 e 6 constituem a bobina auxiliar.

A ligação do circuito para um motor monofásico é feita da seguinte forma: Fio 1 do motor ligado à entrada R do circuito e junto com uma fase; Os fios 2 e 3 do motor são *jumpados* e ligados junto à entrada T do circuito; Fio 4 do motor ligado à saída M1 do circuito;

Fio 5 do motor ligado à saída M2 do circuito;

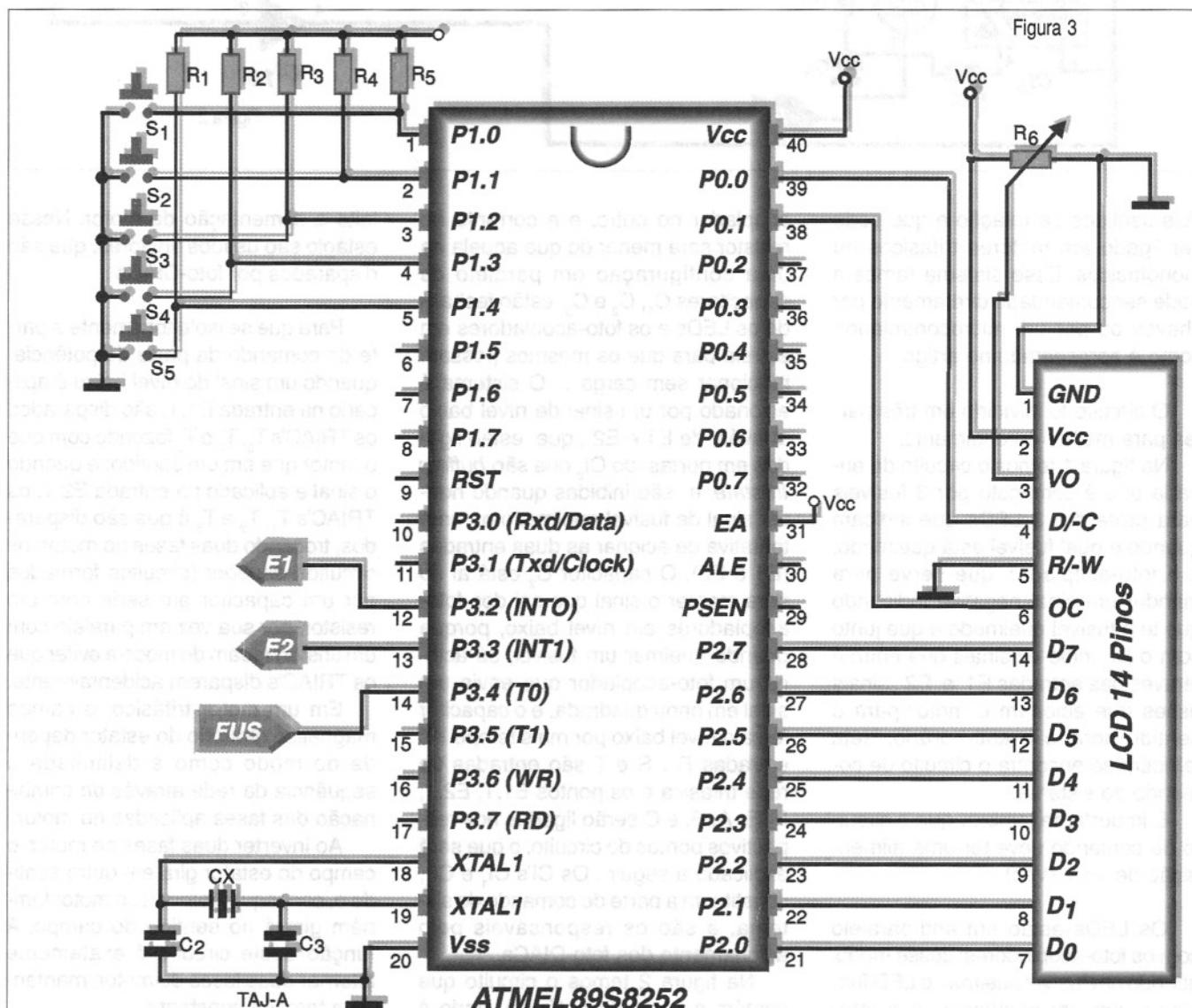
Fio 6 do motor ligado à saída M3 do circuito.

Além dessas ligações, deve-se ligar a entrada S do circuito à outra fase da rede, feito isso o circuito está pronto para o funcionamento. A seguir temos a explicação do funcionamento do microcontrolador ATME89S8252, utilizado neste circuito.

Na figura 3 temos a parte microcontrolada do circuito, composta por um LCD (display alfanumérico de cristal líquido) e 5 chaves (S<sub>1</sub> à S<sub>5</sub>)

onde S<sub>1</sub> é responsável para acionar o motor por toque, ou seja, a cada toque em S<sub>1</sub>, o motor dá um giro à esquerda de acordo com o tempo em que S<sub>1</sub> é pressionada. A chave S<sub>5</sub> tem a mesma função de S<sub>1</sub>, só que fazendo o motor girar à direita. A chave S<sub>2</sub> faz com que o motor gire constantemente à esquerda. A chave S<sub>4</sub> tem a mesma função de S<sub>2</sub>, só que o motor gira para a direita. A chave S<sub>3</sub> tem a função de parar o motor, independentemente se o motor foi acionado pela chave S<sub>2</sub> ou S<sub>4</sub>, e todas essas funções serão mostradas no display. Quando houver uma queima de fusível, por exemplo, será exibida no display a mensagem: "motor parado, fusível queimado".

Nesta figura também aparecem as saídas E1 e E2, além da entrada FUS, estas são ligadas em suas correspondentes na figura 1.



## LISTA DE MATERIAL

### Figuras 1 e 2:

R<sub>1</sub> a R<sub>3</sub> – resistor 340 kΩ/ 1/4 W;  
R<sub>4</sub> a R<sub>6</sub> – resistor 4,7 kΩ/ 1/8 W;  
R<sub>9</sub>, R<sub>16</sub> a R<sub>18</sub>, R<sub>28</sub> – resistor 100 Ω/5 W;  
R<sub>21</sub> a R<sub>25</sub> – resistor 470 Ω/ 1/8 W;  
R<sub>10</sub>, R<sub>15</sub>, R<sub>19</sub>, R<sub>20</sub>, R<sub>26</sub>, R<sub>27</sub> – resistor 330 Ω/ 1/8 W;  
F<sub>1</sub> a F<sub>3</sub> – fusível 3,5 A;  
C<sub>1</sub> a C<sub>3</sub> - capacitor poliéster 100 nF/ 250 V;  
C<sub>4</sub> - capacitor eletrolítico 10 µF/ 16 V;  
C<sub>5</sub> a C<sub>9</sub> – capacitor cerâmico 100 µF/ 400 V;  
T<sub>1</sub> a T<sub>5</sub> - triac TIC 226D;  
Cl<sub>3</sub> a Cl<sub>5</sub> – foto-acoplador TIL 111;  
D<sub>1</sub> a D<sub>3</sub> – led vermelho 3mm;  
Cl<sub>6</sub> a Cl<sub>10</sub> – foto-DIAC MOC3021;  
Cl<sub>1</sub> – integrado 7407;  
Cl<sub>2</sub> – integrado 74125.

### Figura 3:

R<sub>1</sub> a R<sub>5</sub> – resistor 4,7 kΩ/ 1/8 W;  
R<sub>6</sub> – trimpot 10 kΩ;  
C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> – capacitor cerâmico 33 pF;  
CX – cristal 11,059 MHz;  
S<sub>1</sub> a S<sub>5</sub> – chave push-button;  
LCD – display alfanumérico (2 linhas X 16 colunas);  
Cl<sub>1</sub> – microcontrolador ATMEL 89S8252.

# 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, APARELHOS DE RAIO-X, ULTRA-SOM, MARCA-PASSO** etc.

### Programa:

Aplicações da eletrônica/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

Válido até 10/12/2000

Maiores informações ligue através de um fax e siga as instruções. Tel: (011) 6941-1502 - SaberFax 2030.

**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 DE LANÇAMENTO R\$ 297,00** (com 5% de desc. à vista + R\$ 5,00 despesas de envio) ou 3 parcelas, 1 + 2 de R\$ 99,00 (neste caso o curso também será enviado em 3 etapas + R\$ 15,00 de desp. de envio, por encomenda normal ECT.) - **PEDIDOS:** Utilize a solicitação de compra da última página, ou **DISQUE e COMPRE** pelo telefone: (011) 6942-8055  
**SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.**

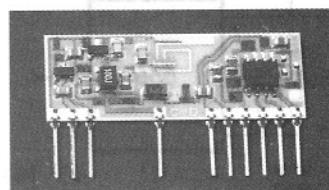
# MÓDULOS HÍBRIDOS (Telecontrolli)

### Utilidades:

controle remoto  
sistemas de segurança  
alarme de veículos  
etc.

# RECEPTOR

Obs: Maiores detalhes, leiam artigo nas revistas Saber Eletrônica nº 313 e 314



### CARACTERÍSTICAS:

- \* Frequência de 315, 418 ou 433,92 MHz
- \* Ajuste de frequência a LASER
- \* Montagem em SMD
- \* Placa de cerâmica

### Preço:

RR3 (2,5 mA) ..... R\$ 45,90 - 2 pçs  
RR5LC (0,8 a 1,2 mA) ..... R\$ 55,80 - 2 pçs

**Pedidos: Disque e Compre (0 XX 11) 6942-8055  
Saber Publicidade e Promoções Ltda.**

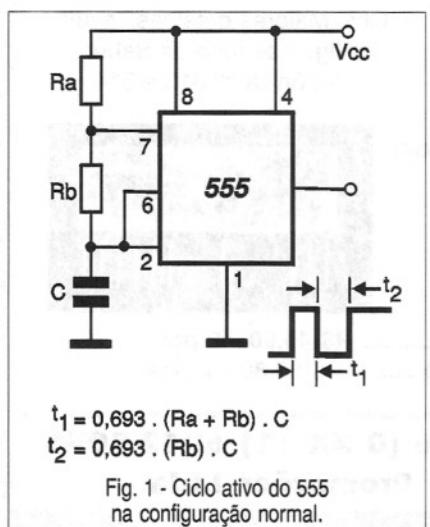
Os controles de potência PWM (Pulse Width Modulation) são altamente indicados para aplicações em Robótica, Mecatrônica e até Modelismo pela possibilidade de se manter o torque de motores DC mesmo em baixas velocidades. O circuito apresentado tem características que permitem o controle de motores a partir de 6 V (com correntes de até 5 A) utilizando componentes comuns em nosso mercado.

Nos controles PWM o que se faz é variar a largura do pulso de uma tensão retangular aplicada à carga de modo a obter-se um controle sobre a potência média aplicada.

Este tipo de controle tem a vantagem de operar como uma "fonte chaveada" com altíssimo rendimento, já que o elemento de controle, por operar com sinais retangulares, não dissipar grande potência.

Utilizando FETs de potência de alta capacidade de corrente de controle, podemos ter um excelente rendimento para este tipo, desde que a tensão de alimentação não seja muito baixa. Observamos que para os FETs de potência as características de  $R_{ds}$  (resistência entre dreno e fonte em plena condução) só são válidas para tensões de excitação e alimentação relativamente altas (acima de 9 V para os tipos comuns).

Abaixo destes valores, os FETs de potência comportam-se como os transistores bipolares equivalentes.



# CONTROLE DC PWM

Newton C. Braga

No nosso caso, o controle PWM é indicado tanto para motores de corrente contínua como também para outras aplicações tais como *dimmers*, controles de temperatura ou ainda no acionamento de eletroimãs.

## COMO FUNCIONA

Para gerar os sinais retangulares com ciclo ativo ajustável externamente (entre perto de zero e 100%) utilizamos um oscilador com base no conhecido circuito integrado 555.

Na configuração normal, o 555 gera sinais retangulares cujo tempo de condução depende de  $R_a$  e  $R_b$  de acordo com as fórmulas dadas na figura 1 em que temos o circuito típico.

Conforme podemos ver, o ciclo ativo nesta configuração nunca pode ser menor que 50%, pois ele depende da soma dos valores de  $R_a$  e  $R_b$  que estão em série. De modo a superar este problema fazendo o 555 operar com ciclo ativos numa faixa muito mais ampla como a exigida para esta aplicação, usamos a configuração básica ilustrada na figura 2.

Conforme veremos no diagrama completo, o potenciômetro oferece percursos diferentes para as correntes de carga e descarga do capacitor que, justamente, determinam o tempo em que a saída se mantém no nível alto e no nível baixo.

Assim, ajustando o potenciômetro, dividindo as correntes de carga e descarga pelos diodos  $D_1$  e  $D_2$  podemos controlar o ciclo ativo do oscilador numa faixa muito mais alta.

Na prática, esta faixa parte de perto de zero e vai até quase 100%. Apesar

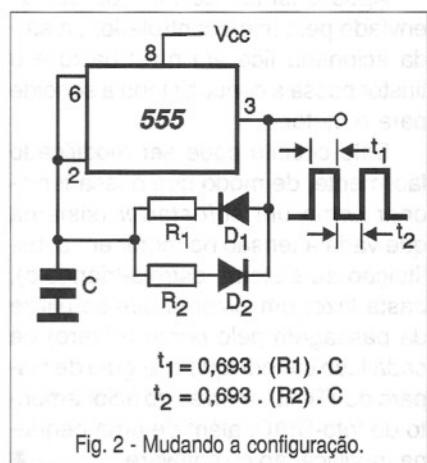
de precisarmos incluir  $R_3$  de 1 kΩ, pois este é o valor mínimo de resistência que pode aparecer neste circuito, representando menos de 1% do valor do ciclo ativo obtido.

Os sinais conseguidos na saída do circuito integrado 555 são aplicados diretamente à comporta de um transistor de efeito de campo de potência, que é o elemento principal de controle da corrente do motor.

Transistores de efeito de campo de potência comuns, que são amplamente usados em fontes chaveadas e em muitos eletroeletrônicos, podem controlar correntes na faixa de 2 a 100 ampères.

Este componente ao conduzir apresenta uma resistência entre o dreno e a fonte que determina quanto de calor ele gera no processo.

Os FETs de potência costumam ter esta  $R_{ds}$  muito baixa, mas este valor ainda é significativo quando o circuito opera com tensões baixas (abaixo de 10 V). Assim, mesmo podendo controlar correntes muito elevadas nestas aplicações, temos a produção de uma



certa quantidade de calor que exige o uso de dissipadores neste componente. A finalidade do diodo zener na alimentação do circuito integrado é evitar que os transientes gerados pela comutação do motor possam realimentar o circuito, afetando o funcionamento do oscilador e até mesmo colocando em risco a integridade do circuito integrado.

O circuito pode funcionar com tensões de entrada de 6 a 25 V.

## MONTAGEM

Na figura 3 temos o diagrama completo do controle PWM.

A montagem do controle pode ser feita de forma modular facilitando assim seu uso, conforme mostra a placa da figura 4.

Os capacitores eletrolíticos devem ter tensões de trabalho pelo menos uns 50% maiores que as tensões usadas na alimentação do módulo.

O diodo  $Z_1$  pode ser de 18 V para tensões de entrada até 15 V, e de 28 V a 30 V para tensões de entrada maiores. Os cabos de alimentação do circuito e para o motor devem ter espessura de acordo com a corrente a ser controlada.

O transistor de efeito de campo pode ser qualquer tipo de potência com corrente de acordo com o motor que vai ser controlado. Os tipos da série IRF como o IRF720, IRF620,

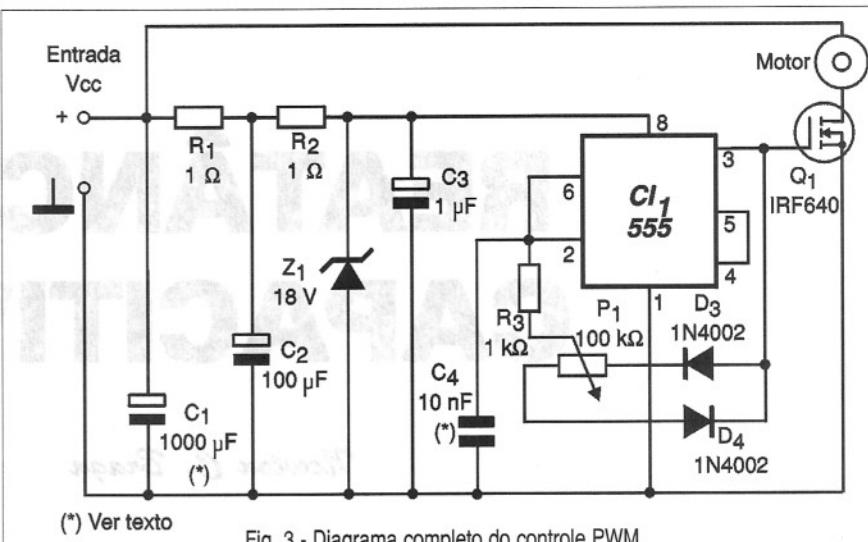


Fig. 3 - Diagrama completo do controle PWM.

IRF640 são ideais para aplicações em que motores de correntes até uns 2 ou 3 ampères são usados.

## PROVA E USO

Para a prova de funcionamento tanto pode ser colocado um pequeno motor de corrente contínua, não importando a sua corrente, quanto uma lâmpada. Basta então ligar na entrada do controle a tensão nominal do

motor e verificar a atuação do controle dentro da faixa esperada.

Eventualmente  $C_4$  pode ser alterado na faixa de 10 a 100 nF de modo a obter-se um controle mais estável do motor, sem vibrações.

Para lâmpadas incandescentes ou aquecedores, este capacitor também poderá ser alterado.

A comprovação da alteração do ciclo ativo poderá ser verificada também com o uso de um osciloscópio ligado no pino 3 do circuito integrado. ■

## LISTA DE MATERIAL

### Semicondutores:

C1<sub>1</sub> - 555 - circuito integrado, timer

Z<sub>1</sub> - 18 V x 1 W - diodo zener

D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub> - 1N4004 - diodos retificadores de silício

Q<sub>1</sub> - FET de potência - ver texto - IRF640, etc.

### Resistores: (1/8W, 5%)

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> - 1Ω

R<sub>3</sub> - 1 kΩ

P<sub>1</sub> - 100 kΩ - potenciômetro

### Capacitores:

C<sub>1</sub> - 1000 µF - eletrolítico

C<sub>2</sub> - 100 µF - eletrolítico

C<sub>3</sub> - 1 µF/25 V - eletrolítico

C<sub>4</sub> - 10 nF - cerâmico ou poliéster

### Diversos:

Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, botão para o potenciômetro, solda, etc.

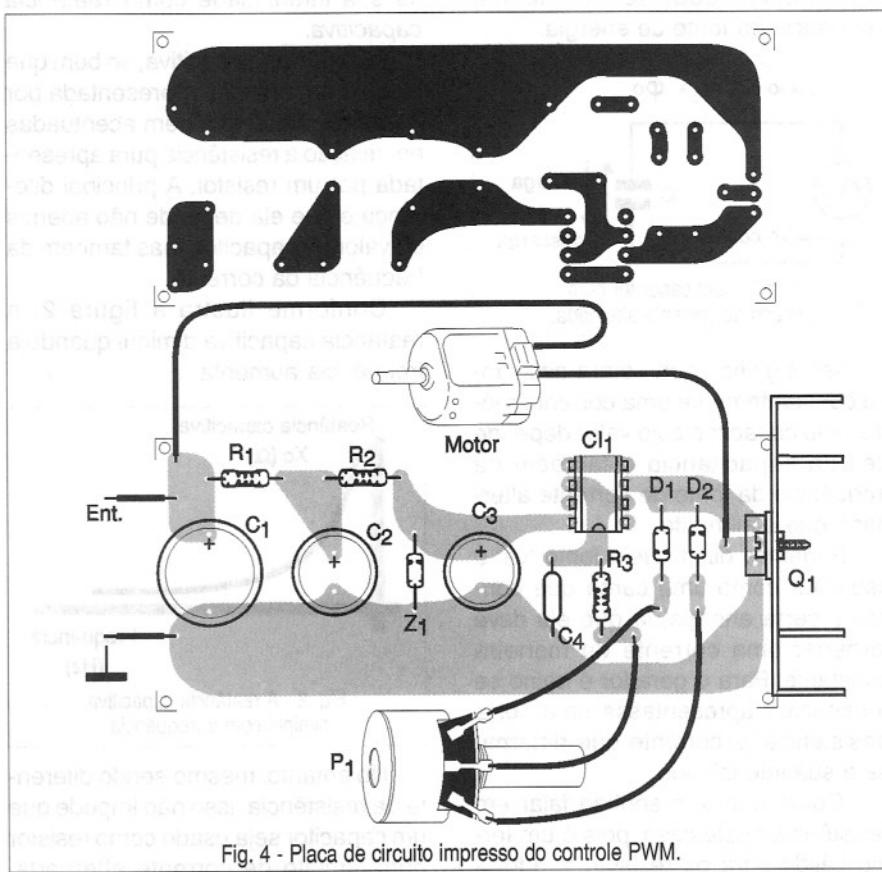


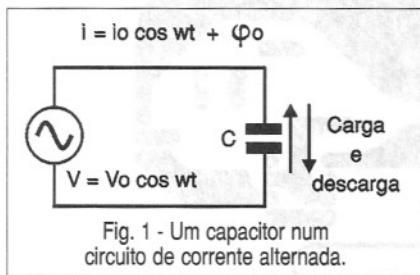
Fig. 4 - Placa de circuito impresso do controle PWM.

# REATÂNCIA CAPACITIVA

Newton C. Braga

Você sabe trabalhar com capacitores em circuitos de corrente alternada? Os capacitores podem ser considerados resistores em certas aplicações com diversas vantagens de que os projetistas devem saber tirar proveito. Veja, neste artigo, como calcular a "resistência" que um capacitor apresenta num circuito de corrente alternada usando-o como um resistor.

Quando ligamos um capacitor num circuito de corrente alternada, como mostra a figura 1, ele deverá carregar-se e descarregar-se na mesma frequência da fonte de energia.



Isso significa que estará circulando constantemente uma corrente média pelo capacitor, cujo valor depende de sua capacidade e também da frequência da fonte de corrente alternada que o alimenta.

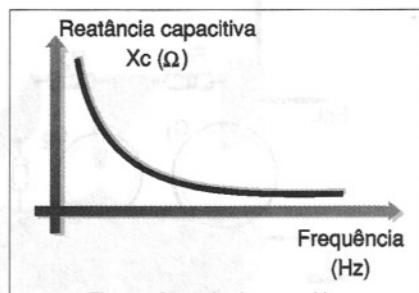
Podemos dizer que a fonte "vê" o capacitor como uma carga que consome certa energia, já que ele deve fornecer uma corrente de maneira constante. Para o gerador é como se o capacitor apresentasse uma certa "resistência" à corrente que determina a sua intensidade.

Como não tem sentido falar em resistência neste caso, pois é um termo válido para os resistores, adota-

se uma outra terminologia definindo a oposição que o capacitor apresenta à circulação da corrente e que determina sua intensidade como *reatância capacitiva*.

A reatância capacitiva, se bem que medida em ohms, é representada por  $X_C$  e tem diferenças bem acentuadas em relação à resistência pura apresentada por um resistor. A principal diferença é que ela depende não apenas do valor do capacitor, mas também da frequência da corrente.

Conforme ilustra a figura 2, a reatância capacitiva diminui quando a frequência aumenta.



No entanto, mesmo sendo diferente da resistência, isso não impede que um capacitor seja usado como resistor num circuito de corrente alternada,

caso seja usado de forma que a corrente que o capacitor apresenta seja menor que a corrente que a fonte de energia fornece. Isso é feito, por exemplo, quando se usa um capacitor para reduzir a tensão numa lâmpada, por exemplo.

## A FÓRMULA

A reatância capacitiva apresentada por um capacitor num circuito de corrente alternada é calculada pela fórmula:

$$X_C = 1/(2 \times \pi \times f \times C)$$

Onde:

$X_C$  é a reatância capacitiva, em ohms

$f$  é a frequência da corrente alternada do circuito, em hertz

$C$  é a capacidade do capacitor, em farads

$\pi$  é a constante 3,14

## Exemplo:

Calcular a reatância capacitiva apresentada por um capacitor de 1  $\mu F$  num circuito de 60 Hz.

Temos:  $f = 60$  Hz

$C = 1 \times 10^{-6}$  F

$X_C = ?$

Aplicando a fórmula:

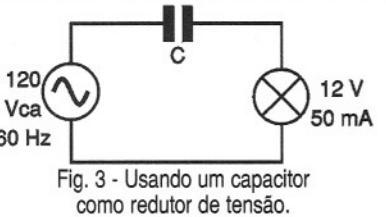
$$X_C = 1/(2 \times 3,14 \times 60 \times 10^{-6})$$

$$X_C = 10^6/376,8$$

$$X_C = 2653,92 \text{ ohms}$$

## DIVISOR CAPACITIVO

Um circuito interessante que pode ser de utilidade em muitas aplicações práticas é o divisor capacitivo apresentado na figura 3.



Com este circuito podemos usar um capacitor formando um divisor de tensão que reduz a tensão da rede de energia para alimentar uma lâmpada de 12 V. Vamos dar um exemplo de cálculo:

Determinar a capacidade de C no circuito mostrado na figura 3 onde temos uma lâmpada de 12 V x 50 mA numa rede de 120 V.

Neste circuito :

$$V = 12 \text{ V}$$

$$V_e = 120 \text{ V}$$

$$I = 0,02 \text{ A}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

$$C = ?$$

Iniciamos por calcular a resistência equivalente à lâmpada de 50 mA x 12 V usando a lei de Ohm:

$$R = V/I$$

$$R = 12/0,02$$

$$R = 600 \text{ ohms}$$

A impedância total do circuito também é dada pela Lei de Ohm:

$$Z = 120/0,02$$

$$Z = 6000 \text{ ohms}$$

A reatância que deve apresentar  $X_C$  depende de  $R$  e  $Z$  segundo a seguinte fórmula:

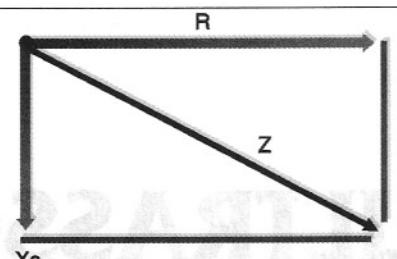
$$X_C = \sqrt{Z^2 - R^2}$$

Observe que a impedância depende também da fase da tensão num capacitor em um circuito que tenha um resistor e que, portanto, não é calculada simplesmente somando-se a reatância.

Num circuito com um capacitor e um resistor temos as fases ilustradas na figura 4, daí ser a impedância calculada por:

$$Z = \sqrt{X_C^2 + R^2}$$

De onde sai a fórmula para cálculo de  $X_C$ .



Com os valores calculados podemos chegar a  $X_C$ :

$$X_C = \sqrt{(6000)^2 - (600)^2}$$

$$X_C = \sqrt{36000000 - 360000}$$

$$X_C = \sqrt{35640000}$$

$$X_C = 5969,92 \text{ ohm}$$

Com este valor podemos determinar a capacidade necessária para o circuito redutor usando a seguinte fórmula:

$$C = 1/(2 \times \pi \times f \times X_C)$$

$$C = 1/(2 \times 3,14 \times 60 \times 5969,92)$$

$$C = 1/(2249465,8)$$

$$C = 0,44454 \times 10^{-6}$$

$$C = 444 \text{ nF}$$

Um capacitor de 470 nF x 250 V de poliéster servirá perfeitamente para a aplicação desejada.

## CONCLUSÃO

O domínio das fórmulas e, principalmente, dos cálculos que envolvem a conversão de unidades é muito importante em qualquer projeto. Todo o projetista deve saber trabalhar com os valores dos componentes nos diversos múltiplos e submúltiplos, e mais que isso, deve ter a sensibilidade para perceber quando um valor calculado parece ser grande ou pequeno demais para a aplicação, evidenciando que algum tipo de erro ocorreu. ■

## LITERATURA TÉCNICA

### DESBRAVANDO O PIC

Baseado no microcontrolador PIC16F84

Autor: David José de Souza - 199 págs.

Um livro dedicado às pessoas que desejam conhecer e programar o PIC. Aborda desde os conceitos teóricos do componente, passando pela ferramenta de trabalho (MPASM). Desta forma o MPLab é estudado, com um capítulo dedicado à Simulação e Debugação. Quanto ao PIC, todos os seus recursos são tratados, incluindo as interrupções, os timers, a EEPROM e o modo SLEEP. Outro ponto forte da obra é a estruturação do texto que foi elaborada para utilização em treinamento ou por autodidatas, com exemplos completos e projetos propostos.

R\$ 34,00



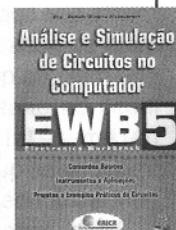
### EWB 5 - Electronics Workbench

#### Análise e Simulação de Circuitos no Computador

Eng. Rômulo Oliveira Albuquerque  
- 143 págs.

Este é mais do que um livro sobre um software de simulação de circuitos. Nele você encontrará, de forma simples e direta, todos os comandos e procedimentos necessários para montar e simular, passo a passo, o seu circuito, seja digital ou analógico. Além disso, é descrito o funcionamento dos mais variados instrumentos usados em um laboratório real, tais como: Osciloscópio, Gerador de Função, Multímetro, Bode Plotter, Analisador Lógico e Gerador de Palavras Binárias, sendo fornecidos exemplos didáticos de aplicação com eles.

R\$ 27,00



### SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página.

Maiores informações

Disque e Compre (0 XX 11) 6942-8055. -Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP

REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL

# OS ULTRASSONS

*Newton C. Braga*

Que vibrações são essas, que têm a mesma natureza dos sons, mas que não podemos ouvir? Que tipo de emissão é essa que pode destruir objetos, detectar inimigos ou intrusos e ainda servir como meio de orientação ou medida de distâncias? Como gerar ultrassons e como torná-los audíveis? Essas são algumas das questões que procuraremos abordar neste artigo. Respondendo a essas perguntas, levaremos nossos leitores a uma dimensão maravilhosa, que nossos sentidos não podem alcançar, mas que podem explorar com a ajuda da Eletrônica.

Nossos ouvidos são estruturas sensíveis que se adaptam perfeitamente aos tipos de vibrações que são mais comuns na natureza e no próprio meio no qual vivemos. Assim, milhões de anos de evolução determinaram a faixa bem definida de frequências que podemos ouvir e que denominamos "sons".

Uma experiência imaginária nos permite entender melhor o que é o som, e também as vibrações de mesma natureza, que se situam além do alcance de nossos ouvidos, que são os infrassons e os ultrassons, sendo este último o assunto chave deste nosso artigo.

Se prendermos uma barra de metal numa morsa, poderemos fazer com que uma de suas extremidades entre em vibração, conforme mostra a figura 1. Para nossa experiência não importa exatamente como fazer isso, mas sim as consequências dessa vibração.

As vibrações dessa barra de metal vão comprimir e distender o ar à

sua volta de modo regular, criando assim "ondas" onde localizamos maior ou menor densidade de partículas, ou seja, ondas de compressão e descompressão, de acordo com a

figura 2. Estas ondas longitudinais se propagam pelo ar numa velocidade que depende da pressão, da umidade, da temperatura e de alguns outros fatores adicionais.

Para o ar ambiente, em condições normais de temperatura e pressão, ou seja, a 20 graus Celsius no nível do mar, a velocidade de propagação é da ordem de 333 metros por segundo.

No entanto, para maior facilidade de cálculos é comum fazermos a aproximação para 340 metros por segundo.

Encontrando algum tipo de obstáculo, essas vibrações podem forçá-lo a vibrar na mesma frequência, transferindo-lhe assim energia. Em outras palavras, essas ondas transportam

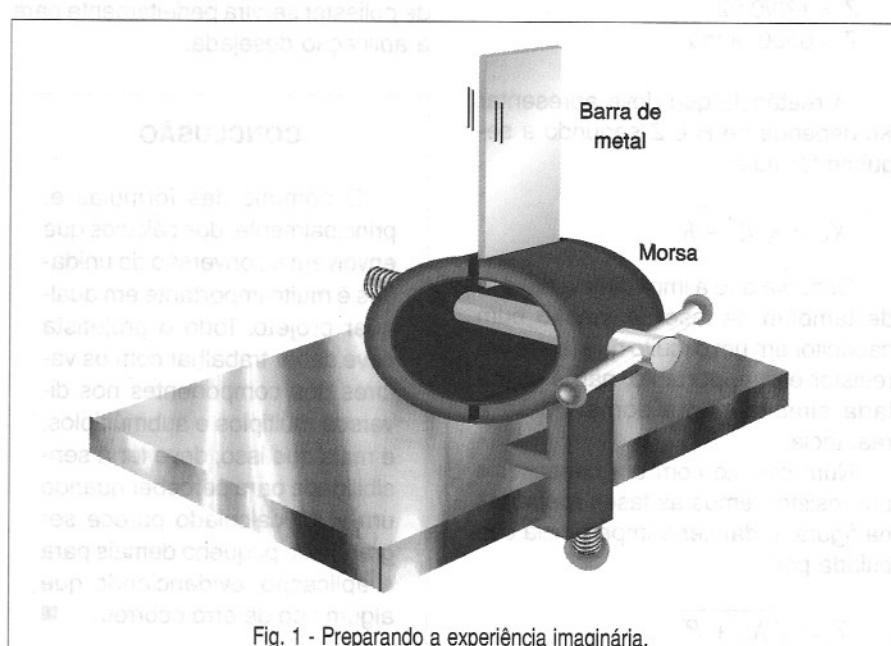


Fig. 1 - Preparando a experiência imaginária.

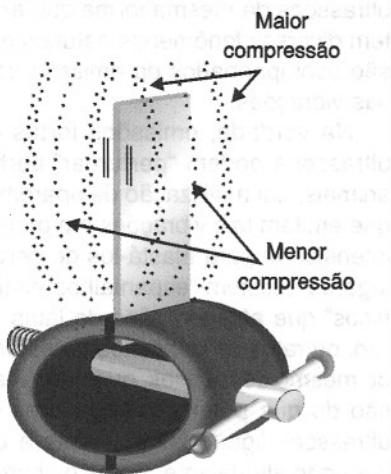


Fig. 2 - Gerando ondas de compressão e descompressão.

energia que podem entregar a objetos que existam em seu percurso.

Se as vibrações ocorrerem numa "velocidade" relativamente pequena, algumas por segundo apenas, mesmo incidindo na membrana sensível de nossos ouvidos que é o tímpano, elas não conseguirão excitá-lo a ponto de haver a transmissão de um sinal ao nosso cérebro. Isso significa que elas estão numa frequência abaixo do que podemos ouvir. Essas vibrações, pela sua frequência, são denominadas infrassons. Sua posição no espectro é mostrada na figura 3.

Conforme vimos, essas vibrações transportam energia e por isso, possuem um certo poder de destruição. Num terremoto, as vibrações desta faixa de frequência causam grande destruição quando se propagam pela terra podendo assim ser sentidas, mas não ouvidas.

O ponto em que elas começam a ser ouvidas está em torno de 15 hertz. É preciso que a nossa barra de metal imaginária vibre pelo menos 15 vezes por segundo para que as ondas de compressão e descompressão que cheguem aos nossos ouvidos os estimulem.

A sensação transmitida ao cérebro será a de um som contínuo muito grave, um zumbido.

Aumentando gradualmente a frequência das vibrações, ou seja, fazendo com que a barra vibre cada vez mais rapidamente, vamos modificar a altura do som (a altura é a característica relativa à frequência que não deve ser confundida com o volume ou intensidade), tornando o som médio

quando chegamos a aproximadamente 500 Hz, e depois agudo quando ultrapassamos os 2 000 Hz, conforme ilustra o diagrama da figura 4.

Aumentando mais e mais as vibrações, entretanto, verificamos que as pessoas, segundo suas idades, características pessoais e até mesmo eventuais doenças, vão deixando de ouvir o som que está sendo emitido.

O limite exato em que deixamos de ouvir as vibrações, varia bastante de pessoa para pessoa, mas na média está em torno de 15 000 Hz (15 000 vibrações por segundo). Teremos então percorrido todo o espectro audível, ou seja, toda a faixa de frequências que corresponde às vibrações que podemos ouvir.

No entanto, passando dos 15 000 Hz a barra de metal ainda pode vibrar. Estas vibrações já não serão mais audíveis, pois estão além de nossa capacidade de percepção. A barra estará produzindo então ultrassons. Observe a figura 5.

Não existe limite conhecido para até onde a barra de metal poderá vibrar. Existem dispositivos que podem gerar ultrassons de milhões de hertz,

ou seja, muitas oitavas acima do nosso limite auditivo e que, portanto, não podem ser ouvidos por ninguém.

Mas, o interessante é que no mundo animal existem espécies que podem ter ouvidos capazes de alcançar frequências que o ouvido humano não consegue, conforme mostra a figura 6.

Assim, o que é ultrassom para nós, (humanos) pode não ser para outras espécies animais.

Podemos citar como exemplo os cães que, em alguns casos, podem ouvir vibrações de até 25 000 Hz, alcançando assim frequências que nós não logramos perceber. Quantas vezes seu cãozinho levantou as orelhas sobressaltado percebendo alguma espécie de som quando você não ouviu absolutamente nada?

Animais como os morcegos e até mesmo os golfinhos, podem usar os ultrassons com finalidades muito mais complexas do que a simples comunicação.

O morcego, por exemplo, possui um sistema de audição tão elaborado que pode captar e interpretar os écos ou reflexões das vibrações que ele

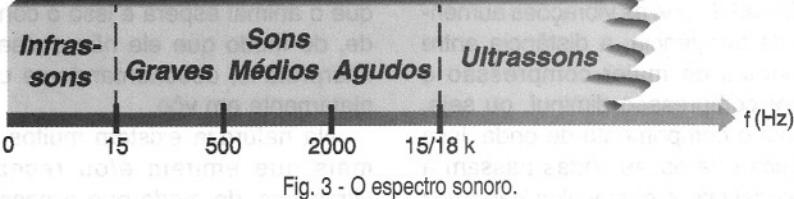


Fig. 3 - O espectro sonoro.

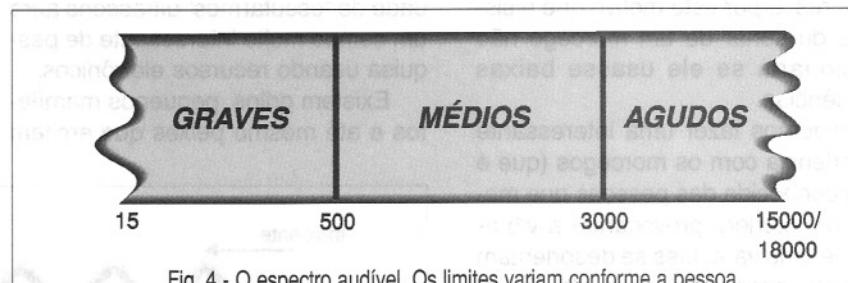
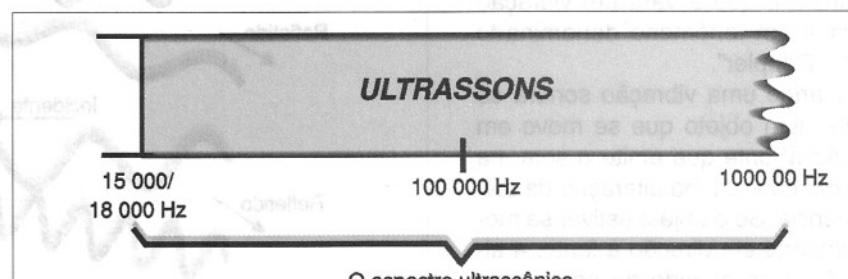


Fig. 4 - O espectro audível. Os limites variam conforme a pessoa.



O espectro ultrassônico

Fig. 5 - O espectro ultrassônico não tem limite superior de frequência.

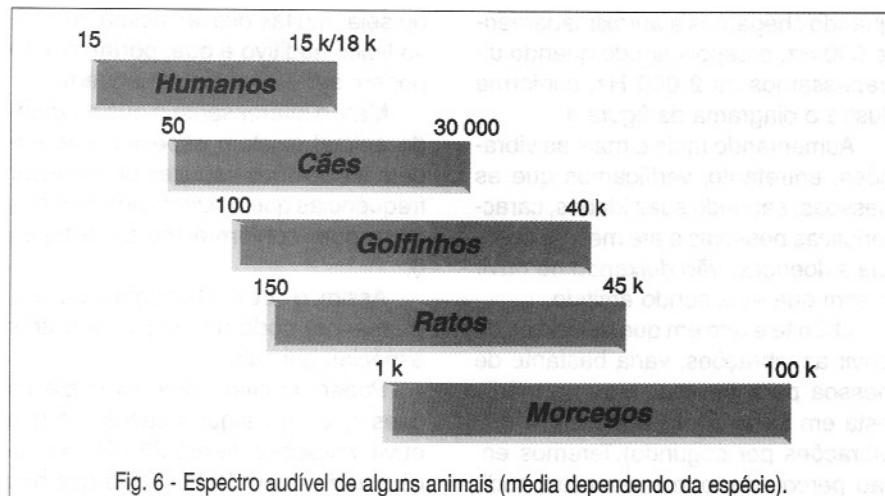


Fig. 6 - Espectro audível de alguns animais (média dependendo da espécie).

mesmo emite em frequências ultrassônicas.

Em outras palavras, ele possui um verdadeiro sistema de "radar" que, no caso, por operar com sons recebe a denominação de "sonar". Ele emite um som de frequência muito alta (que não podemos ouvir) que chega aos 40 000 Hz, e se existir algum tipo de obstáculo para sua propagação como, por exemplo, outros animais, insetos ou os galhos de uma árvore, ele recebe o écho e o interpreta, determinando a distância do obstáculo, seu tamanho e posição, evitando-o ou atacando-o.

À medida que as vibrações aumentam de frequência, a distância entre os pontos de maior compressão e menor compressão diminui, ou seja, diminui o comprimento de onda. Isso significa que essas ondas passam a ser sensíveis a obstáculos cada vez menores. É por este motivo que o sistema de sonar de um morcego não funcionaria se ele usasse baixas frequências.

Podemos fazer uma interessante experiência com os morcegos (que é bem conhecida das pessoas que moram no interior): provocando a vibração de uma vara, eles se desorientam podendo chocar-se contra ela. O que acontece é que a vara em vibração provoca um fenômeno denominado "Efeito Doppler".

Quando uma vibração sonora se reflete num objeto que se move em relação à fonte que emite o som, na reflexão ocorre uma alteração da sua frequência. Se o objeto estiver se movimentando em direção à fonte, a alteração é no sentido de haver uma diminuição do comprimento de onda e, portanto, um aumento da frequên-

cia. Efeito inverso ocorrerá se o objeto estiver se afastando. Tudo isso é ilustrado na figura 7.

Você pode perceber esse fenômeno observando o que ocorre quando um carro passa em alta velocidade por você com a buzina acionada. Na aproximação, o som da buzina parece mais agudo, e quando ele se afasta, o som torna-se mais grave. A transição do som de agudo para grave é bastante nítida no instante exato em que ele passa por você.

Ora, no caso do morcego, a vibração da vara altera a frequência do écho que o animal espera e isso o confunde, de modo que ele não consegue interpretá-lo, desorientando-se completamente em voo.

Na natureza existem muitos animais que emitem e/ou recebem ultrassons, de modo que a possibilidade de "escutarmos" ultrassons abre um campo muito interessante de pesquisa usando recursos eletrônicos.

Existem grilos, pequenos mamíferos e até mesmo peixes que emitem

ultrassons da mesma forma que existem diversos fenômenos naturais que são acompanhados da emissão dessas vibrações.

Na verdade, emissões fortes de ultrassons podem "perturbar" certos animais, daí a utilização de aparelhos que emitem tais vibrações em grande intensidade para afastá-los de certos lugares. Existem "espantalhos eletrônicos" que afastam cães de latas de lixo, ou ratos de depósitos de cereais ou mesmo despensas, que nada mais são do que potentes osciladores de ultrassons ligados diretamente a um pequeno alto-falante. Como os humanos não podem ouvir tais vibrações, eles não nos causam qualquer tipo de inconveniente.

Para os leitores que desejarem fazer experiências com ultrassons, temos na figura 8 o diagrama de um potente emissor, que pode ser usado como espantalho ou ainda em experiências diversas que envolvam este tipo de vibração.

Este circuito produz ultrassons na faixa de 20 a 30 kHz e o transdutor nada mais é do que um tweeter do tipo piezoeletônico, que apresenta rendimento bom nesta faixa para a aplicação visada.

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

Aparelhos que emitam ou recebam ultrassons não são simples curiosidades. Na indústria, na medicina, ou mesmo no lar encontramos diversos dispositivos que operam com ultrassons.

Na indústria, por exemplo, os ultrassons podem ser usados para detectar falhas de materiais como, por

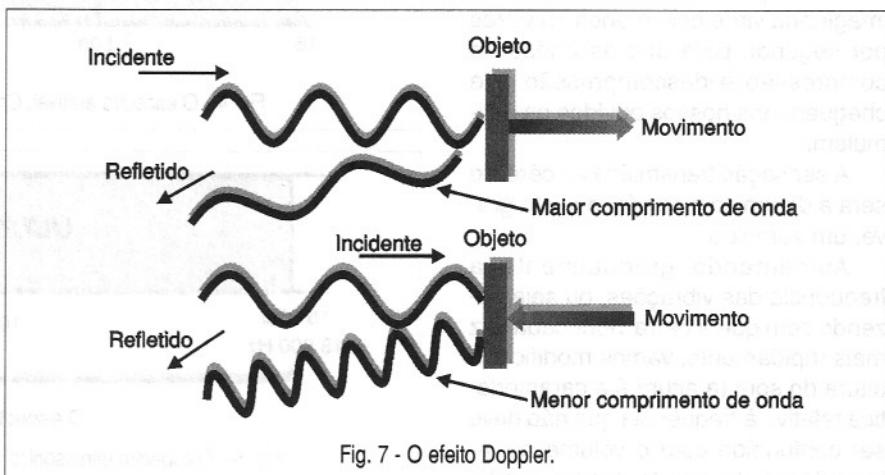


Fig. 7 - O efeito Doppler.

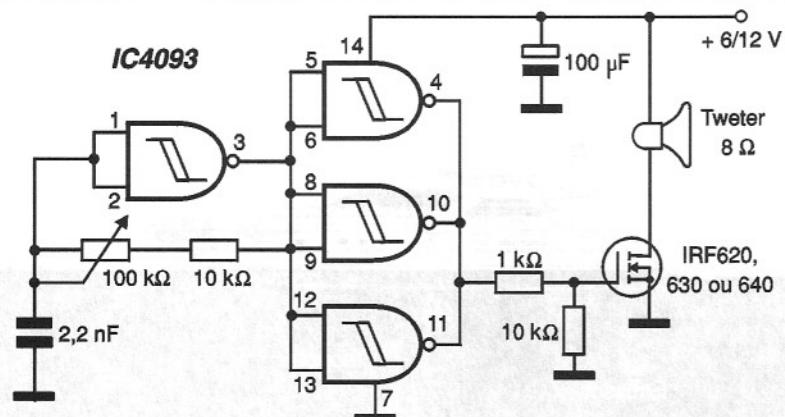


Fig. 8 - Um emissor experimental de ultrassons.

exemplo, peças metálicas sólidas como blocos de motores, vigas ou trilhos ou ainda estruturas especiais.

Um transdutor aplica os ultrassons de altíssima frequência no material. Se existirem cavidades internas, falhas ou rachaduras, ocorrerão reflexões que mudam o padrão do sinal captado por outro transdutor podendo o "eco" ser visualizado num osciloscópio ou na tela de um computador que tenha uma placa de aquisição de dados, conforme mostra a figura 9.

Outra aplicação interessante é na limpeza de peças. Se colocarmos jóias ou as peças delicadas de um mecanismo num recipiente metálico contendo um solvente especial e aplicarmos um ultrassom de alta potência, ocorrerá um fenômeno importante e que pode ser de grande utilidade neste caso.

As vibrações ultrassônicas fazem aparecer bolhas microscópicas nas cavidades em que se acumula a sujeira, expulsando-a com facilidade.

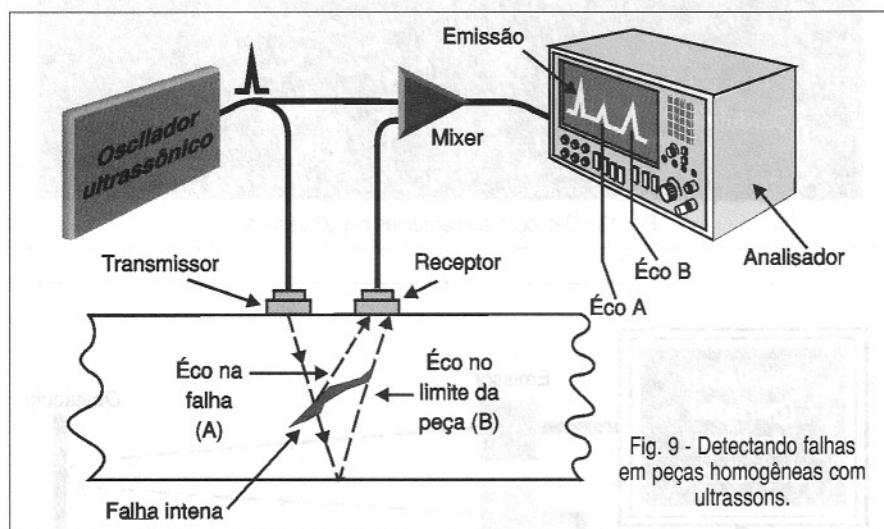
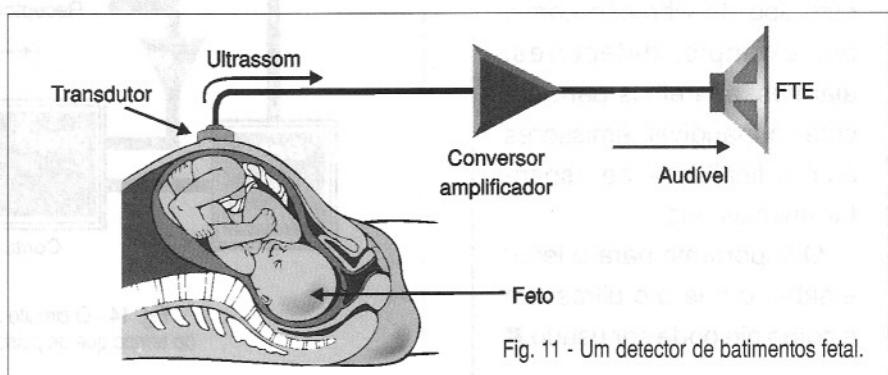


Fig. 9 - Detectando falhas em peças homogêneas com ultrassons.



Fig. 10 - Limpadores ultrassônicos usados para trabalhar com componentes SMD, peças mecânicas pequenas, etc.



Este fenômeno, denominado "cavitação", possibilita a realização de limpezas profundas em peças de pequenas dimensões ou muito delicadas. Para isso existem aparelhos especiais que empregam esta tecnologia, como o mostrado na figura 10, e que podem ser encontrados em oficinas especializadas.

Na medicina temos equipamentos que são capazes de formar uma imagem de órgãos de nosso corpo, com a diferença de que os ultrassons não causam dano algum aos tecidos, o que não ocorre com os raios X.

Citamos também os estetoscópios ultrassônicos, que nada mais são do que aparelhos que convertem vibrações de frequências mais altas em vibrações de mesmo padrão, mas de frequência mais baixa.

Dessa forma, os batimentos cardíacos do feto, que ocorrem em frequência inaudível para nós, se tornam perfeitamente audíveis com um aparelho desse tipo, veja figura 11.

Um conversor desse tipo, de grande sensibilidade, pode servir ao explorador da natureza para ouvir insetos e animais maiores que produzem sinais na faixa que não podemos ouvir normalmente, convertendo-os para uma frequência mais baixa.

Esse mesmo tipo de aparelho também pode ser usado por um técnico para detectar vibrações anormais numa máquina, que não esteja funcionando corretamente.

Podemos também citar sistemas de alarmes que detectam a passagem de pessoas pela interrupção de uma emissão ultrassônica.

Uma aplicação muito importante, que imita os animais, no caso o morcego, é o Sonar. Operando numa frequência acima de 40 kHz, o sonar emite ultrassons por meio de um

transdutor especial. Esses ultrassons se propagam pela água e se refletem tanto no fundo como em objetos e animais (peixes, por exemplo).

O resultado disso é a produção de um ou mais écos, conforme ilustra a figura 12.

Nos aparelhos mais simples, apenas o éco mais forte que corresponde ao fundo é considerado, e há a indicação da profundidade pelo tempo que o ultrassom demora para ir e voltar.

Nos aparelhos mais sofisticados é formada uma imagem que considera todos os écos, e assim poderá ser visualizada a presença de um cardume. Os barcos de pesca mais bem equipados possuem tais sonares que são capazes de detectar onde está o cardume que se visa capturar, como é mostrado na figura 13.

Uma aplicação final para os ultrassons é na medida de distâncias, no que se denomina de "trena eletrônica". De acordo com a figura 14, o que temos é um emissor ultrassônico que envia pulsos de curta duração em direção a uma parede. Um circuito interno "mede" o tempo que o pulso ultrassônico leva para ir e voltar.

Este tempo é computado e convertido diretamente numa distância, que é apresentada num display de cristal líquido.

## CONCLUSÃO

As aplicações que vimos são apenas algumas das muitas possíveis para os ultrassons.

Em nossas edições anteriores já descrevemos diversos projetos que envolvem este tipo de vibração como, por exemplo, detectores, alarmes, aparelhos para escutar o inaudível, emissores com a finalidade de espantar animais, etc.

O importante para o leitor é saber o que é o ultrassom e como ele pode ser usado. ■

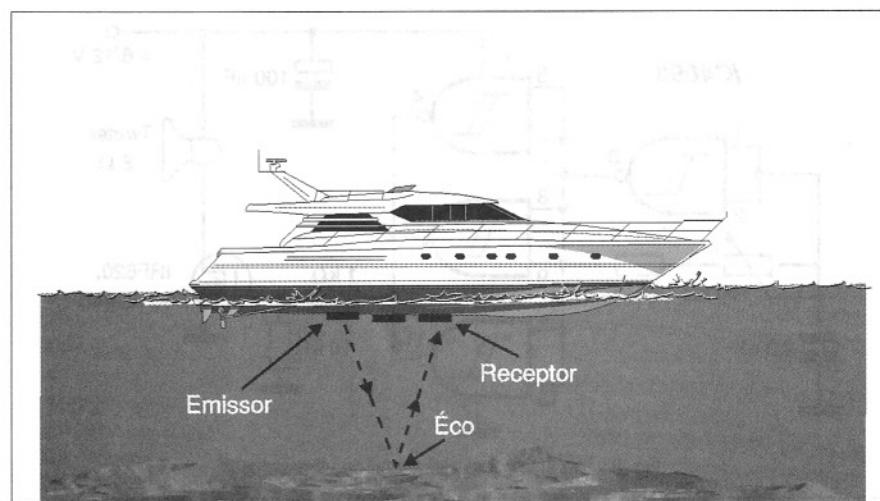


Fig. 12 - Funcionamento do éco-batímetro para medir profundidades.

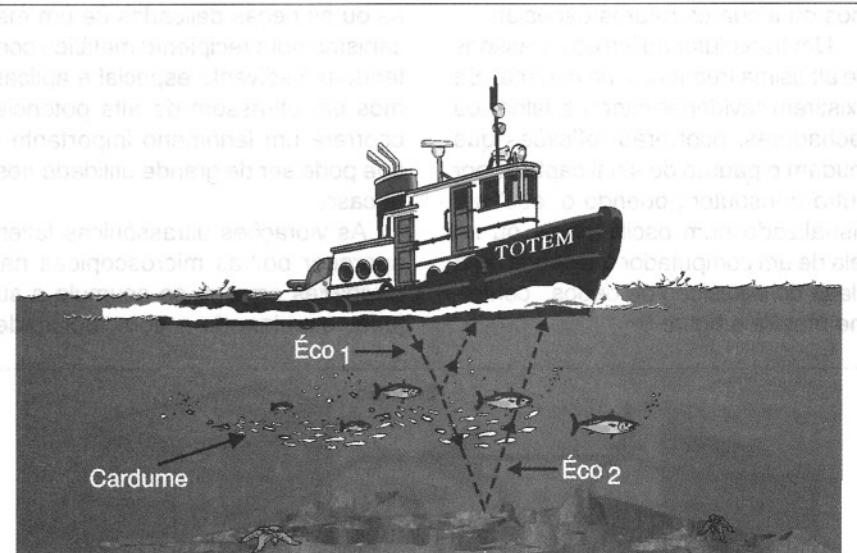


Fig. 13 - Detecção de cardumes por ultrassons.

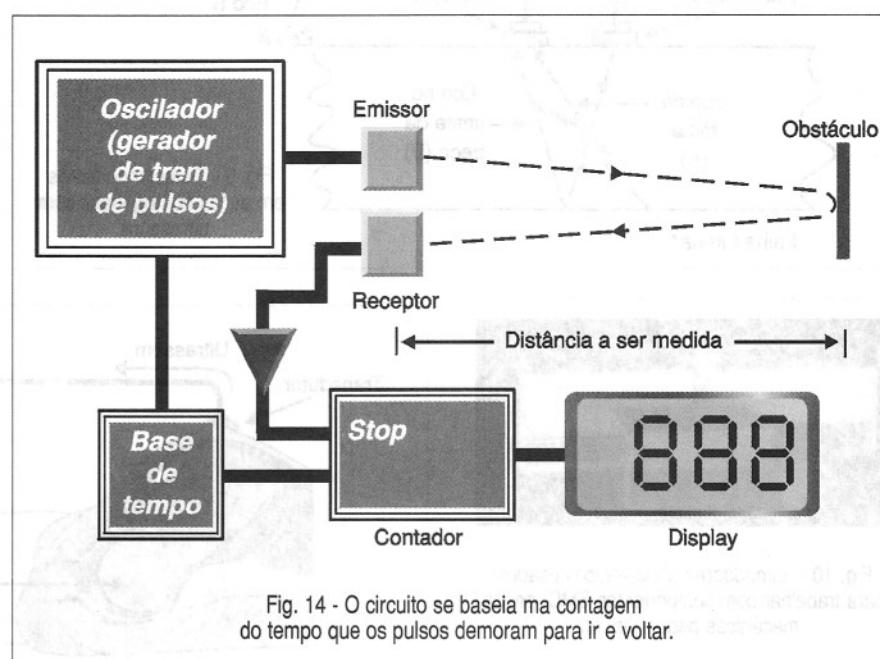


Fig. 14 - O circuito se baseia na contagem do tempo que os pulsos demoram para ir e voltar.

# CONHEÇA O TVS

(Transient Voltage Suppressor)

Newton C. Braga

A utilização de dispositivos sensíveis em equipamentos eletrônicos exige cuidados especiais na proteção contra transientes e surtos que podem chegar pela linha de alimentação. Um dispositivo de importância vital para a proteção de circuitos contra transientes é o TVS ou *Transient Voltage Suppressor* (Supressor de Tensões Transientes). Neste artigo explicamos o que vem a ser este componente, sua utilização e como analisar suas especificações técnicas.

Uma maneira simples de evitar que transientes (pulsos de alta tensão e curta duração) vindos pela rede de energia cheguem aos circuitos alimentados, é cortá-los com a ajuda de algum dispositivo que entre em condução sob certa tensão.

Embora os diodos zener comuns possam ser usados em alguns casos, eles não são os dispositivos apropriados para esta finalidade, tanto pela sua velocidade de resposta como pela quantidade de energia que podem manusear.

Para cumprir esta função, entretanto, podem ser utilizados diodos zener com características especiais, com a capacidade de trabalhar energias muito mais elevadas e com velocidade de resposta muito maior.

Estes componentes, destinados especificamente à proteção de equi-

pamentos alimentados pela rede de energia de corrente alternada, são denominados TVS ou *Transient Voltage Suppressors* e possuem curva característica e símbolos mostrados na figura 1.

Os TVS comuns devem ser capazes de dissipar a energia que aparece num pulso de alta tensão ou num trem desses pulsos (surto), o que exige que eles sejam montados em invólucros especiais. Como os pulsos são de curta duração, as energias devem ser convertidas em calor em um espaço de tempo muito pequeno, e dissipadas rapidamente para que a temperatura não se eleve a um nível que possa causar a destruição do componente.

Um TVS comum deve ser capaz de dissipar potências na faixa de 400 a 5000 W, que correspondem a níveis

de energia de 0,55 a 2,1 joules, num intervalo de tempo típico de 1 milissegundo, que é a duração maior prevista para os pulsos de transientes que normalmente aparecem nas aplicações práticas.

As tensões de trabalho ou "de avalanche" estão na faixa de alguns volts até algumas centenas de volts.

## Especificações:

Na utilização de um TVS as especificações devem ser levadas em conta e, neste caso, são bastante semelhantes às dos diodos zener.

Temos então as seguintes especificações principais:

**Breakdown Voltage ou Tensão de Ruptura (Vbr)** - É a tensão em que o dispositivo entra na condição de avalanche, ou seja, torna-se condutor. Para o TVS comum esta tensão é especificada para uma corrente de 1 mA. Eventualmente pode aparecer com valores mínimos e máximos.

**Working stand-off reverse voltage (Vbr)** - Trata-se da tensão inversa de trabalho. Se bem que também seja especificada por Vbr, ela tem uma pequena diferença em relação à anterior. Trata-se da tensão em que o dispositivo começa a conduzir e uma corrente de fuga pode ser medida. Esta tensão é normalmente 10% menor que a tensão de ruptura inversa, indicada no item anterior. Esta corrente de fuga pode variar chegando a valores de até 1 mA, caso em que esta especificação se iguala à anterior. As correntes de fuga típicas destes dispositivos são da ordem de 5 microampères.

**Maximum peak pulse surge current (Ippm)** - É a corrente máxima de surto que o dispositivo pode suportar sem que ocorram danos. Este

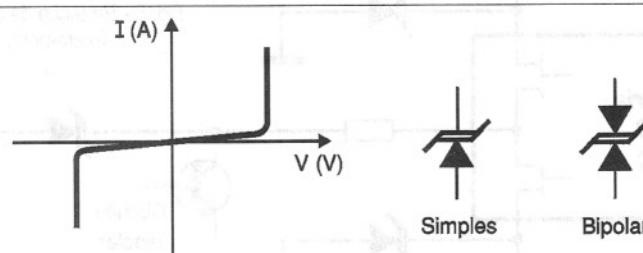
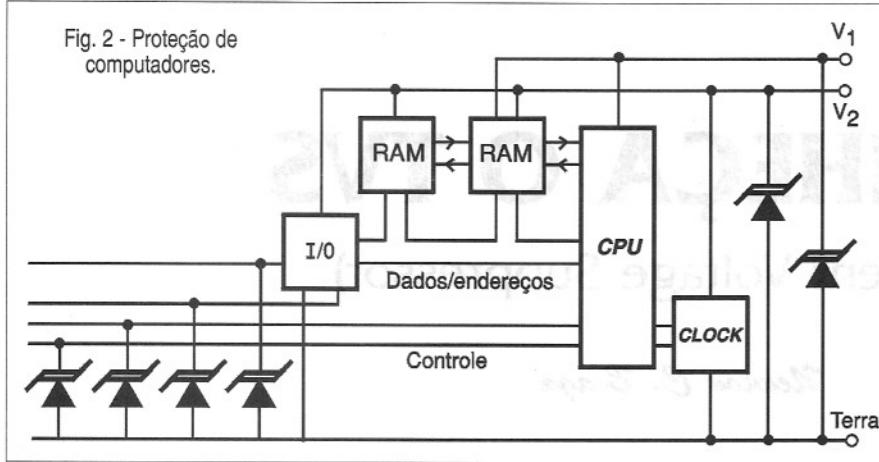


Fig. 1 - O TVS - Curva característica e símbolos.

Fig. 2 - Proteção de computadores.



parâmetro é indicado normalmente para um pulso de determinada forma de onda e de duração da ordem de 1 milissegundo.

#### Maximum Clamping Voltage (V<sub>c</sub>)

- É a tensão máxima que aparece sobre o dispositivo quando ele está conduzindo a corrente máxima de surto.

#### Maximum Breakdown-voltage

**Temperature Coefficient** - Esta especificação é dada em porcentagem de V<sub>br</sub> por grau Celsius de temperatura. Com ela mede-se a variação das especificações da tensão de ruptura em função das variações de temperatura.

## APLICAÇÕES

Damos a seguir alguns circuitos de aplicação dos TVS na proteção de diversos tipos de dispositivos.

### a) Proteção de computadores

Na figura 2 damos uma aplicação típica dos TVS em um circuito sensível que contém CPUs, memórias e dispositivos de entrada e saída de sinal (portas) por onde podem entrar transientes perigosos.

Este circuito, em especial, protege os computadores e outros aplicativos

em que dispositivos da mesma família sejam usados contra descargas eletrostáticas que possam lhe causar danos. A proteção também funciona nas operações de ligar e desligar o aparelho, quando transientes e surtos podem ser gerados.

Usando TVS típicos é possível proteger o circuito contra descargas de até 10.000 volts, que desenvolvem correntes de até 60 ampères em 10 microssegundos.

Os supressores nas linhas de alimentação permitem manter o funcionamento do circuito mesmo quando os transientes vêm pela linha de alimentação.

### b) Proteção de UARTs

Na figura 3 temos o modo de empregar supressores na proteção de modems onde os transientes que po-

dem aparecer nas linhas de comunicações são uma ameaça para a integridade do circuito.

O que acontece nestes casos é que a alta imunidade dos circuitos usados na comunicação serial limita também sua capacidade de dissipação de energia. Isso significa que a sua proteção é parcial e que transientes elevados causam a destruição dos componentes, já que os diodos usados na função de proteção não conseguem fazer sua dissipação. Com a utilização de TVS, conforme mostra este circuito, temos um aumento considerável na capacidade de absorção de energia. Tipos de baixa capacidade, que não afetem a transmissão/recepção dos dados devem ser preferidos nesta aplicação.

### c) Proteção de memórias

Na figura 4 temos o modo de usar os TVS na proteção de linhas de dados de memória, evitando que dispositivos MOS sejam afetados por oriundos da fonte de alimentação.

Isso permite que tais circuitos sejam alimentados por uma mesma fonte que sirva também para alimentar os circuitos TTL.

### d) Proteção para circuitos Totem-Pole

Os circuitos lógicos com saída totem-pole, de acordo com a figura 5, tendem a gerar picos de transientes que podem ser prejudiciais ao funcionamento de um equipamento.

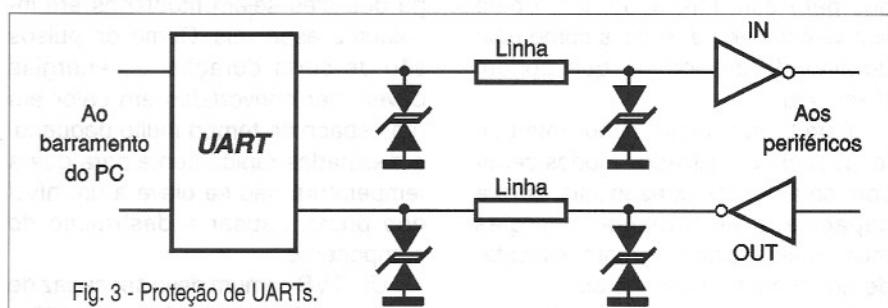


Fig. 3 - Proteção de UARTs.

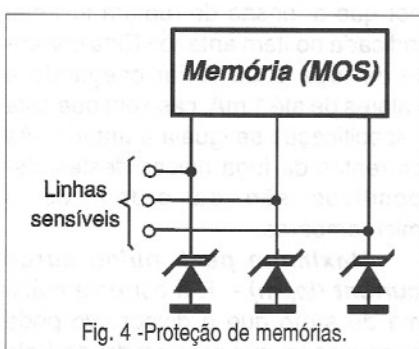


Fig. 4 - Proteção de memórias.

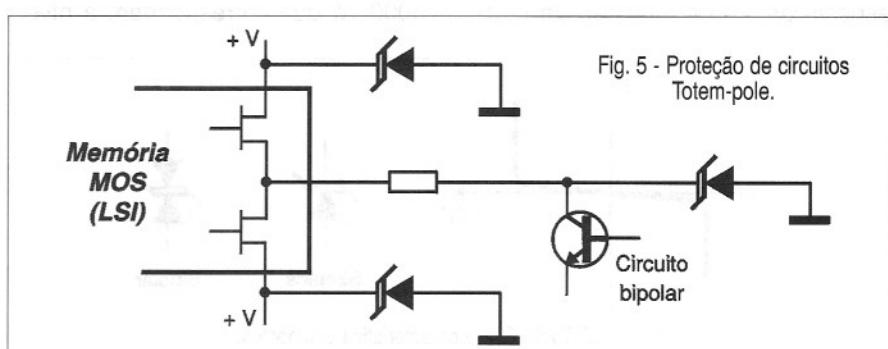


Fig. 5 - Proteção de circuitos Totem-pole.

Conforme mostra a mesma figura, o uso de supressores de transientes TVS pode absorver os picos de transientes evitando que eles se propaguem pelo circuito. Os diodos existentes nos circuitos integrados para suprimir estes pulsos têm normalmente correntes limitadas, não fornecendo portanto o mesmo nível de proteção que os TVS.

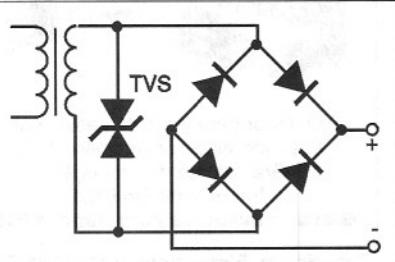


Fig. 6 - Proteção de fonte.

### e) Fontes de alimentação

Na figura 6 mostramos a utilização de TVS em proteção de fontes de alimentação, evitando a entrada de transientes antes mesmo da retificação. Na figura 7 ilustramos como o TVS pode ser usado para proteger os diodos de uma fonte de alimentação contra a tensão de ruptura inversa, evitando a queima do componente em caso de transientes elevados. O TVS se torna condutor antes que a ruptura inversa seja alcançada com um transiente, absorvendo sua energia.

Uma outra forma de empregar o TVS numa ponte de diodos, onde apenas um é necessário para proteger os 4 diodos, é mostrada na figura 8.

E a proteção na entrada do circuito, na própria linha de alimentação, também pode ser feita com a ligação do TVS em paralelo com o cabo de energia, veja a figura 9.

### f) Cargas Indutivas

O TVS pode ser empregado ainda para absorver os pulsos de transientes gerados na comutação de cargas indutivas, tais como solenóides, motores e relés.

Na figura 10 temos o modo de fazer a conexão do TVS em paralelo com a carga indutiva, com função semelhante à executada por diodos comuns, mas com as vantagens que já foram analisadas.

Observe que podemos usar tanto os tipos "bipolares" como os tipos simples, dependendo do transiente que é gerado e que deve ser absorvido.

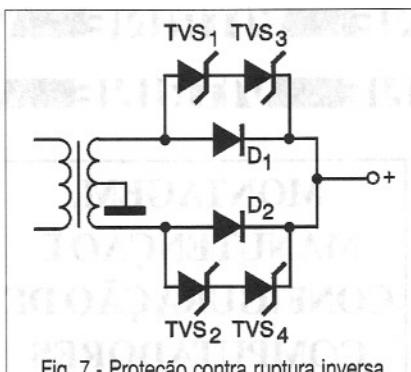


Fig. 7 - Proteção contra ruptura inversa.

### QUEM FÁBRICA TVS

O maior fabricante de TVS do mundo é a General Semiconductor (<http://www.gensemi.com>).

A linha de TVS da General Semiconductor inclui tipos que podem ser encontrados em encapsulamentos DO-204AC, P600 e SMD, em uma enorme faixa de energias e tensões.

As tensões podem variar entre 5 V e mais de 400 V. Como exemplos de aplicação podemos citar os tipos SMAJ5.0 até SMAJ170CA para tensões de 5 a 170 V, que podem absorver pulsos de até 300 W e que são indicados para aplicações na proteção de redes LAN, linhas de dados, etc. ■

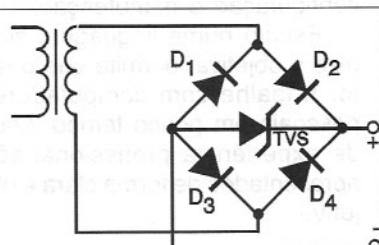


Fig. 8 - Proteção de fonte com um TVS.

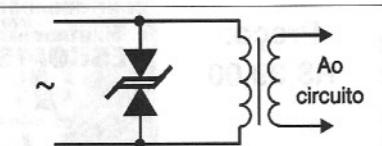


Fig. 9 - Proteção direta na linha de alimentação.

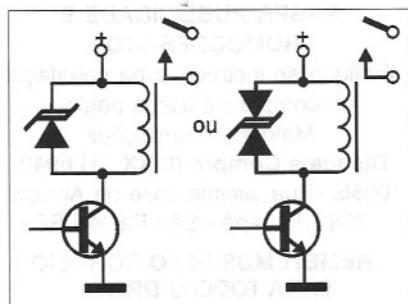


Fig. 10 - Proteção em circuitos com cargas indutivas.

### CURSO BÁSICO DE ELETROÔNICA



Cerca de 60.000 exemplares deste curso já foram vendidos com o nome de "Curso Prático de Eletrônica".

Agora, seu autor professor Newton C. Braga, revisou toda a obra e escreveu, mais 40 páginas passando a ter, esta edição, o Título de "Curso Básico de Eletrônica". A Eletrônica está presente em toda parte, dos rádios aos telefones celulares, dos televisores aos computadores, dos equipamentos médicos aos robôs das indústrias.

Os que trabalham em áreas que manejam dispositivos de alta tecnologia, como instaladores de computadores, programadores, engenheiros e analistas de sistemas, especialistas em software, técnicos em comunicações, operadores de equipamentos médicos e muitos outros são exemplos de profissionais que, entendendo como funciona a base desses dispositivos podem lucrar muito com o curso.



PELO  
TELEFONE:  
(11) 296-5333  
ou pelo site  
[www.saberelectronica.com.br](http://www.saberelectronica.com.br)

VITRINE VITRINE VITRINE VITRINE VITRINE

VITRINE VITRINE VITRINE VITRINE VITRINE

# 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.: (0 xx 21) 756-1013

Anote Cartão Consulta nº 01401

Procurando fazer  
bons negócios?!

Anuncie...

(11) 6942-8055

ou pela internet

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

**LIVROS E REVISTAS TÉCNICAS**  
Eletrônica - Eletricidade  
Informática e outras áreas



**Livros Técnicos Vitória**  
Rua Vitória, 374  
Tel.: (0xx11) 223-7872 Telefax: 222-6728  
[www.LTV.com.br](http://www.LTV.com.br)  
e-mail: LTV@LTV.com.br

**ESQUEMAS AVULSOS**  
**ESQUEMÁRIOS - MANUAIS**

Grande variedade de esquemas e manuais de aparelhos nacionais e importados

**ESQUEMATECA**  
Vitória Comercial Ltda

Rua Vitória, 379/383  
Tel.: (0xx11) 221-0105  
Telefax: 221-0683

Despachamos para todo Brasil

Anote Cartão Consulta nº 991115

## MINICURSOS E KITS ELETRÔNICOS PARA PRINCIPIANTES

Despachamos  
para todo  
o Brasil



O modo fácil  
de aprender  
eletrônica

Pratique montando você mesmo  
transmissores, sirenes, amplificadores etc. Material completo com  
apostilas fartamente ilustradas.

Av. do Contorno, 4480/406 - BH - MG  
CEP: 30.110-090 - F: (31) 3227-4428  
Fax: (31) 3227-4306 - [www.febhex.com.br](http://www.febhex.com.br)  
E-mail: febhex@febhex.com.br

Anote Cartão Consulta nº 00620

## CURSOS DE ATUALIZAÇÃO TECNOLÓGICA

O conhecimento técnico abrindo o mercado

**MICROCONTROLADORES**  
FAMÍLIAS 8051 e PIC  
- BASIC Stamp  
**CAD PARA ELETRÔNICA**  
LINGUAGEM C PARA  
MICROCONTROLADORES  
TELECOMUNICAÇÕES  
AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA

**CURSOS TOTALMENTE PRÁTICOS**

**QualiTech Tecnologia**  
Maiores Informações:  
(0XX11) 292-1237

[www.qualitech.com.br](http://www.qualitech.com.br)  
**NOVO COP 8**

Anote Cartão Consulta nº 50300

## Microcontrolador PIC

Cursos intensivos aos  
sábados, totalmente prático!

1 aluno/micro com hardware didático  
(Apoiado pelo representante ARTIMAR)

**Lançamento** "Placa PicLab 4"

Grava e executa para a linha 16F87X e  
16F84A, com serial RS232, Icd, A/D,  
expansão, CD-Rom com programas  
e exemplos,...

Livro em Português R\$ 16,00 + envio

**VIDAL** Projetos Personalizados

(11) 6451-8994-[www.vidal.com.br](http://www.vidal.com.br)  
consultas@vidal.com.br

Anote Cartão Consulta nº 00114

## Curso de PIC

Padrão Mosaico Engenharia

Está na hora de você se atualizar  
conhecendo o microcontrolador mais  
popular do mercado.

**20 horas** com turmas  
em vários horários.

Inclui mini gravador e  
o livro "Desbravando o PIC".  
Você não precisa conhecer assembly.  
Próximas turmas e descontos em  
nossa site: [www.mosaico-eng.com.br](http://www.mosaico-eng.com.br)

**Mosaico Engenharia**

5 anos de experiência  
em projetos eletrônicos  
(011) 4992-8775 / 449-4450

Anote Cartão Consulta N° 23100

## 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

FURAÇÃO POR CNC  
PLACAS VINCADAS, ESTAMPADAS OU FREZADAS  
CORROSAO 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  
E-mail: [circuitoimpresso@tec-ci.com.br](mailto:circuitoimpresso@tec-ci.com.br)  
Site: [www.tec-ci.com.br](http://www.tec-ci.com.br)

Anote Cartão Consulta nº 1020

**VITRINE** **VITRINE** **VITRINE** **VITRINE** **VITRINE**

**VITRINE** **VITRINE** **VITRINE** **VITRINE** **VITRINE**

## WinBoard & WinDraft

(for Windows 3.1, NT e 95)

### O melhor caminho para projetos eletrônicos

Este livro destina-se a todas as pessoas que estão envolvidas diretamente no desenvolvimento de projetos eletrônicos, técnicos e engenheiros. Aborda os dois módulos que compõem o pacote de desenvolvimento: *WinBoard* para captura de esquemas eletroeletrônicos e o *WinDraft* para desenho do layout da placa com o posicionamento de componentes e roteamento, e a tecnologia de superroteadores baseados no algoritmo "Shape-Based".



Autores: Wesley e Altino - 154 págs.  
Preço R\$ 38,00

**Atenção:** Acompanha o livro um CD-ROM com o programa na sua versão completa para projetos de até 100 pinos.

#### PEDIDOS

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página. Maiores informações pelo telefone Disque e Compre (0-xx-11) 6942-8055. (XX é o código da operadora)

#### SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.

Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP

## MONTAGEM, MANUTENÇÃO E CONFIGURAÇÃO DE COMPUTADORES PESSOAIS

240 Páginas

Autor: Edson D'Avila

Este livro contém informações detalhadas sobre montagem de computadores pessoais. Destina-se aos leitores em geral que se interessam pela Informática. É um ingresso para o fascinante mundo do Hardware dos Computadores Pessoais.

Seja um integrador. Monte seu computador de forma personalizada e sob medida. As informações estão baseadas nos melhores produtos de informática. Ilustrações com detalhes requintados irão ajudar no trabalho de montagem, configuração e manutenção.

Escrito numa linguagem simples e objetiva, permite que o leitor trabalhe com computadores pessoais em pouco tempo. Anos de experiência profissional são apresentados de forma clara e objetiva.



Preço:  
R\$ 39,00

#### SABER PUBLICIDADE E PROMOÇÕES LTDA.

Verifique as instruções na solicitação de compra da última página.

Maiores informações

Disque e Compre (0 XX 11) 6942-8055. -Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP

**REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL**

## ProPic 2 - As melhores ferramentas para PIC



Emulador para PICs de baixo custo  
Gravadores de desenvolvimento

Gravadores de produção  
Temos também PICs

**Breve: gravadores para Atmel e 8051**

**Tato Equip. Eletrônicos (011) 5506-5335**  
<http://www.propic2.com>  
Rua Ipirinás, 164 - São Paulo - SP

Anote Cartão Consulta nº 1045

## Kit Didático e Programador

Kits para microcontroladores 8051, Atmel AVR com porta serial RS232, display LCD e Programadores para microcontroladores 89C51, 89C52 e 89C55

Despachamos para todo o Brasil via Correio (SEDEX)

<http://kit.microcontrolador.com>  
E-mail: kit@microcontrolador.com  
Fone: (0xx11) 9946-3627

Anote Cartão Consulta nº 99420

## Mecatrônica

**Cursos** (Por correspondência)

**O Programação em microcontroladores PIC**

Curso Básico  
Curso Avançado



**O Robótica**

**SUporte Técnico Incluso!**

*Aprenda a construir sistemas de aquisição de dados, alarmes, instrumentos de medida, ...*

*Você pode dominar esta Tecnologia!*  
Solbet Lida Tel/Fax : 0 XX 19 252-32-60

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

Caixa Postal 5506 - CEP 13094-970 - Campinas - SP

Anote Cartão Consulta nº 1002

# SENSORES DE IMAGENS

*Newton C. Braga*

Os sensores de imagem de contato são usados em diversas aplicações modernas como, por exemplo, *Fax* e *Scanners* de computadores. Estes componentes se baseiam num princípio simples, mas que exige precisão, que é conseguida através de tecnologia moderna. Diversos fabricantes disponibilizam sensores de imagens, entre os quais a ROHM. Neste artigo, damos uma breve descrição de seu princípio de funcionamento e focalizamos os tipos produzidos por essa empresa.

A digitalização de uma imagem para envio por meio de uma linha telefônica ou ainda pela porta serial para gravação em disquetes ou no disco rígido de um computador, é feita segundo um princípio semelhante ao utilizado na transmissão de imagem de televisão.

A imagem é dividida em linhas e as linhas em pontos, que são então enviados um a um em sequência, conforme sugere a figura 1.

Para o caso da TV a leitura da imagem captada pela câmera é feita com um sinal que varre a tela onde esta imagem é projetada, obtendo-se então o sinal que deve ser transmitido.

No caso de um fax ou ainda de uma imagem única que deve ser "escaneada" não precisamos ter a mesma velocidade de leitura que a de uma imagem que será transmitida em tempo real.

Esta possibilidade de se transmitir a imagem e portanto os seus pontos, mais lentamente, é que torna possível a utilização de uma tecnologia

mais simples e até menos custosa. Não é preciso posicionar uma câmera de TV completa sobre o documento para fazer a digitalização de uma imagem no caso de um fax ou de um "escanner" de mesa ou mesmo de mão. Então, como tudo isso funciona?

## O Princípio de Funcionamento

A idéia básica envolvida no processo é simples. Utilizamos uma fila de sensores ópticos e emissores que focalizam assim apenas uma linha do

documento, a qual deve ser digitalizada, observe a figura 2.

O número de sensores desta fila corresponderá justamente ao número de pontos de imagem por linha do documento que serão digitalizados.

Por um circuito apropriado, os sensores e os emissores são excitados em sequência, o que permite fazer a varredura.

Desse modo, quando o primeiro par sensor/emissor é ativado, o sinal obtido na saída vai depender da reflexão de luz do papel que estiver por baixo.

Tomando por base um sensor simples monocromático (branco e preto), o sinal dependerá da tonalidade do ponto de imagem que está no momen-

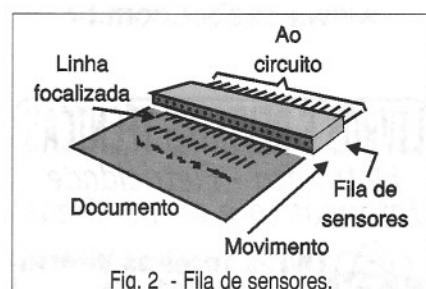


Fig. 2 - Fila de sensores.

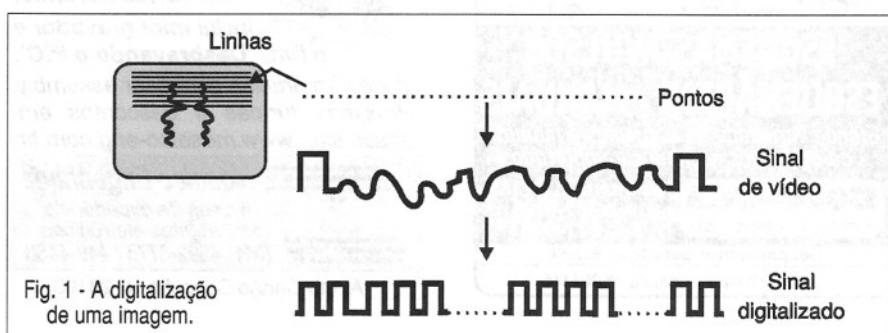


Fig. 1 - A digitalização de uma imagem.

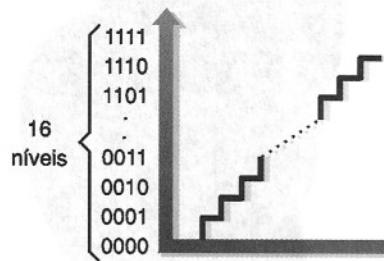


Fig. 3 - Com 4 bits temos 16 níveis de tons possíveis.

to imediatamente abaixo do sensor. Para uma definição melhor da imagem, os pontos podem ser digitalizados em diversos níveis de tonalidade.

Se tivermos, por exemplo, 4 bits por ponto disponíveis, podemos transmitir a tonalidade deste ponto com 16 valores diferentes ou uma definição de 16 tonalidades, entre 0000 e 1111, conforme sugere a figura 3.

Obtemos então, para cada linha da imagem digitalizada uma sequência de bits que podem variar de acordo com a definição e podem ser enviados por uma linha telefônica, ou pela porta serial ou ainda gravados diretamente em disquetes ou outros meios de armazenamento de dados.

Feita a leitura de uma linha da imagem, temos duas possibilidades para ler a seguinte:

Nos equipamentos de fax é o papel que se move, deslocando-se após a leitura de cada linha o suficiente para que uma nova linha de imagem seja lida ou "escaneada", como ilustra a figura 4.

Nos "escanners" de mesa a imagem é fixa (folha de papel) e quem se move é o sensor, controlado por um motor de passo que avança uma linha após cada varredura, conforme indica a figura 5.

Nos "escanners" de mão o movimento de varredura e de deslocamento que permitem registrar a imagem são sincronizados pelo mesmo sistema usado pelos mouses, obtendo-se assim a digitalização da imagem com certa facilidade.

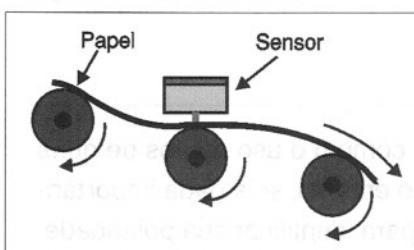


Fig. 4 - No sistema de fax as linhas lidas à medida que o papel se movimenta.

scanners de alta velocidade e copiadoras pessoais.

Esta cabeça, que tem a designação IG3006-FA10QA, opera com uma densidade de pixels de 300 dpi.

Com uma largura de 216 mm, ela possui um número total de pixels de 2584 operando com um *clock* de 1 MHz.

A velocidade de leitura em operação é de 2,6 ms por linha.

A faixa dinâmica é de 2,04 V (máx) e a tensão de alimentação é de 5 V. Esta cabeça de leitura possui ainda amplificadores para os sensores de imagem incluídos de modo a diminuir a sensibilidade a ruídos externos.

O circuito usa fonte de luz branca com filtros nos sensores de modo a aumentar a velocidade de resposta em relação aos tipos que usam fontes RGB de luz.

Este recurso permite que o dispositivo seja até 6 vezes mais rápido.

A fonte de luz é um emissor de catodo frio fluorescente (CCFL) que minimiza as variações de intensidade da luz focalizada em cada ponto, aumentando assim a fidelidade de reprodução.

Para uso em Fax e outros dispositivos de leituras de imagem, a ROHM tem ainda as cabeças monocromáticas de leitura com as designações IA2008-MB10A, IA2010-MB10A e IA3006-MB10A com densidades de pixels de 210, 203 e 300 dpi, respectivamente.

Estes sensores têm larguras de leitura de 210, 262 e 210 mm operando todos com tensões de 5/24 V. As velocidades de *clock* são de 0,5, 0,5 e 2,0 MHz respectivamente.

Neles, também os amplificadores para os sensores de imagem no próprio chip e a fonte emissora consistem de LEDs montados no mesmo substrato do chip sensor de modo a diminuir o tamanho do dispositivo.

Diversos outros tipos são disponíveis. O leitor poderá acessar informações sobre estes componentes no site da ROHM na Internet em:

<http://www.rohm.com.jp>

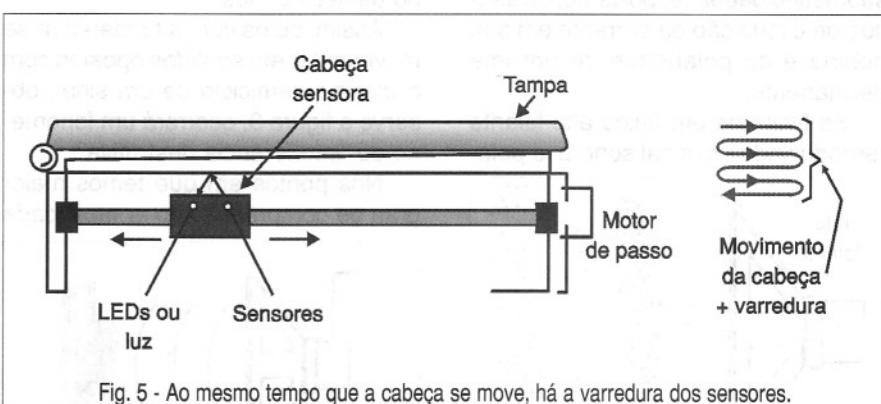


Fig. 5 - Ao mesmo tempo que a cabeça se move, há a varredura dos sensores.

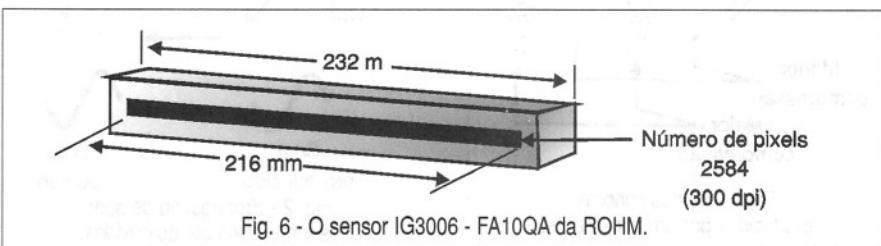


Fig. 6 - O sensor IG3006 - FA10QA da ROHM.

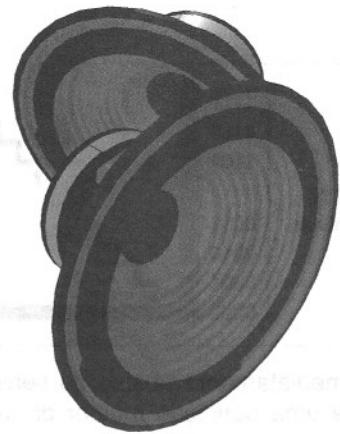
## SENSORES DE IMAGEM

A ROHM é um dos principais fornecedores de cabeças sensoras de imagem utilizadas em fax e "escanners".

Na figura 6 temos um exemplo de cabeça sensora colorida para

# FASE DE SISTEMAS DE ALTO-FALANTES

*Newton C. Braga*



Em instalações de alto-falantes é comum o uso de fios de duas cores (preto e vermelho) sem que, no entanto, seja dada importância ao fato deles terem essas cores para identificar sua polaridade. A polaridade dos alto-falantes, mesmo tratando-se de dispositivos que reproduzem sinais alternados, é importante pelo fato dela determinar a fase dos sinais. Vamos explicar o que isso significa em palavras simples, neste artigo.

Os alto-falantes reproduzem os sons pela movimentação de um cone de papelão ou plástico para frente e para trás quando a bobina acoplada a este cone é percorrida por uma corrente fornecida pelo amplificador, conforme ilustra a figura 1. O ar na frente e por trás do alto-falante é comprimido e descomprimido, criando uma perturbação (ondas de compressão e descompressão) que se propaga pelo espaço.

O sentido da força a que o cone é submetido depende, portanto, do sentido de circulação da corrente em sua bobina e da polaridade de um imã permanente.

Se tivermos um único alto-falante reproduzindo um sinal sonoro, a pola-

ridade do sinal não é importante, pois os efeitos obtidos quando o ar é movimentado num sentido ou noutro é o mesmo para nossos ouvidos: em ambos os casos, conforme mostra a figura 2, é criada uma perturbação sonora com a forma de onda do som original que se propaga até os nossos ouvidos.

Entretanto, se tivermos dois alto-falantes que devam reproduzir o mesmo sinal, é muito importante que isso ocorra com um movimento coordenado de seus cones.

Assim, se os cones tenderem a se movimentar em sentidos opostos com o mesmo semicírculo de um sinal, observe a figura 3, ocorrerá um fenômeno de "interferência destrutiva".

Nos pontos em que temos maior grau de compressão do ar provocada

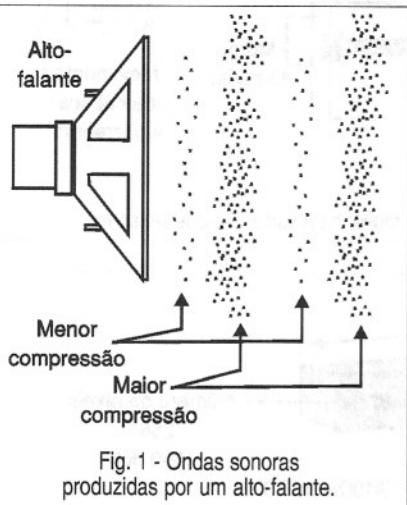


Fig. 1 - Ondas sonoras produzidas por um alto-falante.

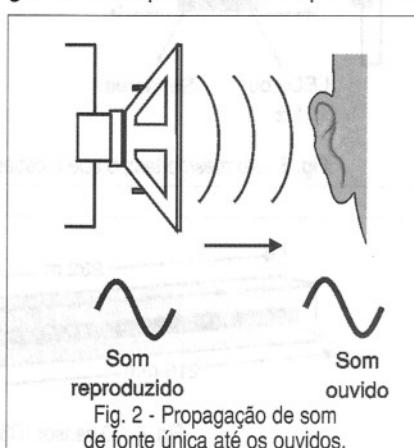


Fig. 2 - Propagação de som de fonte única até os ouvidos.

por um dos alto-falantes, o outro, por se movimentar em sentido contrário, provoca descompressão. Em outras palavras, neste local o sinal se anula.

Se os dois alto-falantes estiverem muito próximos ou numa mesma caixa acústica, a ligação que os leva a funcionar desta forma é altamente prejudicial à qualidade da reprodução.

Por outro lado, se a movimentação dos cones for tal que tenhamos compressão do ar nos mesmos semicírculos, o rendimento da reprodução será muito maior, veja exemplo na figura 4.

No primeiro caso, onde os movimentos dos cones ocorrem em sentidos opostos, dizemos que os alto-falantes estão fora de fase, enquanto que no segundo dizemos que os alto-falantes estão em fase.

Como garantir que os alto-falantes tenham seus cones se movimentando no mesmo sentido com o mesmo semicírculo de um sinal de áudio?

Para que a ligação de dois ou mais alto-falantes a um mesmo canal de um amplificador não leve a uma reprodução descontrolada, ou seja, fora de

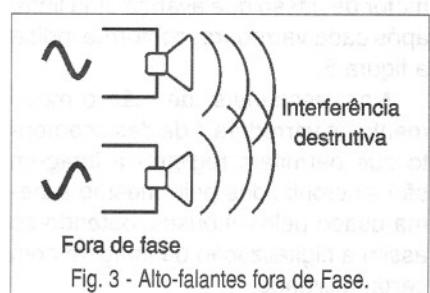


Fig. 3 - Alto-falantes fora de Fase.



Fig. 4 - Alto-falantes em fase.

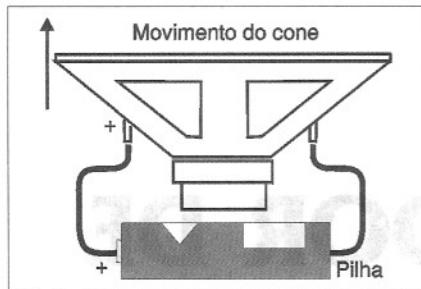


Fig. 5 - Descobrindo a fase de um alto-falante.

fase, os alto-falantes são dotados de marcações que permitem sua conexão em fase.

O que se faz, então, é aplicar ao alto-falante um sinal, por exemplo de uma simples pilha que leve à circulação de uma corrente num sentido conhecido pela sua bobina, de acordo com a figura 5.

Se com a aplicação dessa corrente o cone se movimentar para a frente, o polo positivo da pilha estará no polo positivo do alto-falante.

Veja que a marcação de um (+) num terminal de um alto-falante não tem nada a ver com polaridade ou com a obrigatoriedade de se fixar um sentido de circulação para a corrente.

O (+) indica apenas que, se neste ponto tivermos em determinado instante um sinal que seja positivo em relação ao outro terminal, a movimentação do cone será para frente.

Mas, o importante para o instalador de alto-falantes é observar que num conjunto desses elementos, pela marcação da polaridade ou fase, podemos garantir que o movimento de todos ocorra sempre no mesmo sentido.

Assim, se tivermos alto-falantes em série, por exemplo, 2 deles, conforme indica a figura 6, teremos duas possibilidades para a conexão.

No primeiro caso, os sinais (+) estão em posições tais que, para cada semiciclo do sinal, eles serão percorridos sempre em sentidos diferentes, ou seja, enquanto um tem o cone indo para frente, o outro o tem para trás. Dizemos nestas condições que os alto-falantes estão fora de fase.

Por outro lado, se os alto-falantes estiverem ligados de acordo com a mesma figura em (b), para cada semiciclo do sinal, a movimentação do cone ocorrerá nos dois alto-falantes no mesmo sentido.

Dizemos que, nessa situação, que os alto-falantes estão em fase. Veja então que é importante observar este

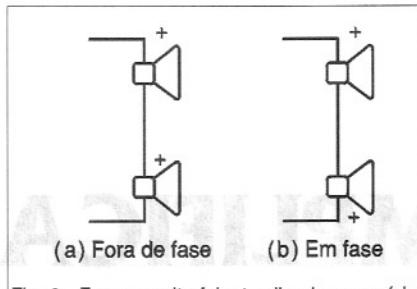


Fig. 6 - Fase em alto-falantes ligados em série.

tipo de conexão, por exemplo, num carro ou numa caixa acústica, que são ambientes em que precisamos garantir que os alto-falantes estejam em fase para que não ocorram problemas de distorções ou perdas de rendimento.

O mesmo é válido para os alto-falantes ligados em paralelo, observe a figura 7.

No primeiro caso, os alto-falantes estão em oposição de fase, pois no mesmo semiciclo do sinal, os movimentos dos cones ocorrem em sentidos opostos.

Para a conexão em fase de dois alto-falantes, temos a conexão mostrada em (b) da mesma figura.

Tudo o que vimos é válido para um número maior de alto-falantes, veja exemplo na figura 8.

Na prática, fica mais fácil observar a ligação da fase tomando como referência as cores dos fios de conexão do amplificador, pois a saída de sinal também é polarizada da mesma forma. Por este motivo é que se utilizam fios pretos e vermelhos nas saídas dos amplificadores onde serão ligados os conjuntos de alto-falantes.

Mas, não basta que os alto-falantes de um sistema tenham a ligação correta da fase.

Se tivermos diversos alto-falantes ligados a um mesmo canal de um amplificador, é importante que haja uma correta distribuição da potência entre eles, e isso significa que, além de mesmas características elétricas, eles devem ter também as mesmas características mecânicas.

Assim, não é conveniente ligar alto-falantes de potências e tama-

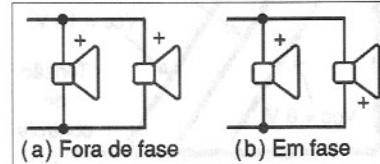


Fig. 7 - Fase em alto-falantes ligados em paralelo.

nhos diferentes em paralelo, mesmo que suas impedâncias estejam de acordo com o desejado, veja a figura 9.

O que acontece é que alto-falantes diferentes possuem curvas de respostas diferentes, de acordo com o indicado na figura 10.

Desse modo, para uma dada frequência do sinal, por exemplo 1 kHz, os alto-falantes terão uma impedância e, portanto, rendimento diferentes. A repartição da energia do amplificador, será desigual e um dos alto-falantes passará a ter uma reprodução em nível menor que o outro. Em outras palavras, nestas condições, os alto-falantes se comportarão de modos diferentes na faixa de reprodução do som.

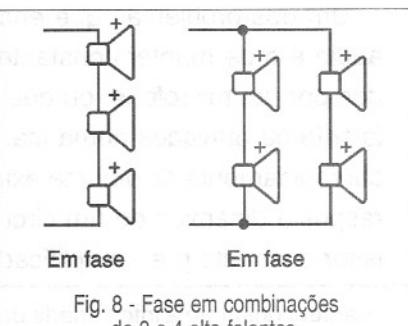


Fig. 8 - Fase em combinações de 3 e 4 alto-falantes.

Evidentemente, as potências dos alto-falantes devem ser levadas em consideração, pois eles devem receber sempre um sinal menor do que aquela que sejam capazes de reproduzir.

Se a potência aplicada for maior que aquela que eles podem manusear, o resultado poderá ser a queima. ■

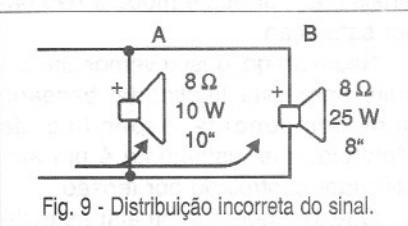


Fig. 9 - Distribuição incorreta do sinal.

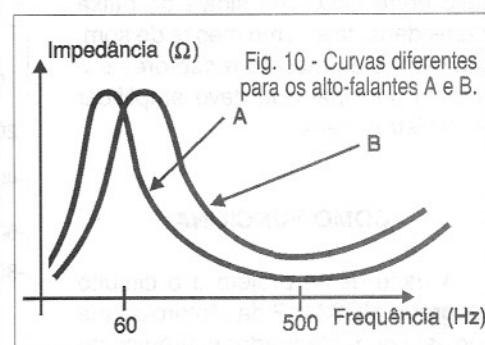


Fig. 10 - Curvas diferentes para os alto-falantes A e B.

# PRÉ - AMPLIFICADOR DE VOLUME CONSTANTE

*Newton C. Braga*

Um dos problemas que encontramos em certas aplicações de áudio é o de manter constante o nível dos sinais de áudio captados por um microfone, ou que devam ser reproduzidos num alto-falante ou gravados numa fita. Afastando-se do microfone, o sinal cai rapidamente de volume exigindo uma compensação. Ampliar a resposta dinâmica de um circuito é uma solução que levamos ao leitor com este pré - amplificador de volume constante.

Manter constante a intensidade do sinal captado por um microfone para não haver perdas de inteligibilidade quando uma pessoa se afasta do mesmo, é um problema comum em conferências, palestras e outras aplicações deste tipo.

Uma solução para este tipo de problema é um circuito que tenha seu ganho aumentado para sinais mais fracos, mas que reduza este ganho com sinais mais fortes de modo a não haver saturação.

Neste artigo, descrevemos um circuito para esta finalidade, baseado num componente específico da Motorola, que justamente é um amplificador controlado por tensão.

O leitor poderá intercalar este circuito entre fontes de sinais de baixa intensidade, tais como mesas de som, microfones ou mesmo receptores e o circuito principal que deve amplificar ou registrar o sinal.

## COMO FUNCIONA

A base deste projeto é o circuito integrado MC3340P da Motorola, que consiste num atenuador eletrônico ou

amplificador controlado por tensão, cuja aplicação básica do manual é mostrada na figura 1.

O ganho deste circuito depende da tensão aplicada ao terminal de controle (pino 2), conforme ilustra o gráfico da figura 2.

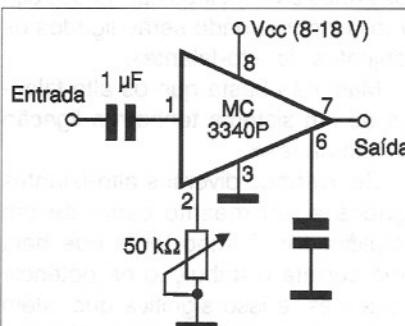


Fig. 1 - Circuito básico do MC3340.

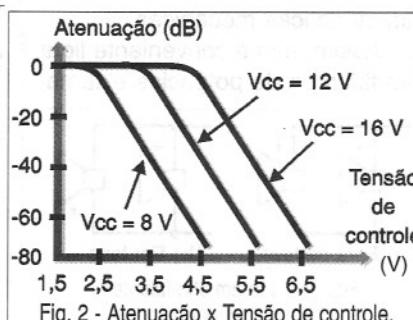


Fig. 2 - Atenção x Tensão de controle.

Observe então que, com maior tensão de entrada teremos menor ganho ou maior atenuação.

Num controle de volume "sem ruído" este circuito pode ser usado, simplesmente utilizando-se um potenciômetro para controlar o seu ganho.

No nosso caso, o que fazemos é utilizar um amplificador operacional ( $Cl_1$ ) para tomar o sinal de entrada e transformá-lo numa tensão de controle de acordo com sua intensidade.

O sinal de entrada é então dividido por dois. Uma parte vai diretamente ao  $Cl_2$  onde deve ser amplificado. A outra parte é amplificada por  $Cl_1$ , sendo depois retificada por  $D_1$ , filtrada por  $C_3$  e transformada numa tensão contínua de controle, que será aplicada ao amplificador final ( $Cl_2$ ) por meio de  $P_1$ .

O ganho desta 1ª etapa é determinado por  $R_5$ , que eventualmente pode ser substituído por um potenciômetro. No entanto, o ajuste final de funcionamento também pode ser obtido com facilidade por  $P_1$ .

Se o sinal for intenso, após a amplificação ele resultará numa tensão mais elevada de controle no cursor de  $P_1$ , a qual será aplicada ao terminal de controle de  $Cl_2$  (pino 2), reduzindo seu ganho.

Por outro lado, se o sinal for fraco, após a amplificação por  $Cl_1$ , ele resultará numa tensão de controle baixa para  $Cl_2$  e, com isso, o ganho deste segundo circuito integrado será maior. A finalidade de  $P_2$  é controlar a intensidade final do sinal a ser aplicada no circuito externo.

Um ponto importante neste circuito é que deve haver uma certa inércia na atuação do controle. Se ele for rápido demais, o ganho aumentará e diminuirá entre os picos de som, causando uma sensação desagradável. O uso do capacitor de 47  $\mu$ F produz um retardado na ação do circuito da ordem de 0,1 segundos, o que é suficiente para não afetar a forma de onda dos sinais que devem ser reproduzidos.

Observamos que a alimentação deste circuito precisa ser feita com uma tensão relativamente alta, 18 V, que podem ser obtidos de duas baterias de 9 V em série.

O baixo consumo faz com que a durabilidade destas baterias seja bastante grande.

Não se recomenda o uso de fonte, a não ser que tenha excelente

filtragem, dada a possibilidade de se introduzir ruídos.

## MONTAGEM

Na figura 3 temos o diagrama completo do pré - amplificador de volume constante.

A montagem do aparelho numa placa de circuito impresso é mostrada na figura 4.

Os componentes não são críticos, devendo o leitor observar apenas que a caixa deve ser blindada para evitar a captação de zumbidos e que os cabos de entrada e de saída devem ser blindados também. Um LED em série com um resistor de 4,7 k $\Omega$  pode ser acrescentado para indicar o funcionamento do circuito.

## AJUSTES

Para ajustar o aparelho, ligue na sua entrada uma fonte de sinal com  $P_1$  e  $P_2$  inicialmente fechados, e na saída um amplificador.

Coloque agora  $P_2$  na posição média e ajuste o amplificador para ter uma reprodução do sinal. Atue depois sobre  $P_1$  até notar uma distorção do sinal. Quando isso ocorrer, volte levemente o ajuste até obter o ponto anterior em que a distorção começou.

Reajuste então  $P_2$  para obter o nível de som desejado na saída.

O ganho do primeiro amplificador operacional é dado pela relação entre  $R_5$  e  $R_3$ , o que significa que o sinal de entrada deve ter uma amplitude máxima da ordem de 100 mV. Para sinais com intensidades maiores reduza  $R_5$ .

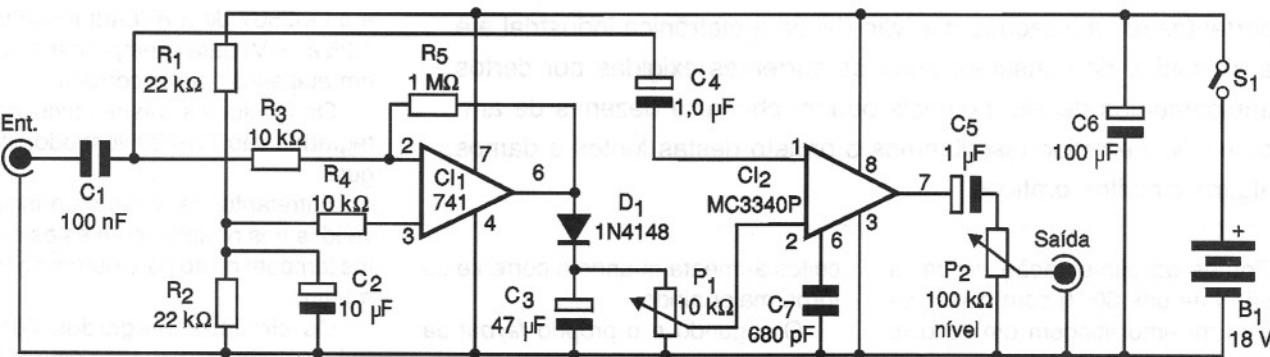


Fig. 3 - Diagrama completo do aparelho.

## LISTA DE MATERIAL

Semicondutores:  
 $Cl_1$  - 741 - amplificador operacional, circuito integrado  
 $Cl_2$  - MC3340P - atenuador eletrônico, circuito integrado

$D_1$  - 1N4148 - diodo de silício

Resistores (1/8W, 5%)

$R_1, R_2$  - 22 k $\Omega$

$R_5$  - 1 M $\Omega$

$R_3, R_4$  - 10 k $\Omega$

$P_1$  - 10 k $\Omega$  - trimpot

$P_2$  - 100 k $\Omega$  - trimpot

Capacitores:

$C_1$  - 100 nF - poliéster

$C_2$  - 10  $\mu$ F/25 V - eletrolítico

$C_3$  - 47  $\mu$ F/25 V - eletrolítico

$C_4, C_5$  - 1  $\mu$ F/25  $\mu$ F - eletrolítico

$C_6$  - 100  $\mu$ F/25 V - eletrolítico

$C_7$  - 680 pF - cerâmico

Diversos:

$S_1$  - Interruptor simples

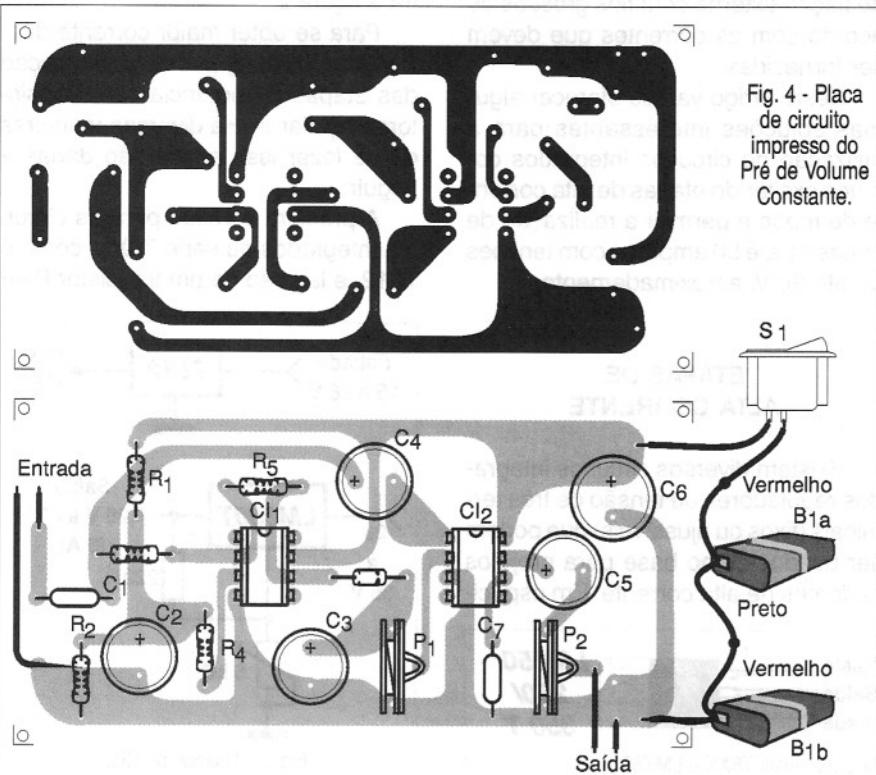
$B_1$  - 9+9 V - duas baterias de 9V

Placa de circuito impresso, jaques de

entrada e de saída, conectores para

bateria, caixa para montagem, fios,

solda, cabo blindado, etc.



ON THE EFFECTIVE USE OF  
THE PIAA AT SMALL AND LARGE RAD-  
IUS OF ROTATION OF THE PLATE. 3. 3  
BY R. D. BROWN

# **FONTES DE ALTA CORRENTE**

Fontes de alimentação de alta corrente são cada vez mais importantes em aplicações que vão desde a eletrônica industrial até a eletrônica de consumo, onde as correntes exigidas por certos equipamentos de alta potência podem chegar a dezenas de amperes. Neste artigo discutiremos o projeto destas fontes e damos alguns circuitos práticos.

Fontes de alimentação de baixa tensão (até uns 30 V) com correntes que no máximo atingem um ou dois ampères são comuns na maioria das aplicações eletrônicas, e não faltam circuitos para este tipo de aparelho.

A própria montagem não oferece maiores dificuldades devido à existência de muitos circuitos integrados reguladores que podem fornecer diretamente estas tensões e correntes sem a necessidade de muitos componentes externos, e o *layout* da placa não é crítico.

No entanto, quando as correntes ultrapassam a marca dos 5 ampères os problemas começam a aparecer.

O primeiro deles é justamente aquele devido à não existência de componentes apropriados que possam sozinhos fornecer tensões reguladas nesta ordem de valor. Exige-se o uso de circuitos *boosters* externos que possam suportar as correntes elevadas, e a complexidade destes cir-

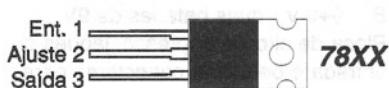


Fig. 1 - invólucros dos reguladores de 3 terminais 78XX e LMX50

al tomaremos dois tipos comuns, o 7812 para 12 V x 1 A (de tensão fixa) e o LM350T de 3 A (para tensões de 1,25 a 30 V) para exemplificar seu uso em etapas de maior corrente.

Os invólucros destes circuitos integrados são TO-220 ilustrados na figura 1.

Entretanto, os mesmos princípios válidos nos projetos com estes circuitos também são para outros do mesmo tipo.

Os circuitos integrados 7812 e LM350T são empregados em configurações bastante simples, como mostra a figura 2.

Para se obter maior corrente destes circuitos integrados existe a opção das etapas de potência com transistores bipolares. Há diversas maneiras de se fazer isso e que são dadas a seguir:

A primeira é válida para os circuitos integrados da série 78XX, como o 7812, e faz uso de um transistor PNP

## ETAPAS DE ALTA CORRENTE

Existem diversos circuitos integrados reguladores de tensão de três terminais (fixos ou ajustáveis) que podem ser usados como base para projetos de fontes de alta corrente. Em especi-

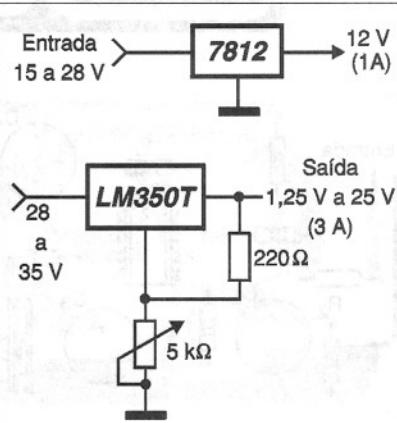


Fig. 2 - Usando os Cls.

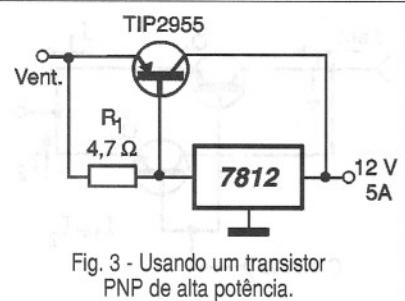


Fig. 3 - Usando um transistor PNP de alta potência.

de alta corrente como *booster*. Esta configuração é mostrada na figura 3.

O valor de  $R_1$  é calculado de acordo com a corrente máxima do regulador de tensão utilizando-se a seguinte fórmula:

$$R_1 = 0,9/I_{reg}$$

$R_1$  também depende do beta do transistor, conforme a fórmula:

$$R_1 = (\text{Beta} \times V_{be})/(I_{reg}(\text{max}) \times (\text{Beta}+1) - I_o(\text{max}))$$

A corrente no regulador não deve ser maior que 1 A e seu valor também depende do ganho do transistor  $Q_1$ . Dentre os tipos de transistores que podem ser colocados nesta configuração, destacamos os seguintes:

Transistor	Corrente
TIP36/A/B/C	25 A
TIP34/A/B/C	10 A
TIP2955	15 A

Na figura 4 mostramos como agregar um transistor a este circuito de modo a fornecer proteção contra curto-circuito na saída.

O resistor  $R_s$  de proteção é calculado pela fórmula:

$$R_s = 0,8/I_s, \text{ onde } I_s \text{ é a corrente de curto-circuito.}$$

Este tipo de configuração é válida até aproximadamente 5 ampéres, já que devemos considerar que mesmo que as correntes máximas dos transistores indicados sejam maiores, é preciso fazê-los operar dentro dos limites de sua dissipação.

Para o LM350 também podemos ter uma configuração equivalente que nos permita obter até aproximadamente 5 ampéres de corrente com um transistor PNP de alta potência como o MJ4502.

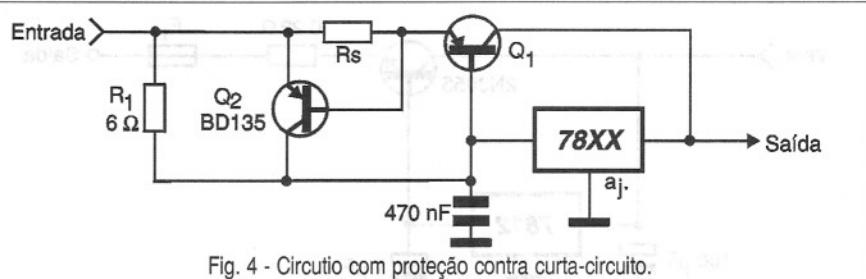


Fig. 4 - Circuito com proteção contra curto-circuito.

Esta configuração é exemplificada na figura 5. O resistor  $R_3$  é que determina a corrente de saída e a corrente no regulador de tensão de modo que ela fique dentro do limite suportado pelo CI.

Lembramos que, neste caso, tanto o circuito integrado como o transistor de potência devem ser montados em excelentes radiadores de calor.

Outra possibilidade interessante para os projetistas de fontes de alta corrente consiste no uso dos transistores 2N3055. Esses transistores, que são os "faz tudo" de alta potência, e que por isso podem ser encontrados facilmente a custo reduzido, são a solução ideal para altas correntes quando for possível sua utilização.

No entanto, os 2N3055 são do tipo NPN, o que nos leva à necessidade de uma configuração um pouco diferente para sua associação a reguladores de tensão positiva de três terminais.

Uma primeira forma consiste em se usar o mesmo circuito "invertido", ou seja, com o regulador negativo de tensão 7912, e com isso colocar a etapa de controle na linha negativa de alimentação, observe a figura 6.

A segunda maneira consiste em se adotar o circuito ilustrado na figura 7, que também pode ser bem útil para correntes de até 5 A.

Para correntes maiores, em todos os casos, existe a possibilidade de se ligar em paralelo diversos transistores 2N3055, mas aí temos de considerar dois problemas a serem resolvidos.

O primeiro deles é a necessidade de um circuito de excitação que forneça à base de cada transistor a corrente necessária.

Um único regulador de 1 A, por exemplo, não pode excitar suficientemente bem quatro ou cinco 2N3055, lembrando que cada um deles pode fornecer uma corrente de 5 A.

Isso pode ser conseguido facilmente com um transistor intermediário (do mesmo tipo).

O segundo problema é a necessidade de se dividir a corrente por igual entre os transistores.

Esses componentes são encontrados numa ampla faixa de ganhos, mesmo os de mesmo tipo, o que sig-

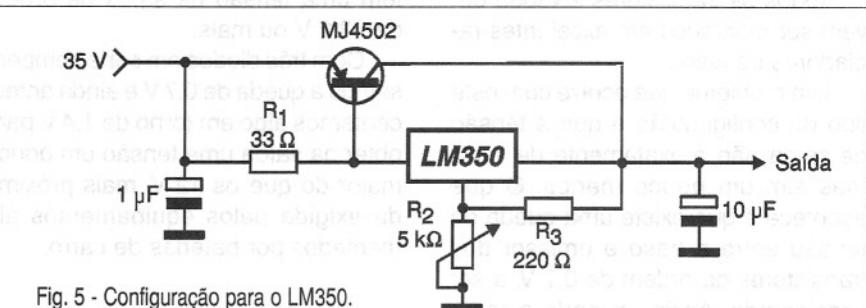


Fig. 5 - Configuração para o LM350.

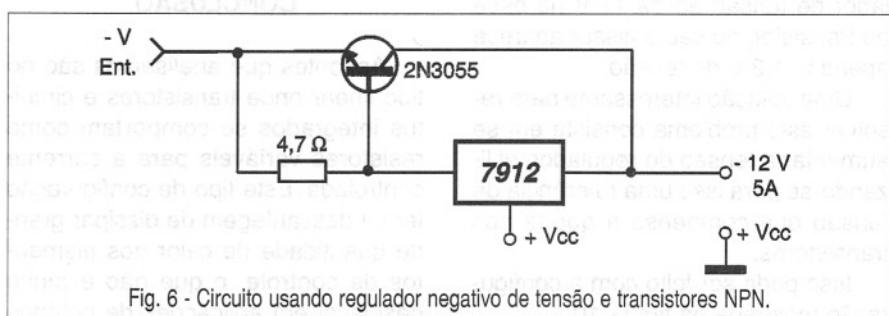


Fig. 6 - Circuito usando regulador negativo de tensão e transistores NPN.

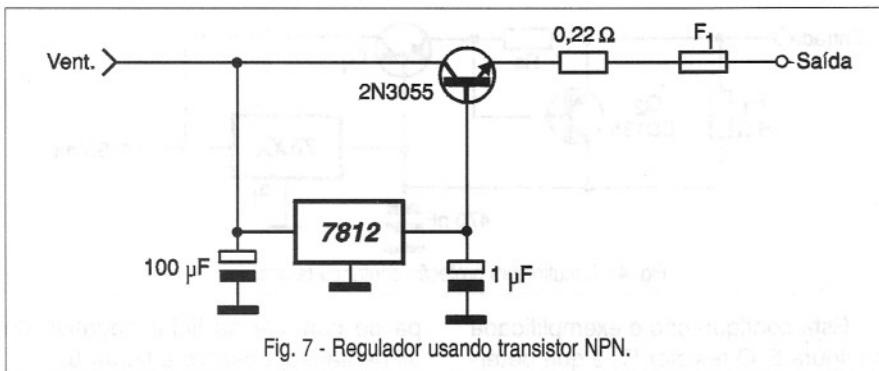


Fig. 7 - Regulador usando transistor NPN.

nifica que quando polarizados a partir de uma mesma fonte, eles conduzem de forma diferente. Ligados em paralelo, esses transistores tendem a ser percorridos por correntes diferentes, conforme mostra a figura 8.

Num circuito de correntes elevadas isso causaria a sobrecarga daquele que está sendo percorrido pela maior corrente e que por isso tenderia à queima. Para termos uma distribuição por igual da corrente, o artifício que se faz é aumentar a tensão de base de cada transistor através da ligação de resistores de emissor em cada um.

Estes resistores de pequeno valor fazem com que os transistores fiquem mais próximos uns dos outros em termos de corrente conduzida, havendo portanto uma distribuição que não os sobrecarrega.

Na figura 9 ilustramos como obter uma fonte de 20 ampères de 12 V, utilizando um regulador 7812 e transistores 2N3055 na configuração indicada.

Todos os transistores 2N3055 devem ser montados em excelentes radiadores de calor.

Um problema que ocorre com este tipo de configuração é que a tensão de saída não é exatamente de 12 V, mas sim um pouco menos. O que acontece é que existe uma queda de tensão entre a base e emissor dos transistores da ordem de 0,7 V, a ser considerada. Assim, quando o regulador de tensão aplica 12 V na base do transistor, no seu emissor aparece apenas 11,3 V de tensão.

Uma solução interessante para resolver este problema consiste em se aumentar a tensão do regulador, utilizando-se para isso uma referência de tensão que compense a queda nos transistores.

Isso pode ser feito com a configuração mostrada na figura 10.

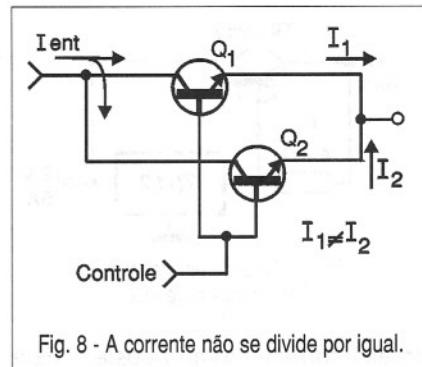


Fig. 8 - A corrente não se divide por igual.

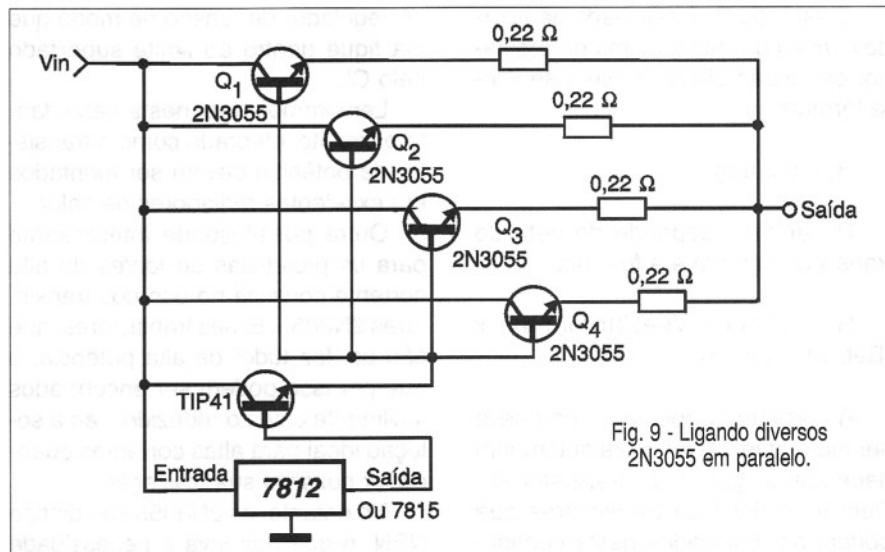


Fig. 9 - Ligando diversos 2N3055 em paralelo.

Cada diodo colocado em série com o terminal de referência do circuito integrado aumenta em 0,7 V a tensão de saída.

Este recurso é em especial interessante quando a fonte visa substituir baterias de carro que, como se sabe, têm uma tensão de saída da ordem de 13,2 V ou mais.

Com três diodos em série compensamos a queda de 0,7 V e ainda acrescentamos algo em torno de 1,4 V para obter na saída uma tensão um pouco maior do que os 12 V, mais próxima da exigida pelos equipamentos alimentados por baterias de carro.

## CONCLUSÃO

As fontes que analisamos são do tipo linear onde transistores e circuitos integrados se comportam como resistores variáveis para a corrente controlada. Este tipo de configuração tem a desvantagem de dissipar grande quantidade de calor nos elementos de controle, o que não é muito desejável em aplicações de potênci-

as muito altas. Todavia, a simplicidade de deste tipo de circuito e a não necessidade de outra regulação que não seja a tensão de saída em alguns casos, tornam-nas ideais para aplicações menos críticas.

Para aplicações em que o rendimento da fonte é importante exigindo-se a menor perda de energia possível na forma de calor, onde o espaço para colocação de dissipadores de calor é limitado e ainda exista o problema da dissipação do calor gerado, há outras soluções mais apropriadas.

Para esses casos, as fontes chaveadas ou comutadas (SMPS - Switched-Mode Power Supplies) são as mais indicadas. ■

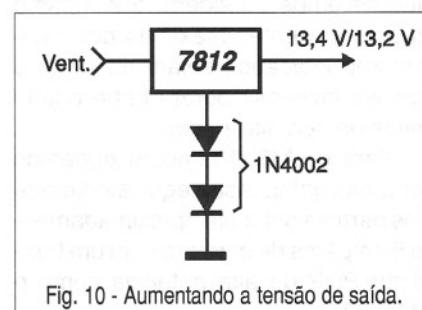


Fig. 10 - Aumentando a tensão de saída.

# TEMPORIZADOR MÚLTIPLA MODULAR

*Newton C. Braga*

Temporizadores podem ser projetados para funcionar de infinitas maneiras: simples, duplos, triplos, múltiplos, ligando ou desligando cargas com as mais diversas combinações. A idéia básica explorada neste artigo é de um módulo que pode ser reproduzido tantas vezes quantas sejam as temporizações necessárias, e em configurações que permitam acionamentos paralelos. Isso possibilita que o leitor crie seu temporizador para uma aplicação específica com facilidade, baseado em blocos básicos.

Os temporizadores podem admitir as mais diversas configurações ligando ou desligando uma ou mais cargas no final de um intervalo, ou ainda acionando novos blocos de temporização em sistemas múltiplos.

Fazer um projeto único de temporizador pode ser interessante em muitos casos, mas atende a um grupo específico de usuários. Uma idéia que exploramos neste artigo, conforme falamos na introdução, consiste em criar um bloco básico que, pela quantidade e modo de ligação, poderá permitir ao projetista montar qualquer tipo de temporizador.

Cada bloco admite uma temporização máxima da ordem de 1 hora, e sua associação pode ser feita em quantidades ilimitadas.

Os blocos de acionamento possuem relés que podem acionar cargas, cuja potência máxima depende apenas de seus contatos.

A alimentação do circuito é feita com uma tensão de 12 V e o consumo total dependerá apenas da quantidade de blocos e de relés que de-

vem ser acionados. Cada bloco consome em média 5 mA, enquanto o relé do tipo indicado exige uma corrente de 50 mA.

A partir da análise do princípio de funcionamento, com os exemplos de aplicação que vamos dar, ficará fácil para o leitor criar seu próprio temporizador com múltiplas cargas e tempos.

## COMO FUNCIONA

O bloco básico do temporizador é o conhecido circuito integrado 555 na configuração monoestável mostrada na figura 1.

Quando o pino 2 de disparo é aterrado por um instante (transição do nível alto para o nível baixo), a saída do circuito integrado (pino 3) vai ao nível alto por um tempo que depende de R e C no circuito.

O valor aproximado da temporização é dado pela fórmula:

$$t = 1,1 \times R \times C$$

O capacitor está limitado a um valor máximo que depende de sua

qualidade, pois eventuais fugas podem afetar o funcionamento do circuito. Na prática, não recomendamos que capacitores de mais de 2 200  $\mu$ F sejam usados e, mesmo assim, especial cuidado deve ser tomado com sua escolha.

O resistor (R) está limitado a algo em torno de 2,2 M $\Omega$ , pelo mesmo motivo. Se a fuga do capacitor tiver esta mesma ordem de valor, a tensão do circuito não atingirá o ponto de comutação e o circuito não temporizará.

Com estes valores limites podemos obter uma temporização máxima da ordem de 1 hora por bloco.

Pois bem, podemos ligar estes blocos em cascata, conforme mostra a figura 2, de modo que no final da temporização do primeiro, o segundo entra em funcionamento começando sua temporização. Da mesma forma, no final da temporização do segundo bloco, entra em funcionamento o terceiro e assim por diante, cada qual com ajuste independente de tempo.

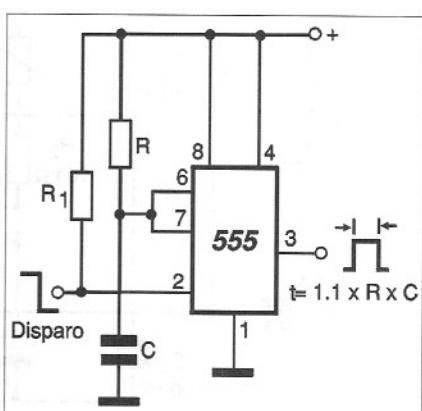




Fig. 2 - Ligação dos blocos em série.

Podemos ainda ligar blocos em paralelo, de acordo com a figura 3.

Neste caso, no final da temporização do primeiro, os dois segundos blocos entram em funcionamento, cada qual com uma temporização independente.

O acionamento final será feito por um bloco que contém um relé.

Alternativas para este bloco consistem no uso de acionadores de corrente contínua, tais como transistores bipolares de potência ou ainda Power-FETs conforme ilustra a figura 4.

Com o transistor TIP31 é possível controlar cargas de até uns 2 ampères aproximadamente, e com Power-FETs as cargas podem ser maiores dependendo do transistor usado. Também podem ser usados Darlingtons de potência e SCRs. No entanto, no caso do SCR deverá ser considerado o isolamento da rede de energia.

## MONTAGEM

Na figura 5 damos o diagrama completo de um módulo de tempo-

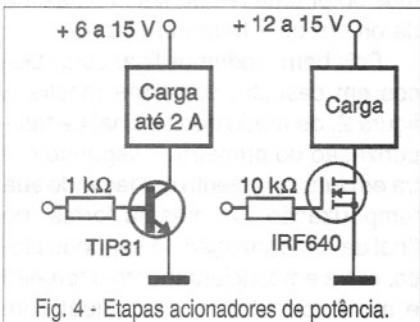


Fig. 4 - Etapas acionadores de potência.

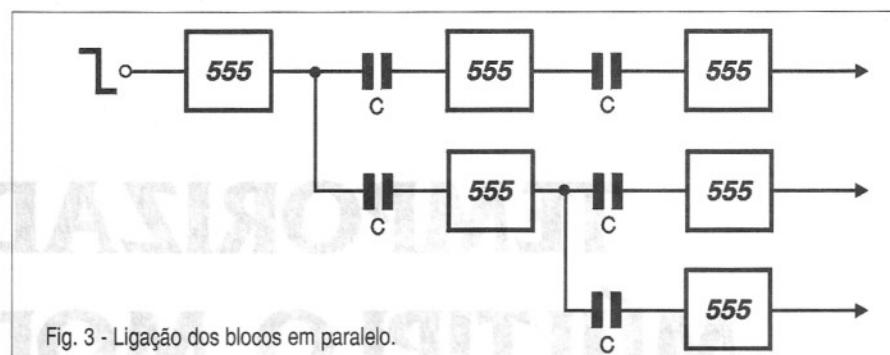


Fig. 3 - Ligação dos blocos em paralelo.

rização. A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na figura 6.

O capacitor C deverá ser dimensionado de acordo com a temporização desejada podendo variar entre 1 e 2200  $\mu$ F tipicamente. O trimpot serve para fazer um ajuste fino da temporização.

Para interligação dos diversos módulos podem ser usados terminais de encaixe, o que facilita bastante o projeto. Na realidade, existe também a possibilidade de se modificar o desenho da placa do módulo de modo que ela possa ser encaixada em slots e assim termos um timer múltiplo onde a programação seja feita externamente num barramento único.

A fonte de alimentação para o circuito, admitindo até 10 blocos de relés, é mostrada na figura 7.

A quantidade de blocos de temporização, entretanto, pode ser muito maior. O transformador tem enrolamento de acordo com a rede local de energia e o circuito integrado deve ser dotado de um radiador de calor.

O módulo de acionamento do relé tem seu circuito mostrado na figura 8.

Na figura 9 temos a disposição dos componentes deste módulo numa placa de circuito impresso.

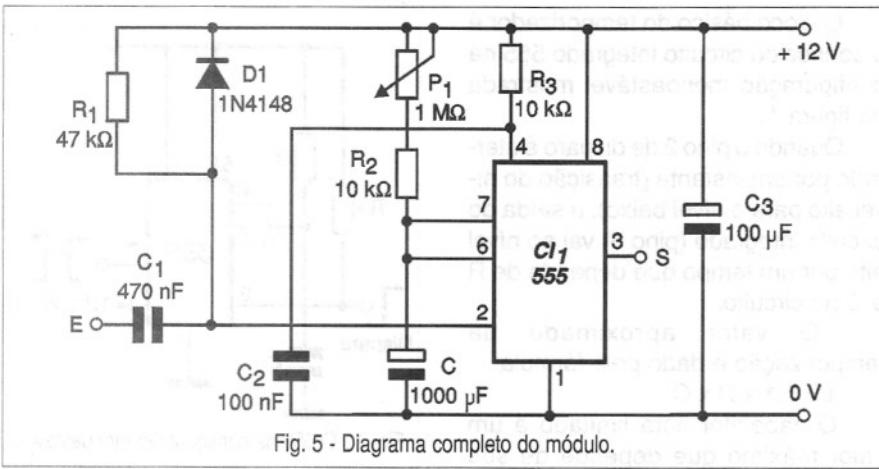


Fig. 5 - Diagrama completo do módulo.

O relé é do tipo universal (Série G da Metaltex, por exemplo), com corrente de bobina de até 50 mA. Se outros tipos de relé forem usados, modificações no desenho da placa devem ser feitas. Este tipo de relé pode controlar cargas de até 10 ampères.

## PROVA E USO

Para provar cada módulo basta alimentá-lo com 12 V e ligar na saída um voltímetro (multímetro na escala de tensões que permita ler 12 V). Aterrando por um instante a entrada E, a saída deve apresentar uma tensão de 12 V durante um intervalo de tempo que dependerá do valor de C e do ajuste do trimpot.

Na figura 10 temos um exemplo de composição de um sistema temporizador múltiplo com 4 relés e 6 blocos de tempo.

O diagrama de tempos deste circuito é mostrado na figura 11.

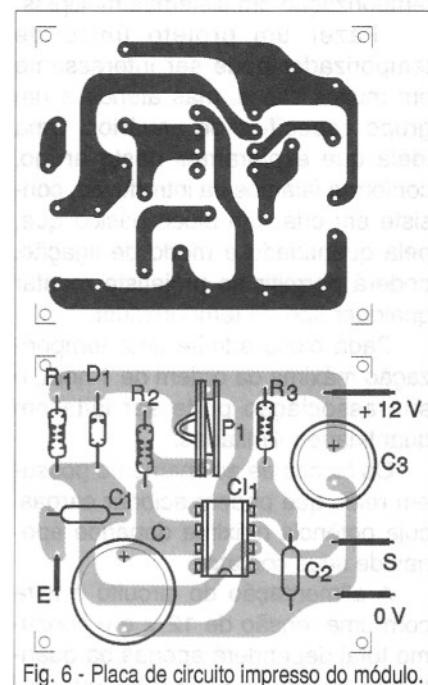


Fig. 6 - Placa de circuito impresso do módulo.

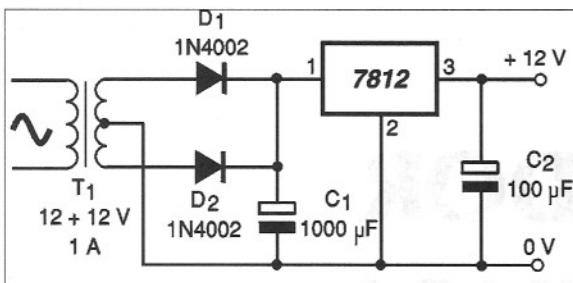


Fig. 7 - Fonte de alimentação para o conjunto de módulos.

## LISTA DE MATERIAL

### a) Módulo de tempo

#### Semicondutores:

C1 - 555 - circuito integrado  
 D<sub>1</sub> - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral

#### Resistores: (1/8 W, 5%)

R<sub>1</sub> - 47 kΩ

R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> - 10 kΩ

P - 1 MΩ ou 2,2 MΩ (ver texto)

#### Capacitores:

C<sub>1</sub> - 470 nF - cerâmico ou poliéster  
 C<sub>2</sub> - 100 nF - cerâmico ou poliéster  
 C - eletrolítico de 1 a 2200 mF  
 conforme temporização desejada  
 C<sub>3</sub> - 100 μF x 16 V - eletrolítico

#### Diversos:

Placa de circuito impresso, terminais de ligação

### b) Módulo de Relé

#### Semicondutores:

Q<sub>1</sub> - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral

D<sub>1</sub> - 1N4148 ou equivalente - diodo de uso geral

#### Resistores: (1/8 W, 5%)

R<sub>1</sub> - 1 kΩ

#### Diversos:

K<sub>1</sub> - relé de 12 V x 50 mA (Metaltek série G ou equivalente)

Placa de circuito impresso, fios, solda,

### c) Fonte de alimentação

#### Semicondutores:

C1<sub>1</sub> - 7812 - circuito integrado regulador de tensão

D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub> - 1N4002 ou equivalente - diodos retificadores de silício

#### Capacitores:

C<sub>1</sub> - 1 000 μF x 25 V - eletrolítico  
 C<sub>2</sub> - 100 μF x 16 V - eletrolítico

#### Diversos:

T<sub>1</sub> - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 12 + 12 V x 1 A

#### Diversos:

Cabo de força, fusível de 1 A com suporte, caixa para montagem, fios, solda, etc.

Os relés serão acionados obedecendo a tabela abaixo.

O uso dos contatos NA e NF dos relés permite ainda ligar ou desligar as cargas quando os relés estiverem energizados.

Uma possibilidade interessante a ser considerada neste circuito é a re-alimentação: quando o último relé for acionado, o primeiro bloco de temporização será redisparado, obtendo-se assim um funcionamento cíclico do sistema.

Esta configuração pode ser vantajosa para um sistema simulador de presença. ■

TABELA 1

Bloco de Temporização Acionado	Relé Correspondente
Módulo Tc	Módulo Relé 1
Módulo Te	Módulo Relé 2
Módulo Td	Módulo Relé 4
Módulo Tf	Módulo Relé 3

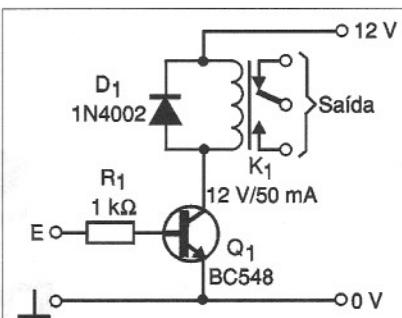


Fig. 8 - Módulo de acionamento de um relé.

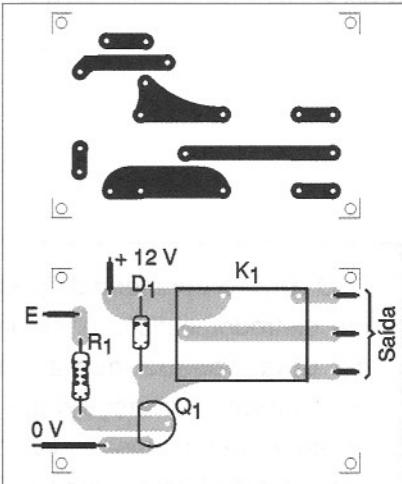


Fig. 9 - Placa do módulo do relé.

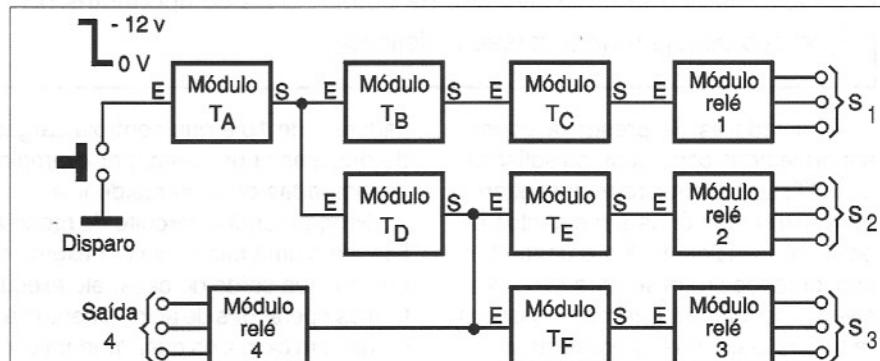


Fig. 10 - Exemplo de temporizador múltiplo com 10 módulos (6 de tempo e 4 de acionamento).

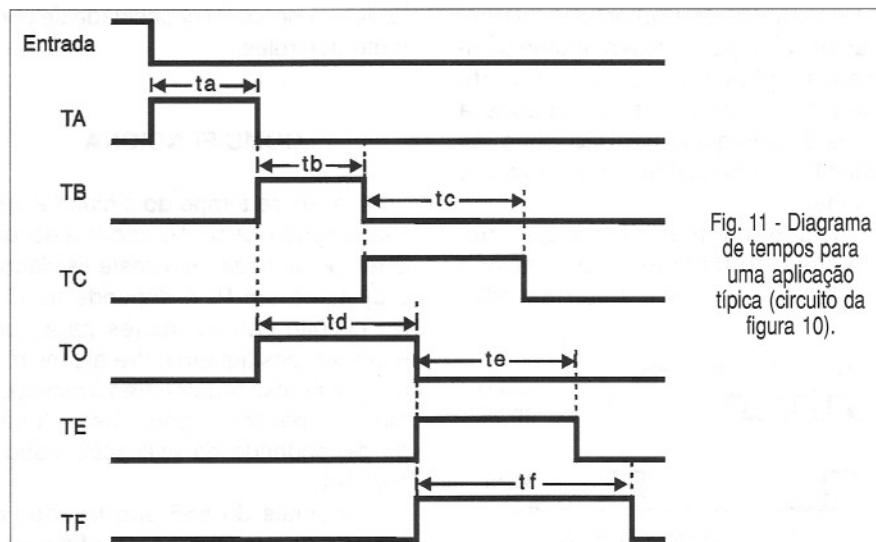


Fig. 11 - Diagrama de tempos para uma aplicação típica (círculo da figura 10).

# SIMULADOR DE PRESENÇA

*Newton C. Braga*

O circuito apresentado pode ser modificado para ligar ou desligar eletrodomésticos e lâmpadas de modo a simular a presença de uma pessoa numa casa. Outras aplicações incluem automatismos diversos e até mesmo a animação de cidades em miniatura (maquetes) ou ferromodelismo. O circuito emprega componentes de baixo custo CMOS como alternativa econômica para os leitores que têm dificuldades na obtenção de componentes ou que não desejam uma versão sofisticada.

Simuladores de presença podem ser projetados com recursos sofisticados utilizando-se microprocessadores ou mesmo memórias em circuitos digitais convencionais. No entanto, tais configurações nem sempre são acessíveis aos leitores que não possuem recursos para sua programação ou que não dominam completamente essa tecnologia.

O circuito que apresentamos caracteriza-se por apresentar uma solução simples para o acionamento sequencial de aparelhos ligados à rede de energia e, por isso, pode ser modificado ou adaptado de diversas maneiras.

Ele nada mais é do que um sequencial muito lento que aciona relés ligados a uma saída decodifi-

cadora 1 de 10 e que controla cargas de diversos tipos como, por exemplo, as lâmpadas de uma residência.

Programando o circuito de modo a ligar com uma fotocélula por exemplo, ou com sua saída de casa, ele executará as operações de acionamento das cargas em ciclos, os quais podem chegar a mais de 24 horas.

As cargas controladas dependem exclusivamente da capacidade de corrente dos relés.

## COMO FUNCIONA

A base de tempo do circuito é um CI555 ligado na configuração astável. O tempo de cada ciclo deste oscilador é ajustado em  $P_1$  e depende de  $C_1$ . No circuito damos valores para que estes tempos fiquem entre alguns minutos e aproximadamente 10 minutos, mas o capacitor  $C_1$  poderá ser alterado dependendo da aplicação visada pelo leitor.

Os sinais do 555 são levados à entrada de um CI4017, que funciona

como um divisor de frequência por 10. A cada 10 pulsos de entrada do 555, a saída tomada deste 4017 irá ao nível alto uma vez, conforme mostra o diagrama de tempos da figura 1.

Isso significa que temos a divisão dos ciclos do 555 por 10, o que nos dá algo entre 1 pulso a cada 20 minutos e 1 pulso a cada 100 minutos ou mais.

O sinal deste circuito integrado excita um segundo 4017, que tem as suas saídas passando ao nível alto sequencialmente nos tempos determinados pelo bloco anterior, de acordo com o próprio diagrama de tempos da figura 1.

Nas saídas do 4017 final podemos ligar blocos com relés que controlarão as cargas externas, ficando ligadas pelo tempo correspondente a um ciclo de acionamento ou 1/10 do tempo total do circuito.

Em nossa aplicação exemplificamos 4 saídas utilizadas, sendo que duas delas são acionadas sequencialmente, e a quarta depois de um intervalo que corresponde a um ciclo de funcionamento do bloco anterior, conforme ilustra o diagrama de tempos da figura 2.

A alimentação do circuito é feita com uma tensão de 12 V que vem de fonte estabilizada.

## MONTAGEM

Na figura 3 temos o diagrama completo do simulador de presença na versão básica sugerida.

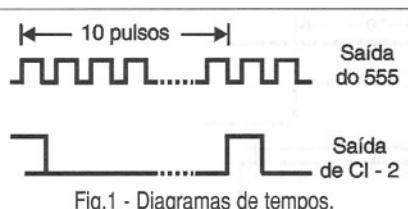


Fig.1 - Diagramas de tempos.

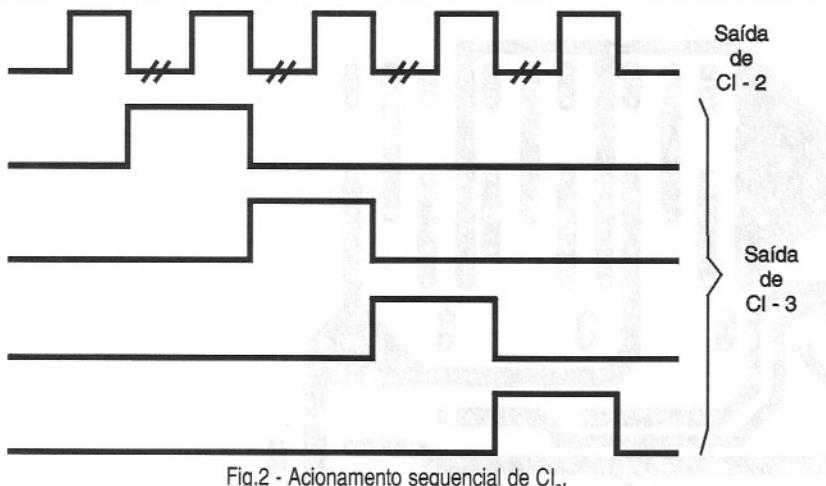


Fig.2 - Acionamento sequencial de Cl<sub>2</sub>.

A disposição dos componentes numa placa de circuito impresso é mostrada na figura 4.

Os componentes são todos comuns. Os relés admitem diversos equivalentes, pois qualquer tipo de 12 V x 50 mA serve. Entretanto, como as suas bases podem ter disposições de terminais distintas, se forem usados tipos diferentes dos indicados, deverão ser feitas alterações na placa de circuito impresso.

Para a conexão das cargas externas são usadas tomadas comuns. Um fusível de proteção na entrada do circuito é importante para garantir o equipamento e as próprias cargas alimentadas. O circuito integrado regulador de tensão 7812 deve ser dotado de um radiador de calor.

O transformador tem enrolamento primário de acordo com a rede de

energia e secundário de 12 + 12 V com 1 A de corrente.

Os diodos admitem equivalentes de maior tensão.

### AJUSTES E USO

Ligue uma ou mais lâmpadas incandescentes comuns de 5 a 40 watts na saída do circuito. Pode ser também um eletrodoméstico como um ventilador, por exemplo.

Coloque P<sub>1</sub> na temporização mínima, ou substitua para testes o capacitor C<sub>1</sub> por um de 10  $\mu$ F.

Ligando o aparelho, as cargas devem ser acionadas em sequência nos tempos esperados para os ciclos de funcionamento.

Com um voltímetro (multímetro em escala de tensões contínuas) pode-se

### LISTA DE MATERIAIS

#### Semicondutores:

Cl<sub>1</sub> - 555 - circuito integrado, timer  
Cl<sub>2</sub>, Cl<sub>3</sub> - 4017 - circuito integrado CMOS

Cl<sub>4</sub> - 7812 - circuito integrado regulador de tensão

Q<sub>1</sub> a Q<sub>3</sub> - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral

D<sub>1</sub> a D<sub>5</sub> - 1N4002 ou equivalente - diodos de silício

#### Resistores: (1/8W, 5%)

R<sub>1</sub> - 10 k $\Omega$

R<sub>2</sub> - 15 k $\Omega$

R<sub>3</sub> a R<sub>5</sub> - 4,7 k $\Omega$

P<sub>1</sub> - 1 M $\Omega$  - trimpot ou potenciômetro

#### Capacitores:

C<sub>1</sub> - 470  $\mu$ F x 16 V - eletrolítico

C<sub>2</sub> - 100  $\mu$ F x 16 V - eletrolítico

C<sub>3</sub> - 1 000  $\mu$ F x 25 V - eletrolítico

#### Diversos:

T<sub>1</sub> - Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário 12 + 12 V x 1 A

S<sub>1</sub> - Interruptor simples

K<sub>1</sub> a K<sub>3</sub> - Relés de 12 V x 50 mA (Metaltek série G ou equivalente)

F<sub>1</sub> - 5 A - fusível

S<sub>2</sub> - Interruptor simples

X<sub>1</sub> a X<sub>3</sub> - Tomadas de embutir

Placa de circuito impresso, cabo de força, caixa para montagem, suporte de fusível, fios, solda, etc.

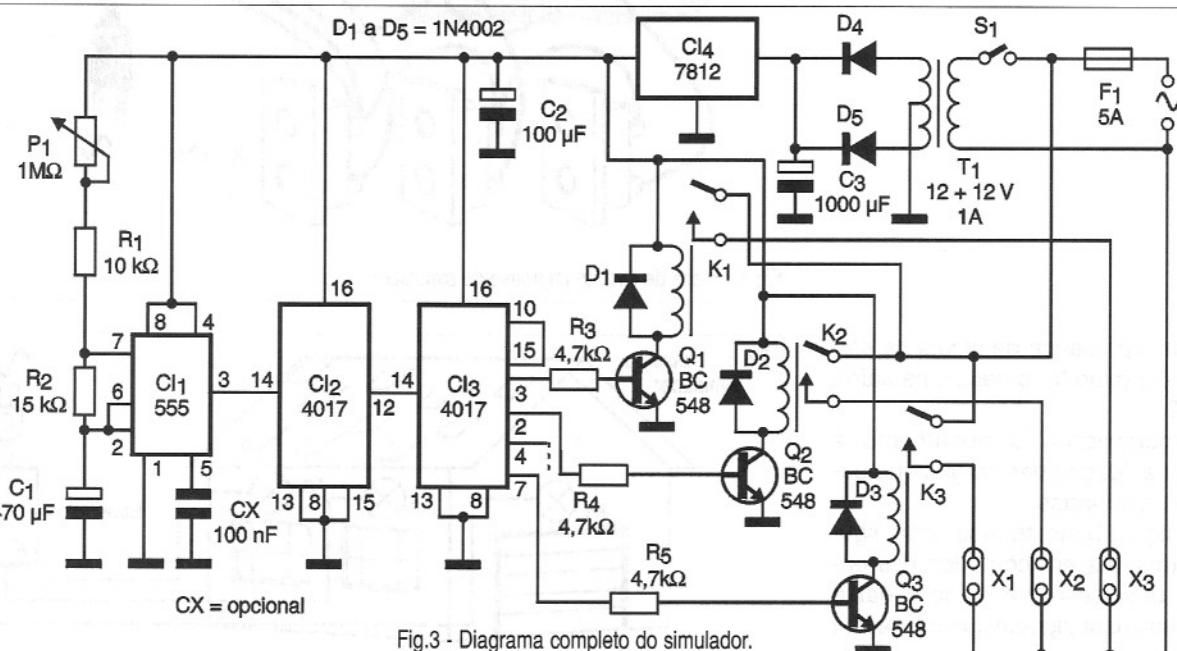


Fig.3 - Diagrama completo do simulador.

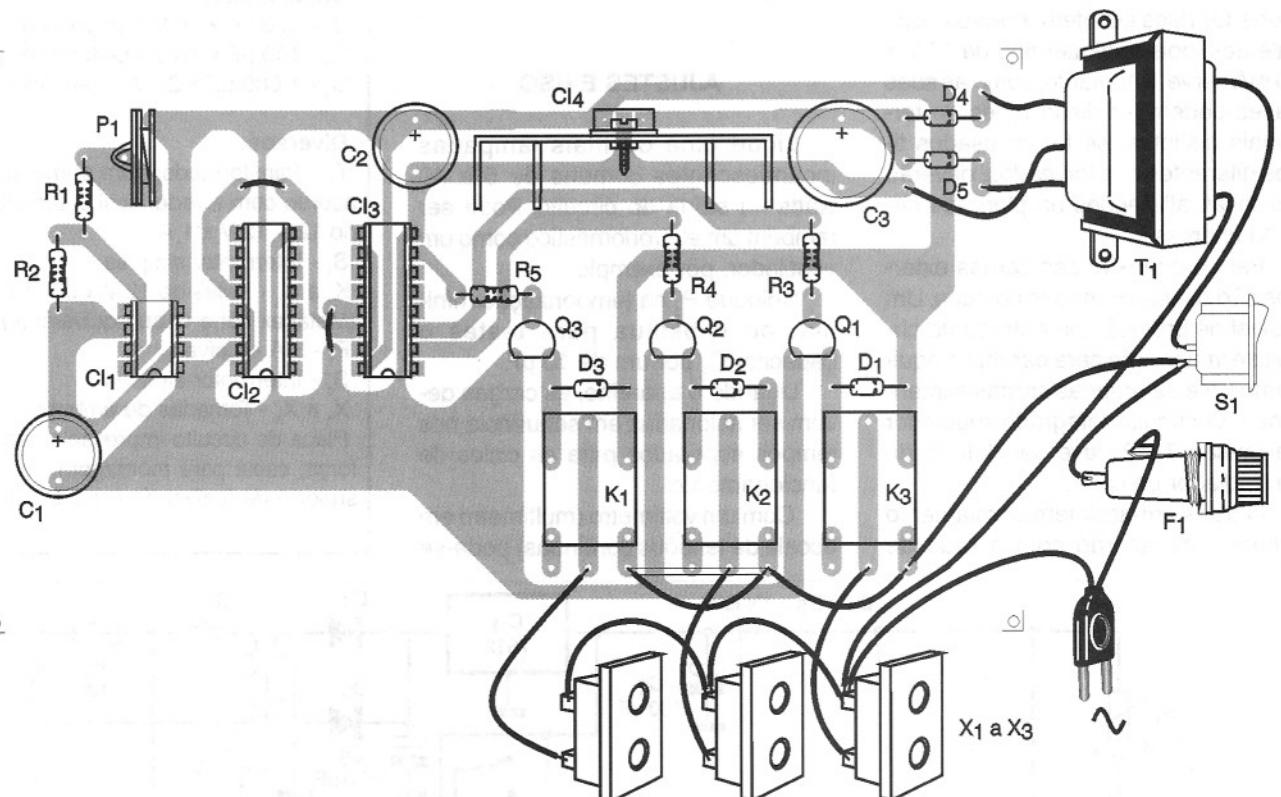
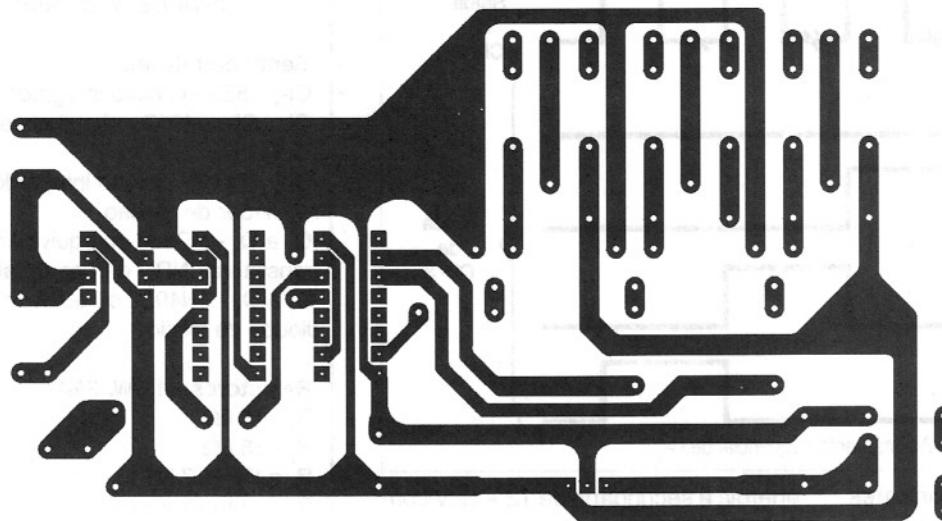


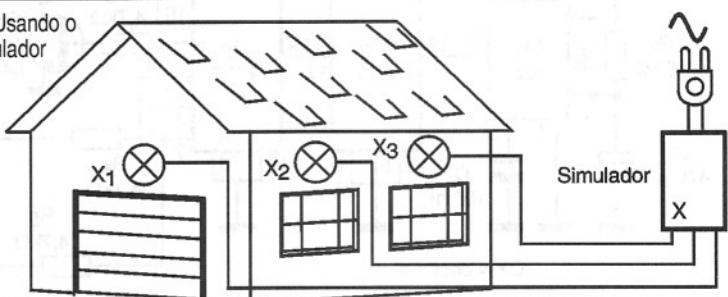
Fig.4 - Placa de circuito impresso do simulador.

verificar a presença de sinais na saída do 555 (pino 3), e depois na saída do Cl-2.

Comprovado o funcionamento, é só fazer a ligação das cargas que devem ser acionadas.

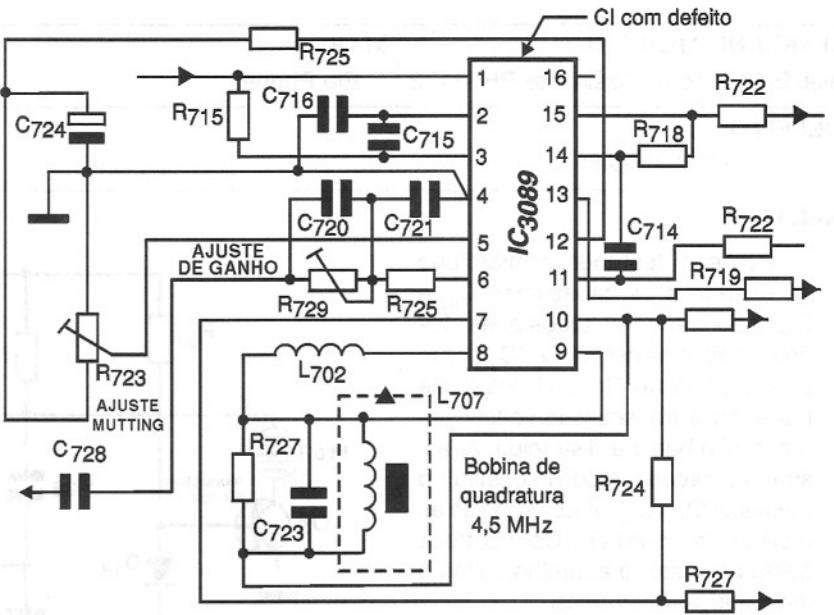
Na figura 5 mostramos como ligar três lâmpadas em cômodos diferentes de uma casa, de modo a dar a impressão para alguém que esteja fora que existe alguma pessoa nesta casa.

Fig.5 - Usando o simulador



# PRÁTICAS DE SERVICE

Esta seção é dedicada aos profissionais que atuam na área de reparação. Acreditamos, desta forma, estar contribuindo com algo fundamental para nossos leitores: a troca de informações e experiências vividas nas Assistências Técnicas. Esperamos que estas páginas se tornem uma "linha direta" para intercâmbio entre técnicos. Os defeitos aqui relatados são enviados à nossa redação pelos leitores, sendo estes devidamente remunerados. Participe, envie você também sua colaboração!

APARELHO/MODELO:	MARCA:	REPARAÇÃO nº
Toca-discos/Receiver YTR-380	Yang	001/334
DEFEITO:	AUTOR: JOSÉ LUIZ DE MELLO Rio de Janeiro - RJ	
LED estéreo não acende		RELATO:
<p>Ao analisar o aparelho encontrei o fusível de entrada AC queimado e, além disso, os transistores de saída TIP41C estavam em curto. Feita a troca, o AM e o FM não funcionavam. Verificando a fonte encontrei o zener 12V x 400 mW em curto. Com a troca destes componentes a tensão de saída ficou normal, porém o LED do FM estéreo não acendia. Substituí o CI decodificador por um CA1310, mas não adiantou. Analisando o aparelho, fiz a troca do IC CA3089 do canal de FI de FM e com isso o aparelho voltou a funcionar normalmente.</p> 		

APARELHO/MODELO: Amplificador M120	MARCA: Gradiente	REPARAÇÃO nº 002/334
DEFEITO: Inoperante		AUTOR: ADRIANO R. OLIVEIRA Paulistas - MG
RELATO:		
<p>Numa primeira inspeção encontrei o fusível F<sub>803</sub> de 1,5 A aberto. Iniciei então as pesquisas pela fonte de alimentação, onde descobri a ponte retificadora SKB80C3200/2200 Semikron em curto. Substituí a ponte e troquei o fusível, mas ao ligar o aparelho o fusível novo abriu.</p> <p>Continuei as pesquisas até encontrar C<sub>134</sub> de 5000 m<math>\mu</math>F/35 V com vazamento e em curto total. Com a substituição também do capacitor de filtro, o problema foi sanado.</p> <p>Obs: a ponte foi substituída por 4 retificadores Semikron SK3/04.</p>		

APARELHO/MODELO: Telef. Eletrônico de Assinante PH -117B	MARCA: Elo Phone	REPARAÇÃO nº 003/334
DEFEITO: Sem transmissão		AUTOR: MARCIO HEIJI UETA Carapicuiba - SP
RELATO:		
<p>Comecei testando o microfone de eletreto e os capacitores C<sub>35</sub> e C<sub>36</sub> encontrando-os todos bons. Depois medi o transistor Q<sub>5</sub> (C<sub>945</sub>) que estava em curto. Com a troca deste transistor a transmissão voltou, porém muito baixa e distorcida. Analisando o circuito, resolvi substituir o transistor Q<sub>16</sub> (C<sub>945</sub>) mesmo tendo as resistências normais. Com a troca deste transistor o aparelho voltou a funcionar normalmente.</p>		

APARELHO/MODELO: TV em cores Mod. 20CN4065	MARCA: Philips	REPARAÇÃO nº 004/334
DEFEITO: Linhas de retraço na parte superior da tela		AUTOR: IVAIL CARLOS ABRAMOSKI Sete Quedas - MS
<b>RELATO:</b>		
<p>Ao ligar o televisor, na parte superior da tela apareciam linhas de retraço a uns 6 cm aproximadamente. Depois de uns 20 minutos ligado, as linhas desapareciam por completo. Suspeitei dos capacitores eletrolíticos que, em geral, são a causa deste tipo de defeito. Comecei a testá-los um por um até encontrar C<sub>400</sub> de 100 <math>\mu</math>F x 25 V com problemas. Efetuei a troca deste componente e o problema desapareceu.</p>		

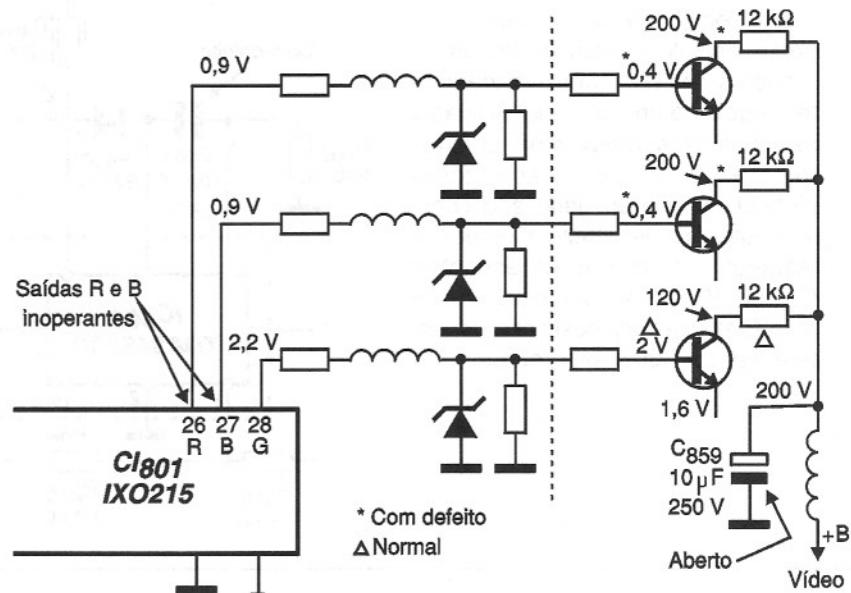
VISITE O SITE

**www.saberelectronica.com.br**

O PORTAL DA ELETRÔNICA

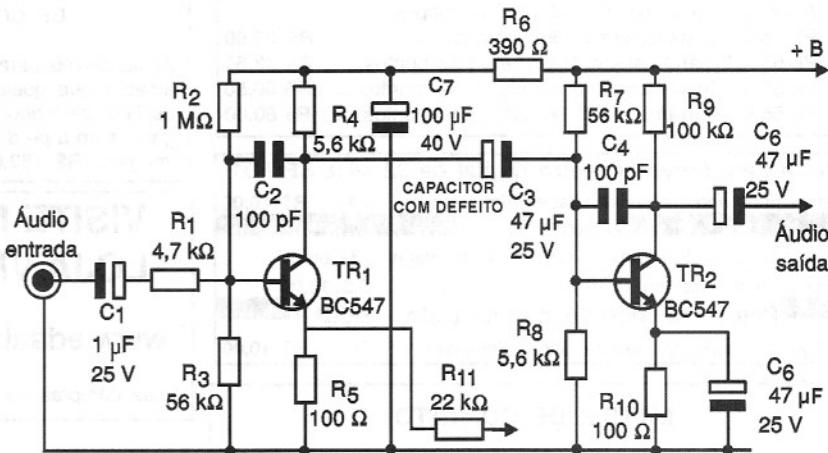
APARELHO/MODELO: Telefone sem fio KX-T4200-1	MARCA: Panasonic	REPARAÇÃO nº 005/334
DEFEITO: Mudo e mantendo a linha ocupada		AUTOR: MARCIO HEIJI UETA Carapicuiba - SP
<b>RELATO:</b>		
<p>O aparelho mantinha a linha ocupada, o que significava que algo estava em curto na entrada de linha. Numa primeira análise encontrei a ponte retificadora (D<sub>1</sub>) em curto. Apesar da substituição desta ponte, o aparelho continuava com o mesmo problema. Prosseguindo, encontrei também o resistor R<sub>8</sub> aberto. Para meu espanto, o transistor Q<sub>1</sub> estava perfeito. Não obstante a troca do resistor, o defeito persistiu. Passei então a testar o transformador T<sub>4</sub>, que vem logo depois do resistor R<sub>8</sub>, encontrando um dos enrolamentos aberto. Após a troca do transformador, o aparelho voltou a funcionar normalmente.</p>		

APARELHO/MODELO: TV em cores 14" Modelo C-1425A	MARCA: Sharp	REPARAÇÃO nº 006/334
DEFEITO: Ausência das cores na tela (somente um forte tom verde). Saída de áudio normal.	AUTOR: GILNEI CASTRO MULLER Santa Maria - RS	
<b>RELATO:</b>		
<p>Após verificar a situação da fonte primária e constatar que estava tudo em ordem, ligamos o aparelho na rede de energia. O circuito de saída de som funcionou corretamente, porém a imagem se apresentava com um sombreamento verde e também um excesso dessa cor em toda a área da tela. Com a ajuda do esquema elétrico verificamos que o sombreamento era causado pelo capacitor <math>C_{859}</math> de 10 <math>\mu F</math> x 250 V que estava sem capacidade (aberto). Na saída RGB encontramos as tensões alteradas nos transistores de saída RGB, no entanto o defeito era causado por deficiência interna do <math>Cl_{801}</math> que em seus pinos 26 e 27 apresentava as tensões muito abaixo do seu valor normal. Com a substituição do <math>Cl_{801}</math> e do capacitor <math>C_{859}</math> o televisor teve seu funcionamento normalizado.</p>		



APARELHO/MODELO: TV em cores 20GL1045-Chassi GR1-VA	MARCA: Philips	REPARAÇÃO nº 007/334
DEFEITO: Fonte inoperante	AUTOR: JOSÉ C. P. GUIMARÃES São Bernardo do Campo - SP	
<b>RELATO:</b>		
<p>Ao medir as tensões de +70 A/VB encontrei 0 V, indicando assim que existia um problema, ou na fonte ou no setor horizontal. Isolando o setor horizontal descartei esta possibilidade, pois a tensão da fonte continuou em 0 V, indicando que o problema estava na fonte de alimentação. Testei vários componentes da mesma até encontrar o diodo zener <math>D_{345}</math> em curto. Feita a substituição deste componente a fonte funcionou normalmente, e com ela o televisor.</p>		

APARELHO/MODELO:	MARCA:	REPARAÇÃO nº
Receiver UR390	Unimack	008/334
DEFEITO:	Autor:	JOSÉ LUIZ DE MELLO Rio de Janeiro - RJ
RELATO:	<p>O aparelho tinha funcionamento normal em todas as funções (AM-FM-Tape Auxiliar), porém ao desligá-lo, apresentava ruídos em um dos canais. Examinando o circuito, separando o pré-amplificador da etapa de potência, cheguei a conclusão de que o defeito estava localizado entre os transistores <math>TR_{01}</math> e <math>TR_{02}</math>. No coletor do transistor <math>TR_{01}</math> o sinal era normal, mas, ao desligar o aparelho o ruído estava presente na base de <math>TR_{02}</math>. Retirei o capacitor <math>C_3</math> de <math>47 \mu F \times 25 V</math> e fiz o seu teste com o multímetro, constatando que ele estava com problemas. Feita a troca do capacitor, o aparelho voltou a funcionar normalmente.</p>	



## INSTRUMENTAÇÃO

Toda a linha Minipa sob consulta

- Multímetros
- Alicate Amperímetros
- Programadores e Testadores
- Instrumentos Portáteis
- Instrumentos de Bancada
- Acessórios
- Instrumentos para Telecomunicações

ENVIAMOS PARA TODO O TERRITÓRIO NACIONAL - FAÇA SUA COTAÇÃO POR:  
E-MAIL: VENDAS.SABERPUBLICIDADE@EDSABER.COM.BR OU FAX (11) 218-3366 E  
(11) 294-0286 - PEDIDO MÍNIMO R\$ 1.400,00

SABER P. PROMOÇÕES LTDA. (23 anos vendendo à distância)

# SHOPPING DA ELETRÔNICA

Adquira nossos produtos! Saber Publicidade e Promoções Ltda.

Rua Jacinto José de Araújo, 309 - Tatuapé - São Paulo - SP.

**DISQUE E COMPRE (0xx11) 6942 8055**

Preços Válidos até 10/12/2000

## 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

## Placa para frequencímetro Digital de 32 MHz SE FD1

(Artigo publicado na revista Saber Eletrônica nº 184) ....R\$ 10,00

### Placa PSB-1

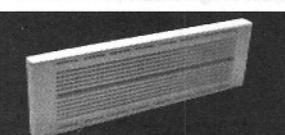
(47 x 145 mm - Fenolite) - Transfira as montagens da placa experimental para uma definitiva .....R\$ 10,00

### Placa DC Módulo de Controle - SECL3

(Artigo publicado na Revista Saber Eletrônica nº 186) ....R\$ 10,00

## MATRIZ DE CONTATO

Somente as placas de 550 pontos cada (sem suporte) pacote com 3 peças .... R\$ 52,00



## CONJUNTO CK-3

Contém: tudo do CK-10, menos estojo e suporte para placa  
R\$ 31,50

## 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

## PONTA REDUTORA DE ALTA TENSÃO

KV3020 - Para multímetros com sensibilidade 20 KΩ/VDC.

KV3030 - Para multímetros c/ sensib. 30 KΩ/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\$ 15,00



## SPYFONE - micro-transmissor

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

NÃO ACOMPANHA GABINETE

R\$ 39,50

## VIDEOPOL - PURIFICADOR DE CÓPIAS

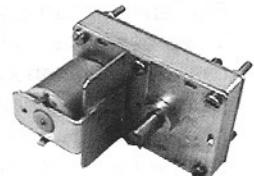
Equipamento para o profissional e amador que queira realizar cópias de fitas de vídeo de suas reportagens, sem a perda da qualidade de imagem...R\$ 163,00

## VISITE NOSSA LOJA VIRTUAL

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

Suas compras de eletrônica Online

## Mini caixa de redução



Para movimentar antenas internas, pés-sépios, cortinas robôs e objetos leves em geral

R\$ 39,50

## MONTE VOCÊ MESMO UM SUPER ALARME ULTRA-SONS

Não se trata de um alarme comum e sim de um detector de intrusão com o integrado VF 1010. (Leia artigo SE nº 251). Um integrado desenvolvido pela VSI - Vértice Sistemas Integrados, atendendo às exigências da indústria automobilística. Venda apenas do conjunto dos principais componentes, ou seja: CI - VF1010 - um par do sensor T/R 40-12 Cristal KBR-400 BRTS (ressonador)

R\$ 19,80

## CAIXAS PLÁSTICAS

Com alça e alojamento para pilhas

PB 117-123x85x62 mm... R\$ 7,70

PB 118-147x97x65 mm... R\$ 8,60

Com tampa plástica

PB112-123x85x52 mm... R\$ 4,10

Para controle

CP 012 - 130 x 70 x 30..R\$ 2,80

Com painel e alça

PB 207-130x140x50 mm..R\$ 8,30

## MINI-FURADEIRA

Furadeira indicada para: Circuito impresso, Artesanato, Gravações etc. 12 V - 12 000 RPM / Dimensões: diâmetro 36 x 96 mm. R\$ 28,00

**ACESSÓRIOS:** 2 lixas circulares - 3 esmeris em formatos diferentes (bola, triângulo, disco) - 1 politris e 1 adaptor. R\$ 14,00



## 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





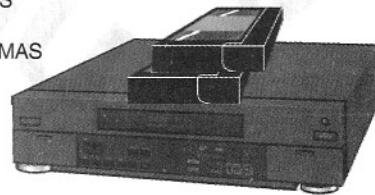
# GANHE DINHEIRO COM MANUTENÇÃO

## LANÇAMENTO

Filmes de Treinamento em fitas de vídeo  
Uma nova coleção do  
Prof. Sergio R. Antunes  
Fitas de curta duração com imagens  
Didáticas e Objetivas



## 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 - LASERE 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 VIDEOCASSETE
- 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 VIDEOCASSETE
- 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 - AUDIO, 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

## 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 - VIDEOCASSETE - curso básico.....	38,00
16 - 99 DEFEITOS DE VIDEOCASSETE .....	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 básico.....	31,00
*48 - 99 DEFEITOS DE COMPACT DISC PLAYER.....	26,00
*50 - TÉC. LEITURA VELOZ/MEMORIZAÇÃO.....	31,00
69 - 99 DEFEITOS RADIOTRANSECTORES.....	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	
MICROCOMPUTADORES 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

Adquira já estas apostilas contendo uma série de informações para o técnico reparador e estudante.

Autoria e responsabilidade do  
prof. Sergio R. Antunes.

# VÍDEO AULA

## 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 Conjugado com VCR
- 095-Tecnologia em CIs 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 Vídeo LASER
- 048-Instalação e Repar. de CPD auto
- 088-Reparação de Sega-CD e CD-ROM
- 091-Ajustes de Compact Disc e Vídeo LASER
- 097-Tec. de CIs usados em CD Player
- 114-Dicas de Reparação em CDP/Vídeo 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 CIs usados em Celular
- 103-Teoria e Reparação de Pager
- 117-Téc. Laboratorista de Tel. Celular

Método **econômico** e **prático** de treinamento, trazendo os tópicos mais importantes sobre cada assunto. **Com a Vídeo Aula** você não leva só um professor para casa, você leva também uma escola e um laboratório. Cada **Vídeo Aula** é composta de uma fita de videocassete e uma apostila para acompanhamento.

## DISQUE E COMPRE

(0 XX 11) 6942-8055



## TELEFONIA

- 017-Secretária 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



## 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 Apple
- 076-Informática p/ Iniciantes: Hard/Software
- 080-Reparação de Fliperama
- 082-Iniciação ao Software
- 089-Teoria de Monitor de Vídeo
- 092-Tec. de CIs Família Lógica TTL
- 093-Tecnologia de CIs Família Lógica C-CMOS
- 100-Tecnol. de CIs-Microprocessadores
- 101-Tec. de CIs-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



## 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 CIs usados em FAX
- 110-Dicas de Reparação de FAX
- 115-Como reparar FAX SHARP



## 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 CIs 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



## 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-Eletricidade 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:** Verifique as instruções na solicitação de compra da última página.

**PREÇO:** Somente **R\$ 55,00** cada **Vídeo Aula**

Preços válidos até 10/12/2000