Interligando diferentes padrões de comunicação

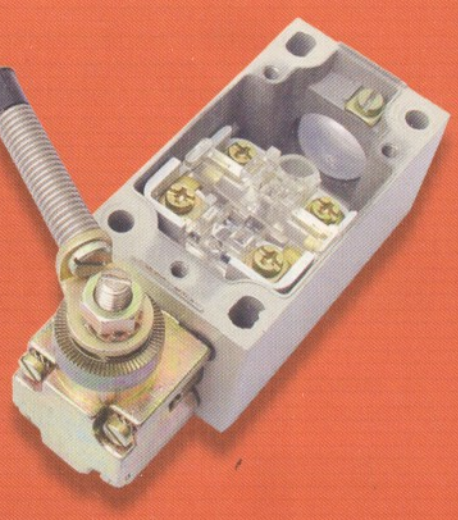
Ano 39 Nº 371 - Dezembro/03
Brasil R$ 9,90
Europa € 4,30

www.sabereletronica.com.br

# SABER ELETRÔNICA

TECNOLOGIA - INFORMÁTICA - AUTOMAÇÃO





## Sensores na Automação Industrial

Conheça os principais e saiba como escolher o melhor tipo segundo sua necessidade.

## Antenas

Uma análise técnica sobre: ganho, diretividade, polarização, e principais tipos.

## Proteção Elétrica

NBR5410, NBR5419, DPS e DRS



## Construa um Termômetro Digital com microcontrolador 68HC908GP32 via RS-485 para PC

## O que você precisa saber sobre baterias

*Primárias, Secundárias, secas úmidas e outras mais*



TESTADOS

**Soluções Práticas para o técnico de campo**

- Interface paralela
- Ponte H de alta potência
- Amplificador para termopar
- Teste para EMI com oscilador 30-150 MHz
- Circuito PWM para controle de ponte H

ISSN 0101-6717

9 770101 671003 00371

**Editora Saber ltda.**

**Diretores**
Hélio Fittipaldi
Thereza Mozzato Ciampi Fittipaldi

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

**Editor e Diretor Responsável**
Hélio Fittipaldi

**Diretor Técnico**
Newton C. Braga

**Redação**
Sérgio Vieira

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

**Colaboradores**
Alfonso Perez
Jeff Eckert
Márcio José Soares
Roberto Remaili

**Designers**
Diogo Shiraiwa
Ernani Yoshinaga
Jonas Ribeiro Alves
Renato Paiotti

**Circulação**
José Luiz Cazarim

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

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

**Impressão**
PROL Editora Gráfica Ltda.

**Distribuição**
Brasil: DINAP
Portugal: MIDESA

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

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

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

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

# EDITORIAL

Enquanto esta edição estiver sendo impressa, duas Feiras iniciam-se simultaneamente. A ISA SHOW SOUTH AMÉRICA 2003, que conta com o evento paralelo "3° Congresso Internacional de Automação, Sistemas e instrumentação" e o "Congresso SAE BRASIL 2003 e Exposição" com enfoque na Tecnologia, Meio-Ambiente e Mercado. Como devido ao pouco tempo disponível, não conseguimos cobrir esses eventos nesta edição, o leitor poderá inteirar-se através da nossa página na Internet.

A matéria de capa é sobre "Sensores Industriais nos processos da manufatura" que são elementos muito comuns em automação,onde nosso articulista Alexandre Capelli explora alguns conceitos importantes para os integradores de Tecnologia. A nova seção "Inglês na Eletrônica" tem recebido comentários elogiosos dos nossos leitores porque não apenas se atem à língua inglesa, como também ao uso correto de termos tais como "hot swap", abordado por Newton C. Braga neste mês. Contribua para esta seção mandando sua sugestão para os próximos artigos.

Desejamos a todos os leitores Boas Festas e Feliz 2004.

**Atendimento ao Leitor:** a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br

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

# ÍNDICE


AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL



Sensores Industriais nos Processos da Manufatura ..... 4

ENERGIA

Proteção Elétrica segundo as NBR 5410 e NBR 5419 ..... 12

O que Você precisa saber sobre Baterias ..... 16

MICROCONTROLADORES

Termômetro Digital via RS-485 com Visual C++ ..... 20

TELECOMUNICAÇÃO

Antenas
Uma análise técnica sobre os principais tipos e aplicações. ..... 24

INGLÊS NA ELETRÔNICA

Hot Swap
Uso correto ..... 30

COMPONENTES

Conheça o Sidac ..... 32

Sinalizador de Xenônio de 3V ..... 35

ZR 431 - Regulador Automotivo ..... 35

MAX 4377 - Sensor Bidirecional de Corrente ..... 36

AND 8012/D - Proteção de Estado Sólido para Circuitos CA ..... 37

SEÇÃO DO LEITOR ..... 3

TECNOLOGIA

Conversores de Dados
parte Final ..... 42

Tecnologia BGA ..... 47

Interligando Diferentes padrões de Comunicação ..... 50

REPORTAGEM

Chip da Smar chega à quarta versão ..... 38

Novos Dispositivos Philips para controle de luz ..... 39

União das empresas de Chips ..... 40

Brasil terá seu próprio modelo de TV Digital ..... 40

Revista Saber Eletrônica na Unoesc ..... 41

SOLUÇÕES PRÁTICAS

Soluções Práticas para o Técnico de Campo ..... 58

Teste para EMI com Oscilador 30-150 Mhz ..... 58

Ponte H com MOSFETs de Potência ..... 59

Interface Paralela ..... 60

Circuito PWM para Ponte H ..... 60

Amplificador para Termopar ..... 61

NOTÍCIAS

Eletrônica ..... 34, 57

USA em notícias ..... 54

# Seção do Leitor

Comentários, críticas e sugestões para
a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br
ou através de cartas:
Revista Saber Eletrônica
Rua Jacinto José de Araújo, 315
03087 - 020 - São Paulo - SP

Tenho um torno com CNC marca Nardini, que vem equipado com um comando MCS. Não conheço esse equipamento, e gostaria de saber mais a respeito do hardware ou qualquer outra informação do dispositivo.

*Thiago R. Tardeli*
São Paulo – SP

*A MCS é uma empresa que atua no mercado de automação industrial há vinte anos. Criada em 1983, desenvolveu o projeto "Proteo" de CNC, cuja estrutura baseia-se nos processadores da Texas Instruments.*

*Estes CNCs foram projetados para aplicação de médio e pequeno porte, com até 8 eixos. O projeto foi evoluindo, passou a controlar 32 eixos, bem como tratar gráficos e telas relativas a usinagem no padrão Windows. Hoje, ele pode ser encontrado com comunicaçãoTCP /IP, e até rede CAN para comunicação com os acionamentos dos motores. Tudo depende, é claro, de qual modelo (e ano) que equipa sua máquina.*

*A Nardini foi (e é) uma das fabricantes de máquinas-ferramenta que optou pela utilização deste CNC.*

*A Romi, por exemplo, também equipou algumas de suas máquinas com MCS, depois fabricou seu próprio CNC (série Mach) e, hoje, trabalha com Siemens e GE FANUC. Para maiores informações consulte: www.mcs.com.br.*

...Trabalho com manutenção de equipamentos médico-hospitalares, principalmente aparelhos de raios – X e mamografia. Há um deles que eleva e abaixa uma pequena cadeira, para tirar chapas de crianças. O acionamento da plataforma é feito com um motor monofásico 220 VCA.

Após sofrer um dano e ser rebobinado, o motor não consegue partir sob carga (quando a criança já está sentada). O que está acontecendo? Como resolvo este problema?

*Renato S. de Oliveira*
Belo Horizonte – MG

*Infelizmente, a bobinagem feita não respeitou o FS (fator de serviço) original do motor. Este parâmetro assegura o funcionamento normal do motor quando este está submetido a sobrecargas momentâneas. A única solução é rebobiná-lo novamente, orientando o profissional quanto à situação. Ou, na pior das situações, trocá-lo por um novo com as características do original.*

...É viável (tecnicamente) utilizar a tecnologia FPGA para produzir meu próprio comando eletrônico? Até que ponto compensa? Ouvi falar em empresas que fabricam ASICs a baixo custo, isto é verdade?

*Marcelo A. de Souza*
Rio de Janeiro – RJ

*Vamos por partes:*

*1 – Sim, tecnicamente é viável utilizar FPGAs para produzir equipamentos. É bom lembrar, entretanto, que esta ferramenta está mais voltada para o desenvolvimento. Hoje, já podemos encontrar fabricantes que facilitam a "migração" de FPGA para o ASIC de modo muito interessante.*

*2 – Quanto a compensar, ou não, é uma questão de custo/benefício. Depende de vários fatores (do número de placas a serem produzidas, quantidade de componentes periféricos, área de PCI a ser utilizada, etc.).*

*3 – Sim, há possibilidade de ASICs a baixo custo, o problema é quanto significa baixo custo para sua aplicação. Geralmente, quando falamos em ASICs estamos pensando em milhares de unidades. Acompanhe nossa seção do desenvolvedor, que terá início em janeiro de 2004. Acredito que estas perguntas serão respondidas com maior consistência pelos artigos.*

Parabéns pela matéria e pelas dicas que estão sempre nos ajudando, em especial a matéria sobre com desenvolver uma ponta de prova de RF para multímetro. Porém ainda fiquei com uma dúvida sobre a matéria. A figura 2 da página 29 da revista nº 370 mostra os componentes eletrônicos e como eles devem ser interligados entre si. Existe um parafuso de ajuste na placa onde ele deve ser ligado? E também um cabo terra, onde ele deve ser ligado?

*Rodrigo Cunha*

*O parafuso de ajuste é do capacitor variável ligado conforme o esquema. O fio terra, para máquinas de grande porte, deve ser ligado na estrutura metálica. Normalmente, esta já está aterrada.*

*Já, para circuitos pequenos, o negativo da alimentação pode servir como terra.*

Olá! Meu nome é Mauro, gostaria de saber se existe alguma possibilidade de se ligar um motor trifásico em uma tensão monofásica, ou seja, eu tenho na minha casa no máximo 220 V, e não gostaria de gastar muito para mudar a minha energia para trifásica .

Creio que vi algo em suas páginas algum tempo atrás.

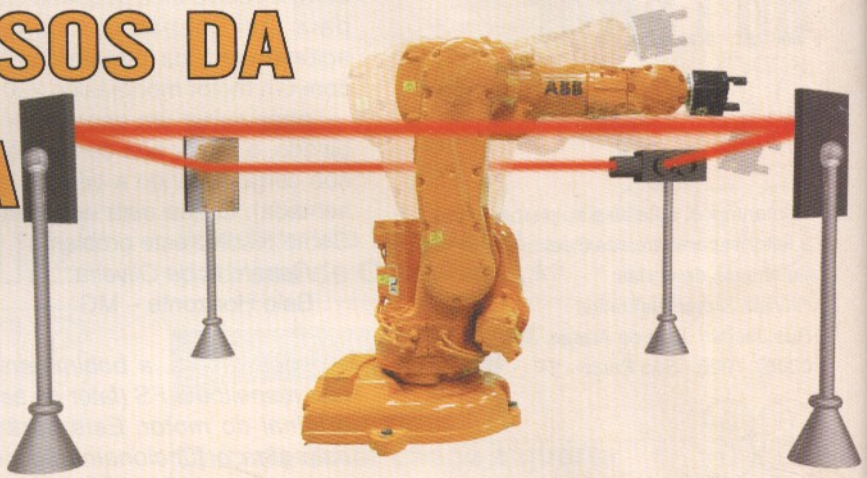
*Mauro*
São Paulo – SP

*Infelizmente, não.*

*A única forma de fazer isto é através de um inversor de freqüência, o que seria uma alternativa com relação custo/benefício ruim. A forma mais econômica, portanto, é comprar um motor monofásico.*

*Também não é viável rebobinar o motor trifásico no intuito de transformá-lo em monofásico, devido as diferenças construtivas do estator.*

# SENSORES INDUSTRIAIS NOS PROCESSOS DA MANUFATURA




Alexandre Capelli

## INTRODUÇÃO

O sensor, com certeza, é o elemento mais básico e comum em qualquer processo de automação, principalmente industrial. É através desse dispositivo que todo o sistema é capaz de coletar informações da planta fabril e, com base nisso, executar determinada tarefa.

A intenção deste artigo é explorar alguns conceitos importantes sobre sensores, e, através de cada respectivo princípio de funcionamento, ajudar o integrador de tecnologia a escolher e dimensionar o melhor tipo segundo sua necessidade. Além disso, vamos fazer uma breve análise sobre a mais popular rede de sensoriamento: AS-interface.

## DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS DOS SENSORES PARA AUTOMAÇÃO.

Sensores são dispositivos capazes de detectar a presença ou passagem de materiais, sejam eles metálicos ou não; por proximidade ou aproximação, sem haver, necessariamente, contato físico.

*"Quais são os parâmetros a serem observados na escolha ou dimensionamento de um sensor?"*

Depende do sensor, porém, genericamente, temos:

**a) Linearidade**

É o grau de proporcionalidade entre o sinal gerado e a grandeza física. Quanto maior, mais fiel é a resposta do sensor ao estímulo. Conseqüentemente, podemos conferir um maior precisão ao sistema.

**b) Faixa de atuação**

É o intervalo de valores da grandeza em que pode ser usado o sensor, sem destruição ou imprecisão.

**c) Histerese**

É a distância entre os pontos de comutação do sensor, quando um atuador dele se aproxima ou se afasta.

**d) Sensibilidade**

É a distância entre a face do sensor e o atuador no instante em que ocorre a comutação.

**e) Freqüência de comutação**

É a quantidade máxima de mudanças de estado em um determinado intervalo de tempo.

**f) Distância Sensora**

É a distância em que, aproximando-se o acionador da face sensora, o dispositivo muda de estado.

## VISÃO GENÉRICA DAS FAMÍLIAS DE SENSORES UTILIZADAS NA AUTOMAÇÃO DA MANUFATURA.

### SENSOR INDUTIVO

O sensor indutivo, também conhecido como sensor de proximidade, é capaz de detectar a presença (ou

| | Família | Tipo | Princípio de Funcionamento |
|---|---|---|---|
| Sensores | Indutivos | Proximidade | Geração de campo eletromagnético |
| | Capacitivos | Proximidade | Geração de campo elétrico |
| | Ópticos | Difusão<br>Reflexivo<br>Barreira | Transmissão e recepção de luz infravermelha, que pode ser refletida ou interrompida por um objeto a ser detectado. |
| | Ultra-sônicos | Difusão<br>Reflexivo<br>Barreira | Transmissão ou recepção de onda sonora, que pode ser refletida ou interrompida por um objeto a ser detectado. |

Tabela 1

não) de um objeto metálico quando este estiver a determinada distância da sua face (distância sensora). Seu princípio de funcionamento é baseado na geração de um campo eletromagnético de alta freqüência, que é desenvolvido por uma bobina ressonante instalada na face sensora (**figura 1**).

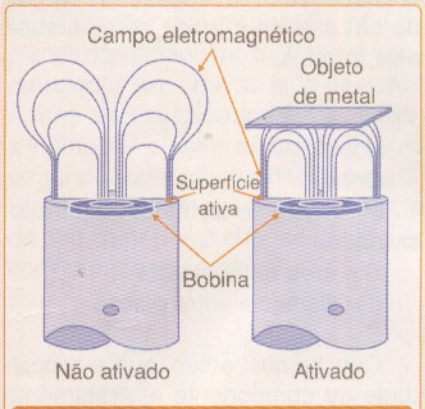



Figura 1

A bobina faz parte de um circuito oscilador, que em condição normal (não acionada), gera um sinal senoidal. Quando um metal se aproxima do campo, este através da corrente de superfície absorve energia, reduzindo a amplitude do sinal gerado no oscilador. Esta variação do valor original é, então, detectada e aciona o estágio de saída.

Na **figura 2** podemos observar o diagrama eletrônico simplificado de um sensor indutivo.

*"Qual a razão de utilizar sensores indutivos no lugar de chaves fim-de-curso convencionais?"*

Várias, mas três são as principais:

- Número de manobras: por não ter partes móveis (acionamento estático), a capacidade de operação de um sensor indutivo é muito maior que uma chave convencional.

- Ausência de contato físico: como se trata de um sensor de proximidade, não há necessidade de contato físico com a parte em movimento. Novamente, isso contribui para o aumento significativo da vida útil do sistema.

- Velocidade de atuação: ela é maior que a de uma chave mecânica, uma vez que não há inércia na sua operação.

## SENSOR E TRANSDUTOR

Devemos atentar para as diferenças entre sensor e transdutor. Embora, em alguns casos, um possa fazer o papel do outro, não podemos classificá-los como sendo componentes da mesma família.

Como já foi citado, o sensor é um dispositivo capaz de detectar a presença ou passagem de um material. Por outro lado, o transdutor é um dispositivo que converte determinada grandeza física em um sinal elétrico, e vice-versa. Muitas vezes, um transdutor executa a função de um sensor. Por exemplo, um transdutor piezoelétrico (que converte pressão mecânica em tensão elétrica) operando como "sensor" de deformação geométrica.

Há, porém, vários transdutores que não executam a função de um sensor (alto-falantes, microfones, solenóides, etc.).

Resumindo: os transdutores são diferentes dos sensores, embora, em aplicações específicas eles possam funcionar como tais.

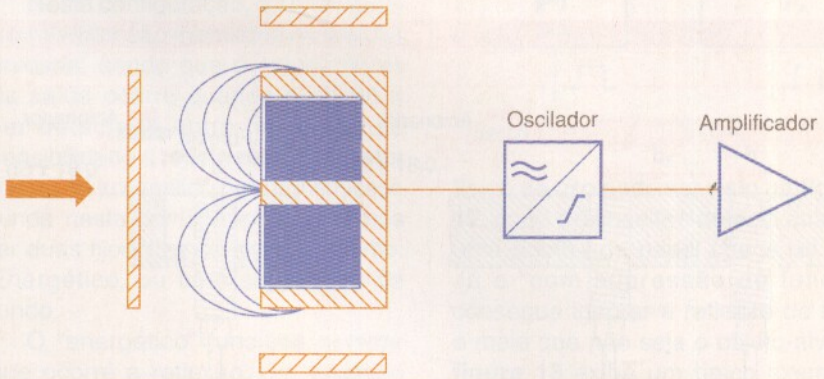



Figura 2

A **figura 3** ilustra um exemplo do campo de atuação, tendo como referência sua superfície ativa. Já a **figura 4** nos traz alguns exemplos de aplicação.

Outro "nome" atribuído ao sensor indutivo é sensor "não faceado". Essa denominação origina-se do aspecto de instalação do componente, que por razões óbvias deve ter uma "zona livre" de metal ao seu redor. Através da **figura 5**, podemos estimar as distâncias mínimas que um sensor deste tipo deve respeitar, caso seu alojamento seja metálico, a fim de que não ocorram comutações errôneas.

Como veremos a seguir, sensores para materiais isolantes (não metálicos) são, também, classificados como faceados, uma vez que "faceiam" seu alojamento sem correr riscos de acionamento indevido.

Os sensores industriais, sejam eles indutivos ou não, podem ter suas saídas nas configurações pnp ou npn. A **figura 6** mostra como no primeiro caso (pnp) a comutação da carga é feita através do pólo positivo da fonte. Tomando um CLP como exemplo, a carga seria acionada com + 24 Vcc no seu terminal livre. Já a configuração npn conecta a carga ao zero volt, uma vez que essa já está com o pólo positivo ligado.

As saídas, normalmente, podem ser de 2, 3, ou 4 condutores, sendo

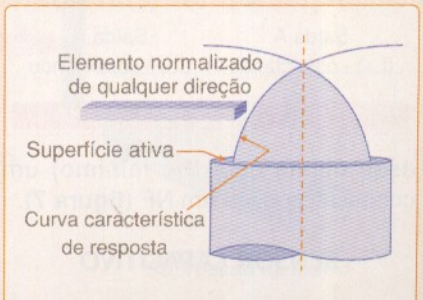



Figura 3

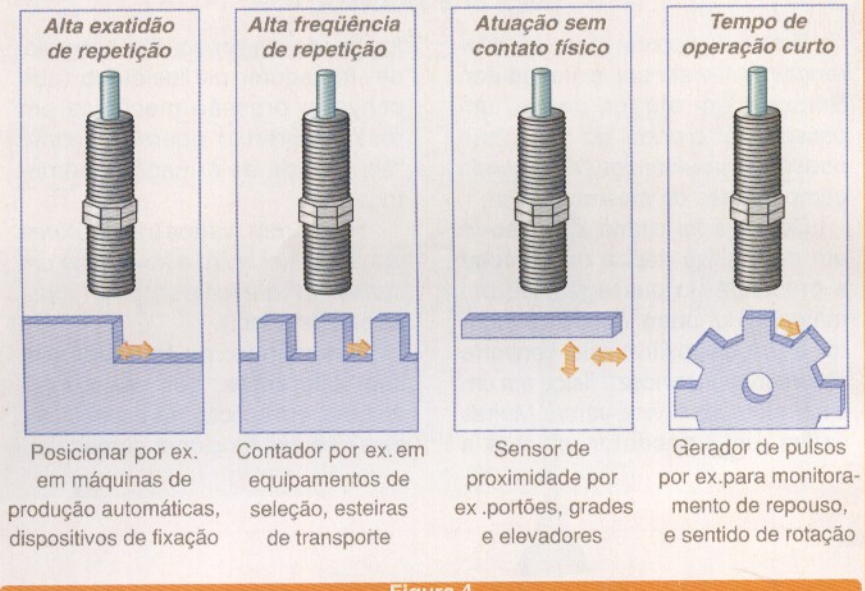



Figura 4

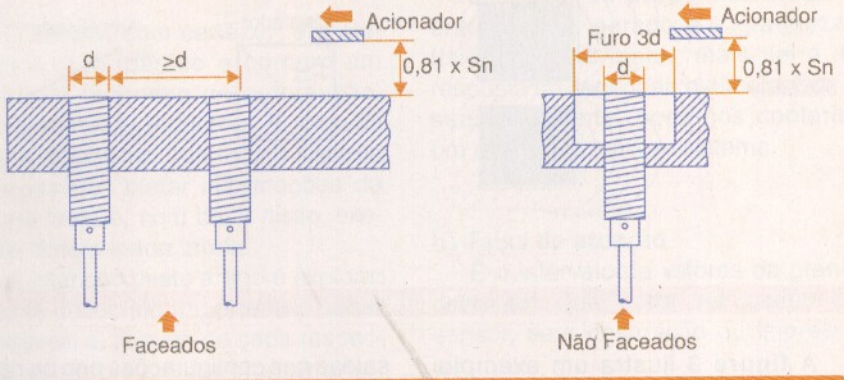



Figura 5

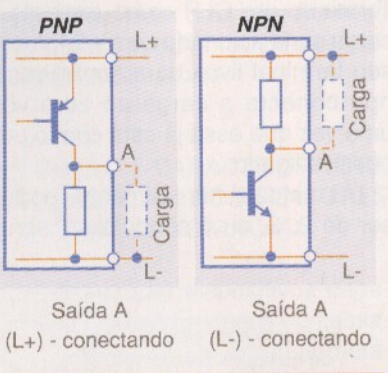



Figura 6

esse último com (no mínimo) um contato tipo NA e um NF (**figura 7**).

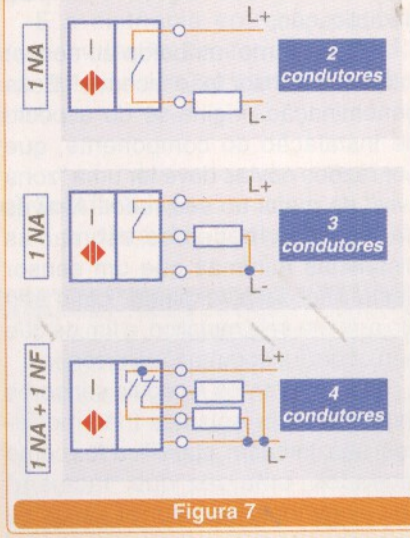



Figura 7

## SENSOR CAPACITIVO

Ao contrário do sensor indutivo, que funciona através da formação de um campo eletromagnético e é indicado para detecção de partes metálicas, o capacitivo funciona segundo um campo elétrico e é ideal para sensoriar materiais isolantes (líquidos, plásticos, vidros, entre outros).

Para entendermos melhor como ele faz isso, vamos relembrar alguns conceitos básicos dos capacitores. A capacidade de armazenar cargas de um capacitor, pode ser expressa pela fórmula:

$$C = \varepsilon . \frac{S}{d}$$

Onde;

$\varepsilon$ = constante dielétrica ou permissividade.

S = área entre placas

d = distância entre placas.

Concluímos, então, que a capacidade do componente é diretamente proporcional a área formada entre as placas e a constante dielétrica, e inversamente à distância entre elas.

Como referência temos o ar como constante dielétrica, sendo $\varepsilon_0 = 1$. É bom lembrar que este valor é uma referência, e que dizer que "1" é igual a $8,9 \times 10^{-12}$ F/m (Faraday/metro).

A seguir, mostramos uma tabela **(2)** para $\varepsilon$ dos materiais mais comuns. Quando atribui-se 2 à madeira, por exemplo, significa que, fisicamente, ela apresenta $17,8 \times 10^{-12}$ F/m ($2x\varepsilon_0$).

**Constantes Dielétricas Típicas**

| Material | $\varepsilon_r$ | Material | $\varepsilon_r$ |
|---|---|---|---|
| Álcool | 25,8 | Polipropileno | 2,3 |
| Ar | 1 | Polistirol | 3 |
| Araldite | 3,6 | PVC | 2,9 |
| Baquelite | 3,6 | Porcelana | 4,4 |
| Cabos isolantes | 2,5 | Cartão prensado | 4 |
| Celulóide | 3 | Cristal quartzo | 3,7 |
| Vidro | 5 | Areia de sílicio | 4,5 |
| Mica | 6 | | |
| Mármore | 8 | Polietileno | 2,3 |
| Papel parafinado | 4 | Teflon | 2 |
| | | Aguarrás | 2,2 |
| Papel | 2,3 | Óleo de Trafo | 2,2 |
| Petróleo | 2,2 | Vácuo, ar | 1 |
| Plexiglás | 3,2 | Água | 80 |
| Poliamida | 5 | Madeira | 2 |

Tabela 2

A detecção do objeto neste tipo de sensor ocorre segundo uma variação da capacitância. Ora, conforme acabamos de ver, esta depende de três variáveis em um capacitor. No sensor capacitivo, entretanto, duas delas já são fixadas e determinadas na concepção do dispositivo.

A **figura 8** mostra que a diferença fundamental entre o sensor capacitivo e o capacitor convencional é que as placas não estão uma de frente para a outra, mas sim uma ao lado da outra. A área e a distância entre elas é fixa, e como as placas estão dispostas segundo esta geometria, a capacitância do elemento na ausência de um material dielétrico pode ser considerada desprezível.

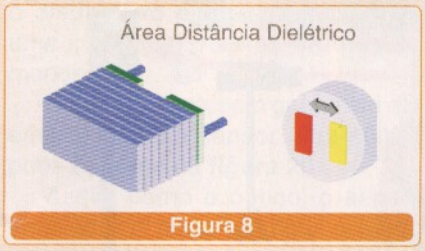


Figura 8

Uma vez que um objeto dielétrico aproxima-se, porém, ao adentrar no campo elétrico sob a superfície do eletrodo, causa uma mudança na capacitância do conjunto. Este fenômeno produz uma oscilação com uma amplitude tal que seja detectada por um circuito e convertida em um comando para a comutação do estado da saída (**figura 9**).



Figura 9

Resumindo, o sensor capacitivo funciona de acordo com a variação da constante dielétrica do material a ser detectado, através de um campo elétrico, e cuja alteração da sua capacitância aciona um comando de chaveamento na saída.

O gráfico da **figura 10** faz uma análise da curva da distância de operação (distância sensora) em função da constante dielétrica do material.

## SENSORES ÓPTICOS

O princípio de funcionamento do sensor óptico (**figura 11**) baseia-se na transmissão e recepção da luz infravermelha, que pode ser refletida ou interrompida pelo objeto a ser detectado.

### a) Difusão:

Nesta configuração, o transmissor e o receptor são montados na mesma unidade, sendo que o acionamento da saída ocorre quando o objeto a ser detectado entra na região de sensibilidade e reflete para o receptor o feixe de luz emitido pelo transmissor. Ainda nesta configuração, podemos ter duas filosofias de funcionamento: Energético, ou com supressão de fundo.

O "energético" funciona sempre que ocorre a reflexão. Um exemplo

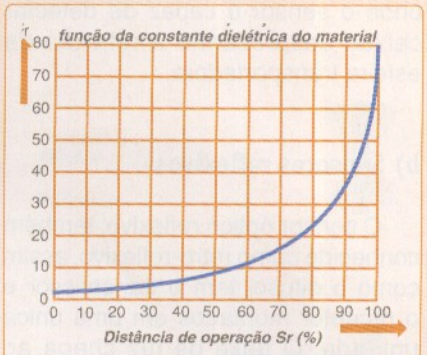


Figura 10

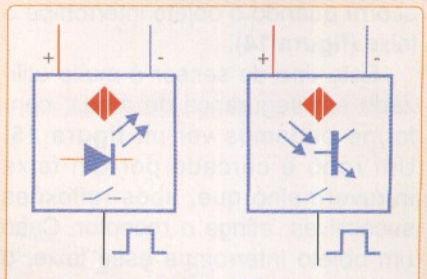


Figura 11

típico de uso pode ser visto na **figura 12**, onde o dispositivo detecta quando uma bobina de papel chega ao fim. Já o "com supressão de fundo", consegue ignorar a reflexão de todo o meio que não seja o objeto-alvo. A **figura 13** exibe um típico exemplo,

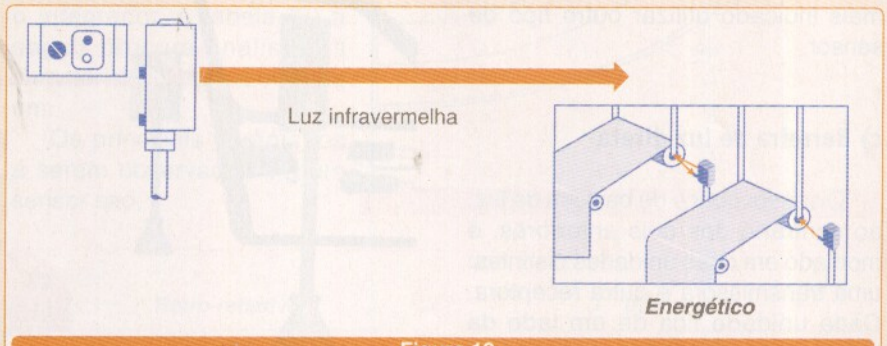


Figura 12

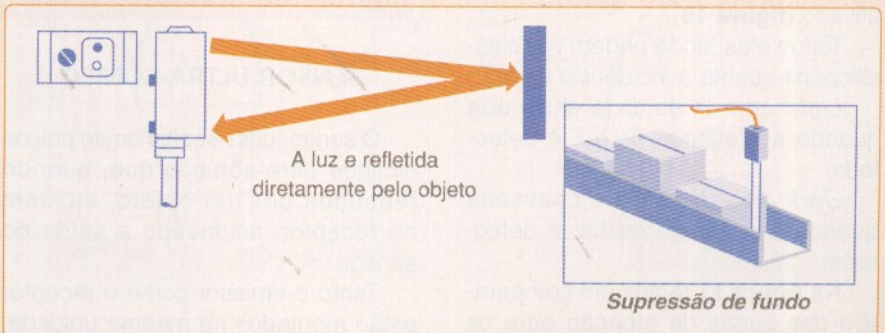


Figura 13

onde o sensor é capaz de detectar caixas desprezando a reflexão da esteira transportadora.

### b) Sensores reflexivos

O sensor óptico reflexivo, também conhecido como retro-reflexivo, assim como o difuso, tem o transmissor e o receptor montados em uma única unidade. O feixe de luz chega ao receptor após a incidência em um espelho e o acionamento da saída ocorre quando o objeto interrompe o feixe (**figura 14**).

Este tipo de sensor é muito utilizado em segurança de áreas, conforme podemos ver na **figura 15**. Um robô é cercado por um feixe infravermelho que, após reflexões sucessivas, atinge o receptor. Caso um objeto interrompa esse feixe, o sensor será atuado.

Um cuidado a ser tomado quando o integrador decidir utilizar um sistema como este, é orientar o usuário quanto a limpeza dos sensores e espelhos. A sujeira pode gerar acionamentos indevidos. Caso o ambiente seja muito rico em poeira ou qualquer outra partícula em suspensão (névoa de óleo, por exemplo), talvez seja mais indicado utilizar outro tipo de sensor.

### c) Barreira de luz direta

O sensor óptico de barreira de luz, ao contrário dos dois anteriores, é montado em duas unidades distintas: uma transmissora e outra receptora. Cada unidade fica de um lado da trajetória do objeto-alvo, uma vez que este interrompe o feixe, e o sensor é ativado (**figura 16**).

Todos eles ainda podem ser classificados quanto à incidência de luz:

*Light on* – A saída é chaveada quando a presença de luz é detectada.

*Dark on* – A saída é chaveada quando a ausência de luz é detectada.

Na **figura 17** temos um comparativo das zonas de atuação para os três tipos de sensores ópticos.

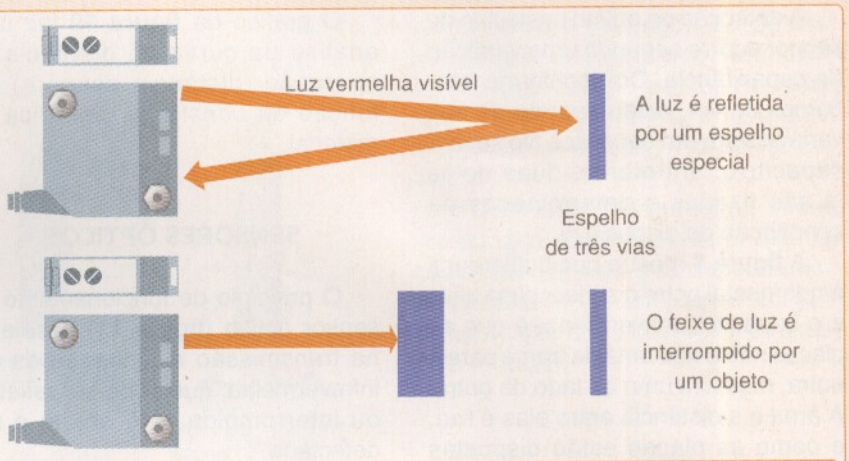



Figura 14

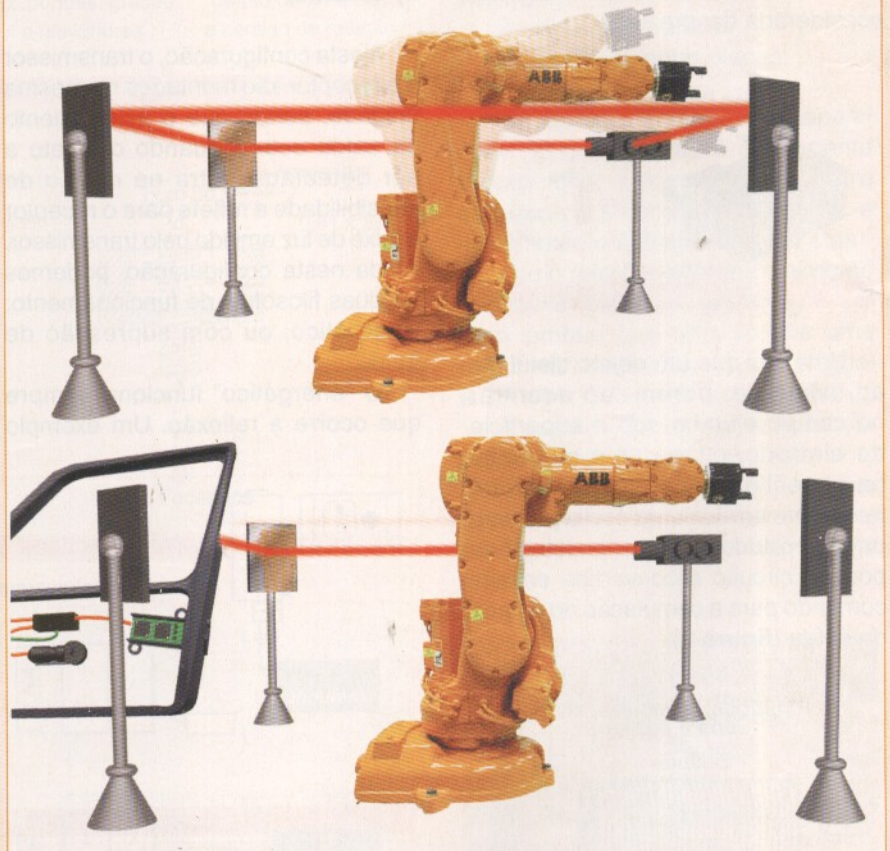



Figura 15

### SENSOR ULTRA-SÔNICO

O sensor ultra-sônico emite pulsos cíclicos ultra-sônicos que, quando refletidos por um objeto, incidem no receptor, acionando a saída do sensor.

Tanto o emissor como o receptor estão montados na mesma unidade, portanto, é necessário que haja uma reflexão (eco) do ultra-som de modo que este ative o receptor (**figura 18**).

Neste caso também devemos ser cuidadosos quando decidimos utilizar um sensor desse tipo, devido alinhamento angular. Conforme ilustra a **figura 19**, dependendo da inclinação do alvo, o eco pode desviar-se para uma direção diferente do sensor, não chegando ao receptor (localizado

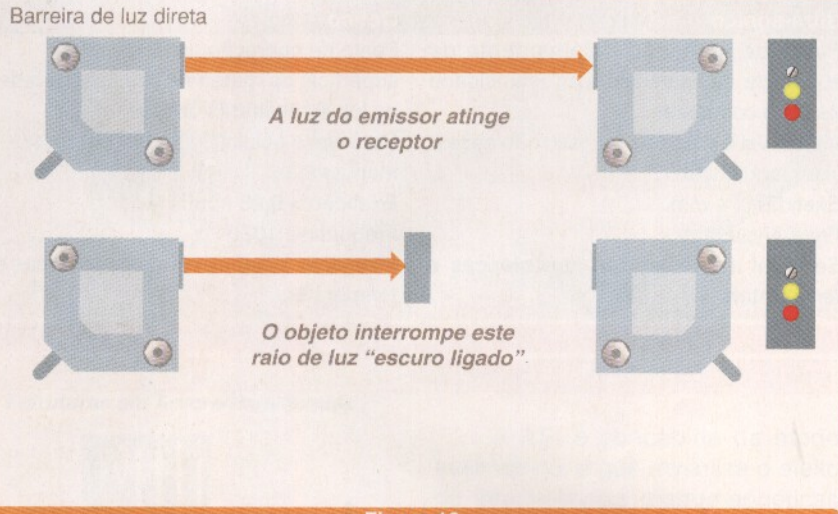



Figura 16

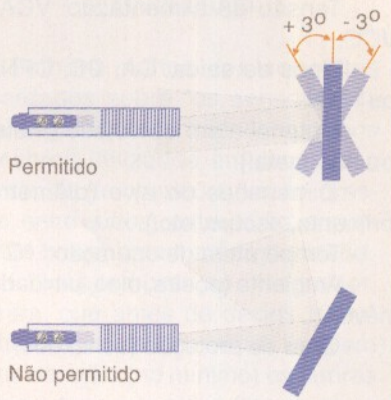



Figura 19

no mesmo componente). No exemplo, o dispositivo em questão permite uma inclinação máxima de mais ou menos 3º.

O cone sonoro, com ganho em dB, emitido por um sensor ultra-sônico pode ser visto na **figura 20**.

Assim como o óptico, o sensor ultra-sônico pode suprimir o fundo (desprezar o eco do que não é objeto alvo de detecção). Neste caso, temos o tipo de barreira de reflexo.

Reparem que o sensor ultra-sônico pode operar tal qual um óptico, no que se refere a capacidade de detecção. A **figura 21** traz quatro exemplos de aplicação.

A decisão do uso de um ou outro tipo depende das características do processo a ser automatizado. Para auxiliar o integrador, a tabela (3) a seguir procura analisar as características típicas de cada um.

Os principais parâmetros a serem observados em um sensor são:

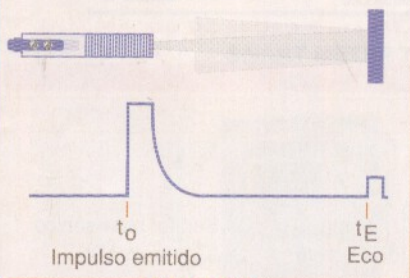



Figura 18

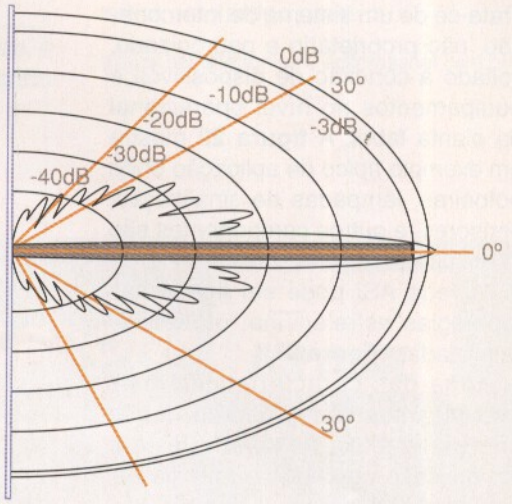



Figura 20

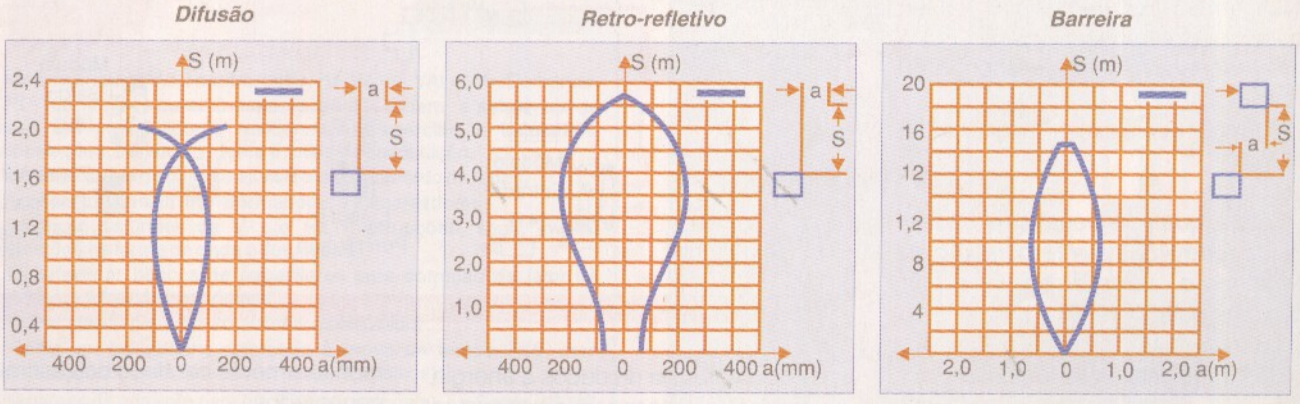



Figura 17

- Distância sensora: (Sn).
- Tensão de alimentação: VCA / VCC.
- Tipos de saída: CA, CC, CPNP, ou NPN.
- Material a ser detectado (metal, ou não metal).
- Dimensões do alvo (diâmetro, brilhante, escuro, etc.).
- Temperatura de operação: ºC
- Ambiente (poeira, óleo, umidade, névoa)
- Grau de proteção (conexões).

## REDE AS – INTERFACE

A rede ASI é uma das mais populares utilizadas na comunicação entre dispositivos atuadores e sensores e seus respectivos controladores. Trata-se de um sistema de interconexão, não proprietário e padronizado, voltado à conexão de dispositivos e equipamentos no nível operacional da planta fabril. A **figura 22** mostra um exemplo típico de aplicação onde botoeiras, lâmpadas de sinalização, sensores, e outros componentes são interligados.

A rede ASI pode ser ligada nas topologias estrela/linha, ou árvore/ramificadas (**figura 23**).

Uma das características mais interessantes desse padrão, e que confere grande flexibilidade, é a transmissão de dados e energia em um único cabo.

Conforme podemos observar na **figura 24**, o cabo é perfilado (contra inversão da polaridade) e de crimpagem rápida com sistemas "autocicatrizante". Podemos encontrar no mercado as versões:

- amarelo → dados e energia 30 Vcc
- preto → com alimentação auxiliar 24 Vcc.

*"Mas, quais os benefícios de utilizar a rede ASI na interconexão de sensores e outros dispositivos com seus controladores?"*

São várias.

As principais, entretanto, são:

- Garantia de uma construção simples, fácil instalação e operação.
- Transferência de dados e energia num único cabo (economia nos custos da instalação).
- Alta segurança na operação via monitoramento contínuo dos escravos conectados.
- Simples e fácil comissionamento e manutenção.

| Ultra-sônico | Óptico |
|---|---|
| Ponto de operação independente da superfície de materiais, cor, intensidade de luz e contrastes. | Ponto de operação dependente da superfície de materiais, cor, intensidade de luz e constrates ópticos. |
| Insensível a poluição, por isso não necessita manutenção. | Sensível a poluição, por isso necessita manutenção. |
| Exatidão > 1 mm. | Exatidão > 0,25 mm. |
| Freqüência 8 Hz. | Freqüência 1000 Hz |
| Sensível a turbulências atmosféricas e temperatura. | Insensível a turbulências atmosféricas e temperatura. |

Tabela 3




Figura 21

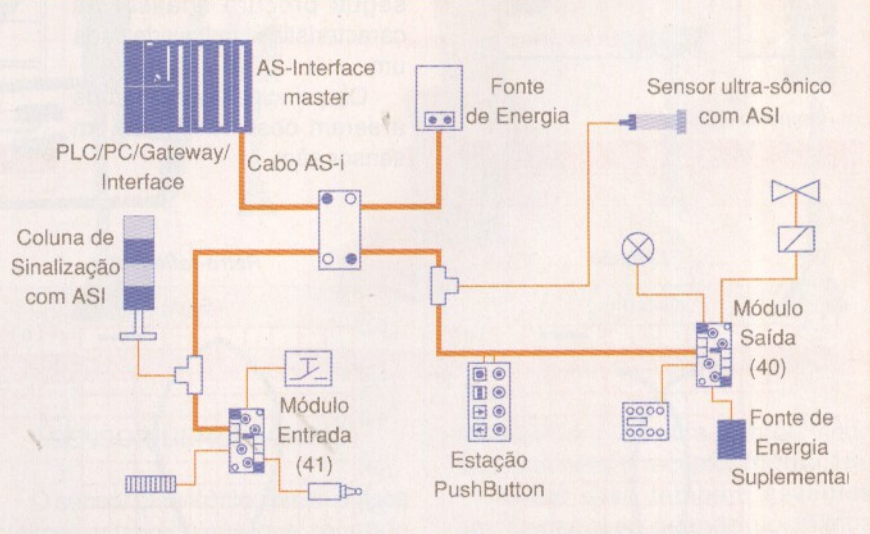
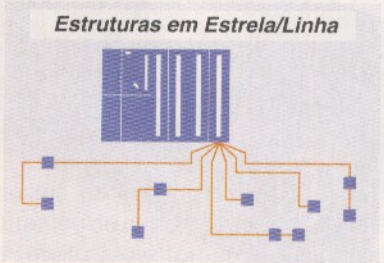



Figura 22



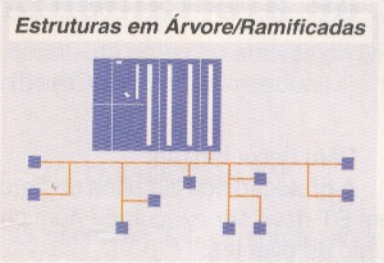




Figura 23

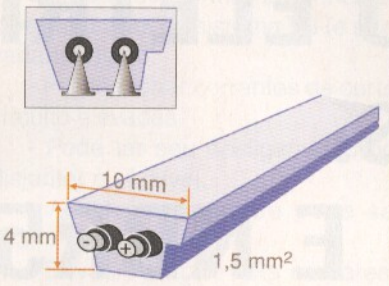



Figura 24

- A ASI é concebida de modo assimétrico, o que minimiza o efeito de interferências eletromagnéticas (EMI).

- Sinais espúrios no cabo são efetivamente detectados por checagem de redundância no código de dados.

- A funcionalidade da rede é continuamente monitorada pelo "mestre".

## CONCLUSÃO

Embora muitos dos conceitos abordados sobre "os sensores da manufatura" possam ser comuns aos sensores utilizados em processos contínuos (temperatura, vazão, pressão, entre outros), estes terão, em um futuro breve, uma matéria dedicada.

É bom lembrar ao integrador, porém, que antes de decidir a respeito de qual sensor utilizar, leve em consideração (no mínimo) os fatores explorados neste artigo (temperatura de operação, sujeira, vibração, etc.).

Somente após estudar detalhadamente os prós e contras de cada alternativa, parta para a concretização do projeto.

Enviem suas críticas e sugestões sobre este artigo para:

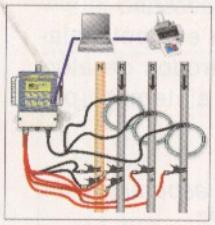
a.leitor.saberletronica@editorasaber.com.br

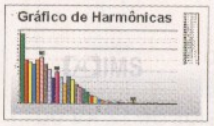
IMS EQUIPAMENTOS PARA MEDIÇÃO, ECONOMIA, AUTOMAÇÃO E QUALIDADE DA ENERGIA ELÉTRICA

ANALISADOR DE REDES E INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

SMART METER T








A PARTIR DE R$ 2.800,00 Pagamento Facilitado

APLICAÇÕES

• Medir e analisar V, I, I neutro, cosφ, Hz, W, VA, VAr e Wh, Demanda, THD, harmônicas pares e ímpares até 41° ordem e sequência de fases em consumidores residenciais, comerciais e industriais, subestações, transformadores e redes de distribuição.
• Levantar curva de carga e ajustar balanceamento de redes.
• Analisar perdas em transformadores e alimentadores.
• Verificar distúrbios de V, I e Hz, interrupções, sags, swells, distorções na forma de onda e flutuações.
• Dimensionar bancos de capacitores para correção de fator de potência e filtros de harmônicas.
• Ratear custos por produto, setor ou consumidor.
• Caixa em poliestireno reforçado à prova de tempo-IP65, com lacres e gancho para pendurar em painel, poste, etc.
• Sensores de corrente para até 2000A (opcionais) • Saída RS232
• Acompanha software para armazenar e analisar dados.

Fone: (0xx61) 2131-3322 • ims@ims.ind.br • www.ims.ind.br

semicondutores CORONA BRASIL

SEMICONDUTORES DE POTÊNCIA




Corona Brasil Ind. Com. e Representações Ltda
PABX: (19) 3834 3257 - Fax: (19) 3834 3282
Site: www.coronabrasil.com.br
E-mail: semicondutores@coronabrasil.com.br

DISTRIBUIDOR AUTORIZADO WESTCODE

# PROTEÇÃO ELÉTRICA SEGUNDO AS: NBR 5410 E NBR5419



## Conheça mais sobre estas normas, tipos de aterramento e protetores elétricos.

Alexandre Capelli

Por várias vezes a Revista Saber Eletrônica fez referência às normas NBR 5410 e NBR 5419 para os profissionais que trabalham com energia, eletrônica, automação industrial e tecnologia da informação. Sempre recomendando a consulta detalhada desses documentos antes de efetuar qualquer trabalho e, principalmente na concepção do projeto.

*"Mas o que elas têm a ver com proteção elétrica?".*

A intenção deste artigo é responder essa pergunta, bem como explorar um pouco as técnicas de aterramento e proteção, mostrando os prós e contras de cada uma.

### TIPOS DE ATERRAMENTO ELÉTRICO

Vamos tratar um pouco sobre normas. Muita gente confunde a NBR 5410 com NBR 5419. É fato que ambas têm aspectos em comum, porém, cada uma tem seu próprio foco.

A NBR 5410 é uma norma que rege "as instalações elétricas em baixa tensão", já a NBR 5419 é a norma que rege os sistemas de proteção contra descargas atmosféricas (também conhecido pela sigla SPDA).

Até aqui nenhuma novidade, entretanto, nem todos conhecem o principal item da NBR 5419, o 6.4.2.4.1. Ele se divide em seis subitens, a saber:

"Em qualquer instalação deve ser previsto um terminal ou barra principal e os seguintes condutores devem ser a ele ligados:

a) Condutor de aterramento

b) Condutores de proteção principais

c) Condutores de equipotencialidade principais.

d) Condutor neutro, se disponível.

e) Barramento de equipotencialidade funcional, se necessário

f) Condutores de equipotencialidade ligados a eletrodos de aterramento de outros sistemas (por exemplo, SPDA)".

*"O que devemos esperar de um sistema de proteção?".*

Depende.

Para média tensão:

- Estas instalações devem estar protegidas por pára-raios de 12 kV ou mais, por 5 kA ou 10 kA dependendo da maior ou da menor exposição aos raios.

- Deixam passar surtos de tensão da ordem de 40 a 50 kV. Esses surtos passam pela capacitância parasita entre os enrolamentos do transformador para o secundário, atingindo valores de 4 a 6 kV.

- Os pára-raios poliméricos são usados nas zonas urbanas para evitar os danos causados pela queda de cacos de porcelana e outras partes internas sobre pessoas ou objetos.

Para baixa tensão:

A proteção dos circuitos de "força" em BT deve ser executada num conjunto de eventos:

- Esquema de aterramento adequadamente utilizado.

- Equalização dos potenciais entre massas metálicas e aterramentos.

- Instalações de DPSs (dispositivos de proteção contra surtos), item 6.3.5 da NBR 5410.

*"Quais os tipos de aterramento que a norma contempla?".*

Basicamente: TT, IT e TN (e suas variações).

A designação dos aterramentos dos sistemas é feita sempre por duas letras:

A primeira indica como o neutro da fonte é ligado à terra.

- T (ligação direta a um eletrodo ou malha)

- I (Isdolado ou através de resistência de alto valor).

A segunda representa a ligação das massas à terra.

- T (ligação à terra a um eletrodo que não o da fonte).

- N (ligação à terra através do condutor neutro).

Então os aterramentos são assim: TT, TN (TN-C, TN-S, TN-C-S), IT.

### CARACTERÍSTICAS DO ESQUEMA TT

A **figura 1** ilustra o esquema TT. Notem que há dois eletrodos (ou malhas) separados, com resistência

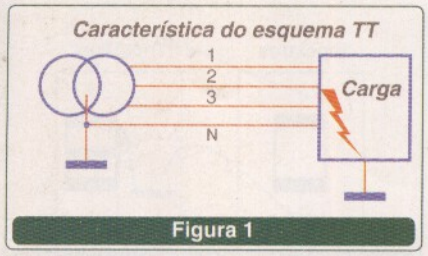


Figura 1

máxima de 10 Ω. Neste sistema as correntes de curto-circuito não podem ser muito altas (ordem de dezenas de ampères).

Obrigatoriamente, esse esquema necessita de proteção através de DR (dispositivo diferencial residual).

## O ESQUEMA TN

O esquema TN, conforme podemos ver pela **figura 2**, possui três variantes: TN-C, TN-S e TN-C-S. No sistema TN-C os condutores PE (aterramento) e neutro são feitos por um único fio. Já, no sistema TN-S, PE e neutro estão em condutores separados. O TN-C-S, muito comum em residências, atribui a origem comum de PE e neutro em um mesmo condutor, porém, ao longo do trajeto eles se separam.

Sempre que possível, devemos optar pelo esquema TN-S, visto que é o mais seguro e melhor contra EMI.

De qualquer forma, as principais características de sistema TN (e suas variantes) são:

- Proporcionar correntes de curto-circuito elevadas.
- Pode ter seu desligamento por disjuntor ou fusível.
- A tensão de toque pode ser alta.
- Deve-se utilizar DRs nas áreas frias (de risco de contato, principalmente sujeitas a água).

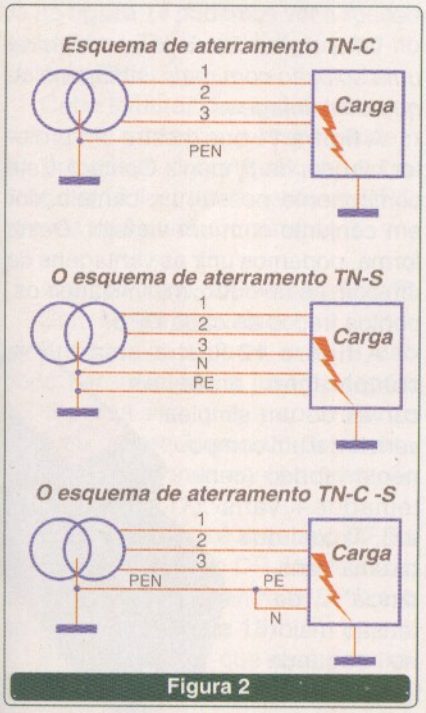


Figura 2

## ESQUEMA IT

O esquema IT é o mais raro em campo, e destina-se às instalações elétricas com características bem particulares. Hospitais e ambientes deste tipo são exemplos mais comuns.

*"Por que?"*

Porque existe a necessidade de uma tensão de toque muito pequena. A razão para isto é óbvia, uma vez que não podemos cogitar que uma pessoa com problemas de saúde leve um choque elétrico.

No sistema IT, a fonte é aterrada através de um resistor, e não diretamente (**figura 3**).

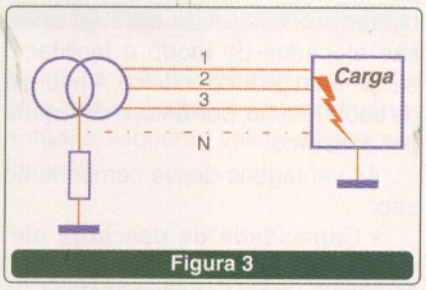


Figura 3

Desta forma, as seguintes características podem ser observadas:

- Deve haver um controle de impedância para terra com uso de DSI (dispositivo supervisor de isolação).
- A tensão de toque é muito pequena.
- Em caso de falta à terra (F-T), a tensão das fases passa a ser a tensão de linha (F-F).

Então, os DSPs devem ser dimensionados segundo a tensão F-F.

- As correntes de curto-circuito são muito altas.

## DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO CONTRA SURTOS, NORMA ANSI C 64.41 E IEC 364-1

Antes de falarmos dos DPSs, vejamos a alguns conceitos básicos sobre seus parâmetros.

**Tensão disruptiva:** É a máxima tensão atingida antes do DPS começar a conduzir corrente.

**Tensão residual:** É a máxima tensão atingida depois do DPS começar a conduzir corrente.

**Nível de proteção:** O maior dos dois valores acima.

**Corrente máxima de impulso:** Corrente que o DPS pode descarregar uma vez sem ser deteriorado ou destruído.

**Corrente nominal de impulso:** Corrente que o DPS pode descarregar 15 vezes sem ser deteriorado.

**Corrente subseqüente:** Corrente de freqüência industrial que passa pelo DPS, em seguida à corrente de impulso. A duração desta corrente é no máximo de ½ ciclo para os DPSs com centelhador e varistores de SiC (Carboneto de Cílico).

**Avalanche Térmica:** O varistor tem uma vida útil, ou seja, o número de descargas sucessivas inicia um processo de desgaste do componente. Em determinado momento, uma corrente de fuga começa a surgir, elevando a temperatura e chegando a valores tão altos que podem causar a destruição do elemento.

Além de conhecermos os parâmetros dos DPSs, as normas ANSI C 64.41, e IEC 364-1 também são importantes para a proteção elétrica.

Conforme podemos observar pela **figura 4** a ANSIC 64.41 classifica as instalações através das categorias C, B e A. Vale a pena consultá-la na íntegra para saber os valores dos impulsos esperados nas três. Já a IEC 364-1, **figura 5**, estabelece os limites suportáveis de impulso.

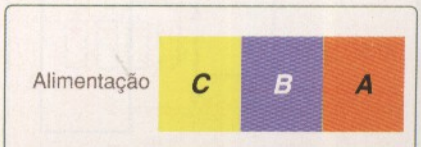


Figura 4



Figura 5

Resumindo,temos para instalações de:

| | 380 ou 220 VCA | 220 ou 127 VCA |
|---|---|---|
| I | 1,5 kV | 0,8 kV |
| II | 2,5 kV | 1,5 kV |
| III | 4 kV | 2,5 kV |
| IV | 6 kV | 4 kV |

## MODOS DE SOBRETENSÕES

No processo de instalação de DPSs devemos conhecer a natureza, ou melhor, os modos das sobretensões. Duas são as possibilidades.

A **figura 6** ilustra o modo comum, onde a sobretensão é relativa ao terra, por outro lado, a **figura 7** mostra o modo diferencial. Nesse modo a sobretensão é entre o terminal fase e retorno, ou entre fases.

**Cuidado!**

Os DPSs não são reguladores de tensão. Isto quer dizer que a função deste elemento é dissipar a sobretensão sem, contudo, interromper totalmente o fluxo de corrente.

*"O que isso significa?".*

A **figura 8** mostra uma curva típica de um centelhador. Conforme pode-se

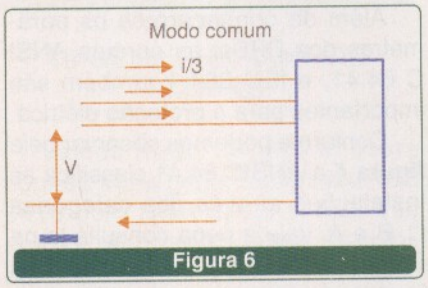


Figura 6

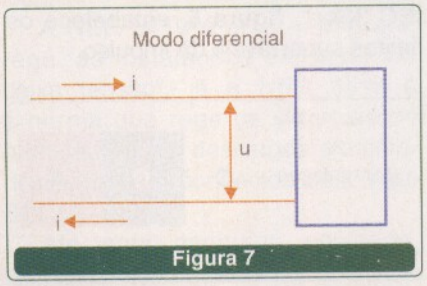


Figura 7

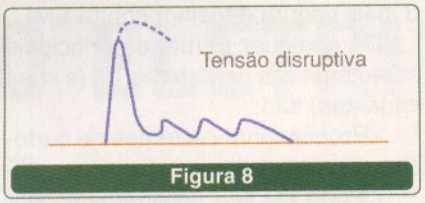


Figura 8

observar, após a tensão disruptiva, há uma tensão residual que não é, obrigatoriamente, igual a tensão nominal da carga. Na verdade, geralmente, ela é menor em um determinado intervalo de tempo.

## TIPOS DE DPS

*"Quais são os tipos de DPSs?".*

- Centelhador a gás
- Centelhador a ar
- Varistor de ZnO
- Varistor de SiC
- Pára-raios de expulsão
- Pára-raios com centelhador.

Neste artigo nos concentramos no centelhador a gás e no varistor de óxido de zinco (ZnO).

### a) Centelhador a gás

O centelhador a gás nada mais é do que uma cápsula preenchida com gás, que pode ser inerte (gases nobres) ou não, onde dois eletrodos são alocados de modo a facilitar o surgimento do arco voltaico. A energia da sobretensão, portanto, é dissipada por este arco.

As vantagens desse componente são:

- Capacidade de descarga elevada: 5, 10, 20 ou mais kA.
- Capacitância muito baixa, portanto, pode ser utilizado em altas freqüências.

Sua principal desvantagem é que, geralmente, só está disponível para tensões acima de 110 V. Seu símbolo pode ser visto na **figura 9**.

### b) Varistor de ZnO

O varistor de óxido de zinco apresenta a propriedade de baixar sua resistência significativamente (próximo a zero ohm) mediante uma

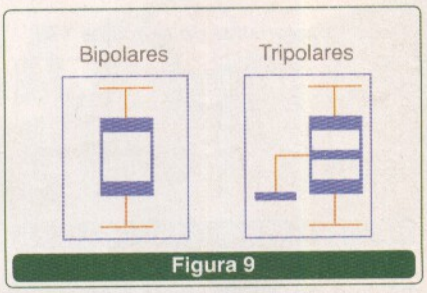


Figura 9

sobretensão (tensão acima dos 20% da nominal do componente).

Suas vantagens são:

- corrente de fuga baixa
- interrompe a corrente subseqüente em 2 ms.

As principais desvantagens são:

- envelhece de acordo com as solicitações recebidas
- não pode ser usado em altas freqüências (acima de 1 MHz).

Seu símbolo pode ser visto na **figura 10**.

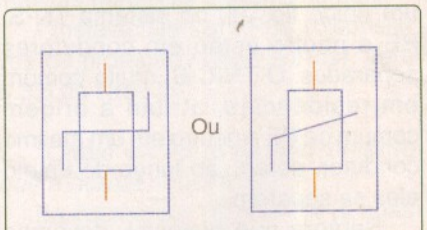


Figura 10

*"Mas como fazer para encontrar uma solução com mais vantagens do que desvantagens?".*

A **figura 11** nos mostra um protetor híbrido, da Phoenix Contact. Este componente possui um centelhador em conjunto com um varistor. Desta forma, podemos unir as vantagens de um com as do outro, minimizando os pontos fracos de cada DPS.

A **figura 12** ilustra uma comparação entre as curvas de um simples varistor, e um componente híbrido (centelhador + varistor). Notem que há uma "constância" de tensão maior no segundo caso.


Figura 11

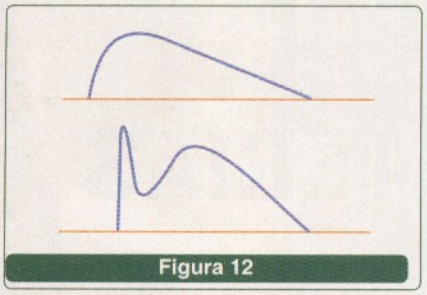


Figura 12

## DRs E DPSs

*"Ligar apenas dispositivos de proteção contra surtos já pode ser considerado como suficiente para proteção?".*

Não.

Dependendo da magnitude do transitório (surto), a tendência do DPS é colocar a rede elétrica em curto-circuito, mesmo que em um intervalo de tempo pequeno. Ora, se isso protege a carga por um lado, prejudica a própria instalação por outro.

Portanto, a melhor prática é a utilização conjunta de DPS, com disjuntores residuais (DRs), ou fusíveis.

*"Mas, como ligá-los?".*

Depende do sistema de aterramento.

A **figura 13** nos mostra o esquema TT com DPS ligados a fusíveis gL/gG. Já na **figura 14** podemos ver a ligação no sistema TN-C, e na **figura 15** no sistema TN-S.

Cabe lembrar que todas as medidas para proteção pessoal devem ter prioridade sobre qualquer outra. A **figura 16** ilustra a conexão de DPS, através de fusíveis no sistema IT.

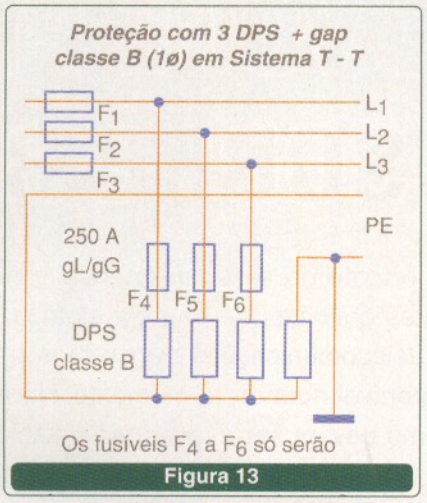
*"Como ligar os DPSs com DRs?".*

Com bastante cuidado!

Brincadeira a parte, o DPS não pode ser instalado a jusante (após) a DR, uma vez que a corrente do DPS ou do equipamento defeituoso influenciará erroneamente a operação do DR (**figura 17**).

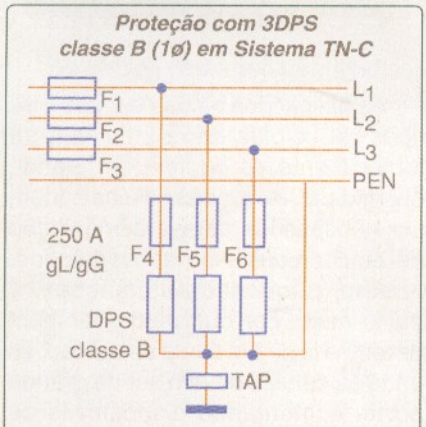
O modo correto é instalar o DPS a montante (antes) do DR. Neste caso, este elemento fica entre o DPS e o equipamento (**figura 18**).

É bom lembrar que estamos tratando de dispositivos (disjuntores) residuais. Caso o sistema seja protegido por disjuntores convencionais, então, o esquema válido é igual aos fusíveis.



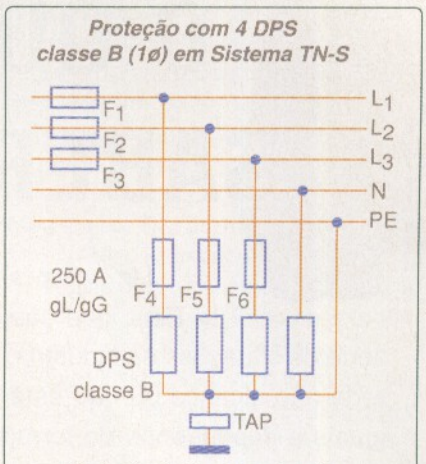

Os fusíveis $F_4$ a $F_6$ só serão

Figura 13



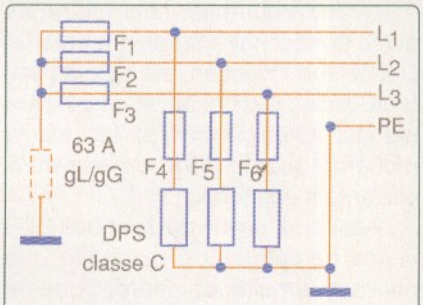

Os fusíveis $F_4$ a $F_6$ só serão necessários se os fusíveis $F_1$ a $F_3$ forem maiores que 250 A gL/gG

Figura 14




Os fusíveis $F_4$ a $F_6$ só serão necessários se os fusíveis $F_1$ a $F_3$ forem maiores que 250 A gL/gG

Figura 15




Os fusíveis $F_4$ a $F_6$ só serão necessários se os fusíveis $F_1$ a $F_3$ forem maiores que 63 A gL/gG

Figura 16

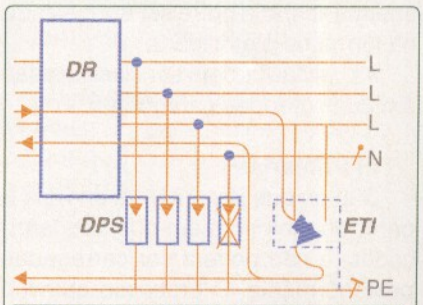



Figura 17

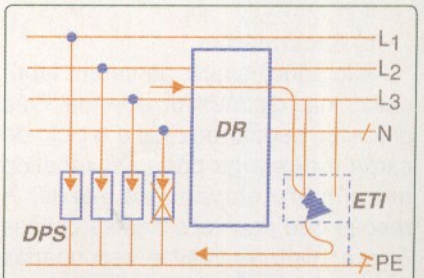
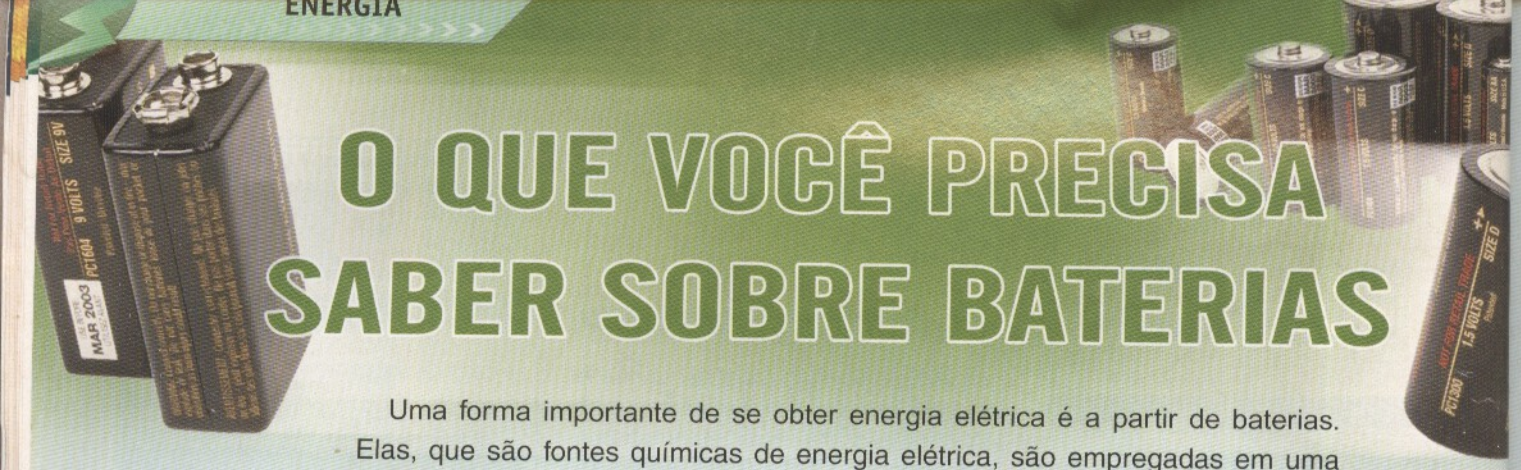



Figura 18

## CONCLUSÃO

O artigo procurou fazer uma rápida abordagem das principais normas de instalações elétricas, e sistemas de proteção e aterramento. Contudo, esses assuntos são extensos.

A fim de evitar dissabores com seus clientes ou empregadores, consulte as normas aqui citadas e, se possível, ande com elas "embaixo do braço" nas oportunidades de trabalhar com eletroeletrônica e suas áreas correlatas em campo. Enviem suas críticas e sugestões sobre esta matéria para: a.leitor.sabereletronica@editorasaber.com.br.



# O QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE BATERIAS

Uma forma importante de se obter energia elétrica é a partir de baterias. Elas, que são fontes químicas de energia elétrica, são empregadas em uma série de situações na indústria, em telecomunicações e em outros casos onde a energia normal de uma rede não alcança ou não está disponível num certo momento. No entanto, as baterias não são todas iguais e dependendo da forma como devam ser usadas (se estacionárias ou móveis), da quantidade de energia que irão fornecer e por quanto tempo, existe um tipo específico a ser escolhido. Veja, neste artigo, como os diversos tipos de bateria operam e onde são usados.

Newton C. Braga

Uma das formas mais utilizadas de se armazenar energia é a bateria. Desde sua invenção, ela passou por uma evolução constante, tanto para atender as exigências da tecnologia moderna quanto para torná-la mais eficiente e econômica.

Assim, a partir de reações químicas de redução e oxidação que ocorram simultaneamente, pode-se obter um fluxo de elétrons e, com isso, energia elétrica. Esse é o princípio básico de operação das células ou baterias, onde uma substância é reduzida e outra oxidada e, no processo, a energia liberada pode ser aproveitada na forma de eletricidade.

As células podem ser classificadas em duas grandes categorias:

**a) Primárias**

São as que já contêm a energia a partir do momento em que são fabricadas, e não podem ser carregadas posteriormente. O processo químico de produção de energia ocorre a partir de uma reação irreversível.

**b) Secundárias**

São aquelas que, ao serem fabricadas, não dispõem de energia. Elas precisam ser carregadas e o ciclo de carga e descarga pode ser repetido um número elevado de vezes. A reação que acontece nestas células é reversível. As células secundárias também são chamadas "acumuladores".

As aplicações industriais dos dois tipos de células não se limitam ao fornecimento de energia em grande quantidade. Pequenas células podem ser necessárias para a alimentação de equipamentos de sensoriamento remoto, pequenas automações, e muito mais. Por outro lado, também devemos levar em conta as aplicações onde as células devem ser de grande porte, alimentando dispositivos de alta potência como inversores para um sistema de iluminação, um motor em sistema que não pode parar e muito mais.

Neste ponto é interessante diferenciarmos as denominações célula e bateria.

Conforme mostra a **figura 1**, a célula é a unidade de fornecimento de energia, constando de um par de eletrodos e uma substância ativa (eletrólito) que os interfaceia eletricamente.

Por outro lado, quando associamos diversas células formamos uma bateria, veja a **figura 2**.

O conceito de pilha vem da "pilha de Volta", que realmente era bateria de células primárias onde as diversas células (formadas por discos de cobre e zinco) eram "empilhadas", conforme ilustra a **figura 3**. Dessa forma, ficou o conceito de "pilha" para as pequenas unidades primárias que usamos em rádios, gravadores e outros equipamentos e o conceito de bateria para as unidades formadas pela associação dessas células, a exemplo das baterias de 9 V.

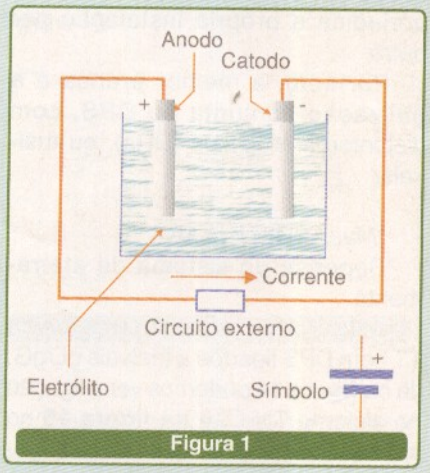



Figura 1

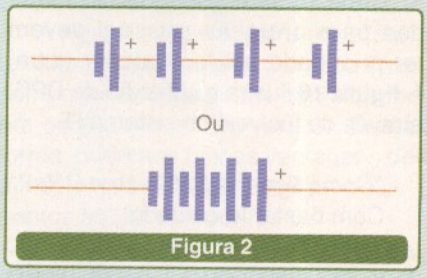



Figura 2

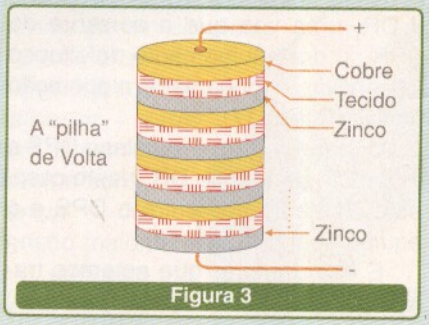



Figura 3

O termo bateria também é empregado popularmente para designar as células secundárias que normalmente são fornecidas isoladamente ou associadas, observe a **figura 4**.

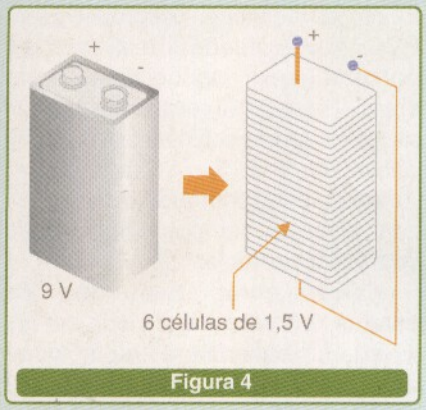



Figura 4

Neste artigo, usaremos o termo "célula" para indicar a unidade geradora e bateria para a sua associação. Veja que estamos nos referindo apenas às baterias químicas, uma vez que podemos adotar os mesmos conceitos para baterias solares, baterias atômicas, etc.

## CÉLULAS PRIMÁRIAS

Os principais tipos de células primárias são:

a) Células secas
b) Células úmidas
c) Células de eletrólito sólido
d) Células de reserva.

### A célula de Leclanché

O tipo mais comum de célula em uso atualmente é a de Leclanché, nome dado em homenagem ao seu inventor em 1868. Nessa célula, representada na **figura 5**, o eletrodo de anodo é o zinco que forma o invólucro externo, normalmente em forma de folha.

O elemento positivo é a solução de cloreto de zinco e cloreto de amônia que existe em seu interior na forma de uma pasta. Como eletrodo positivo ou anodo é usado um bastão de grafite. O eletrólito de catodo é formado por uma pasta de dióxido de manganês e carbono. As duas meias células são separadas por uma barreira porosa.

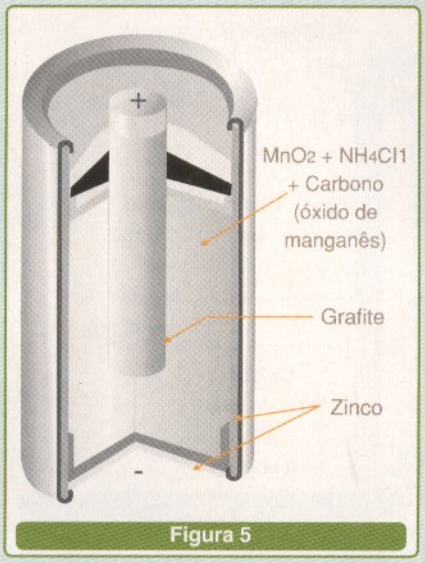



Figura 5

As células deste tipo são vendidas geralmente na forma de unidades cilíndricas que são as pilhas secas comuns, ou na forma de baterias em que 3 a 4 unidades são associadas em série, conforme exibe a **figura 6**.

O método mais comum de fabricação é por extrusão, mas existe um outro, utilizado principalmente na China, em que o zinco é forçado por um mandril estreito que faz seu alongamento na forma de um copo. Um terceiro, também usado na China, consiste em enrolar e soldar folhas de zinco para formar os copos.

Em muitas dessas células, o zinco é amalgamado com mercúrio para aumentar a resistência à corrosão. Normalmente, é colocada uma proporção de 0,1% de mercúrio. Outro processo de aumentar a resistência do zinco à corrosão é pelo acréscimo do cádmio (0,05% tip), o que torna essas pilhas perigosas para o meio ambiente em caso de descarte. Alguns países possuem legislações que proíbem o uso de tais materiais tóxicos na fabricação das pilhas.

Os fabricantes mais conhecidos dessas pilhas são a Eveready Battery Company, Duracell International, Matsushita, Rayovac Co. e Varta.

Nesse grupo podemos incluir ainda as células alcalinas. Essas pilhas têm a estrutura mostrada na **figura 7**.

O eletrodo positivo é formado por dioxido de manganês, enquanto que o eletrodo negativo também é o zinco. A solução, entretanto, é de hidróxido de potássio (KOH) que é uma substância alcalina (daí a denominação dada a essa pilha).

A tensão de cada célula é 1,5 V, e ela se caracteriza por ter maior capacidade de fornecimento de energia que as pilhas secas. Como as pilhas secas, as alcalinas não podem ser recarregadas, ou seja, as reações que liberam energia elétrica são irreversíveis.

## CÉLULAS SECUNDÁRIAS

O tipo mais comum de célula secundária em uso no mundo é a de chumbo-ácido, devido a sua aplicação nos automóveis. Em segundo lugar temos as células de níquel-cádmio (Nicad) e ferro-níquel (células de Edison).

Além dessas, temos as células de brometo de zinco, sulfato de sódio, e outras que fazem uso do lítio como elemento básico.

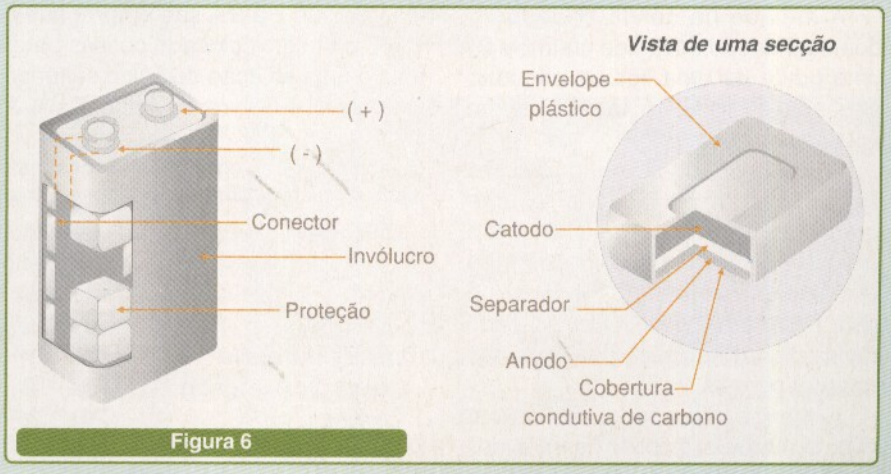



Figura 6

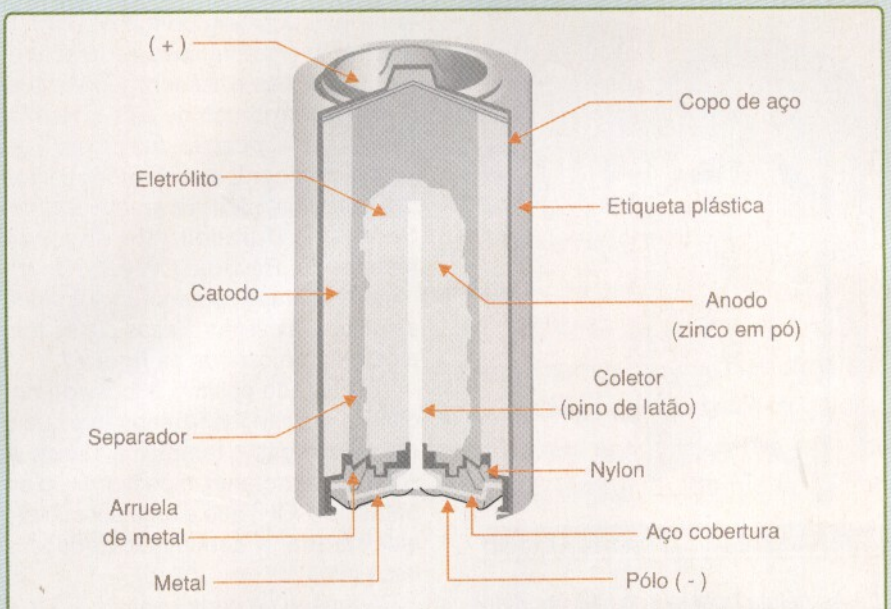



Figura 7

Analisemos os principais tipos:

**Bateria de Chumbo-Ácido**

Na **figura 8** temos o princípio de operação deste tipo de bateria.

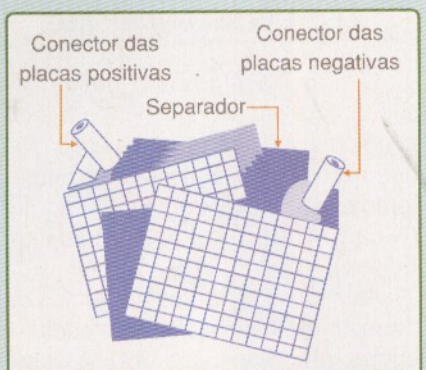



Figura 8

A metade da célula correspondente ao anodo é feita de chumbo ou uma grade de uma liga de chumbo, enquanto que o eletrólito consiste em ácido sulfúrico diluído.

A metade correspondente ao catodo consiste de chumbo ou uma grade com uma liga de chumbo e dióxido de chumbo esponjoso sobre ela. O eletrólito também é formado com ácido sulfúrico diluído. As duas meias células são separadas por uma barreira porosa.

O chumbo do anodo, nas aplicações comerciais, é obtido por métodos que permitem obter uma porcentagem de 40% desse elemento. Aditivos como água, ácido sulfúrico e outros (como o sulfato de bário) são adicionados para evitar a densificação do carbono poroso usado no processo devido aos ciclos de carga e descarga da célula. Densificação significa perder a porosidade e encolher, o que pode causar deformação das placas.

A grade na qual as misturas do anodo e catodo são colocadas, é constituída por uma liga de chumbo. Ligas de antimônio e arsênico são usadas, além de outros metais. O uso de ligas visa aumentar a resistência à corrosão e ao esforço mecânico.

Nas baterias com ciclos rápidos de carga e descarga, 8% de antimônio é usado. Nas outras aplicações, proporções de 1 a 3% são empregadas.

O eletrólito colocado nessas baterias é uma solução de ácido sulfúrico que deve ser livre de impurezas. A concentração normalmente é de 6 M, o que em termos comerciais significa uma densidade específica de 1,27 a 1,3.

As barreiras que separam as duas metades da célula são feitas normalmente de celulose, polipropileno ou PVC .A porosidade é expressa em porcentagens, ficando tipicamente entre 45% e 90%, o que resulta em resistências específicas de 0,1 a 0,30 ohms/cm$^2$.

As baterias chumbo-ácido satisfazem diversos campos de aplicação como, por exemplo:

- SLI e automotivas, que são usadas em veículos de combustão interna no acionamento do motor de partida, ou mesmo na propulsão de veículos elétricos.
- Estacionárias, que são utilizadas com fontes auxiliares de energia.
- Portáteis, que são empregadas na alimentação de equipamentos portáteis.
- Aeronaves e armazenamento renovável de energia.

**Células de Níquel-Cádmio**

Essas células podem ser encontradas numa grande variadade de configurações. As mais comuns são as baterias chatas de bolso e as de formato cilíndrico, visando as mesmas aplicações das pilhas comuns.

A tecnologia de montagem depende da forma e tamanho da célula ou bateria, uma vez que podemos encontrar desde os tipos botão e cilíndricas de pequenas dimensões até as chatas maiores (usadas em celulares e outros equipamentos).

Para este tipo de bateria os eletrodos de anodo consistem de uma mistura de cádmio com outras substâncias, enquanto que o catodo é

A tabela dada a seguir, mostra como as concentrações dependem tanto da aplicação da bateria como do próprio clima do local em que ela deve funcionar.

| Aplicação | Gravidade Específica (clima temperado) | Gravidade Específica (clima tropical) |
|---|---|---|
| SLI (*) | 1,27 a 1,29 | 1,22 a 1,24 |
| Força Motora | 1,28 a 1,32 | 1,24 a 1,28 |
| *Standby* (carregada) | 1,22 a 1,24 | 1,20 a 1,22 |
| *Standby* (descarregada) | 1,27 a 1,30 | 1,26 a 1,28 |
| Aeronaves | 1,26 a 1,28 | 1,26 a 1,28 |

(*) Este termo refere-se a aplicação da bateria em uso automotivo e na partida de motores.

formado com hidróxido de níquel além de outras substâncias. Da mesma maneira que nas baterias chumbo-ácido, tanto o anodo quanto o catodo estão imersos no mesmo eletrólito. A substância usada neste caso é o hidróxido de potássio. Na **figura 9**, mostramos a construção típica de uma célula de Nicad usual.

Industrialmente, temos para o anodo o hidróxido de níquel e a grafite misturados. A grafite em pó entra numa proporção de 20% do material do eletrodo.

Para o catodo temos o hidróxido de cádmio, óxido de ferro, grafite e alguns aditivos orgânicos. O material entra no processo de fabricação na forma de pó. Por um processo de evaporação do cádmio é produzido óxido de cádmio, o qual é convertido em hidróxido de cádmio por hidratação. Em determinado momento do processo, óxido de ferro é adicionado e, em seguida, a grafite e os aditivos orgânicos.

Para o eletrólito, a condutância máxima ocorre quando a solução tem uma densidade de 1,26 a 25 ºC. Nas aplicações comerciais, é adicionado hidróxido de lítio ao hidróxido de potássio numa concentração de 8 a 20 g/l com a finalidade de se evitar que o ferro contamine o catodo.

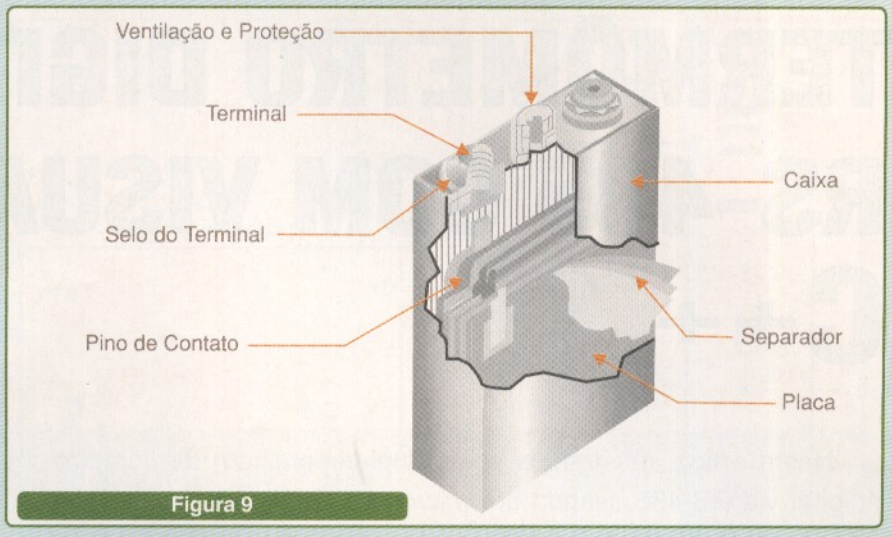


Figura 9

**CONCLUSÃO**

As baterias têm passado por um desenvolvimento muito grande, dado o aumento de seu uso, principalmente nas aplicações portáteis.

Assim, como recentes desenvolvimentos temos, as baterias de hidreto metálico, as baterias de lítio e as baterias de eletrólito sólido. As características dessas baterias, cada vez mais permitem a sua utilização em aplicações específicas.

**Aperfeiçoamentos**

Uma exigência das aplicações modernas é que suas baterias tenham o mínimo de manutenção. Para isso, foram desenvolvidas tecnologias baseadas no uso de ciclos de recombinação de oxigênio para evitar a perda de água.

Outra tecnologia aplica novas arquiteturas para o material que envolve a bateria como, por exemplo, placas de fibras de níquel ou ainda placas de plástico ou borracha.

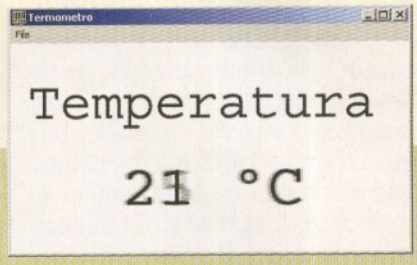
**Célula de Edison ou Hidróxido de Níquel-Ferro**

Trata-se de um tipo de célula secundária muito semelhante à célula de Níquel-Cádmio. A principal diferença está no fato do anodo ser ferro.

Esta célula foi patentada em 1901, mas não teve o mesmo sucesso das baterias de Níquel-Cádmio devido a sua baixa capacidade de retenção de carga. A vantagem principal, todavia, está no fato de que o ferro é mais barato que o cádmio, e é muito menos tóxico.



# TERMÔMETRO DIGITAL VIA RS-485 COM VISUAL C++




Neste artigo, mostramos como implementar um termômetro digital via RS-485 usando um microcontrolador 68HC908GP32 da Motorola. Este aplicativo foi desenvolvido utilizando-se a plataforma SDK (*Software Development Kit*) da Microsoft Visual C++, Versão 6.

Alfonso Pérez

## O CIRCUITO

A **figura 1** ilustra o diagrama de blocos do termômetro digital via RS-485. Num extremo temos o microcontrolador com o sensor de temperatura LM35. Esse sensor fornece uma tensão proporcional à temperatura em graus Celsius (10 mV/ºC). O amplificador operacional LM324 amplifica essa tensão para adaptá-la ao conversor ADC, que aceita tensões de 0 a 5 V. O ADC do microcontrolador converte a tensão analógica para valores digitais. Esses dados são então transmitidos para um computador remoto através da interface RS-485. As interfaces RS-485 empregam duas linhas para transmitir os dados, chamadas A e B. A norma RS-485 utiliza tensões simétricas (equilibradas) sem a necessidade de referência à terra.

Note, na **figura 2**, que o microcontrolador utiliza o pino TxD de sua interface de comunicação serial para transmitir os dados. Esse pino usa níveis de tensão TTL (entre 0 e 5 V) e é conectado à entrada do transmissor (*drive*) do circuito SN75176. Dessa forma, os sinais TTL são convertidos para sinais RS-485, os quais podem ser transmitidos a distâncias de algumas centenas de metros.

No outro extremo (**figura 3**) temos outro SN75176 conectado como receptor, ser qual se encarrega de converter os sinais RS-485 para TTL. Depois, será necessário ainda converter os sinais TTL entregues pelo SN75176 para RS-232, que é a norma das portas seriais dos computadores pessoais (PC). Para essa aplicação, o microcontrolador foi configurado para transmitir numa velocidade de 9600 bauds (bits/segundo), 8 bits de dados e um bit de *stop*.

O código para o microcontrolador (**AdquiDatoTermometroRS485.asm**) está em:

www.sabereletronica.com.br, seção *downloads*.

O arquivo contém o código para o microcontrolador. O arquivo incluído no código para os microcontroladores 68HC908GP32: $Include 'gpgtregs.inc', pode ser baixado no *site*: www.pemicro.com/ics08/index.html

## O PROGRAMA

Este aplicativo foi desenvolvido usando Visual C++ Versão 6 e rodando em Windows. A **figura 4**

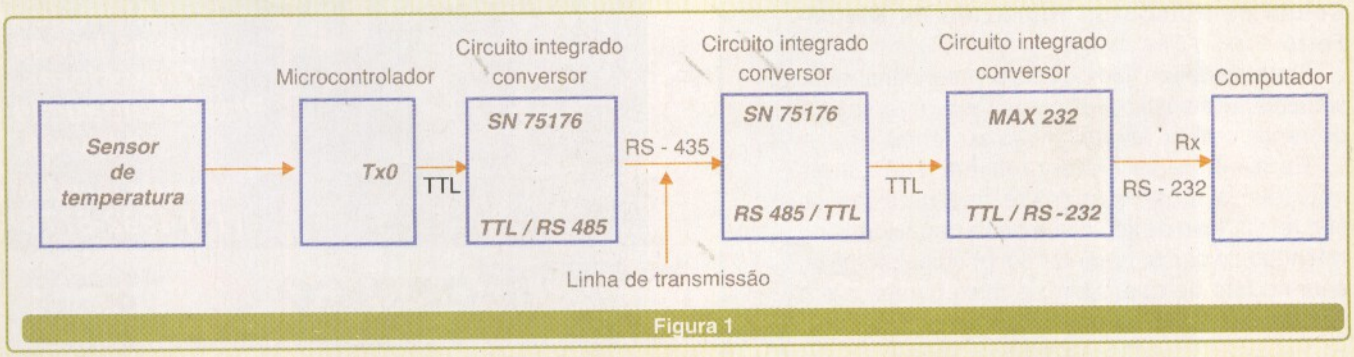



Figura 1

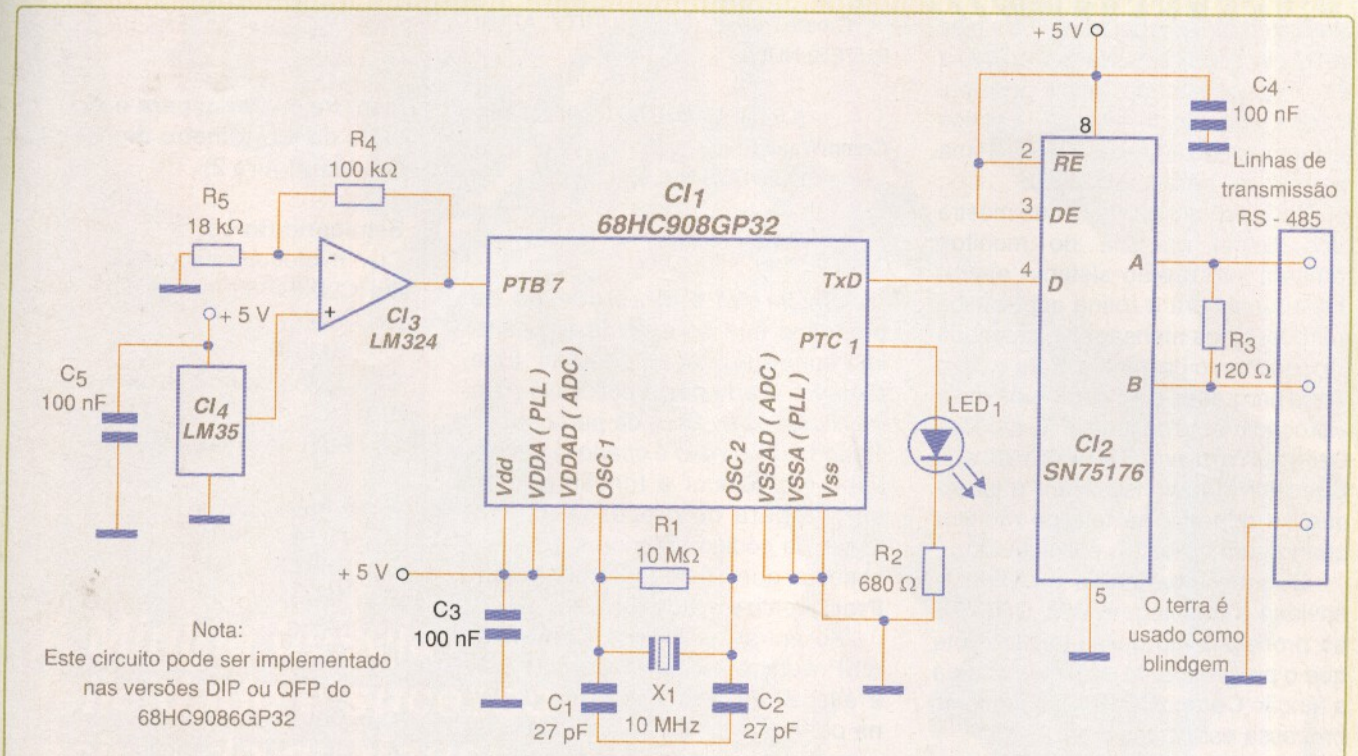



Figura 2

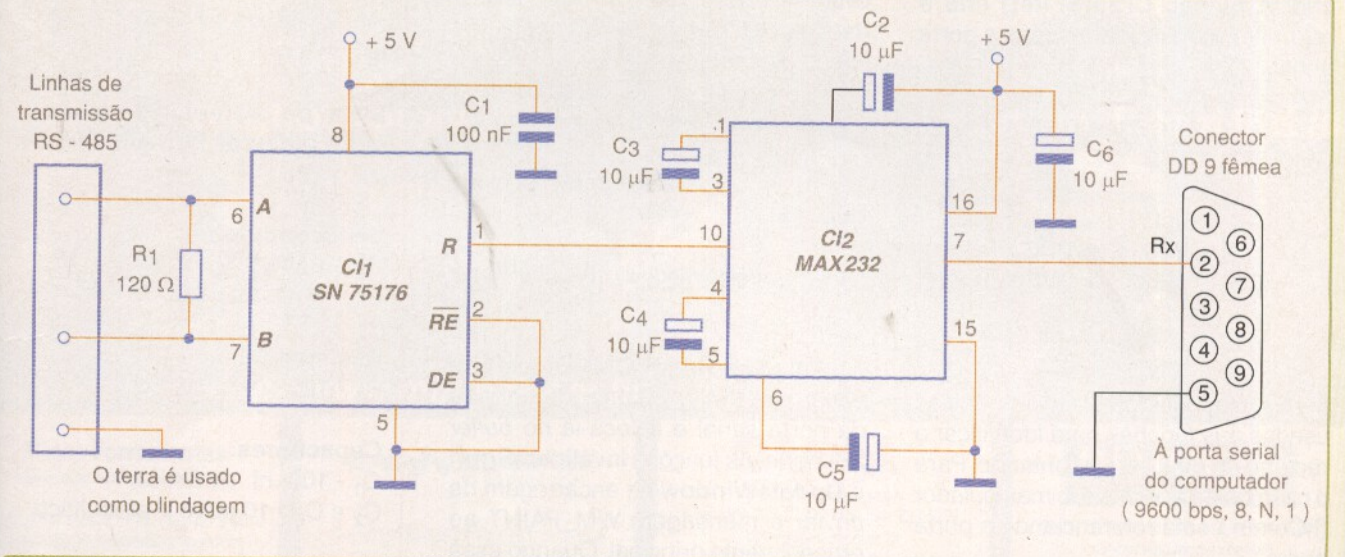



Figura 3

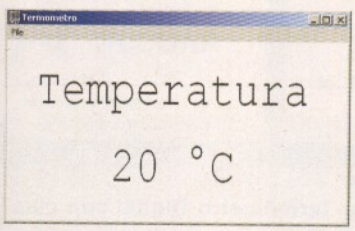



Figura 4

exibe uma janela com o programa em execução. A finalidade deste artigo é demonstrar como trabalham as funções de comunicação serial usando a plataforma SDK para Windows. Para a finalidade desta aplicação foi selecionada a porta COM1, portanto, é necessário conectar a interface serial de temperatira a essa porta. Se for utilizada a porta COM2, modifique a seguinte linha de código do programa principal:

#define COMM_PORT "COM1"

por:

#define COMM_PORT "COM2"

A função ***WinMain*** é o ponto de entrada para as aplicações baseadas

em sistemas operacionais Windows de 32 bits (Win32). Essa função inicia a aplicação, mostra a janela principal e entra num bloco onde são obtidos as mensagens enviadas pelo sistema operacional para a aplicação.

Cada aplicativo Win32 que mostra uma janela na tela do monitor, também informa ao sistema operacional qual será a rotina que recebe e processa as mensagens, chamada Procedimento de Janela. Para o caso deste programa, a função **WndProc** é o procedimento de janela. As funções **CreateWindow**, **ShowWindow** e **UpdateWindow** visualizam a janela que se observa na tela do monitor quando um aplicativo é executado.

Quando uma janela é criada, é enviada a mensagem WM_CREATE ao procedimento dessa janela. Note que o procedimento de janela chama a função **ConectCOMM()**, quando se processa esta mensagem.

A função **ConnectCOMM()** especifica a aplicação, se encarrega de conectar a porta serial com a aplicação. A função **CreateFile()** cria e retorna um manipulador para a porta serial.

```
hComm = CreateFile( COMM_PORT,
            GENERIC_READ |
GENERIC_WRITE,
          0,
          NULL,
          OPEN_EXISTING,
          FILE_FLAG_OVERLAPPED,
          NULL
        );
```

Os manipuladores são referências usadas nas funções para identificar o recurso ao qual está apontando. Para o caso deste aplicativo, o manipulador (hComm.) está referenciando a porta serial.

Com esse manipulador é chamada a função **SetCommState()** que configura a porta serial para transmitir a uma velocidade de 9600 bauds (bits por segundo), 8 bits de dados, sem paridade e um bit de *stop*. Essas informações de configuração são armazenadas na estrutura de dados DCB (*Device-Control Block*).

Depois de configurada a porta, é criado um *thread* chamando a função **CreateThread**:

```
CreateThread( (LPSECURITY_ATTRI
BUTES) NULL,
          0,
      (LPTHREAD_START_ROUTINE)
CommWatchProc,
      (LPVOID) NULL,
       0,
       &dwThreadID )
```

Um *thread* é um processo de programa que se executa em paralelo com a aplicação principal. Este *thread* é usado neste aplicativo para monitorar os eventos da porta serial. Quando um *thread* é criado, é necessário especificar a função que se encarregará de processá-lo. Nas linhas de código anteriores, pode-se observar que a função **CommWatchProc()** realiza esse processo.

Ao entrar na função **CommWatchProc()**, é criado um evento que é associado à recepção de dados na porta serial. Quer dizer, cada vez que a porta recebe dados, o evento é ativado.

A função **WaitComm()** recebe os eventos e, caso sejam de recepção de dados, são executadas as seguintes linhas de código:

```
if (nLength = ReadCOMMBlock
(hWndFrame , (LPSTR) aBufferIn, 10 ))
  {
        InvalidateRgn(hWndFrame,
NULL,FALSE);

      UpdateWindow( hWndFrame ) ;
  }
```

A função **ReadCOMMBlock()** se encarrega de ler o *buffer* de entrada da porta serial e colocá-la no *buffer* aBufferIn. As funções **InvalidateRgn()** e **UpdateWindow** se encarregam de enviar a mensagem WM_PAINT ao procedimento principal. Quando essa mensagem é processada, o programa dvide por 4 o valor recebido pela porta serial, atualizando e mostrando a temperatura na tela principal. A faixa de temperaturas pode variar de 2 até 60 graus Celsius.

## LISTA DE MATERIAL

**Lista de material para o circuito do termômetro digital via RS-485 (figura 2).**

**Semicondutores:**
$CI_1$ - microcontrolador 68HC908GP32.
$CI_2$ - SN75176.
$CI_3$ - LM324
$CI_4$ - LM35 sensor de temperatura.
$D_1$ - LED de 3mm.

**Resistores:**
$R_1$ - 10 MΩ - ¼ W.
$R_2$ - 680 Ω - ¼ W.
$R_3$ - 120 Ω - ¼ W.
$R_4$ -100 kΩ - ¼ W.
$R_5$ - 18 kΩ - ¼ W.

**Capacitores:**
$C_1$ e $C_2$ - 27 pf cerâmico.
$C_3$ a $C_5$ - 100 nf cerâmico.

**Diversos:**
$X_1$ - cristal de 10 MHz.
Conectores.

**Lista de materiais para o circuito receptor RS-485 (figura 3).**

**Semicondutores:**
$CI_1$ - SN75176.
$CI_2$ - MAX-232.

**Resistores:**
$R_1$ - 120 Ω - ¼ W.

**Capacitores:**
$C_1$ - 100 nf cerâmico.
$C_2$ a $C_6$ - 10 µf/16 V eletrolítico.

Diversos:
Conectores.

**Nota**: os arquivos-fonte para este aplicativo podem ser baixados no endereço: www.sabereletronica.com.br, seção *downloads*.

Use os arquivos **TermômetroDigt.dsw** e **Termômetro Digital.cpp** para construir o projeto em Visual C++. (no *site*)

No código, os textos que são seguidos por // são comentários.

# ANTENAS

## Uma análise técnica sobre os principais tipos e aplicações.

Um elemento fundamental para o bom desempenho de todos os sistemas de telecomunicações que fazem uso de ondas de rádio é a antena. Sem ela, o sistema não funciona, e com má antena, não adianta empregar a melhor tecnologia do mundo. Dessa forma, é fundamental para todo profissional das Telecomunicações entender como funcionam as antenas e os principais tipos que existem. Neste artigo, apresentamos alguns fundamentos sobre as antenas, assunto de grande valia para os leitores que desejam reciclar seus conhecimentos ou que ainda não tiveram um embasamento teórico nos seus cursos que possa ser considerado excelente.

Newton C. Braga

Todo sistema de telecomunicações que faz uso de ondas eletromagnéticas tem como elemento importante para seu funcionamento a antena. No transmissor, correntes de altas freqüências geram as ondas eletromagnéticas. A função da antena é, então, transferir a energia gerada pelo transmissor para o espaço na forma de ondas .

No receptor, a antena é usada para interceptar as ondas que chegam até ele, induzindo correntes que são levadas ao circuito de processamento.

Na **figura 1** mostramos o que ocorre quando aplicamos um sinal de alta freqüência numa antena, tomando como exemplo a configuração formada por dois condutores. Observe que aparecem alternadamente dois campos: o elétrico e o magnético.

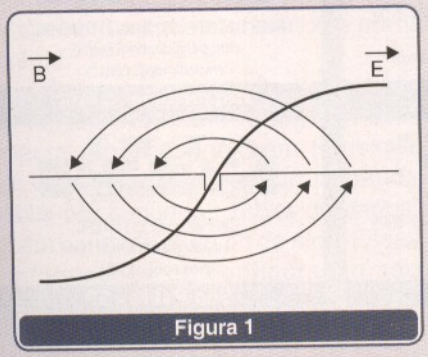



Figura 1

As dimensões de uma antena são importantes para sua eficiência tanto na transmissão quanto na recepção dos sinais. Assim, a antena em questão deve ter um comprimento que corresponda a ½ do comprimento da onda na freqüência que deve ser transmitida.

Veja pela **figura 2** que, nessa antena, a corrente e a tensão se distribuem de modos diferentes.Nas extremidades, temos os pontos de tensão máxima e no centro da antena, os pontos em que a intensidade da corrente é mínima.

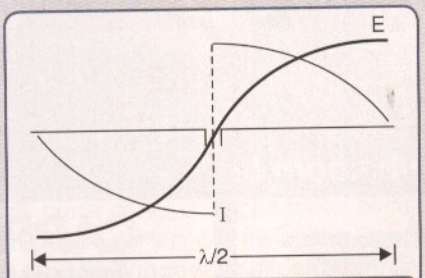



Figura 2

Podemos dizer que essa configuração equivale a um circuito ressonante ideal como o ilustrado na **figura 3**.

Note que, em um circuito ressonante, a reatância capacitiva é igual à reatância indutiva ($X_L = X_C$) na freqüência de ressonância. Isso significa que uma antena deste tipo, na freqüência de ressonância ela se comporta como uma carga resistiva pura. Essa componente é a impedância da antena.

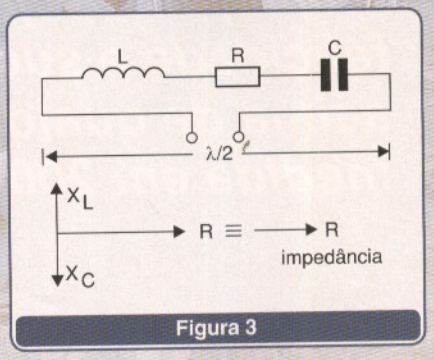



Figura 3

Numa antena do tipo analisado, os cálculos evidenciam que essa impedância tem um valor fixo: 73 ohms. Na prática, adota-se como valor mais apropriado para os cálculos 75 ohms. Observe que existem alguns fatores que podem influir nessa impedância, tais como a espessura do fio usado, e a própria velocidade de propagação da onda no material de que é feita a antena.

A antena que analisamos é o chamado "dipolo de meia onda". Todavia, existem outros tipos, que abordaremos mais adiante.

Conforme vimos, uma das características importantes no projeto de uma antena é a sua impedância. Esta, depende do modo como a antena é construída e de suas dimensões, havendo diversos tipos que serão analisados no próximo item.

Entretanto, além da impedância existem algumas características das antenas que são de grande importân-

cia no seu projeto para uma determinada aplicação. Estudemos, a seguir, algumas delas.

### a) Ganho

Quando nos referimos ao ganho, isso não significa que uma antena possa "amplificar" os sinais que transmite ou que recebem. Uma antena é um elemento passivo tanto na transmissão quanto na recepção de sinais. Não existem elementos que possam introduzir um ganho efetivo em um sinal de uma antena.

Usamos o termo ganho para expressar a capacidade que uma antena possui para receber sinais de uma determinada direção quando a comparamos com uma antena usada como referência. Podemos entender melhor esse significado tomando como exemplo a antena exibida na **figura 4**.

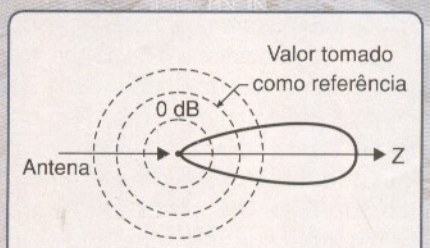



Figura 4

Se essa antena concentra a energia transmitida numa certa direção, ela possui um ganho, pois a intensidade da energia na direção considerada é maior do que aquela de uma antena comum tomada como referência que irradie o sinal com a mesma intensidade em todas as direções.

O mesmo é válido para uma antena receptora. Se ela consegue captar melhor os sinais que chegam de uma determinada direção, também podemos dizer que esta antena possui um ganho quando comparado ao desempenho da antena tomada como padrão que recebe da mesma maneira os sinais que vêm todas as direções.

O ganho de uma antena pode ser calculado e normalmente é expresso na forma logarítmica, conforme mostra a seguinte fórmula:

$$Ga\ (dB) = 10 \log (P_1/P_2)$$

Onde:

Ga = ganho em dB (decibel)

Log = logaritmo

$P_1$ = potência da antena em mW

$P_2$ = potência da antena padrão em mW.

Se uma antena irradia 20 W numa direção quando a antena padrão irradia 1 W, o ganho será:

$$Ga = 10 \log 20/1 = 17\ dB$$

Como o ganho na recepção é medido comparando-se a intensidade do sinal recebido pela antena com a intensidade do sinal recebido no mesmo local com uma antena padrão, a mesma fórmula pode ser usada para seus cálculos.

### b) Diretividade

Uma esfera pode ser considerada uma antena ideal. Ela irradia ou recebe sinais com a mesma intensidade em todas as direções.

Evidentemente, para as aplicações práticas pode não ser interessante ter um padrão de irradiação desse tipo. Na realidade, as antenas devem concentrar os sinais em determinadas direções. Para isso, seus formatos raramente são esféricos, mas sim planejados para se obter um comportamento diretivo.

Podemos então falar na diretividade de uma antena como a sua capacidade de concentrar sinais e expressar isso através de um diagrama, observe a **figura 5**. Nesse diagrama, plotamos as intensidades relativas do sinal (recebido ou transmitido) para cada direção a partir daquela para a qual a antena é apontada.

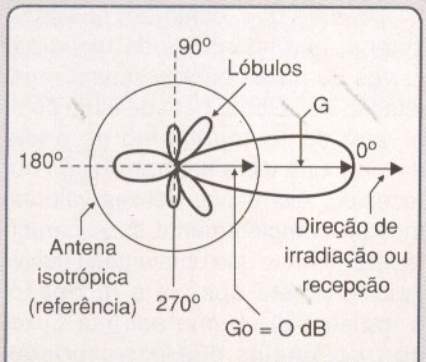



Figura 5

O padrão típico mostrado na figura 5 possui um lóbulo maior que corresponde aos sinais irradiados na direção para a qual a antena está apontada, e outros lóbulos menores que indicam a irradiação de sinais em menor intensidade. Também existem direções em que nenhum sinal é irradiado (ou recebido). Quanto mais estreito for o lóbulo principal e menores os outros, mais diretiva é a antena e maior é o seu ganho na direção para a qual está apontada.

Uma característica importante de uma antena muito diretiva é que ela tende a rejeitar com mais facilidade sinais que chegam lateralmente. Isso é relevante se ela for receptora e no local existirem fontes de interferências. Os sinais dessas fontes podem ser naturalmente rejeitados pela simples escolha de uma antena apropriada, conforme ilustra a **figura 6**.

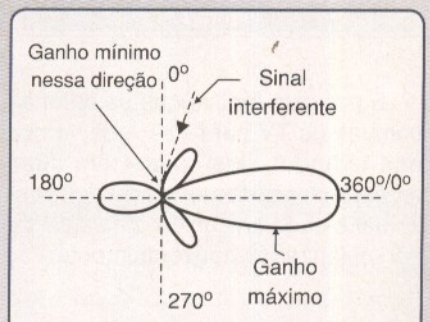



Figura 6

O diagrama típico dessa antena nos permite igualmente observar o que se denomina "relação frente/costa" de uma antena. Veja no exemplo que os sinais que chegam pela direção para a qual ela foi apontada são muito melhor captados do que os que chegam pela direção oposta, ou seja, pelas "costas".

### c) Polarização

Os campos elétrico e magnético que correspondem a uma onda transmitida ou recebida por uma antena possuem uma orientação específica. Eles são perpendiculares um ao outro e o modo como aparecem numa antena transmissora, ou devem ser captados por uma antena receptora, determinará a sua polarização.

Uma antena com polarização vertical, observe a **figura 7**, não recebe de maneira eficiente sinais que chegam com uma polarização horizontal.

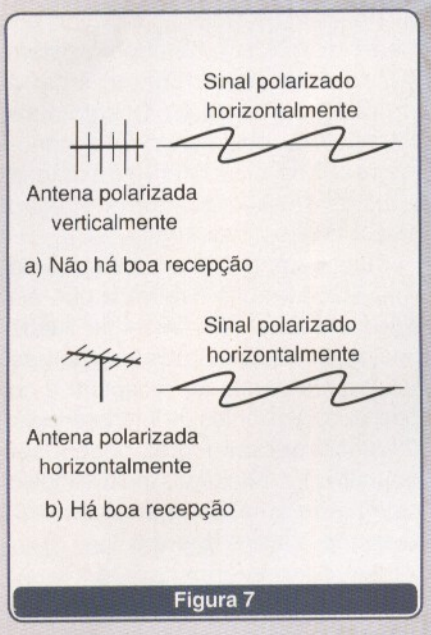



Figura 7

É por este motivo que as antenas comuns de TV para VHF que vemos nos telhados das casas têm suas varetas colocadas em posição horizontal e não vertical. Os sinais de TV são polarizados horizontalmente.

## TIPOS DE ANTENA

A escolha do tipo de antena que deve ser usado em um sistema de telecomunicações depende de diversos fatores:

- Freqüência de operação
- Diretividade desejada
- Espaço disponível.

Se levarmos em conta que as dimensões da antena estão diretamente ligadas ao comprimento da onda do sinal que deve ser transmitido ou recebido, e que dependendo da aplicação precisaremos ter antenas mais ou menos diretivas, existem diversos tipos de antenas disponíveis, cada qual com suas características específicas para a aplicação que temos em mente. Os principais tipos de antena possuem denominações especiais que o profissional deve conhecer. Assim,analisaremos as principais.

### a) Yagi

O nome dessa antena se deve ao seu criador, H. Yagi, que a desenvolveu em 1926. A antena Yagi tem como elemento ativo um dipolo. Além disso possui um refletor e dois ou mais diretores, veja a **figura 8**.

O número de elementos diretores desta antena determina o seu ganho e, portanto, a diretividade, além de influir no valor de sua impedância.

A impedância típica desse tipo de antena é de 50 ohms.

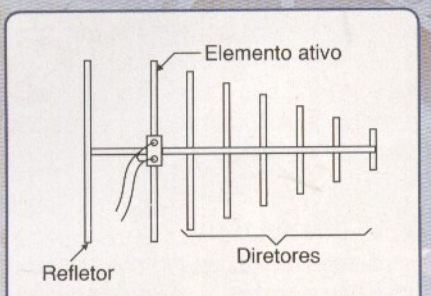



Figura 8

### b) Antena helicoidal

Este tipo de antena é muito comum nos sistemas que operam com freqüências muito altas como os *links* de microondas. Seu formato é visto na **figura 9**.

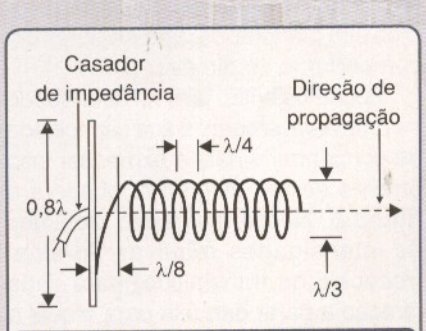



Figura 9

Observe que, como em qualquer antena, as dimensões de todas as partes que a formam possuem uma relação de valores bem definida com o valor do comprimento de onda do sinal que deve ser transmitido ou recebido. Alterações desses valores mudam completamente suas características. Note que uma antena deste tipo se presta apenas à recepção e transmissão numa estreita faixa de freqüências que corresponde justamente às suas dimensões.

### c) Dipolo de meia onda

Esta é uma das antenas mais populares, tanto na transmissão como na recepção de sinais para diversas faixas de freqüências. A **figura 10** exibe um dipolo de meia onda típico. Observe que sua impedância típica é de 50 ohms, valor que depende da espessura do fio usado.

Evidentemente, este tipo de antena, pelas suas características se presta à transmissão e recepção de sinais n uma pequena faixa de freqüências para a qual ela está sintonizada ou dimensionada.

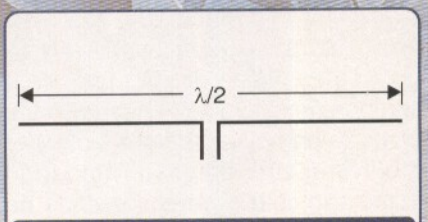



Figura 10

### d) Dipolo dobrado

Este tipo de antena é muito empregado na recepção de sinais da faixa de VFH, principalmente para as estações de TV convencionais dessa faixa. A impedância típica de um dipolo dobrado é de 300 ohms. Na **figura 11** mostramos como esta antena é construída e suas dimensões em relação ao comprimento de onda.

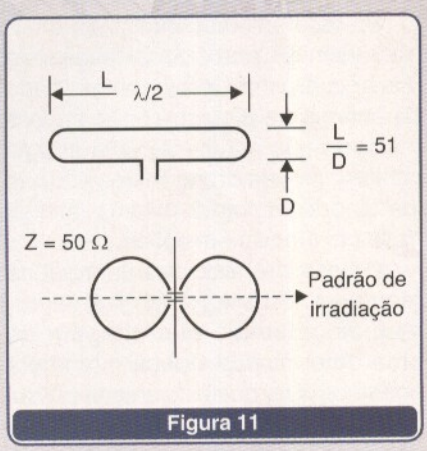



Figura 11

Obviamente, como as características da antena dependem das suas dimensões em relação à freqüência do sinal que está sendo recebido, ela se destina à recepção de uma pequena faixa de freqüências em torno da qual suas dimensões determinam.

### e) Dipolo/plano terra

A antena dipolo/plano de terra, utiliza a terra como um elemento de irradiação. Na **figura 12** temos o aspecto desta antena que tem uma impedância da ordem de 30 ohms.

Observe que esta antena irradia com igual intensidade em todas as direções, sendo por isso bastante utilizada em sistemas que exigem esta característica.

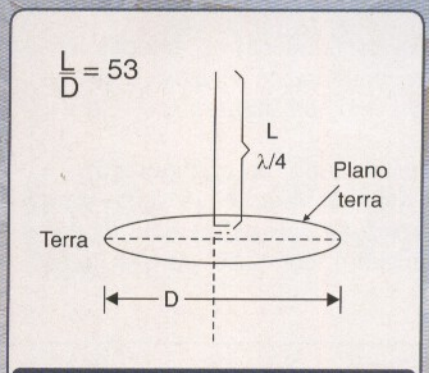


Figura 12

### f) Log-Periódica

Esta antena é popularmente conhecida pelo nome de "espinha de peixe", sendo utilizada tanto na recepção de sinais de TV da faixa de VHF como também em alguns sistemas de telecomunicações. Conforme podemos ver pela **figura 13**, esta antena é formada por um conjunto de varetas que formam os elementos ativos e um par de varetas que formam o refletor. As varetas que compõem os elementos ativos têm comprimentos que variam segundo a faixa de freqüências que ela deve operar.

Assim, quando o sinal que chega a esta antena tem uma freqüência tal que seu comprimento de onda se adapte ao conjunto de varetas X, as varetas que estão à sua frente (de comprimento menor) passam a funcionar como diretores, enquanto que as varetas que estão por trás se comportam como refletores. Em suma, nesta antena, as varetas que integram a parte ativa da antena dependem apenas do comprimento de onda do sinal que está sendo recebido.

Por essa capacidade de poder operar numa faixa ampla de freqüências, esse tipo de antena é bastante popular na recepção dos sinais de TV da faixa de VHF que ocupam uma faixa relativamente ampla, para a qual normalmente seriam necessárias várias antenas no caso ideal de recepção. O número de elementos desta antena, além de determinar a faixa de freqüências na qual ela pode operar com rendimento máximo, também é responsável por outras características como a diretividade.

### g) Rômbica

Na **figura 14** temos uma antena rômbica cuja impedância típica com as dimensões indicadas é de 600 ohms.

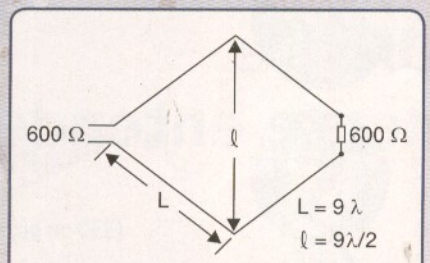


Figura 14

### h) Antena de Quadro

Uma outra antena utilizada em sistemas de telecomunicações, principalmente para a faixa de ondas curtas e VHF, é a antena cúbica de quadro, ilustrada na **figura 15**. Usando dois elementos, esta antena tem o mesmo ganho da antena Yagi, sendo bastante empregada por radioamadores.

## ANTENAS PARA MICROONDAS

À medida que as freqüências dos sinais se tornam mais elevadas, seu comportamento muda. Na faixa das microondas, os sinais já apresentam propriedades bastante semelhantes às da luz, caso em que tanto para sua recepção como transmissão podemos encontrar dispositivos parecidos a lentes e espelhos.

Assim, a antena básica para microondas é a corneta radiadora, mostrada na **figura 16**, observando-se que suas dimensões estão intimamente ligadas ao comprimento de onda do sinal emitido.

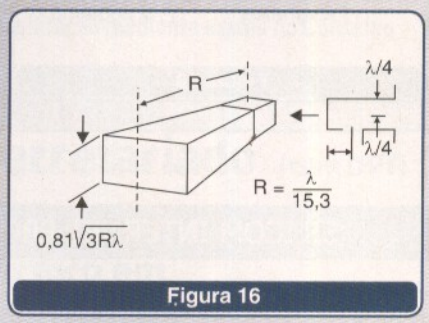


Figura 16

Na figura vemos também as dimensões que essa corneta deve ter para se obter um bom desempenho.

Outro tipo de configuração bastante usada na recepção e transmissão de sinais de freqüências muito altas é a que faz uso do refletor parabólico. O que ocorre é que as cornetas não são muito convenientes quando se deseja ter um ganho elevado, pelas dimensões que precisam ter.

Desse modo, o que se faz é concentrar os sinais provenientes de uma certa direção e refleti-los em direção a uma corneta, veja exemplo na **figura 17**.

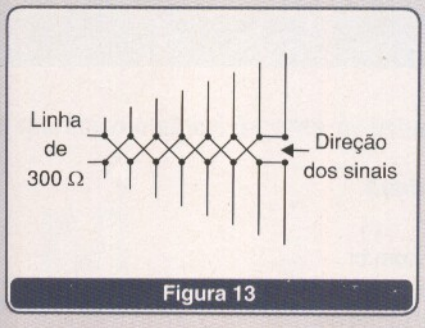


Figura 13

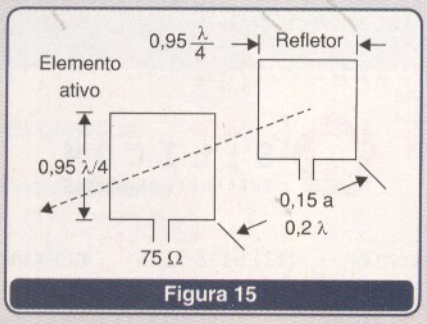


Figura 15

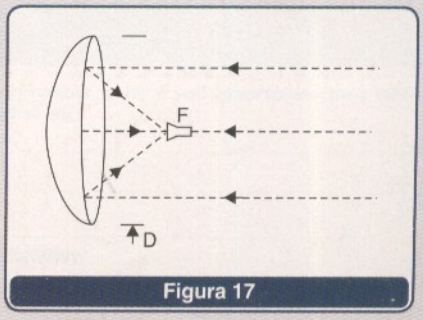


Figura 17

Esta configuração é usada em muitos sistemas de telecomunicações, mas, para os leitores que não são da área, muito mais evidente nas antenas de TV via satélite de uso doméstico. Uma característica muito importante neste tipo de antena é a relação entre a distância focal (F) e o diâmetro da abertura da antena D.

De acordo com a **figura 18**, se a relação é grande, a corneta pode receber sinais também de fora da parábola, tornando-se sensível a interferências, portanto. Por outro lado, se F/D é pequena, a corneta não consegue ver os limites da parábola e o rendimento do sistema cai.

Nas aplicações práticas, a relação F/D deve estar entre 0,3 e 0,6.

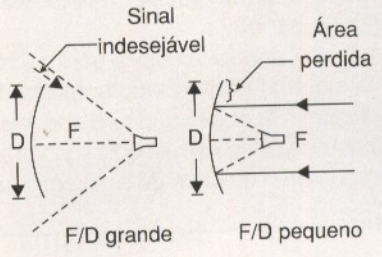



Figura 18

## CONCLUSÃO

Além destas aqui abordadas, existem diversas outras antenas que encontramos nos equipamentos de telecomunicações modernos.

Como a tendência atual é de que os sistemas de telecomunicações ocupem faixas de freqüências cada vez mais elevadas, isso implica que as antenas se tornam cada vez menores, passando a ser embutidas nos próprios equipamentos.

Assim, na faixa dos gigahertz (faixa centimétrica) as antenas têm ordem de comprimentos de alguns centímetros no máximo. É o que acontece no caso dos GPS dentro de relógios, *pagers* e celulares, redes sem fio, etc.

Todavia, qualquer que seja o seu tamanho, as configurações e tamanhos dos elementos seguem as mesmas regras que vimos para os diversos tipos de antenas neste artigo. As dimensões e as formas determinarão suas características elétricas e, com isso, de que forma os sinais serão recebidos ou irradiados.

SILICOM INTERNET PROVIDER
SOLUÇÕES PARA INTERNET

Hospede seu web-site
com quem realmente entende
do assunto !

Hospedagem
apenas R$ 19,90*

300 MB de espaço em disco, 40 contas POP3
ASP.NET, PHP, MySQL, 40 Gb de tráfego mensal

SILICOM
INTERNET PROVIDER

www.silicom.com.br - (11) 6198-2526 - info@silicom.com.br

*Consulte sobre a promoção

# HOT SWAP
## (USO CORRETO)

Existem certos termos técnicos que se tornam bastante populares e passam a ser usados na forma original "em inglês", embora haja uma tradução simples. No entanto, para o uso correto de tais termos é preciso realmente saber o que eles significam. Um desses termos é "hot swap", que tanto pode ser aplicado à informática como à própria eletrônica industrial, conforme veremos no nosso "Inglês na Eletrônica" deste mês.

Newton C. Braga

Não precisamos lembrar que o inglês está presente no dia-a-dia do profissional de Eletrônica de uma forma que vai muito além da simples tradução de literatura técnica como *data sheets*, *applications notes* e outras fontes de informação.

Há termos técnicos que, mesmo na rotina diária do profissional, se mantêm na forma original, sem serem traduzidos. Todavia, para serem usados corretamente, é preciso que o profissional saiba o seu significado, algo que vai um pouco além de uma simples tradução "ao pé da letra".

É o que ocorre com o termo "hot swap" ou "hot-swap" como também é encontrado na literatura técnica especializada.

### Hot Swap

A definição do termo "hot swap" pode ser entendida pelo texto em inglês dado a seguir:

*"The term "hot swap" refers to the common practice of either inserting or removing SCSI disk drives in an operating bus, typically used in RAID subsystems or JBOD (Just of bunch of disks) environments. It allows them to remove potentially defective drives from the system, or upgrade capacity without having the inconvenient and expense of taking the entire system down to replace the drive".*

Uma outra definição:

*"Hot Swap is the ability to insert and extract CompactPCI boards without needing to power down the system. Hot Swap improves system availability by reducing down-time due to routine configuration changes and replacement of failed boards".*

Traduzindo o segundo texto, temos:

"*Hot Swap* é a habilidade (ou capacidade) de se inserir ou extrair placas CompactPCI sem a necessidade de desligar a alimentação do sistema. *Hot Swap* melhora a disponibilidade do sistema pela redução do tempo desligado para a as mudanças de rotina de configuração e troca de placas com falhas".

Em outras palavras, *hot swap* significa a prática de se poder retirar ou inserir um componente de um circuito sem a necessidade de desligá-lo.




**Veja exemplo de PCI que admite "hot swap" ou "troca com o equipamento ligado".**

Estendendo isso a outros campos como, por exemplo, para a indústria, *hot swap* significa poder retirar ou colocar uma parte funcional de uma máquina que tenha algum problema ou para seu "upgrade" (melhoria) sem a necessidade de precisar desligá-la.

Para o caso de baterias, por exemplo, podemos dar o seguinte texto:

***"Hot Swap Batteries.** Ensures continous operation of the load even when the batteries are being replaced"*

Traduzindo: "Baterias *hot swap*. Asseguram operação contínua da carga mesmo quando elas estejam sendo substituídas"

O termo deriva de duas palavras cujos significados separados podem, em alguns casos, variar:

a) *hot* – quente

Na verdade, *hot* pode ter outro significado além de quente, quando usado na especificação técnica. Assim, *hot* também pode significar "vivo" no sentido de que o ponto vivo de um circuito é capaz de causar choques.

Os exemplos de frases abaixo mostram o uso de "hot" com esse significado (que também é o que poderia ser adotado para o caso da troca de um circuito com o equipamento ligado).

*A "hot chassis" solid state AM radio are directly connected to the powerline. They use a high voltage audio output transistor, and the rest of the set operates at the usual lower voltages found in battery operated transistor portables. The "cold chassis" sets (usually stereos, digital clock radios, and the AC/battery portables) use a power transformer and operate at low voltages.*

Traduzindo:

"Um rádio AM de estado sólido com *hot-chassis* (chassiquente ou vivo) está diretamente ligado à rede de energia. Ele usa um transistor de saída de áudio de alta tensão, e o restante do circuito opera como baixas tensões, como as encontradas nos rádios portáteis transistorizados. Os aparelhos com *cold chassis* (chassis frios – normalmente estéreos, rádios-relógios digitais e os aparelhos para AC/Bateria portáteis) utilizam um transformador de alimentação e operam com baixas tensões".

No Brasil era usado o termo "rabo quente" para designar esses rádios de "hot chassis". Esse termo também devia-se ao fato de que tais rádios tinham no cabo de alimentação a resistência redutora que alimentava os filamentos das válvulas e, assim, trabalhavam levemente aquecidos.

b) *swap* – trocar ou permutar (*swaps, swapping, swapped*)

*Swap* é uma palavra do inglês informal. Tecnicamente, *swap* é usado para indicar a substituição de um componente por outro, ou seja, fazer a troca. Veja que a mesma palavra é empregada para indicar o verbo (trocar) ou para indicar o substantivo (troca).

Uma variação interessante para o termo aparece numa especificação técnica de produto:

*"Hot-swappable I/O boards per CompactPCI Hot-Swap Specification -Hot-swappable fans with filter option"*

Nesse texto, "swappable" pode ser substituído por "trocável" ou "substituível".

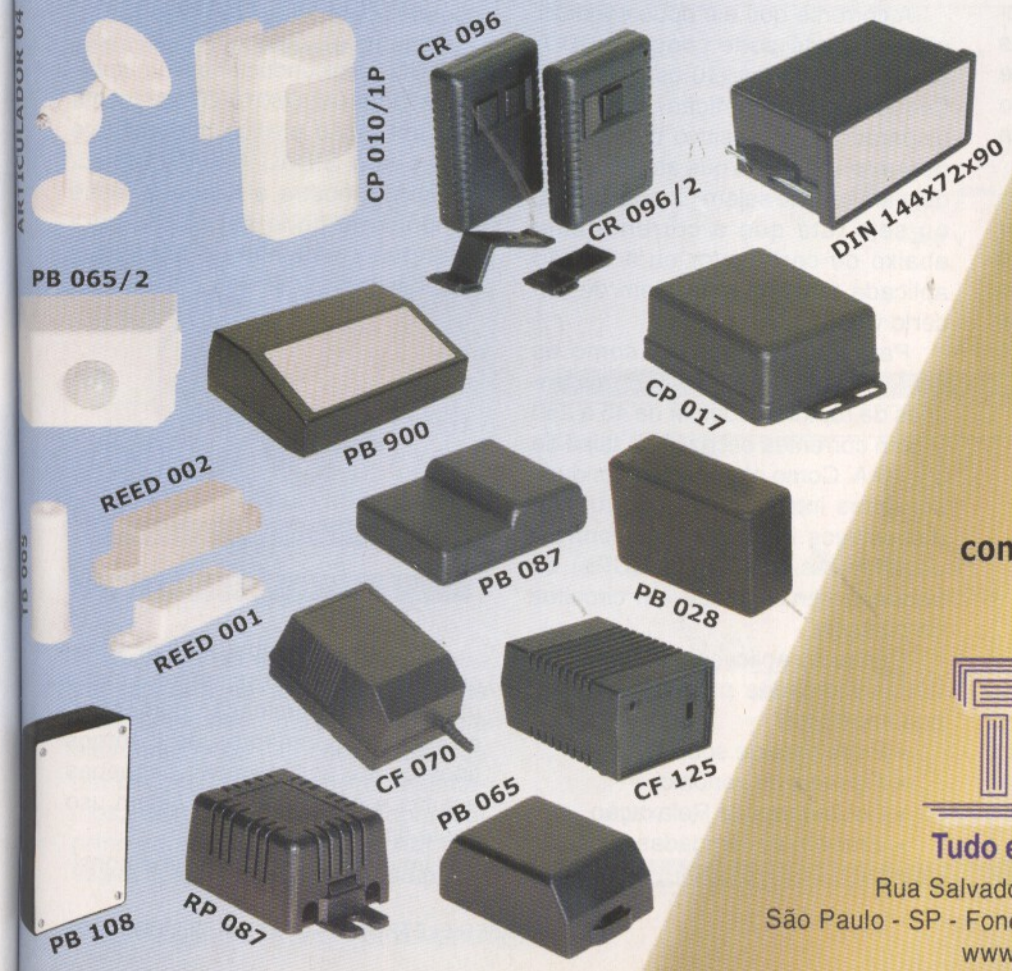
**Vocabulário:**

*Chassis* - base ou estrado - este termo causa um bocado de confusão na hora de traduzir. No inglês, tanto o singular como o plural da palavra são "chassis". Em português, a palavra deriva de chassis – em francês (base, quadro ou estrado), mas no singular é grafado sem o "s" final e tem por plural "chassis". Cuidado na hora de fazer traduções!

*Cold* – frio

*Cool* – fresco

*Insert* - inserir (*inserts, inserting, inserted*)


COLOQUE SEUS PROJETOS EM CAIXAS PLÁSTICAS DE QUALIDADE

**Disponibilizamos os desenhos técnicos dos nossos produtos mediante consulta ao nosso departamento de vendas**

PATOLA

**Tudo em caixa com qualidade e precisão**

Rua Salvador Mota, 700 - Jd. Guairacá - 03251-180
São Paulo - SP - Fone: (11) 6103-2933 - Fax: (11) 6103-1499
www.patola.com.br - vendas@patola.com.br

# CONHEÇA O SIDAC



*Conheça esse novo dispositivo semicondutor da família dos tiristores que encontra aplicações importantes nos circuitos de potência alimentados por correntes alternadas. Com características que lembram o DIAC, os SIDACs podem ser utilizados com vantagens que o projetista precisa entender. Neste artigo descrevemos um pouco desse componente sobre o qual poucos já ouviram falar.*

Newton C. Braga

O SIDAC é um diodo (D) de silício (SI) indicado para aplicações em circuitos de corrente alternada (AC). É justamente isso que o acrônimo para *Silicon Diode for Alternating Current* indica.

Esse dispositivo possui uma característica de disparo semelhante à dos DIACs, mas com a capacidade de operar com tensões e correntes muito maiores. Na **figura 1** temos a curva característica desse componente.

O SIDAC é um componente bilateral conforme podemos observar pelas curvas, o que certamente o torna apropriado para aplicações em AC. Quando a tensão entre os terminais do SICAD está abaixo de um certo valor V(BO), ele se encontra bloqueado. Se a tensão ultrapassar esse valor, o dispositivo conduz e a tensão entre seus terminais cai para o valor de condução direta V(TM), da ordem de 1,1 V.

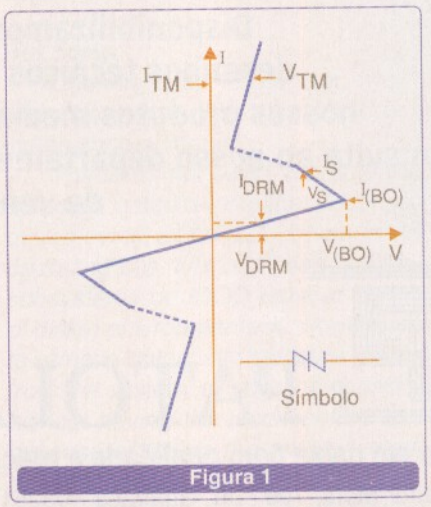



Figura 1

A corrente que ele pode conduzir nesse estado pode chegar a 10 A para pulsos curtos (10 µs, 1 kHz de freqüência de repetição). Uma vez disparado, o dispositivo permanece nessa condição até que as condições de manutenção sejam ultrapassadas, ou seja, até que a corrente caia abaixo de certo valor ou a tensão aplicada também caia além de um certo valor.

Para SIDACs típicos, como os fabricados pela ON ou NTE, as tensões de ruptura podem ir de 45 a 250 V com correntes eficazes na faixa de 1 a 10 A. Como eles podem conduzir correntes intensas no disparo, são dispositivos ideais para o controle de tiristores (TRIACs e SCRs) de pequena sensibilidade em circuitos de potência.

Dentre as aplicações mais importantes indicadas para os SIDACs, podemos citar:

- Protetores de sobretensão
- *Flashers* de xenônio
- Osciladores de Relaxação
- *Starters* de lâmpadas de vapor de sódio
- Ignição de sistemas que usam gás natural ou óleo
- Fontes de alimentação de alta tensão.

## APLICAÇÕES PRÁTICAS

A ON Semiconductor em um *application note* (AND8015/D) apresenta uma aplicação prática interessante para o seu SIDAC MKP1V120RL. Conforme mostra a **figura 2**, esse componente pode ser usado para estender a vida útil de lâmpadas incandescentes comuns.

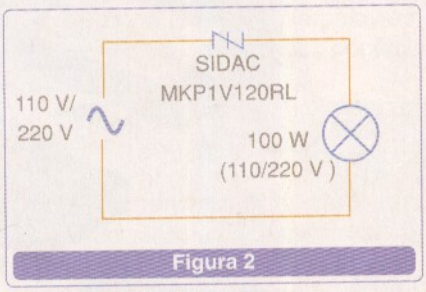



Figura 2

Embora as lâmpadas incandescentes comuns não sejam mais muito utilizadas em iluminação doméstica, existem equipamentos de diversos tipos como, por exemplo, pequenas estufas e secadores que fazem uso deste tipo de dispositivo.

Um caso importante que é consi-

derado ao se empregar esse circuito, é que em lugares de difícil acesso, principalmente instalações externas, o custo e o trabalho de troca da lâmpada em caso de queima são significativos, devendo, então ser pensado o prolongamento de sua vida útil.

O dispositivo é ligado em série com a lâmpada e sua finalidade é diminuir a tensão RMS aplicada ao filamento, e assim aumentar a durabilidade da lâmpada. Também deve-se considerar que uma leva redução da tensão RMS aplicada à lâmpada reduz o consumo de energia. Segundo se afirma, a durabilidade da lâmpada pode ser aumentada entre 1,5 e 5 vezes, dependendo do tipo e potência.

Nessa aplicação, como o SIDAC comuta apenas com uma certa tensão, parte do semiciclo aplicado à lâmpada é cortado conforme ilustra a **figura 3**. Esse corte, diferentemente do que ocorreria com um redutor resistivo, não consome energia. O ângulo de condução (utilizando-se um SIDAC para 120 V) pode ficar entre 110 e 130 graus, correspondendo a reduções de potência de 10 a 30%.

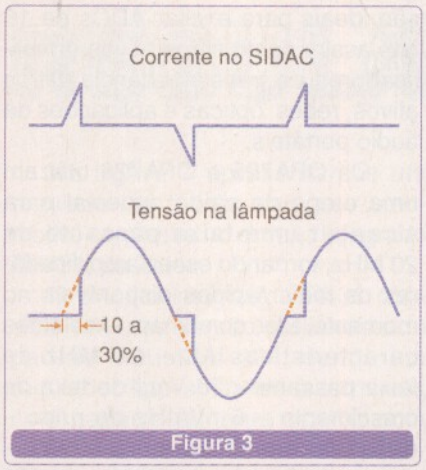


Figura 3

## EMI

Deve-se observar que a comutação rápida de um SIDAC faz com que esse dispositivo gere interferência eletromagnética. No caso prático de um circuito como o que apresentamos, essa interferência vai aparecer principalmente em rádios AM que sejam ligados próximos da lâmpada. Um filtro para redução desse ruído é exibido na **figura 4**.

Será importante que a freqüência de ressonância do circuito fique acima do limite audível para que ele não gere ruídos audíveis quando em funcionamento.

Na escolha do SIDAC para uma determinada lâmpada deve-se levar em conta o pico de corrente que ocorre quando ela é ligada e que o filamento se encontra frio (com menor resistência).

## OUTROS CIRCUITOS

Na **figura 5** temos o circuito de um *Flasher Néon* utilizando um SIDAC

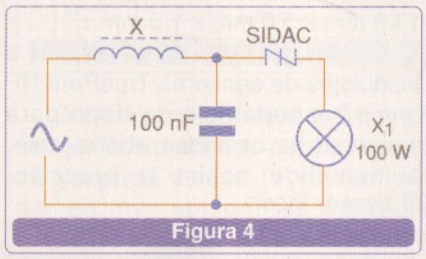


Figura 4

da Teccor.

Essa empresa fabrica SIDACs de 79 a 330 V para aplicações como essa e seu endereço na Internet é fornecido no final do artigo.

Esse circuito nada mais é do que um oscilador de relaxação onde a freqüência depende do resistor de carga do capacitor junto ao SIDAC. O resistor de 20 MΩ pode ter seu valor alterado em função da aplicação. O transformador utilizado é do tipo de pulso (de 4 kV) para disparo de lâmpadas comuns de xenônio.

Na **figura 6** aparece um circuito de ignição de gás do tipo encontrado em fogões a gás comuns, gerando alta tensão também a partir de um oscilador de relaxação com um SIDAC. Esse circuito também é sugerido pela Teccor.

Na **figura 7** é ilustrado o circuito do oscilador de relaxação típico com SIDAC com as fórmulas que permitem calcular os valores dos seus componentes.

Veja que os valores máximos e mínimos de R são críticos depen-

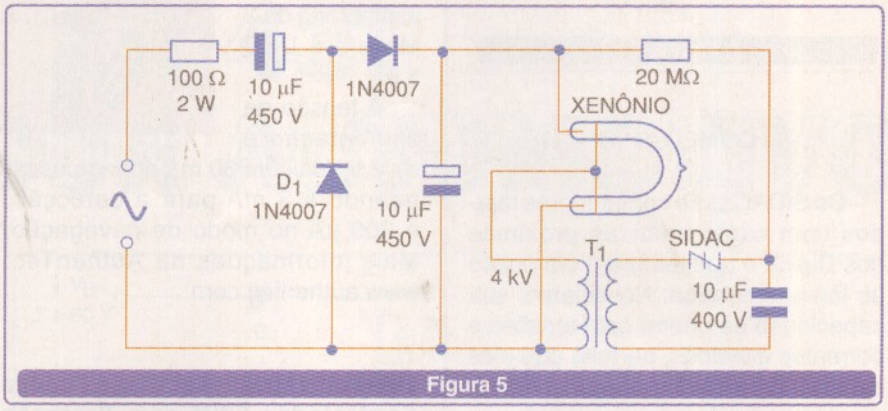


Figura 5

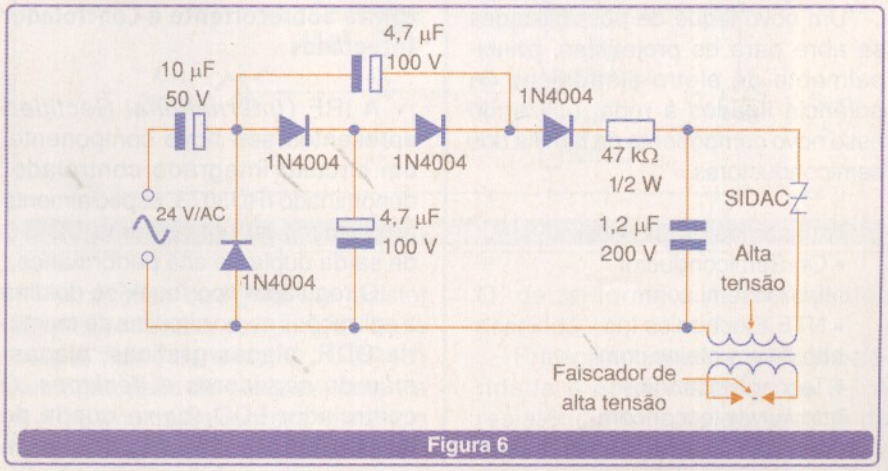


Figura 6

dendo, basicamente, da tensão de entrada e das tensões de disparo e manutenção do SIDAC, além das correntes envolvidas. Observe também que a forma de onda desse circuito é dente-de-serra, mas com uma subida exponencial da tensão dada pela carga do capacitor C.

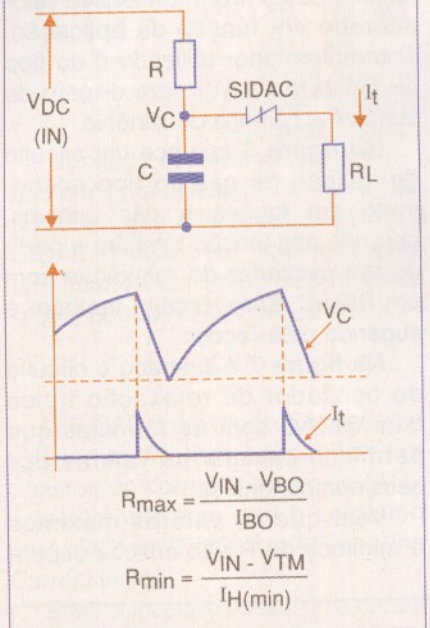



Figura 7

## CONCLUSÃO

Os SIDACs são comutadores rápidos com características próximas dos DIACs e que lembram um pouco as lâmpadas néon. No entanto, sua capacidade de operar com tensões e correntes elevadas, permite que eles sejam utilizados em circuitos diretamente ligados à rede de energia.

Um novo leque de possibilidades se abre para os projetistas, principalmente de eletro-eletrônicos de potência ligados à rede, utilizando esse novo componente da família dos semiconductores.

Fabricantes de SIDACs:
- On Semiconductor
http://onsemi.com
- NTE Electronics Inc
http://www.nteinc.com
- Teccor Electronics
http://www.teccor.com

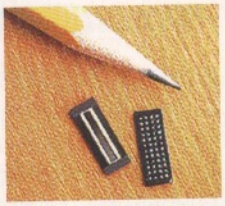
## ELETRÔNICA

### Sensor Fingertip Supera Teclado

Além de ser um sensor biométrico para aplicações em autenticação, o sensor *fingertip* EntréPad AES2500 também integra 5 funções de navegação no mesmo *chip*. As funções estão numa área menor do que 70 $mm^2$ e, com isso, o dispositivo pode ser usado em segurança em dispositivos como telefones celulares, PDAs e ao mesmo atua como *joystick*, botão de navegação e teclado.

O dispositivo pode sensoriar movimentos direcionais e uma entrada de pressão com uma taxa de captura de 162 fps. Além disso, é fornecido num invólucro resistente BGA medindo 13,8 mm x 5,0 mm x 1,3 mm.

O *chip* de 192 x 16 pixels usa a tecnologia de sensores TruePrint RF que vê a superfície do dedo para sensoriar as camadas abaixo dele, aumentando assim a precisão. O sensor incorpora ainda uma interface serial assíncrona de 2 Mbits/s e USB 2,0.



A tensão de alimentação é de 2,5 Vdc com 30 mA quando escaneando e 3 mA para a detecção, e 300 µA no modo de navegação. Mais informações na AuthenTec: www.authentec.com

### International Rectifier Lança Controlador PWM com Proteção contra Sobrecorrente e Controlador Integrados

A IRF (*International Rectifier*) apresentou seu novo componente, um circuito integrado controlador denominado IRU3073, especialmente projetado para conversores DC-DC de saída dupla de alta performance.

O regulador tipo "buck"se destina a aplicações como circuitos de memória DDR, placas gráficas, placas-mãe de servidores e *desktops*. O controlador LDO (baixa queda de tensão) habilita uma segunda saída a usar um único Power MOSFET em lugar de um segundo circuito como um outro controlador LDO.

Ele opera com fontes simples de 5 ou 12 V de entrada. O IRU3073 é um controlador PWM síncrono com freqüência de comutação programável por capacitor de 200 kHz a 400 kHz.

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




### Texas Instruments lança os Mais Rápidos Amplificadores CMOS de 12 V para excitar Conversores de Dados de 16 bits

A Texas Instruments anunciou recentemente uma nova família de amplificadores operacionais CMOS de 12 V de alta velocidade e baixo ruído, fabricados pela sua empresa Burr-Brown. Os novos amplificadores são ideais para excitar ADCs de 16 bits assim como filtros ativos, amplificadores de transimpedância, filtros ativos, redes ópticas e aplicações de áudio portáteis.

Os OPA725 e OPA726 utilizam uma etapa de saída especial para alcançar uma faixa passante de 20 MHz, tornando esses amplificadores os mais rápidos disponíveis no momento. Eles combinam excelentes características AC – 20 MHz de faixa passante - 30 V/µs de taxa de crescimento – 6 nV/rtHz de ruído – distorção harmônica de 0,0003% - tempo de fixação de 16 bits de 600 ns – corrente de polarização baixa e CMR > 94 dB.

Para mais informações, visite www.ti.com/sc03206.



# SINALIZADOR DE XENÔNIO DE 3V

A Zetex, baseada no transistor de alto ganho e baixa tensão de saturação, apresenta na sua *Design Note 10* um sinalizador de xenônio que opera com uma tensão de entrada de apenas 3 V.

O circuito, mostrado na **figura 1**, consiste de um inversor que gera uma alta tensão para carregar o capacitor $C_2$. Esse capacitor está ligado a uma lâmpada de xenônio que é disparada quando o DIAC atinge o ponto de disparo e comuta o SCR. O SCR descarrega, então, o capacitor $C_3$ através de um transformador de ignição.

O circuito tem uma eficiência de mais de 70%, resultando assim em uma boa autonomia para a bateria.

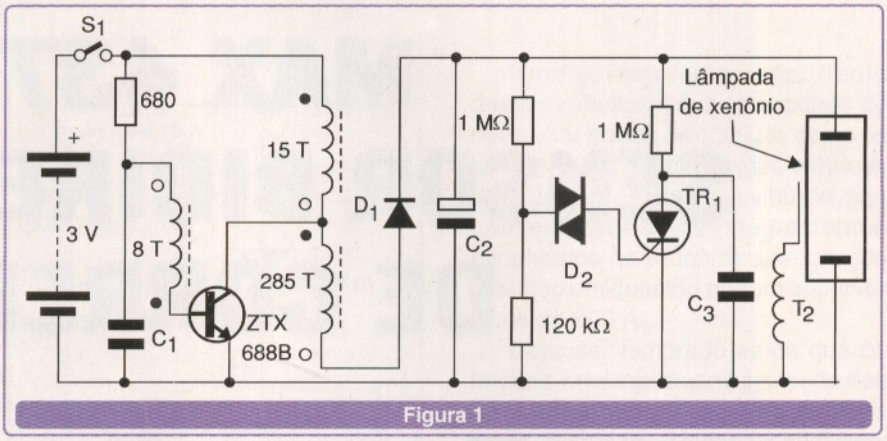


Figura 1

O transformador de disparo deve ser de tipo apropriado para o disparo da lâmpada usada. O transformador do inversor tem os números de espiras para os enrolamentos indicados no diagrama e deve ser enrolado em forma de ferrite apropriada.

# ZR 431 REGULADOR AUTOMOTIVO

Na **figura 1** apresentamos um regulador de tensão para uso automotivo com base no circuito integrado ZR431, da Zetex.

O circuito integrado ZR431 consiste em uma versão melhorada do padrão industrial 431, sendo um regulador tipo *shunt* de 3 terminais com capacidade para operar com correntes de 50 µA a 100 mA.

A tensão de saída desse componente pode ser fixada na faixa de 2,5 V a 20 V através de uma rede externa de resistores. A corrente de referência de entrada deve ser tipicamente de apenas 100 nA, o que permite a utilização de resistores de valores elevados nesse divisor. Correntes até 10 vezes menores do que as conseguidas com componentes equivalentes podem ser obtidas com o ZR431.

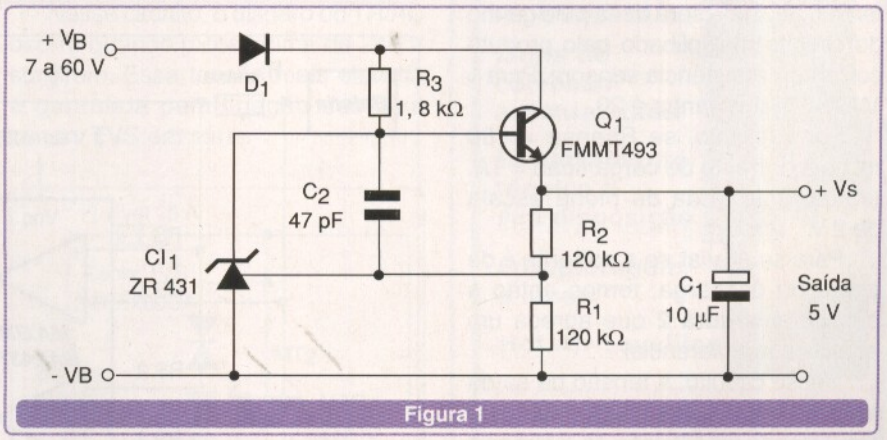


Figura 1

No circuito da figura 1 o resistor $R_3$ proporciona a corrente de base para excitar o transistor $Q_1$. O ZR431 sente a tensão de saída da fonte via $R_1/R_2$ e a compara com sua referência interna desviando o excesso para $Q_1$ de tal forma a manter a saída desejada.

Proteção contra inversão de polaridade é obtida através de $D_1$. A resistência interna da fonte é da ordem de 20 mΩ. O capacitor $C_1$

ajuda a manter esta impedância bem baixa e o capacitor $C_2$ tem função estabilizadora de modo a compensar os efeitos de altas freqüências.

O circuito pode fornecer uma corrente de 30 mA com a tensão mínima de entrada, e com tensões maiores essa corrente pode ser aumentada. Observe que este circuito não tem limitação de corrente, o que significa que não se deve manter sua saída curto-circuitada por tempos prolongados.

A saída do circuito pode ser modificada na faixa indicada na introdução, bastando para isso alterar a relação entre $R_1$ e $R_2$.

Mais informações podem ser obtidas no *site* da Zetex: www.zetex.com.

# MAX 4377 SENSOR BIDIRECIONAL DE CORRENTE

O circuito prático que apresentamos é uma sugestão da Maxim, tendo por base o CI MAX4377.

Sua finalidade é fornecer um sinal que dependa do sentido de circulação e da intensidade da corrente num circuito. Dentre as aplicações indicadas pelo fabricante do componente, temos a monitoria de correntes de carga e descarga de baterias em equipamentos como *laptops*, celulares, etc.

No bloco básico mostrado na **figura 1**, a tensão de saída será zero quando Vrs- > Vrs+.

No entanto, quando Vrs+ > Vrs-, a tensão de saída será dada pelo ganho do circuito multiplicado pelo produto corrente x resistência sensora. Para o MAX4377T, o ganho é 20.

Por exemplo, se Rsense = 100 mΩ e a corrente de carga Iload = 1A, temos uma saída de plena escala de 2 V.

Para se avaliar se a corrente é de carga ou descarga, temos então o circuito da **figura 2** que agrega um amplificador diferencial.

Nesse circuito, a tensão de saída Vout será dada por Out1 – Out 2 + Ref. Usando uma tensão de referência (ref) de 2,5 V, temos saídas de 0,5 a 4,5 V para a corrente de descarga e de 2,5 a 0,5 V para correntes de carga.

Mais informações no *site* da Maxim: www.maxim.com.

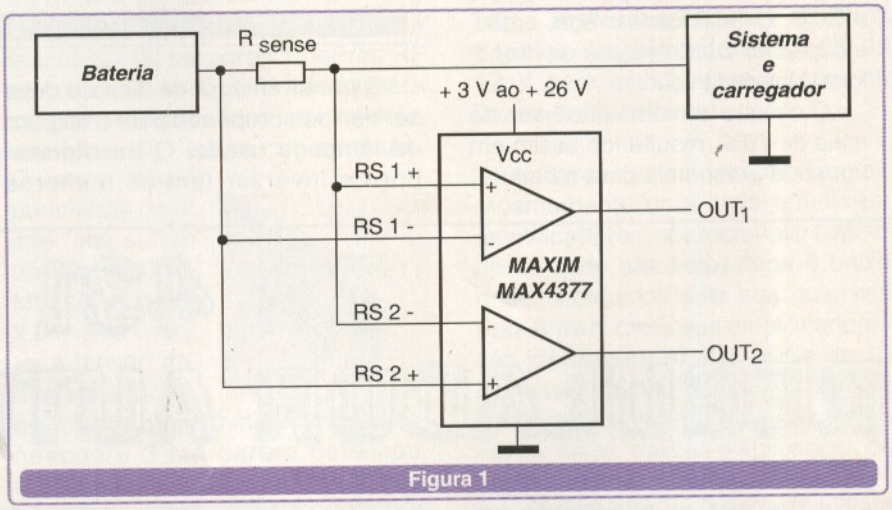



Figura 1

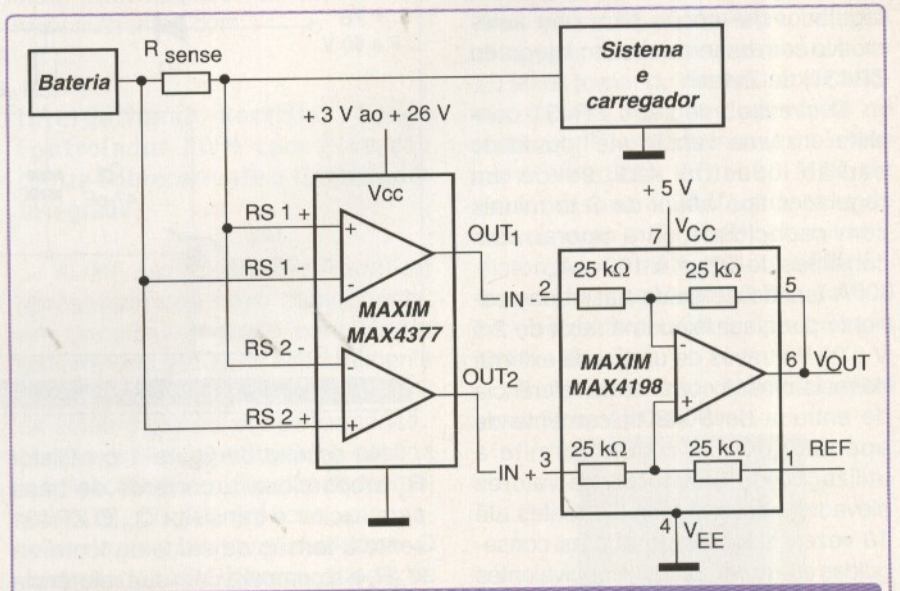



Figura 2

# AND 8012 / D
# PROTEÇÃO DE ESTADO SÓLIDO PARA CIRCUITOS CA

Existem aplicações ligadas à rede de energia em que é preciso agregar um sistema eficiente de proteção contra sobrecorrente com ação muito rápida e de alta confiabilidade.

Os circuitos que apresentamos são sugeridos pelo *Application Note* AND8012/D da ON Semiconductor, e fazem uso de diodos zener e TRIACs.

Esses circuitos são suscetíveis a transientes que podem causar sérios problemas aos equipamentos mais sensíveis, não sendo protegidos pela abertura de fusíveis que, nesses casos, possuem uma ação muito lenta.

Segundo a ON, as freqüências naturais e impedâncias das linhas de transmissão de energia de uso doméstico causam surtos com oscilações amortecidas em uma faixa de freqüências que vai dos 30 kHz aos 1,5 MHz.

A amplitude desses surtos depende de diversos fatores, existindo distúrbios no fornecimento de energia que podem alcançar amplitudes de 6 kV.

Embora os varistores de óxido metálico (MOV) sejam os componentes mais usados para proteger os equipamentos contra surtos, eles apresentam algumas desvantagens que podem torná-los ineficientes no caso de alguns tipos de fenômenos.

Assim, para uma proteção mais eficiente, o uso de um circuito do tipo "crowbar" pode ser interessante.

No circuito da **figura 1**, por exemplo, indicado para a rede de energia de 120 V, temos um diodo zener do tipo TVS (*Transient Voltage Suppresor*) que dispara o TRIAC quando um pico de tensão o atinge.

No circuito indicado, a tensão de disparo é de 140 V, o que quer dizer que picos, mesmo de curta duração, fazem com que o TRIAC conduza causando a rápida queima do fusível de proteção.

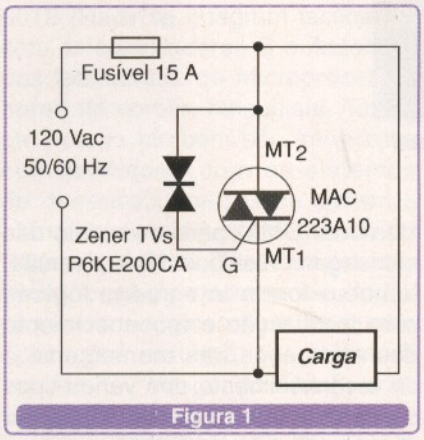


Figura 1

A corrente máxima indicada para o dispositivo alimentado é 15 A (rms), pois essa é a corrente máxima de pico suportada pelo TRIAC na condição de disparo e com muito curto tempo de condução.

Para dispositivos de maior consumo, o TRIAC deve ser substituído.

Para a proteção de cargas nas mesma condições, porém na rede de 220 V, temos o circuito sugerido na **figura 2**.

Nesse circuito, o disparo do TRIAC ocorre quando picos acima de 240 V surgirem. Essa tensão mais elevada é garantida pela ligação dos dois zeners TVS em série.

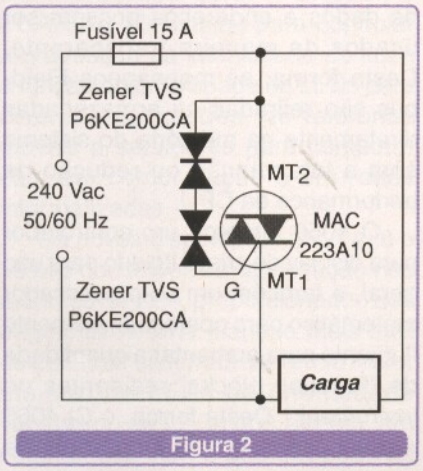


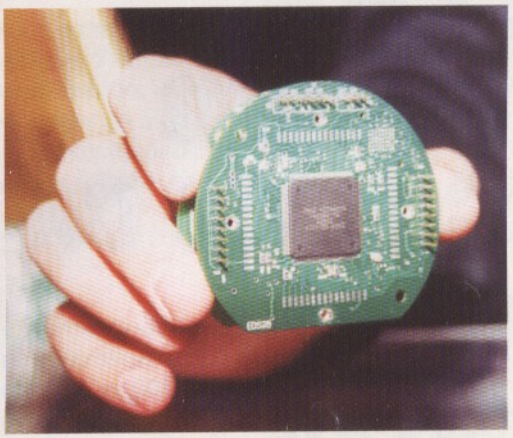
Figura 2

Uma característica importante desses circuitos é sua capacidade de manusear pulsos de 1000 µs, como os que ocorrem em descargas elétricas durante tempestades, evitando que causem danos aos equipamentos conectados às redes de energia. Os circuitos em questão podem absorver picos de 500 A.

Deve ser lembrado ainda que os fusíveis empregados na proteção dos equipamentos devem ser do tipo de "ação rápida", e se os circuitos forem indutivos será interessante conectar um "snubber" em paralelo com o TRIAC.

Informações : www.onsemi.com.

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



*Chip* **Foundation Fieldbus aplicado numa placa transmissora**

# Chip da Smar chega à quarta versão

**Sérgio Vieira**

Tendo já desenvolvido, ao longo de sua história, 16 circuitos integrados (CI), a Smar chega à quarta versão do seu mais famoso *chip*, o FB 1050. Concluído em 1994, o primeiro CI se resumia a uma simples USART (parecida com a Intel 8251) destinada para o protocolo Fieldbus. De acordo com Basilio Selli Júnior, diretor da Smar Research, unidade americana da empresa, o projeto solucionou (a partir de 1994) um grande problema de desenvolvimento de instrumentos Fieldbus. "Dessa forma, a Smar foi capaz de introduzir os primeiros instrumentos Fieldbus em escala e qualidade industrial".

Após a experiência com o 1050, em 1997, a empresa desenvolveu o 2050 que integrava as funcionalidades básicas da versão anterior, além de outros requerimentos de instrumentos Fieldbus, como por exemplo, o novo e robusto polinômio CRC, especialmente desenvolvido para atender a demanda de comunicação industrial. O 2050 também possibilitou à CPU Motorola HC11 expandir o barramentos de endereços para 20 bits, de forma que o instrumento pudesse comportar um software mais elaborado e maior, funcionalidade requerida pelo standard Fieldbus da época.

Em 1999, foi chegada a hora de desenvolver o 3050, que integrava o 2050, mais outros requerimentos de níveis bem mais altos. Desta vez, a engenharia da Smar focalizou nos congestionamentos internos observados dos instrumentos, onde decidiu-se integrar Acesso Direto à Memória (DMA) para manuseio das mensagens Fieldbus. Nessa versão, também foram integradas lógicas para localização e reconhecimento dos endereços nas mensagens, e de reconhecimento dos vários tipos de mensagens, especificadas pelo standard Fieldbus. "O 3050 começou a incorporar funções da CPU de forma que o instrumento tivesse mais tempo para a leitura e processamento de variáveis, além de reduzir o tempo gasto na manipulação do protocolo de comunicação", lembra Basilio.

No ano passado, a Smar finalizou o CI 4050 que traz as principais funcionalidades das versões anteriores. Entretanto, esse novo CI foi orientado para um barramento de dados mais avançado que o barramento síncrono do HC11. "Desta vez usamos um barramento de dados dinâmico para 8 e 16 bits, e com barramento de endereços de até 24 bits". Neste projeto, o 4050 opera em conjunto com a CPU para que o barramento de dados e endereços possam ser usados de maneira transparente. Desta forma, as mensagens Fieldbus são retiradas ou armazenadas diretamente na memória do sistema sem a intervenção ou redução de performance da CPU.

O 4050 integrou um controlador para display de cristal líquido para uso geral, e também um co-processador matemático para operações em ponto flutuante para aumentar a quantidade de "function blocks" residentes no instrumento. Desta forma, o CI 4050 é peça-chave nos instrumentos de campo que trabalham em malhas de controles de alta complexidade em tempo real. De acordo com Basilio, a próxima geração de *chips* (5050) já está na cabeça dos dez engenheiros que trabalham na Smar Research e na memória dos simuladores e compiladores.

## *CHIP* NÚMERO 1 MILHÃO

Esse ano, a Smar atingiu a produção do CI de número 1 milhão. A Smar Equipamentos, outra empresa do Grupo, é consumidora de 25% dos *chips* produzidos, enquanto que os 75% restantes são vendidos para diversos fabricantes em todo o planeta. A empresa está produzindo perto de 200 mil peças por ano e, segundo projeções de Basilio, haverá esse ano um crescimento de 15% na produção.

Por enquanto, a Smar não possui uma fábrica para a produção de seus *chips*. Alguns fabricantes estimam que, um projeto completo de uma fábrica nessa área requer investimentos da ordem de US$ 3 bilhões. Detalhe: em quatro anos, uma fábrica dessa começa entrar em declínio. No caso da Smar, o desenvolvimento de cada nova versão conta com a parceria de duas empresas na área de circuitos exclusivamente digitais, um na área de circuitos "mixed-signals" e três na área de ferramentas de desenvolvimento, simulações, synthesis e lay-out. Segundo Basilio, estas parcerias são de alto nível e

o caráter pessoal de amizade e de conhecimento é ponto fundamental. Por uma questão de segredo empresarial, não é possível informar exatamente onde os *chips* são produzidos. Entretanto, essa produção está espalhada pelos Estados Unidos, Singapura, Taiwan e Israel. "Um dia chegaremos a Europa", comentou.

"A Smar Research concebe o ante-projeto e faz o modelamento em linguagem de alto nível. Em seguida simulamos os modelos e procuramos todos os pontos de falhas e correções. Após a solução dos "*bugs*", nós rodamos as sínteses orientadas para nossas plataformas de testes onde executamos outros níveis de simulações".

Uma vez com o circuito final concluído, a Smar Research procura os parceiros de engenharia para definir a melhor tecnologia disponível para a solução, onde quanto maior a densidade de transistores por milímetro quadrado maior o custo de introdução do circuito. Basilio enfatiza que, apesar da preocupação com a relação custo/benefício, no ramo de alta tecnologia o fator humano é tudo.

Atualmente, a Smar Research possui 20 funcionários, dos quais, dez são engenheiros (três brasileiros e sete americanos). Deste grupo, quatro pessoas "respiram" diariamente a tecnologia de modelamentos para circuitos integrados, enquanto que os demais estão orientados a testes e suporte a projetos. Basilio destaca que esta área de testes é praticamente o coração de todo o processo. A complexidade dos equipamentos de desenvolvimento e de testes são altíssimas, assim como as análises e leituras destes equipamentos.

Como parte do trabalho de desenvolvimento de *chips*, há ainda a área de reconhecimento das necessidades do mercado de instrumentação. É preciso compatibilizar o desenvolvimento de um circuito com melhores funções para um instrumento com melhores facilidades de produção dos "wafers".

O modelo matemático adotado pela empresa foi o IEEE754, que estabelece o padrão para representação de números em ponto flutuante. Este padrão permite 32 bits como "*standard precision*" e 64 bits como "*double precision*". Vale lembrar que a maioria dos compiladores para CPU de 8 e 16 bits preferem "*standard precision*", além disso os protocolos Foundation e Hart estabelecem o uso do IEEE754 em "standard precision".

Desta forma, os projetos 4050 e 3012 (Hart) se integram facilmente com os compiladores C e Assembly dos fabricantes de microprocessadores (Motorola, Mitsubishi, Texas, etc.) como também são integrados com facilidade com os sistemas de desenvolvimentos de software oferecidos pela Arquimedes, Wind River, etc. A Smar Research estudou vários formatos e desenvolveu todos os circuitos lógicos para as quatro operações matemáticas, além de conversão "*Integer to Float*", conversão "*Float to Integer*", comparação, etc. "Os cálculos em ponto flutuante executados pelos nossos co-processadores são 25 vezes mais rápidos que os executados pela CPU residente no instrumento", comentou. Além do desenvolvimento de chips de comunicação para o protocolo Foundation Fieldbus, a Smar Research também especializou-se em CIs para a comunicação Hart, Profibus e 4/20mA.

## Novos dispositivos Philips para controle de luz

A Royal Philips Electronics anunciou duas novas séries de expansores I/O I²C de uso geral (PCA953x e PCA955x) otimizadas para controlar a graduação na intensidade de luz e a função acende/apaga de LEDs para diversas aplicações, de telefones móveis a servidores para computação, em comunicação e em redes informatizadas.

Os novos dispositivos de 2, 4, 8 e 16 bits constituem uma inovação nos recursos de I²Cs, proporcionando aos engenheiros uma maneira mais fácil de construir sistemas contendo maior número de LEDs de intensidade variável ou de LEDs que piscam, em comparação com o que era possível anteriormente, utilizando apenas I/Os básicos de Uso Geral (General Purpose I/Os-GPIO) ou microcontroladores (MCUs).

Fabricantes de aplicações como telefones celulares e servidores precisam cada vez mais de diversos LEDs piscantes, tanto para uso que chame a atenção do usuário em teclados como para fins práticos, como indicadores de status. Os novos Dimmers PCA953x e Blinkers PCA955x, segundo a empresa, proporcionam maior flexibilidade aos sistemas, reduzindo a quantidade de energia consumida pelos LEDs e eliminando a programação dos MCUs.

"A família PCA955x da Philips é exatamente o que procurávamos para controlar os LEDs de manutenção e controle de "bus" (vias de dados) em nossa nova geração de plataformas para servidores", diz Wally Tuten, Engenheiro Sênior de Desenvolvimento de Servidores da série X da IBM. Nos produtos da IBM, a placa de memória pode ser removida do sistema nos casos em que a visão dos LEDs DIMM é obstruída. Usando um "Super-Cap" como bateria para manter a continuidade da alimentação elétrica, a mais recente configuração do PCA955x permite o controle específico das freqüências com que cada LED acende/apaga, bem como do status ligado/desligado, facilitando bastante o rastreamento e a localização de falhas específicas.

Esse recurso permite que LEDs secundários ou terciários sejam instalados nas diferentes placas e componentes, contribuindo para a solução rápida de problemas, mesmo após a desmontagem de um sistema ou do corte em sua alimentação elétrica. "Essa abordagem permite projetar uma arquitetura de sistema mais simples, porém mais robusta, e reduz o tempo de desenvolvimento, permitindo que a IBM leve seus produtos ao mercado mais rapidamente e ofereça aos clientes ferramentas de melhor qualidade para depuração de problemas", explica Tuten.

Os novos dispositivos I²C possuem um oscilador interno com quatro registradores, também internos, de 8 bits (256 valores) utilizados para

configurar duas freqüências programáveis segundo as quais os leds devem piscar. Isso elimina a necessidade de o MCU utilizar um de seus timers para envio repetido de comandos para que os LEDs pisquem (ativando e desativando repetidamente cada um dos LEDs). Os dispositivos também reduzem significativamente o tráfego no bus de I²C, em comparação com situações nas quais um GPIO padrão é usado para fazer com que o LED pisque ou atenue a intensidade de sua luz, e assim liberam o bus de I²C para o tráfego e controle adicionais de outros dispositivos. Depois de programado, o oscilador interno permite que os LEDs continuem variando em intensidade ou piscando, mesmo que o bus I²C esteja desconectado do PCA953x ou do PCA955x, o que não é possível utilizando-se GPIOs normais.

"O Bus I²C /SM tornou-se, "na prática", o padrão de bus serial para manutenção, controle e configuração na maioria das plataformas eletrônicas, de computadores a redes de comunicações", diz Pierre-Yves Lesaicherre, gerente-geral da Interface Products Business Line, uma divisão da Philips Semiconductors. "Com essas novas famílias de Blinkers e Dimmers PCA955x e PCA953x para LEDs I²C, estamos introduzindo inovações significativas em uma tecnologia madura, permitindo que os fabricantes de produtos eletrônicos implementem com maior facilidade LEDs que piscam e/ou variam em intensidade em seus sistemas, ao mesmo tempo liberando o microcontrolador e o bus I²C para que o sistema opere de forma mais eficiente".

Os Dimmers PCA953x para LEDs têm uma faixa de freqüência de 160 Hz a cada 1,6 segundo; com uma faixa de ciclo de trabalho que varia de totalmente desligado até 99,4% ligado, permitindo, tanto a redução gradual da luz, como o acender e pagar dos LEDs. Os Blinkers PCA955x para LEDs possuem uma faixa de freqüência de 40 Hz a uma vez (1) a cada 6,4 segundos, com uma faixa de ciclo de trabalho que varia de 0,6% desligado até totalmente ligado, permitindo que os engenheiros configurem, por exemplo, uma freqüência de acendimento/apagamento de 4 segundos, com o LED ligado durante 1 segundo e, em seguida, desligado durante 3 segundos. A corrente disponível na saída é 25 mA por bit em operação a 5 V e 100 mA para grupos de 8 bits, uma quantidade de corrente muito superior àquela que pode ser normalmente fornecida por um MCU. Os dispositivos operam entre 2,3 V e 5,5 V e até uma velocidade de até 400 kHz no bus I²C. Quaisquer pinos de I/O não utilizados como saídas podem ser configurados e usados como entradas normais para uso geral.

## União das empresas de *chips*

A cada 18 meses dobra o número de transistores inseridos numa pastilha de silício, enquanto que, a cada um ano e meio, expandem-se as interconexões entre áreas de um transistor; a capacidade de resistência dos materiais; a tecnologia de I/Os e o número de instruções. Essas e outras características técnicas que acompanham os *chips* são perseguidas por gigantes como Motorola, AMD, Intel e IBM. São bilhões de dólares investidos por ano à espera que o mercado acompanhe as novas ondas tecnológicas. Mas, em alguns casos, o tiro sai pela culatra. "A indústria de semicondutores tem uma grande dificuldade em prever o futuro", comentou Otto Stoeterau, representante da AMD, durante fórum promovido pela Abinee.

As multinacionais perceberam que é difícil obter resultados imediatos porque cada empresa pavimenta o seu caminho tecnológico. "Não adianta criar uma necessidade e ficar esperando que a indústria vá atrás. Os movimentos das empresas precisam acontecer em conjunto", enfatizou Stoeterau. Parte dos problemas estratégicos das empresas de semicondutores está sendo resolvida com a criação da Hyper Transport Consortium, organização internacional dedicada a promover tecnologias em plataformas totalmente abertas. O objetivo da organização é promover sempre a mais alta performance de computadores pessoais, notebooks, servidores e sistemas de comunicação em geral. A AMD, por exemplo, está propondo uma arquitetura de *chips* em 64 bits totalmente transparente.

Com previsão para crescer 12% em 2003, segundo estudos da Dataquest, a indústria de semicondutores movimenta algo em torno de US$ 170 bilhões. A parte de microprocessadores responde por 30% dessa receita e é uma das mais preocupadas em aprimorar a tecnologia. Enquanto a indústria de semicondutores investe uma média de 15% da receita em P&D, a parte de microprocessadores, em especial, destina 30% do faturamento em novos produtos e processos.

## Brasil terá seu próprio modelo de TV Digital




**Wohler: modelo tem que caber no bolso dos brasileiros.**

Depois de muita discussão e pressões por todos os lados, um Grupo de Trabalho Interministerial definiu que o Brasil vai batalhar pelo seu próprio modelo tecnológico de TV Digital. O grupo, formado por sete ministérios mais a Secretaria de Comunicação Social e Gestão Estratégica, foi regulamentado pelo decreto de 23 de setembro, assinado pelo vice-presidente José Alencar.

De acordo com Márcio Wohler, representante do Ministério das Comunicações, que esteve participando de Fórum na USP sobre o tema, o Brasil dará a resposta

adequada para o mundo através dos centros tecnológicos existentes nas universidades brasileiras. "Por quê os EUA estão disponibilizando US$ 140 milhões para pesquisas no Brasil? Por quê os japoneses estão abrindo os seus *chips* para nós?", perguntou Wohler. Segundo ele, a resposta está na excelente posição de negociação que o Brasil ocupa atualmente no mundo.

Wohler disse que o Grupo Interministerial considerou que o modelo brasileiro "tem que caber no bolso dos brasileiros" – uma referência aos *royalties* que o país poderia pagar caso adotasse um padrão estrangeiro. O Grupo também apoiou-se muito na tese de que: "Se existem três padrões brigando entre si por quê então chamar de padrão um modelo que não é global?".

O Grupo considerou uma série de dificuldades que o Brasil teria, caso adotasse, por exemplo, o modelo europeu de TV Digital. Em uma análise mais rigorosa considerou-se que a Europa já vem de uma reestruturação onde o modelo de TV Digital criado não caberia dentro da realidade brasileira. "Precisamos considerar que 20% das televisões no Brasil ainda são em preto em branco e 47% utilizam antena interna", concluiu.

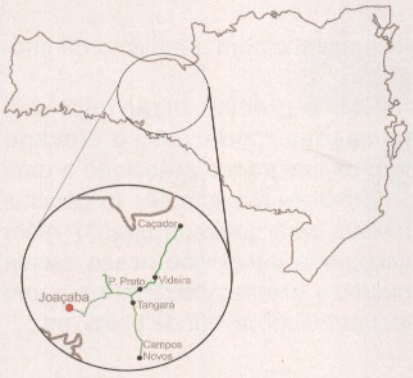
## Revista Saber Eletrônica E Unoesc

No período de 27 a 31 de outubro ocorreu a "IX Semana da Engenharia", na Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), campus de Joaçaba. O evento contou com a presença de especialistas de todo o Brasil em várias áreas da engenharia. O encontro foi realizado no Centro Tecnológico, que hoje está sob a direção do prof . José Carlos Azzolini, Mestre em Engenharia da Produção.

A Revista Saber Eletrônica marcou sua presença com a palestra "Sensores Industriais", respondendo ao convite feito pelo prof. Angelo A. Hafner, coordenador do curso de engenharia elétrica.

A UNOESC é uma universidade bastante nova, tendo sido reconhecida pelo Conselho Estadual de Educação em 20 de dezembro de 1995 e credenciada em agosto de 1996.

Embora seja um "bebê" quanto a idade, de pequena ela não tem nada. Ocupando uma área construída de 32.984 m$^2$, conta com: 70 laboratórios, 1 anfiteatro, 4 auditórios, 1 centro




de evento para 4.500 pessoas, além de uma biblioteca muito rica, entre outras dependências.

"Mas, o que realmente impressiona é o nível técnico dos alunos e do corpo docente. A maioria dos estudantes já está empregada na sua área de atuação, e quase todos os professores têm Doutorado ou estão em fase de concluí-lo". (Palavras do nosso articulista e palestrante Alexandre Capelli).

Por enquanto, o Centro Tecnológico oferece cursos de: Engenharia Civil, Engenharia de Produção Mecânica, Engenharia Elétrica (ênfase em Eletrônica), e Tecnologia em processos industriais (Refrigeração).

Com certeza, uma ótima oportunidade tanto para os jovens deste estado quanto para empresários de todo o país, que desejam consolidar a tecnologia dos seus produtos.

Para maiores informações:

www.unoescjba.edu.br (Campus Joaçaba).

www.unoesccnv.edu.br (Unidade Campos Novos).




**Da esquerda para diretia: Engº Angelo A. Hafner, Engª Edileusa Besses e Engº Alexandre Capelli**

## Multímetro Fluke entregue em mãos

O multímetro Fluke, sorteado durante a última edição da FIEE/ EletronicAmericas pela Revista Saber Eletrônica, foi entregue a Wellingtom Matos Alves, técnico da empresa Center Cabos Eletroeletrônicos. O equipamento foi entregue pelo editor responsável Hélio Fittipaldi (na foto à direita), em Salvador (BA). Wellingtom foi o felizardo entre os mais de 650 cartões que foram depositados na urna, instalada no estande da Revista durante os dias de feira.



# CONVERSORES DE DADOS Final

## Aplicações

Nos dois primeiros artigos desta série abordamos a tecnologia dos conversores de dados, analisando o princípio de funcionamento dos principais tipos de conversores analógicos-para-digitais (ADC) e digitais-para-analógicos (DAC). Continuando esta série, encerraremos o assunto com uma análise das principais aplicações desses circuitos, baseando-nos em ampla literatura fornecida pela Texas Instruments.

Newton C. Braga

### MICROSYSTEMS

Em muitas aplicações práticas os conversores de dados funcionam em conjunto com outros circuitos. Há situações em que esses outros circuitos têm por base um microcontrolador ou ainda um microprocessador. Nesses casos, os dados analógicos devem ser convertidos para a forma digital para um processamento rápido, e o resultado digital eventualmente convertido para a forma analógica, conforme mostra a **figura 1** onde temos a arquitetura típica de um DSP.

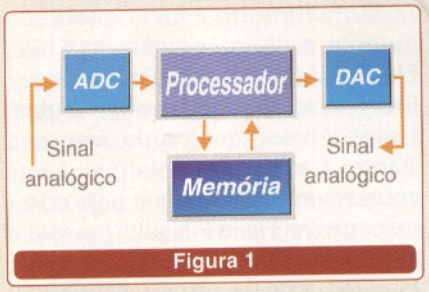



Figura 1

Quando os conversores de dados são utilizados com finalidades especiais, exercendo assim funções especiais, o que temos são "micro-sistemas" ou *MicroSystems*.

Assim, em um micro-sistema temos um cerne com um microcontrolador, mas com características que permitem sua operação com o máximo desempenho com sinais analógicos. Nesses micro-sistemas, tanto o cerne formado pelo circuito microcontrolador quanto o cerne com o circuito analógico, são integrados juntos de modo a se obter o melhor desempenho com o máximo de integração.

Não é preciso dizer que, nas aplicações modernas, o elevado grau de integração associado a uma performance máxima são exigências básicas para qualquer projeto. Além disso, uma integração nessa escala minimiza problemas comuns como interferências, *layout* de placa, etc.

### A TECNOLOGIA DOS MICRO-SISTEMAS

Na maioria dos sistemas os dados analógicos não podem ser utilizados diretamente a partir do conversor, devendo passar antes por um processamento. Isso quer dizer o microcontrolador deve ser dotado de recursos analógicos próprios para essa finalidade.

A capacidade e o tipo de processamento dependerão da aplicação. Por exemplo, o microcontrolador 8051 é o preferido para as aplicações industriais devido ao fato de que sua arquitetura se casa bem com muitas aplicações nesse campo.

Por outro lado, ADCs Delta-Sigma têm sido empregados amplamente em aplicações industriais, uma vez que fornecem a maior precisão para medidas DC se comparados a qualquer outro conversor.

Todavia, se tentarmos combinar os dois tipos de circuito, encontraremos um exemplo típico de problema de integração: a CPU do 8051 tem um barramento de dados de 8 bits, enquanto que a maioria dos ADCs Delta-Sigma tem uma resolução de 24 bits. O acesso à saída do ADC pelo 8051 deve ser feito com três transferências de dados. Além disso, o processamento de dados exige uma banda mais ampla da CPU. Os produtos que integram as duas tecnologias, tais como os micro-sistemas, possuem dois métodos para resolver estes problemas.

O primeiro método consiste em se usar ciclos mais rápidos de instrução, três vezes mais velozes do que os empregados pelo ciclo padrão de instrução do 8051. O segundo método consiste na implementação de um acumulador de 32 bits que pode ser acessado tanto pela CPU como pelo ADC. Veja a **figura 2**.

Isso viabiliza a manipulação dos dados obtidos pelo ADC de forma independente através do acumulador, aumentando assim a eficiência do sistema. O resultado final disso é que a capacidade de processamento do dispositivo micro-sistema é muito maior do que o número de MIPS possa indicar.

É claro que também existe uma flexibilidade adicional a ser conside-

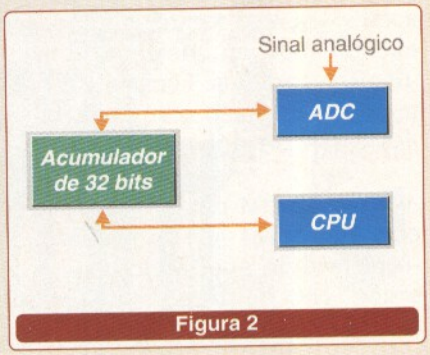



Figura 2

rada. A SRAM pode ser mapeada na memória de dados ou compartilhada com a memória de programa (von Neumann). A memória Flash *on-chip* pode ser mapeada no espaço de programa ou dados. Para isso, a durabilidade foi aumentada para acomodar seu uso como memória de dados e memória de programa.

Ademais, a memória *flash* pode ser programada através da interface paralela, interface serial ou diretamente pelo código de aplicação do usuário. Essa capacidade de ser modificada pelo usuário torna esse produto o único capaz de modificar sua própria memória de programa.

Uma vez que os dados sejam processados, a informação pode ser transferida para uma saída analógica ou digital. A família MicroSystem oferece saídas lineares DAC para controle e saída. Para as saídas digitais, os dados podem ser transferidos via PWM ou interface serial.

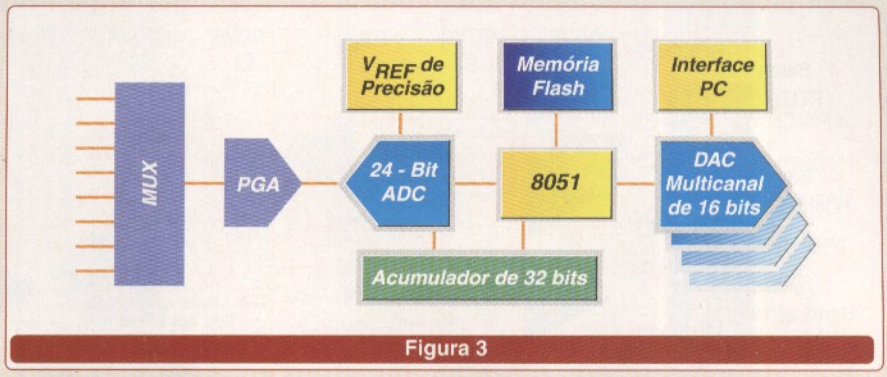



Figura 3

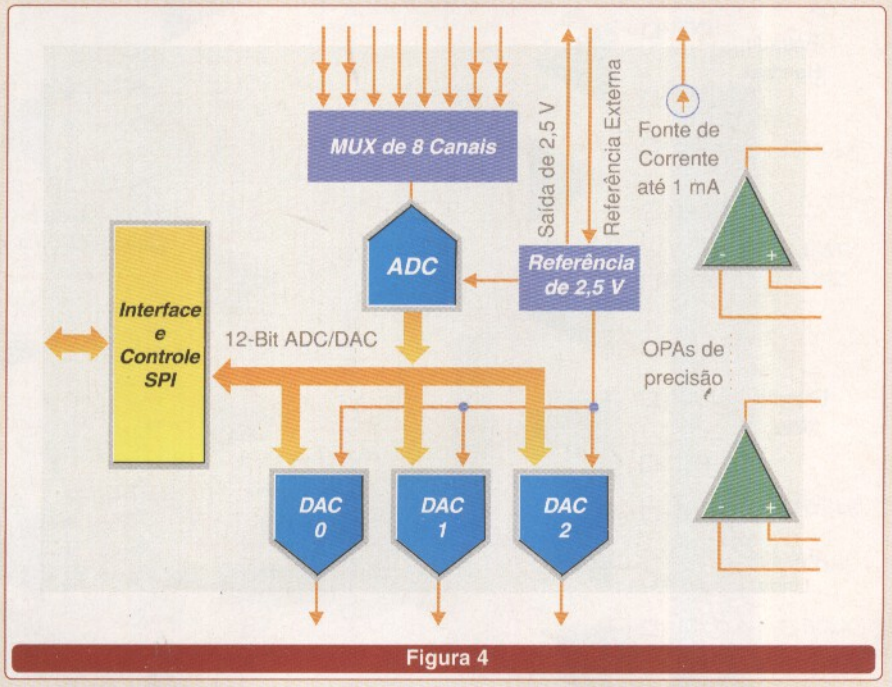



Figura 4

## MICROSYSTEMS DA TEXAS

### MSC1211

Na **figura 3** temos o diagrama de blocos do MSC1211 - Sistema de Aquisição de Dados de Precisão em um único *chip*.

### Controle/Monitoramento Analógico

Para o controle de velocidade de motores e controles de potência trifásicos, existem conversores especiais que possuem características apropriadas para essa tarefa. Como exemplo de aplicação dessa função especial, podemos citar o AMC7820 que tem seu diagrama de blocos ilustrado na **figura 4**.

Esse dispositivo é o primeiro que integra em um mesmo *chip* as funções ADC, DAC, amplificadores operacionais e diversos dispositivos para interfacear um processador hospedeiro. Dentre as aplicações específicas para este conversor de dados, indica-se o controle de sistemas de refrigeração termoelétricos, *lasers*, monitoramento e controle, além da aquisição geral de dados.

Outros dispositivos desta família são os ADS1216, ADS1217, ADS1218, AS7869, AMC7820, VECANA)1, este último com 10 canais diferenciais de 12 bits.

### Codecs para a Faixa de Voz

Uma outra família de conversores de dados com funções especiais é a formada por *Codecs* para a faixa de áudio, os quais podem ser usados em comunicações sem fio, VoIP, sistemas telemáticos, *kits* de reconhecimento de voz e aparelhos auditivos.

Exemplos de dispositivos desse tipo são os TLV320AIC20 e TLV320AIC21, cujo diagrama de blocos é exibido na **figura 5**.

Esse dispositivo possui dois ADCs de 16 bits, dois DACs de 16 bits e aceita uma velocidade máxima de *clock* de 100 MHz. Ele ainda incorpora funções como filtro *anti-aliasing*, amplificadores para microfone, *driver* para alto-falante de 8 ohms, e hardware para controle de consumo de energia.

## CONTROLADORES PARA TOUCH SCREEN

As telas sensíveis ao toque estão presentes em muitas aplicações importantes como *Smartphones*, PDAs, Telefones Celulares, Aplicações ligadas à Internet, *Players* de MP3, etc.

Na **figura 6** temos um exemplo de dispositivo dessa família que é o TSC2101, que inclui funções de *touch screen* e áudio integradas, sendo indicado para aplicações em *Smartphone*.

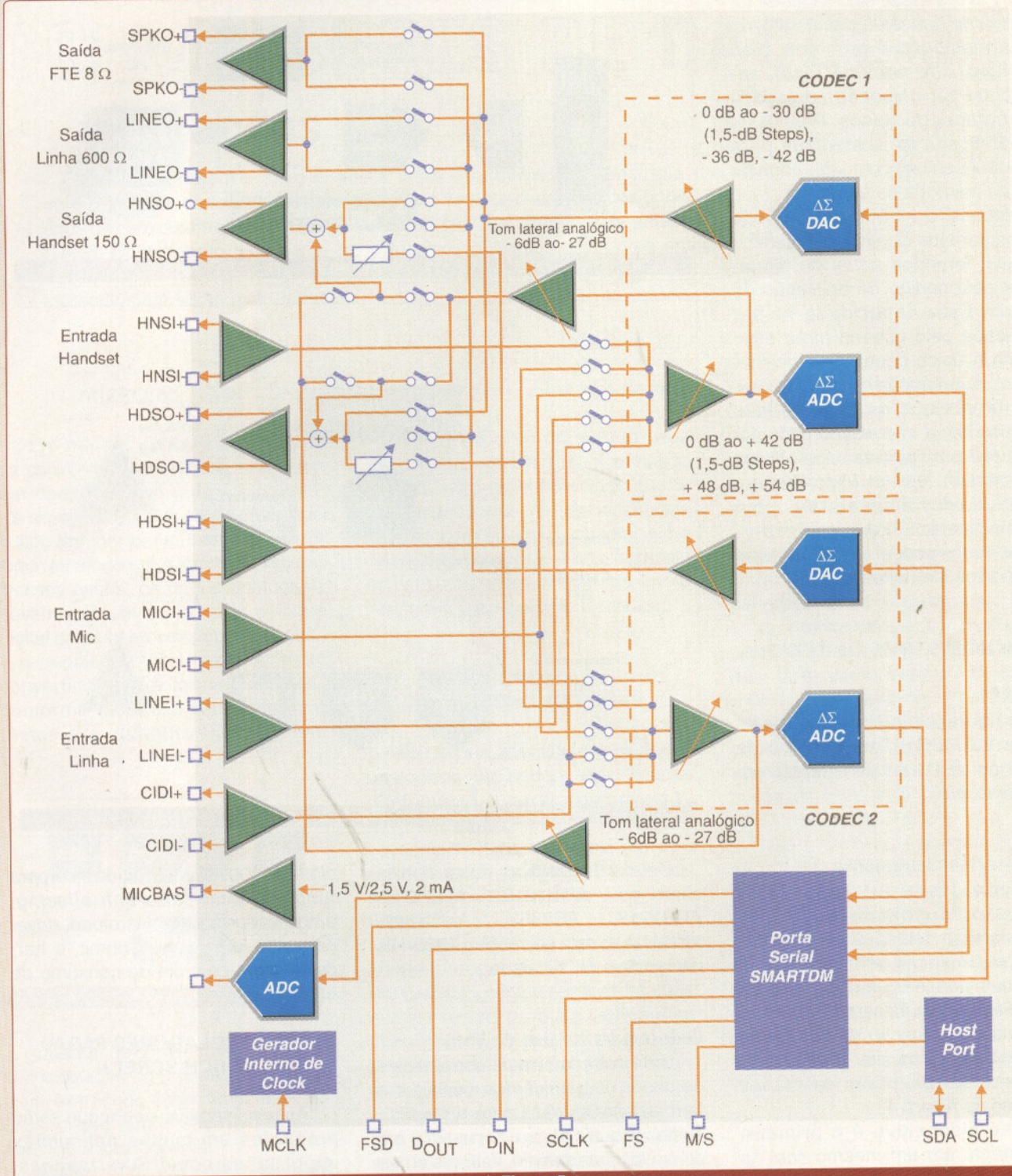



Figura 5

## CONCLUSÃO

Conforme os leitores certamente perceberam pelos três artigos desta série, os ADCs e DACs, elementos que formam os conversores de dados, na realidade são circuitos que fazem parte de uma grande quantidade de aplicações modernas.

Interfaceando circuitos digitais com analógicos em ambos os sentidos, eles são os elementos básicos da comunicação do mundo analógico ao qual pertencemos, com o mundo digital que cada vez mais se expande.

Entretanto, para o profissional que vai trabalhar com esses circuitos não basta um conhecimento superficial das configurações básicas e suas características. É preciso mais, e

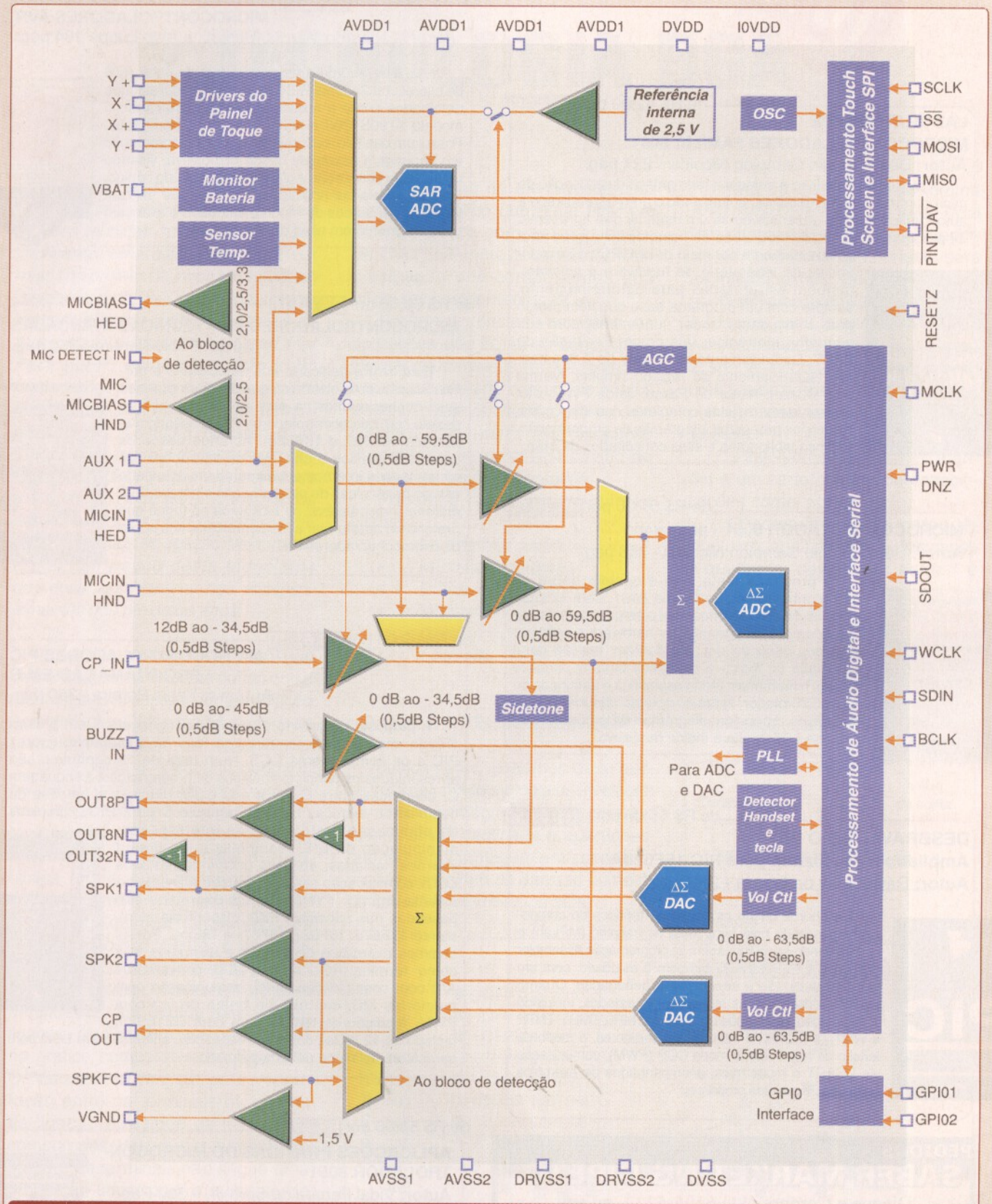



Figura 6

esse "mais" vai até a possibilidade de se contar com funções altamente integradas que, além dos conversores, já reúnem aplicações específicas que podem simplificar muito um projeto.

# TECNOLOGIA BGA

Newton C. Braga

*A tendência atual é de uma miniaturização cada vez maior e com mais funções reunidas num único chip. Isso implica em uma dificuldade cada vez maior no projeto de invólucros que, ao mesmo tempo que sejam pequenos, tenham o maior número possível de terminais. As tecnologias Quad Flat Pack (QFP) estão chegando a um ponto perigoso onde os terminais, por serem cada vez menores, se tornam mais frágeis. A saída é, portanto, a utilização mais intensa da tecnologia Ball Grid Array (BGA), que elimina esses terminais e pode levar a invólucros muito compactos com grande quantidade de pontos de ligação. Veja, neste artigo, um pouco desta tecnologia que deverá predominar nos encapsulamentos dos próximos anos.*

Além das vantagens apregoadas na introdução, há diversas outras que a tecnologia BGA apresenta em relação aos invólucros QFP e outros, quando se pensa em montagem em superfície.

Uma delas é o espaço ocupado na placa, uma vez que as conexões não ficam em terminais ao lado do invólucro, mas sim sob o componente, o que permite ganhar mais espaço. Dessa forma, com os terminais por baixo do componente, nenhuma área lateral, além daquela que corresponde ao próprio componente, é ocupada na placa de circuito impresso.

Outra vantagem está nas próprias densidades dos pontos externos de ligação, que podem ser observadas no gráfico comparativo da **figura 1**. Os valores (em mm) são para a separação entre os terminais ou pontos de ligação nos tipos de invólucros comparados. Veja que o aumento do número de terminais não segue uma proporção linear com o aumento do tamanho do componente.

Finalmente, podemos dizer que os invólucros BGA têm uma capacidade de dissipação muito maior.

A utilização de um revestimento externo metálico que pode ficar em contato direto com um dissipador de calor, aumenta a capacidade de dissipação dos componentes que usam encapsulamentos BGA.

Em função destas vantagens, as aplicações dos BGAs se concentram justamente nos casos em que se necessita de um elevado número de pontos de ligação com os circuitos externos ou pontos I/O, bem como uma dissipação de potência também alta devido ao número de funções integradas.

Podemos citar os seguintes casos:

- Microprocessadores
- Microcontroladores
- DSPs
- Memórias
- *Gate Arrays*
- *Chipsets.*

## O QUE É A TECNOLOGIA BGA?

Basicamente, podemos dizer que se trata de uma tecnologia de invólucro de circuitos integrados para componentes ativos destinada a aplicações que tenham montagem em superfície e que necessitem de elevado número de conexões externas ou I/Os.

Trata-se do que se denomina *Area Array Package*, ou seja, uma técnica que emprega toda a superfície de contato do componente para as interconexões. Conforme vimos, nenhuma área lateral ao componente é ocupada pelos terminais de ligação. As interconexões, observe a **figura 2**, são feitas por bolas ou esferas de uma liga de solda ou, eventualmente, por outros metais que possam formar junções.

Os invólucros BGA devem atender a um certo número de especificações como, por exemplo:

- O comprimento do corpo do invólucro, que na maioria dos casos é quadrado, deve variar entre 7 e 50 mm.

- O número máximo de terminais é 1000, mas a faixa mais comum nas aplicações atuais é a que está compreendida entre 50 e 500 terminais.

- A distância centro-a-centro das

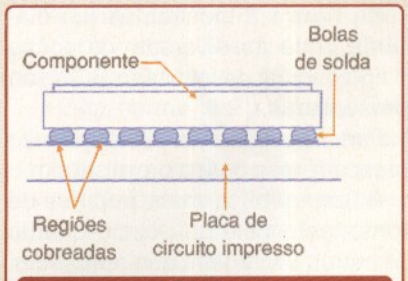



Figura 2

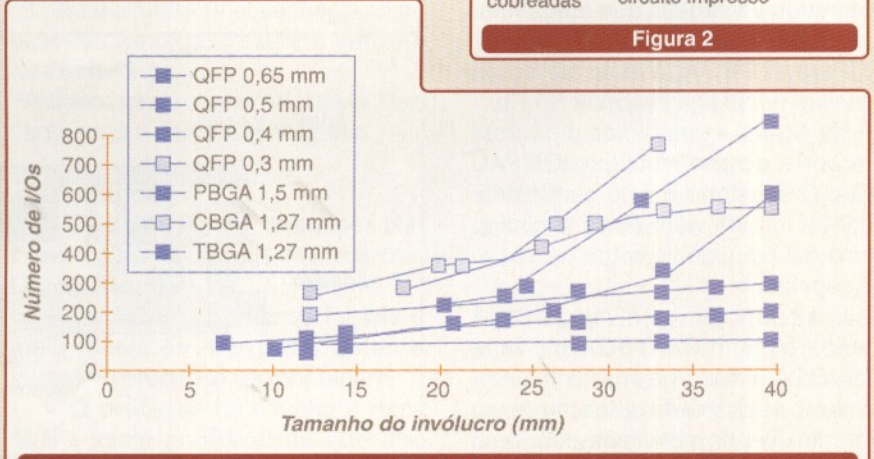



Figura 1

bolas de contato, denominada tecnicamente "pitch", varia entre 1 e 1,5 mm.

- A altura depende das diversas variações deste tipo de invólucro que existem no mercado.

## COM O SURGIU O BGA

A tecnologia PBGA (*Plastic BGA*) foi desenvolvida em 1949 pela Motorola e Citizen, como prosseguimento de uma idéia similar adotada pela IBM e Motorola alguns anos antes, quando criaram o CBGA (*Ceramic BGA*).

O uso desse tipo de invólucro se difundiu no meio da década de 90 pela Motorola e pela Compaq, que utilizaram em seus computadores.

Quando foi lançado, o PBGA foi chamado de *Over Molded Pad Array Carrier* ou OMPAC, e logo em seguida uma infinidade de variações do mesmo invólucro apareceu no mercado.

## VARIAÇÕES

Podemos citar a TBGA (*Tape BGA*), a SBGA (*Super BGA*) e até mesmo o módulo *multi-chip* ou MCM-BGA que é semelhante aos BGAs comuns, mas que no mesmo invólucro contém diversos *chips*.

Na **figura 3** mostramos um diagrama onde as diversas variações do tipo original de invólucro BGA são apresentadas.

Para os usuários as diferenças não aparecem, mas para o projetista sim.

Atualmente, a mais popular de todas, tanto pelo seu custo quanto por outras vantagens que apresenta, é a PBGA (*Plastic BGA*).

Para o PBGA, a bola de solda consiste numa liga típica de Sn-Pb.

Na **figura 4** ilustramos uma vista em corte de um invólucro OMPAC BGA. O substrato é feito geralmente de 0,25 mm de vidro-epoxi laminado com uma camada de cobre de 18 µm de espessura.

Um outro tipo de invólucro BGA menos comum é o TBGA ou *Tape /Tab BGA* exibido na **figura 5**. Esse invólucro se baseia na utilização de um filme flexível de poliamida com uma metalização em cobre nas duas faces. As esferas de solda para conexão são feitas de uma liga 10Sn90Pb.

Como apenas uma face do filme PI funciona como plano de terra, esse invólucro se caracteriza por uma performance boa em termos de baixo nível de ruído.

O filme PI tem normalmente uma espessura de 50 µm e o diâmetro das esferas de solda é da ordem de 0,63 mm para um *pitch* do invólucro de 1,27 mm.

A parte de cima do invólucro pode ser colocada em contato direto com um dissipador de calor utilizando-se um adesivo termicamente condutivo para essa finalidade. Trata-se de um invólucro que possibilita uma elevada dissipação de calor, quando comparado com os invólucros plásticos.

O próximo encapsulamento a ser considerado é o *Super BGA* ou SBGA, apresentado em corte na **figura 6**.

Este invólucro possibilita um excelente desempenho elétrico além de uma elevada capacidade de dissipação de calor.

Similar ao TBGA, esta tecnologia utiliza uma placa de metal como dissipador (conectada na parte de cima do *chip*) para facilitar a dissipação de calor e também como blindagem.

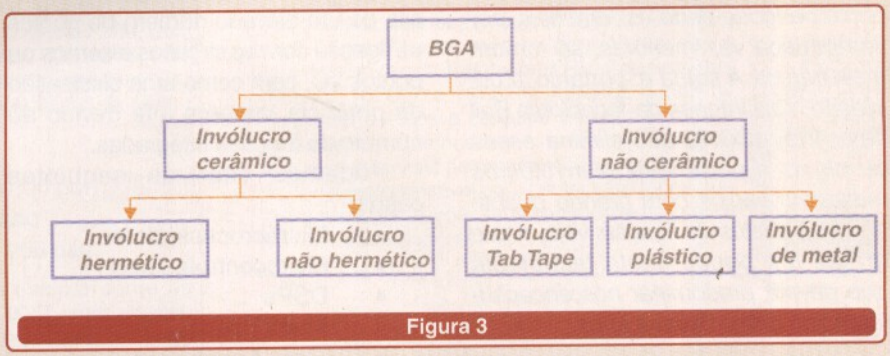


Figura 3

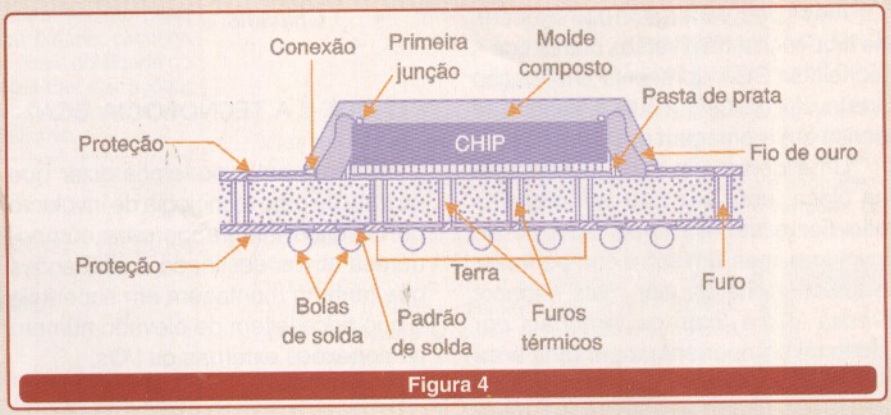


Figura 4

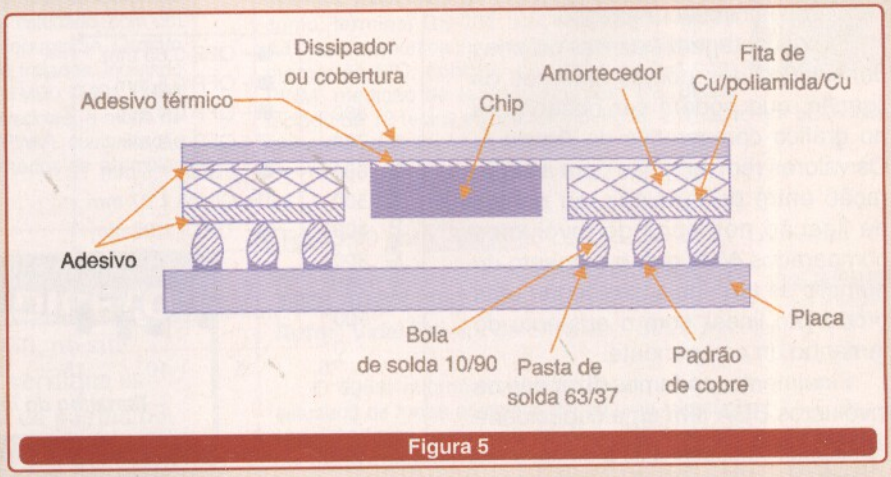


Figura 5

## RETRABALHO

O maior problema que ocorre no retrabalho com os invólucros BGA está na sua sensibilidade a poluição.

Os estudos recomendam diversos procedimentos, envolvendo normalmente equipamentos semi-automatizados.

Esse trabalho envolve a aplicação de líquidos especiais, aquecimento e preparação para remoção e instalação do componente.

Uma recomendação especial é a de que os componentes devem ser utilizados até 8 horas após de sua retirada das embalagens especiais.

Uma característica importante dos BGAs é que, dada a sua construção robusta eles apresentam menos defeitos dos que ocorrem no retrabalho com invólucros QFPs.

Os principais problemas que podem surgir no retrabalho estão relacionados com o desalinhamento dos pontos de solda, conforme mostra a **figura 7**.

Outras dificuldades estão relacionadas com a pressão aplicada na soldagem, a composição da liga, o aquecimento, etc.

Mas, o problema mais grave que pode acontecer no retrabalho é a formação de pontes entre os pontos de solda, veja a **figura 8**. A baixa capacidade de adesão das esferas de solda é uma das principais causas da formação dessas pontes. Outras causas estão na movimentação indevida do componente no momento da solda, desalinhamento da máquina de montagem, etc.

Também deve ser considerada a falta de solda ou "solda fria" causada pela não coplanaridade da placa, composição indevida da solda, tamanho da esfera de solda, etc.

## VANTAGENS

A substituição de componentes em invólucros QFP por equivalentes em invólucros BGAs não significa apenas a obtenção de maior número de pontos de conexão (pinos) em menor espaço, mas também um ganho no processo de fabricação.

Custo, confiabilidade, inspeção e retrabalho são alguns dos pontos fortes que impulsionam para o uso dessa tecnologia.

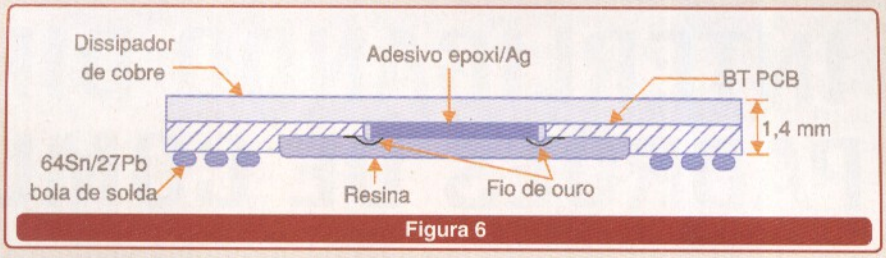


Figura 6



Figura 7

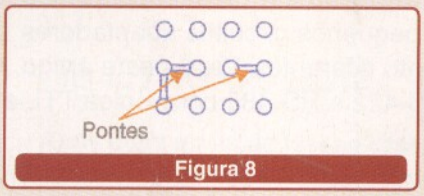


Figura 8

Na escolha dela para a fabricação de um produto devemos estar atentos para os seguintes aspectos, que podem significar vantagens em termos de desempenho e custo:

- Economia de espaço nas placas de circuito impresso.
- Aumento da performance.
- Possibilidade de uso de dispositivos com maior capacidade de dissipação de potência.
- Custos menores de produção.
- Confiabilidade

Em conseqüência, há alguns pontos básicos que precisam ser cuidadosamente analisados, pois ao lado das vantagens existem também as desvantagens.

Vamos relacionar algumas das vantagens e das desvantagens:

**Vantagens:**

- Os BGAs têm propriedades elétricas melhores dos que os invólucros QFPs equivalentes.
- Os BGAs são menos frágeis e mais fáceis de manusear antes e durante o processo de montagem.
- O processo de fixação é mais fácil e mais confiável do que nos QFPs.
- Os invólucros menores possibilitam a obtenção de um grau maior de miniaturização.

**Desvantagens:**

- Há problemas de custos associados ao roteamento das ligações nas placas de circuito impresso.
- Os BGAs são mais sensíveis a sujeira.
- A inspeção das ligações não pode ser feita visualmente. É preciso usar equipamentos de raios-X, que são muito caros.
- Para os componentes muito grandes, existe o problema da coplanaridade, isto é, dificuldade provocada por pequenas ondulações da placa que podem causar "soldas frias".
- O retrabalho em nível de placa é muito difícil.

## NORMAS

A principal norma que rege a utilização dos BGAs é a J-STD-013 do IPC, publicada em 1996.

Esta norma inclui diversos itens importantes como o projeto de aplicações, performance, métodos de teste, técnicas de retrabalho e reparação, tipos de fluxos empregados na montagem e muito mais.Conclusão

## CONCLUSÃO

Para invólucros com menos de 250 pinos ainda é mais vantajoso usar componentes com a tecnologia QFP, uma vez que são de menor custo.

Para um número maior de conexões, entretanto, a maior confiabilidade e o menor espaço ocupado começam a pesar para o lado dos invólucros BGAs.

# INTERLIGANDO DIFERENTES PADRÕES DE COMUNICAÇÃO

**Veja como pequenos circuitos podem interconectar diferentes padrões: rs-232, rs-422, rs-485, ttl, cmos,...**

Os interfaceamentos entre periféricos de um computador, principalmente os utilizados na indústria, possuem características elétricas bem diferentes. Os sinais têm tensões e freqüências máximas completamente distintas, o que, em princípio, os torna incompatíveis. Além disso, pode ocorrer a necessidade de interfacearmos tais circuitos com lógica TTL ou CMOS. No entanto, com pequenos circuitos adaptadores é possível interligar sistemas de padrões de interfaceamento diferentes. Veja, neste artigo, como fazer isso no caso dos padrões comuns RS-232, RS-422 e RS-485 com lógica TTL e CMOS (*).

Newton C. Braga

Ao pensarmos em interfacear sistemas que operam com padrões e sinais completamente diferentes, precisamos levar em conta diversos fatores como:

**a) Características de entrada e saída**

Os circuitos de entrada e saída dos diversos padrões de interface possuem características elétricas bem definidas.

Precisamos conhecer as amplitudes das tensões e as impedâncias de entrada e de saída.

Lembramos que nessas interfaces os sinais podem assumir faixas de valores relativamente amplas, o que implicaria em cuidadoso estudo da sensibilidade de entrada dos circuitos utilizados.

**b) Modo de sinal**

Os sinais podem ser de terminação simples (*single-ended*) ou diferenciais, conforme ilustra a **figura 1**.

Quando sistemas diferentes são interfaceados, é preciso tomar cuidado para que as amplitudes dos sinais não ultrapassem os valores máximos permitidos. Normalmente são utilizados divisores resistivos para fazer a limitação desses sinais. Em função disso, podemos dar diversos exemplos de interfaceamento:

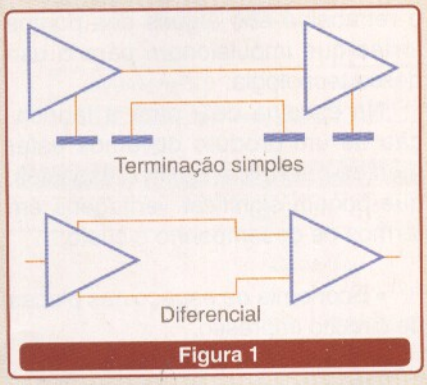



Figura 1

## RS-232 PARA RS-422

Na **figura 2** indicamos o modo de fazer esse interfaceamento.

Para a saída RS-232, os sinais podem assumir um valor máximo de +/- 15 V, enquanto que a entrada máxima admitida para as interfaces RS-422 é +/-10 V.

Para limitar os sinais ao máximo permitido pelas interfaces RS-422, é utilizado um divisor resistivo. A atenuação do sinal proporcionada por este circuito é de 40%. Assim, o limiar de 5 V cai para 3 V que, todavia, ainda é maior do que o limiar de 400 mV da entrada das interfaces RS-422.

O importante nesse circuito é que a carga para a saída da RS-232 se mantém em 5 kohms.

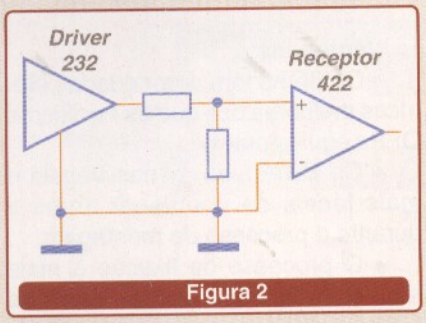



Figura 2

## TTL PARA RS-422

Na **figura 3** temos o modo de fazer o interfaceamento de uma saída TTL com uma entrada RS-422.

Observe que a saída TTL é de terminação simples, enquanto que a entrada RS-422 é diferencial. Isso exige uma tensão de referência no circuito. Para TTL essa tensão é de 1,5 V, levando o limiar do circuito a 1,7 V e 1,3 V.

Para fornecer essa tensão de referência pode ser empregado um

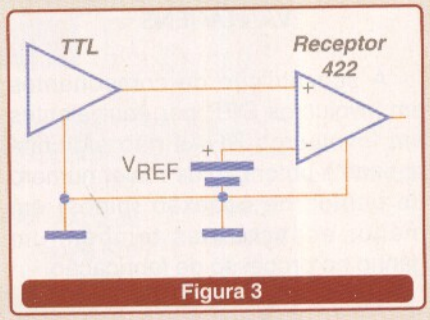



Figura 3

(*) Artigo elaborado com base no *Application Note* AN-972 da National Semiconductor.

regulador ou um divisor resistivo, dependendo apenas da precisão desejada.

### RS-432 PARA RS-232

Na **figura 4** observamos o modo de fazer interfaceamento que envolve a passagem de sinais diferenciais para sinais de terminação simples.

Os *drivers* RS-422 são unipolares, sendo alimentados com fontes simples de 5 V. Isso significa que ambos os estados da saída (níveis alto e baixo) são tensões positivas em relação à referência. Entretanto, os receptores RS-232 trabalham com sinais que consistem tanto em tensões positivas quanto negativas.

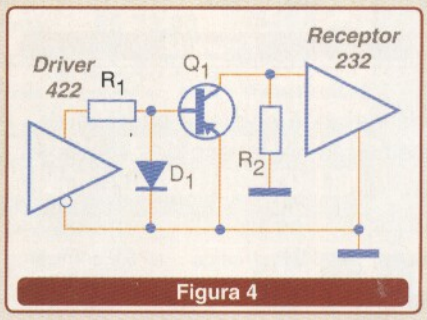


Figura 4

O transistor PNP é utilizado como chave comutando quando o nível é alto, levando o *driver* a uma inversão de estado. O resistor $R_1$ limita a corrente de base do transistor, evitando que ele seja sobrecarregado no processo de saturação. Eventualmente, pode ser necessário um resistor adicional ($R_2$) de *pull-up* na entrada da interface.

### RS-422 PARA RS-232

No caso exibido na **figura 5** temos a situação inversa do caso anterior.

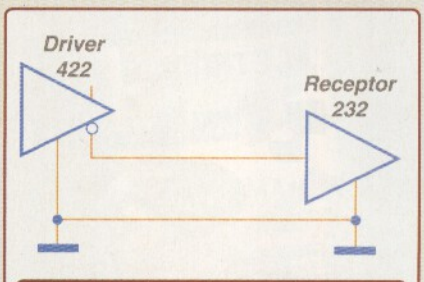


Figura 5

São sinais diferenciais de saída excitando uma entrada de terminação simples. Essa configuração é relativamente simples, uma vez que os sinais de saída RS-422 são próximos dos sinais TTL e, portanto, compatíveis com a entrada RS-232.

A interligação é direta, sem a necessidade de componentes adicionais, apenas observando-se os pontos de conexão. Não se deve, contudo, conectar a saída não usada à terra, isso para se evitar curto-circuitos que poderiam causar problemas ao circuito.

### RS-422 PARA RS-232 (II)

Uma outra forma de fazer o interfaceamento entre esses dois padrões é vista na **figura 6**.

Nesse caso, dada também a compatibilidade de amplitudes dos sinais não é preciso empregar componentes adicionais.

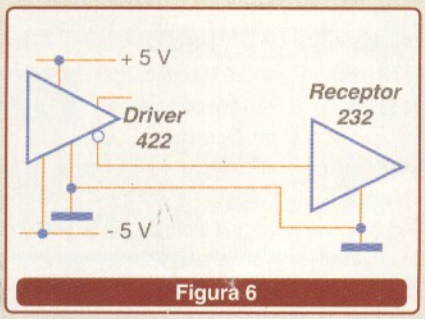


Figura 6

### RS-422 PARA TTL

Na **figura 7** mostramos o modo de realizar o interfaceamento de uma saída RS-422 com a entrada de um circuito TTL.

Veja que nesse caso também, dadas as semelhanças entre as amplitude dos sinais utilizados pelos dois circuitos, não precisamos de componentes adicionais. O principal cuidado que se deve ter, então, é a garantia de que os sinais RS-422 cheguem até a entrada do circuito TTL com a intensidade que permita seu reconhecimento, ou seja, os níveis alto e baixo devem ser diferenciados.

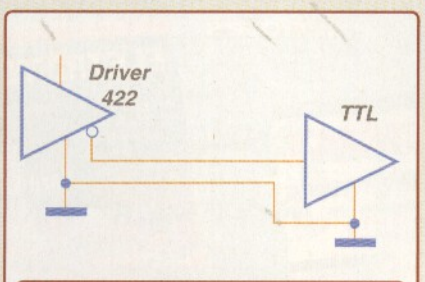


Figura 7

Isso pode não acontecer no caso de uma linha com grande atenuação (muito longa) ou nos limites do alcance. Observe que a saída mantida aberta não deve, de modo algum, ser ligada à terra para não levar o circuito a uma condição de curto-circuito.

### RS-485 PARA TTL

O interfaceamento de uma saída RS-485 com uma entrada TTL é um pouco mais complexo, dadas as diferenças entre as características dos sinais. Na **figura 8** indicamos como esse interfaceamento pode ser feito.

Nesse tipo de interfaceamento é preciso estar atento aos limiares dos diversos níveis lógicos. Assim, não ligue as entradas e saídas não utilizadas à terra para não causar curtos por conflitos de níveis lógicos.

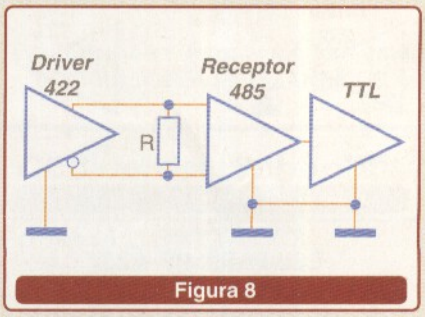


Figura 8

### TTL PARA RS-232

As saídas TTL podem interfacear diretamente com entradas RS-232 dadas as características dos sinais. Na **figura 9** temos a maneira de fazer isso.

Isso ocorre porque muitos dispositivos RS-232 suportam sinais com valores até um pouco fora dos padrões. Como os limiares RS-232 estão entre +3 V e –3 V, eles são centrados em +1,5 V. Isso significa que os níveis altos TTL >2 V e baixos <0,9 V serão detectados corretamente.

Deve-se apenar tomar cuidado para que a porta TTL seja carregada com 5 kohms em lugar da carga de entrada padrão TTL.

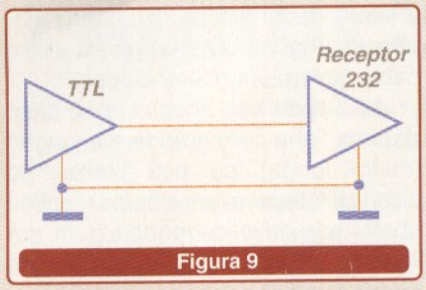


Figura 9

## RS-232 PARA TTL

Os sinais de saída RS-232 são polarizados, e com isso variam em torno do potencial de terra. Essa oscilação impede o interfaceamento direto com circuitos TTL. Entretanto, conforme ilustra a **figura 10**, podemos cortar as oscilações negativas com um diodo e trabalhar apenas com as positivas.

Essa solução é aceitável se o *driver* de saída fornecer uma corrente que não seja muito alta, com uma limitação em torno de 10 mA.

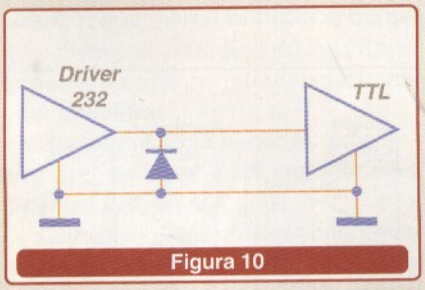


Figura 10

## ECL PARA RS-422

Neste caso, temos o interfaceamento entre dois padrões que operam com sinais diferenciais. A interoperação tanto com o ECL quanto com PECL é possível através do circuito apresentado na **figura 11**.

A especificação de limiar do RS-422 é de +/- 200 mV com uma rejeição em modo comum de +/- 10 V. Para as saídas ECL, os níveis estão normalmente entre +/- 500 mV e +/- 800 mV, o que pode ser detectado pelo receptor.

## RS-422 PARA RS-485

A conexão direta de sistemas que operam com esses sinais também é possível, veja na **figura 12**.

Temos ainda a vantagem de ser possível o suporte de diversos *drivers*, conforme mostra a mesma figura.

Os receptores RS-232 e RS-485 são virtualmente iguais, exceto pelo fato de que a impedância de entrada dos dispositivos RS-485 é tipicamente três vezes maior que a impedância de entrada dos dispositivos RS-232.

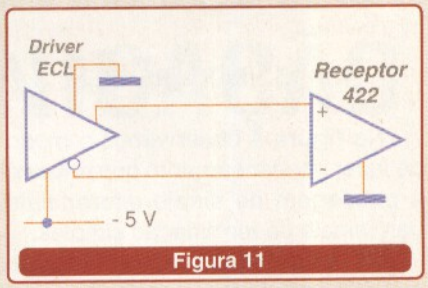


Figura 11

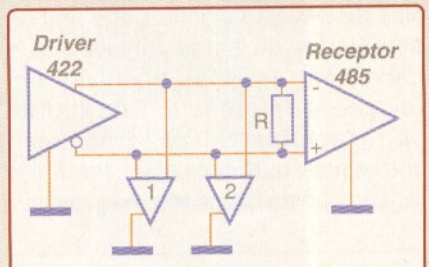


Figura 12

A **tabela** abaixo resume as características dos diversos padrões de interfaceamento, o que pode facilitar a melhor compreensão dos circuitos apresentados.

| Parâmetro | RS-232 | RS-422 | RS-423 | RS-485 |
|---|---|---|---|---|
| Nível máximo de saída | +/- 25 V sem carga<br>+/-15 V com carga de 7 k ohms | +/-10V sem carga<br>+/- 6 V diferencial | +/- 6 V sem carga | +/- 6 V sem carga<br>+/- 6 V diferencial |
| Nível mínimo de saída | +/- 5 V,<br>carga de 3 k ohms | +/- 2 V, carga de 100 ohms | +/- 3,6 V, carga de 450 ohms | +/-1,5 V, carga de 54 ohms |
| Carga padrão do driver | 3 k a 7 k ohms<br>- 5 k ohms (tip) | 100 ohms | > 4 k ohms (tip)<br>- 450 ohms (min) | 54 ohms |
| Faixa de tensões de entrada do receptor | +/- 15 V | +/- 10 V | +/- 10 V | +/- 10 V |
| Limiares do receptor | +/- 3 V<br>+/- 1,5 V (tip) | +/- 0,2 V | +/- 0,2 V | +/- 0,2 V |
| Impedância de entrada do receptor | 3 k a 7 k<br>5 k ohms (tip) | > 4 k ohms | > 4 k ohms | > 12 k ohms |
| Modo | Terminação simples | Diferencial | Diferencial | Diferencial |

ELETRÔNICA Edições anteriores













Pedidos: (11) 6195-5333
www.editorasaber.com.br



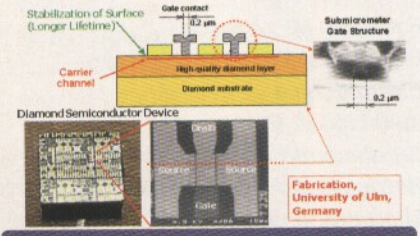
Jeff Eckert

# USA EM NOTÍCIAS

## TECNOLOGIAS AVANÇADAS

### Semicondutores de Diamante alcançam 81 GHz

Foto Cortesia do NTT.




Tecnologia de fabricação de dispositivos semicondutores de diamante

A Noppon Telegraph and Telephone Corp. (www.ntt.co.jp/index_e.html) desenvolveu um dispositivo semicondutor de diamante cuja potência e freqüência de operação são as maiores do mundo. O Laboratório de Pesquisa Básica da NTT (BRL), em colaboração com a Universidade de Ulm, Alemanha, fabricaram o dispositivo usando cristais de diamante de alta pureza. Sua freqüência mais alta de operação é de 81 GHz, o que significa que ele opera como um amplificador na região de ondas milimétricas (que vão de 30 a 300 GHz). Devido às propriedades dos diamantes semicondutores, o dispositivo dissipa calor rapidamente, o que permite a operação estável com altas tensões, mesmo no espaço.

Nos últimos anos, a capacidade de comunicação cresceu drasticamente, o que representou uma alta demanda para dispositivos de alta freqüência e alta potência. Um telefone portátil precisa apenas de 1 W em 1,5 GHz, mas estações de comunicações de satélites e de TV precisam de 1 kW em 10 GHz. Na freqüência de 10 GHz, as válvulas ainda são utilizadas. No entanto, elas têm baixa eficiência e, com isso, grandes perdas de energia. Os semicondutores devem substituí-las brevemente.

De acordo com a NTVV, "uma vez que estabeleçamos a tecnologia periférica, alcançaremos a potência de 30 W/mm, um nível necessário ao uso prático". O laboratório está trabalhando ainda para melhorar a qualidade do cristal, diminuindo as impurezas. O objetivo é uma freqüência de 200 GHz com uma potência de saída de 30 W/mm.

### Pode me emprestar uma xícara de eletricidade?

Na Universidade de Massachusetts, Amherts (**www,umass.edu**), o Prof. Derek Lovley e o pesquisador Swades Chaudhuri descobriram um microorganismo capaz de produzir eletricidade de forma estável pela oxidação de carbohidratos. O organismo, chamado *Rhodoferax ferrireducens*, transfere elétrons diretamente para um eletrodo quando metaliza açúcar, obtendo eletricidade e produzindo dióxido de carbono como produto associado. Como os açúcares são componentes substanciais de muitos resíduos, podemos classificar esse processo como fonte renovável de energia. De acordo com o descobridor:

"Existe muito interesse em células microbianas a combustível que convertam açúcar em eletricidade, embora no passado elas convertessem apenas 10% ou menos dos elétrons disponíveis. Nosso processo converte 80%. Além disso, os sistemas anteriores exigiam um componente mediador que, tipicamente, era tóxico aos humanos".

Teoricamente, o método melhorado permite que uma xícara de açúcar alimente uma lâmpada de 60 W por 17 horas, mas a adaptação comercial ainda está um pouco longe de ser feita. Lovley afirmou "Apesar do processo ser muito eficiente, ele é lento. E como o processo é em tempo real, ele não fornece mais energia do que a suficiente para alimentar uma calculadora. Estamos usando grafite como receptores, mas certamente devem existir melhores materiais para esta aplicação".

### Avião Alimentado por Laser Fixo no Solo

Equipes de pesquisadores do *Marshall Space Flight Center* da NASA em Huntsville (www.msfc.nasa.gov), do *Dryden Flight Research Center* em *Edwards* (www.dfrc.nasa.gov) e da Universidade do Alabama em Huntsville (www.uah.edu) demonstraram o que chamam de primeiro avião que voa exclusivamente a partir de energia fornecida por um feixe invisível de *laser* emitido de terra. O *laser* acompanha a aeronave dirigindo o seu feixe para fotocélulas



Avião rádiocontrolado da NASA é alimentado pro laser e não carrega nenhum combustível.

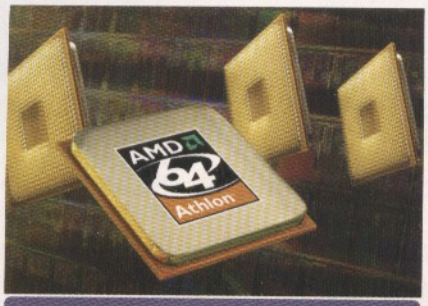



Foto Cortesia da Advanced Micro Devices

O Athlon 64 FX da AAMD traz a computação de 64 bits ao mundo do Windows

que alimentam o motor.

A aeronave é construída de madeira balsa, tubulação de fibra de carbono e filme de *mylar*, medindo 5 "pés" de envergadura e pesando 11 "libras". De acordo com a NASA, versões melhoradas da aeronave poderão ser usadas para carregar equipamento científico ou de comunicação, ficando no ar indefinidamente sem a necessidade de combustível ou baterias.

Certamente, esse não é o mais interessante dispositivo de alta tecnologia que você já viu, e parece que logo poderá construir um em *kit*. Todavia, ele tem potencial para aplicações práticas importantes e também prova que há gente que está sendo bem paga para ficar brincando com aeromodelos...

## COMPUTADORES E REDES

### Outro Processador de 64 bits no Mercado

Se a Apple Computer espera conquistar o mercado de PCs de 64 bits por um longo período, isso poderá ser conseguido a partir de agora. No final de setembro a *Advanced Micro Devices* (www.amd.com) apresentou o Athlon (tm) 64 FX, que é cunhado como o "primeiro processador do mundo de 64 bits totalmente compatível com o Windows(r)". Na sua apresentação, os representantes da AMD focalizaram a performance melhorada nas aplicações em jogos. "Os entusiastas extremos de PC e jogadores têm sido há muito os impulsionadores da indústria, moldando e influenciando em qual nova tecnologia deve-se alcançar os principais usuários de computadores", disse Dirk Meyer, Vice-presidente Senior dos Produtos de Computação da AMD. Nós "customizamos" o processador Athlon 64 FX para atender a esses poderosos usuários. Agora eles podem passar mais tempo jogando, trabalhando com imagens e criando". As primeiras versões Beta do Windows XP de 64 bits deverão ser lançadas no primeiro trimestre de 2004.

O *chip* é baseado na arquitetura x86, permitindo compatibilidade com o software de 32 bits existente. O *press release* da AMD não mencionou as velocidades de *clock* mas, testes de *benchmarks* e *stress* feitos pela revista Hardware Analysis (hardwareanalysis.com) com um sistema rodando a 2,2 GHz mostraram resultados 40 a 50% melhores do que com um similar Pentium 4 configurado em 3,06 GHz. Diversas versões estarão disponíveis tanto para *desktops* quanto para computadores móveis, os preços deverão ficar entre $417 e $733 dólares para 1000 unidades.

## CIRCUITOS E COMPONENTES

### Sensores Ultra-sônicos para Robôs e Outras Aplicações

A Murata Manufacturing Co. (www.murata) começou a produção em massa dos sensores ultra-sônicos de alta freqüência MA2001, projetados para possibilitar a medida de distâncias por robôs, aplicações domésticas e outros dispositivos de pequeno alcance. A maior vantagem desse novo tipo de dispositivo em relação aos produtos anteriores é a resposta rápida e o tempo curto de ajuste. Através de uma revisão dos materiais e otimização do desenho estrutural, a série MA200D1 foi projetada para ter maior capacidade de acompanhamento dos sinais e tempo reduzido de ajuste. Isso resultou em uma alta precisão de medida, principalmente a pequenas distâncias.

Na faixa de freqüências de 220 kHz +/- 20 kHz, a série alcançou uma melhora na atenuação de sensibilidade de aproximadamente –20 dB em relação aos produtos anteriores, passando para –3 dB. Como resultado, os dispositivos proporcionam sensibilidade estável numa ampla faixa de freqüências. A diretividade aumentou de 7 para 20 graus, aproximadamente, facilitando a instalação dos sensores. Além disso, a nova técnica de fabricação reduziu os preços. Os sensores da série MA200D1 podem ser empregados em outra aplicações além da medida de distâncias como, por exemplo, na detecção de folhas duplas puxadas por impressoras e copiadoras, etc.

### Motor DC sem Escovas tem Performance Aumentada

Uma nova linha de motores DC sem escovas da EADmotors (www.eadmotors.com) tem um aumento de 15% na performance com menor custo, quando comparada com motores *tradicionais* DC sem escovas. Por exemplo, o motor *BLDC NEMA-size* 23 roda até 10 000 rpm com um torque contínuo de 53 oz-in e uma potência de saída de 150 W. Opções de enrolamento vão de 16 a 160 Vdc de tensões. Os motores estão disponíveis em três comprimentos e são compatíveis com amplificadores padronizados de 3 fases.

Construídos com rolamentos de esferas permanentemente lubrificados, eles estão especificados para operação contínua de até 10 000 horas em aplicações de alta velocidade. Rotores dinamicamente balanceados reduzem o ruído audível e vibrações.

# ELETRÔNICA

## Novos Potenciômetros Digitais da Analog Devices

A nova família de potenciômetros digitais AD517x possui as características de "ajuste & esqueça" com uma enorme capacidade de reter o valor da resistência para a qual foram ajustados no processo de fabricação, economizando tempo e trabalho. Os dispositivos possuem um sistema de programação permanente compatível com interface $I^2C$ para leitura da posição do cursor. Com um comando "fuse blow" (queima de fusível), o valor da resistência programado se fixa no componente de modo permanente.

Os potenciômetros da série AD517x são disponíveis em resistências de 2,5 k, 5 k, 10 k, 50 k e 100 kohms de extremo a extremo. Os componentes não consomem mais do que 5 A com tensões de 2,7 a 5,5 V.

Os potenciômetros OTP (*One-Tome Programmable*) da família são: AD5171 de 64 posições, AD5170 de 256 posições e AD5172 e AD5173, duplos. Dentre as aplicações estão a substituição direta de potenciômetros mecânicos com a vantagem de se eliminar a EMI, contaminação e problemas de *layout* que existem com os potenciômetros convencionais. A gama de aplicações se estende pelas áreas automotivas, industriais e em comunicações.




## LED fornece até 2850 mcd

Disponível em invólucro PLCC2, de 6,0 mm x 6,0 mm x 1,5 mm, a nova série de LEDs Super NovalED (de InGaN e AlInGap) para montagem em superfície pode operar com correntes de até 175 mA. A intensidade de luz produzida com tal corrente chega a 2 850 mcd. Os dispositivos têm um ângulo de iluminação de 120°.

Os novos LEDs usam cobre como material para condução de calor de modo a proporcionar transferência a pequenas distâncias do ponto de soldagem. Os novos dispositivos são encontrados em cores que vão de 470 a 625 nm. Mais informações podem ser obtidas no *site* da American Bright Optoelectronics em http://www.americanbrightled.com



## Novo Amplificador Operacional da Analog Devices alcança índices sem precedentes em termos de ruído e distorção

O novo amplificador operacional AD8099 da Analog Devices tem um nível de ruído de 0,95 nV/rtHz e uma distorção de 92 **dBc** em **10** MHz SFDR. Poucos amplificadores apresentam distorção ou ruídos tão bons como o AD8099, e nenhum deles a combinação que o torna ideal para aplicações em sistemas de 16 a 18 bits. Apesar desta performance incrível, o amplificador operacional precisa de uma corrente de alimentação de apenas 15 mA e ainda contém um pino que diminui o consumo e põe o amplificador num estado de alta impedância.

Com compensação externa, o AD8009 permite que o usuário escolha a faixa passante que mais se case com a sua aplicação. Com um único capacitor, ele é compensado externamente permitindo ganhos de +2 a +10 com um mínimo comprometimento da faixa passante. O AD8099 tem ainda uma taxa de crescimento extremamente alta de 1600 V/µs. Dentre as aplicações sugeridas para este componente, temos:

- Amplificadores IF e *Baseband*
- Pré-amplificadores
- *Instrumentation*
- *A-to-D Driver*
- *DAC Buffer*
- *Receivers*
- Filtros

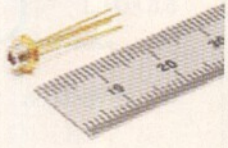
Mais informações no *site*: www.analog.com.




## Diodos Laser Para Fibras Ópticas de 2,5 Gbits/s

A Mitsubishi Electric está lançando uma nova série de diodos *laser* que podem operar em redes com fibras ópticas numa velocidade de até 2,5 Gbits/s. Os novos diodos são do tipo de um quarto de onda e correspondem à série ML9xx40.

A faixa de temperaturas de operação vai de 0 a 85 °C. O invólucro TO proporciona um feixe de 1 560 nm a uma distância de transmissão que chega a 100 km.



Mais informações podem ser obtidas em: www.mitsubishichips.com



# SOLUÇÕES PRÁTICAS PARA O TÉCNICO DE CAMPO

Dando seqüência a esta série onde apresentamos pequenos circuitos que podem ser úteis como grandes soluções para problemas em diversos setores profissionais como na indústria, telecomunicações, instrumentação, etc., informamos aos leitores que todos os circuitos foram previamente testados, e os resultados finais dependerão apenas da qualidade dos componentes usados e da habilidade do montador.

Com esta série temos a idéia básica de fornecer soluções simples implementadas com componentes tradicionais e que, por esse motivo, podem ser desenvolvidas rapidamente com muita facilidade sem a necessidade de recursos especiais.

Newton C. Braga

## TESTE PARA EMI COM OSCILADOR 30-150 MHz

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

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

A freqüência de operação depende da bobina, que pode ser enrolada com fio esmaltado de 18 a 22 AWG em forma de 1 cm de diâmetro sem núcleo conforme a seguinte tabela:

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

Observe que o valor de $C_2$ também depende da faixa de freqüências.

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

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

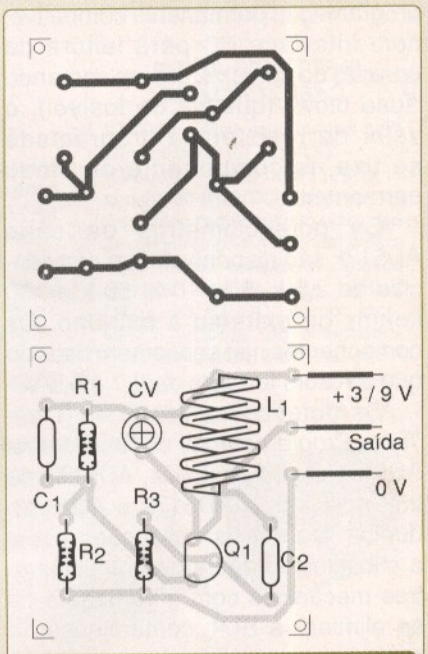



Figura 2

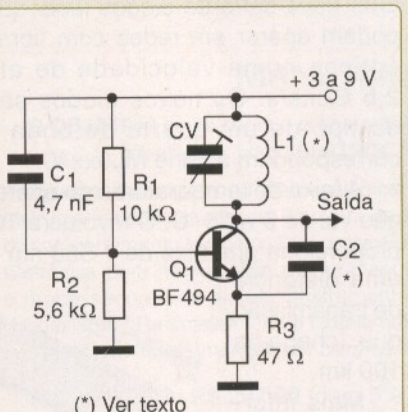



Figura 1

### Lista de Material

$Q_1$ – BF494 ou equivalente – transistor NPN de RF
$R_1$ – 10 kohms x 1/8 W – resistor – marrom, preto, laranja
$R_2$ – 5,6 kohms x 1/8 W – resistor – verde, azul, vermelho
$R_3$ – 47 ohms x 1/8 W – resistor – amarelo, violeta, preto
$C_1$ – 4,7 nF – capacitor cerâmico
$C_2$ – 1 a 10 pF – ver texto
CV – *trimmer* de 5 a 20 pF de capacitância máxima
$L_1$ – Bobina – ver texto
Diversos:
Placa de circuito impresso, fios, solda, etc.

# PONTE H COM MOSFETs DE POTÊNCIA

O circuito ilustrado na **figura 1** possibilita o controle de motores de corrente contínua de vários ampères a partir de sinais lógicos CMOS.

Duas das portas de um circuito intergrado 4011 são usadas como inversores. Elas são ligadas de tal forma que, quando uma se encontra com a saída no nível alto, a outra obrigatoriamente se encontra com a saída no nível baixo.

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

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

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

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

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

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

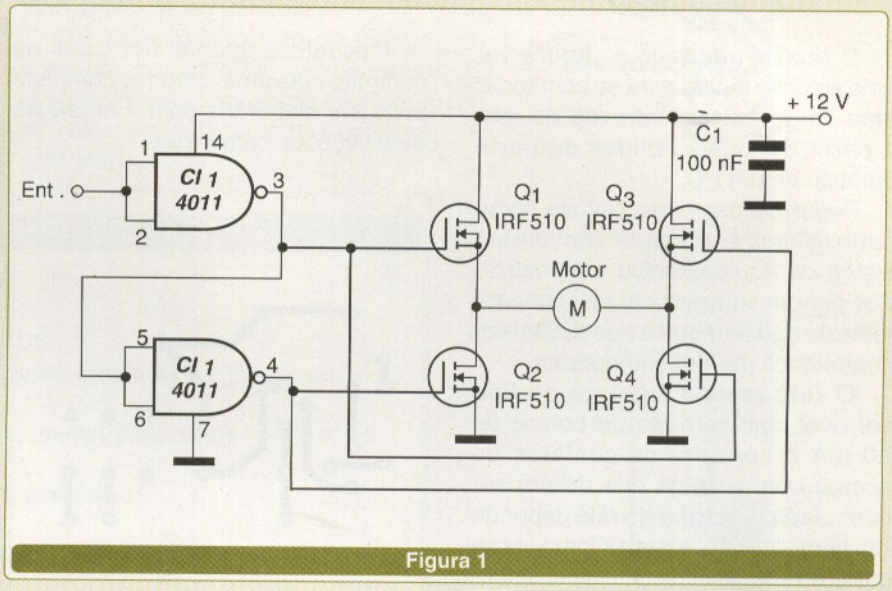



Figura 1

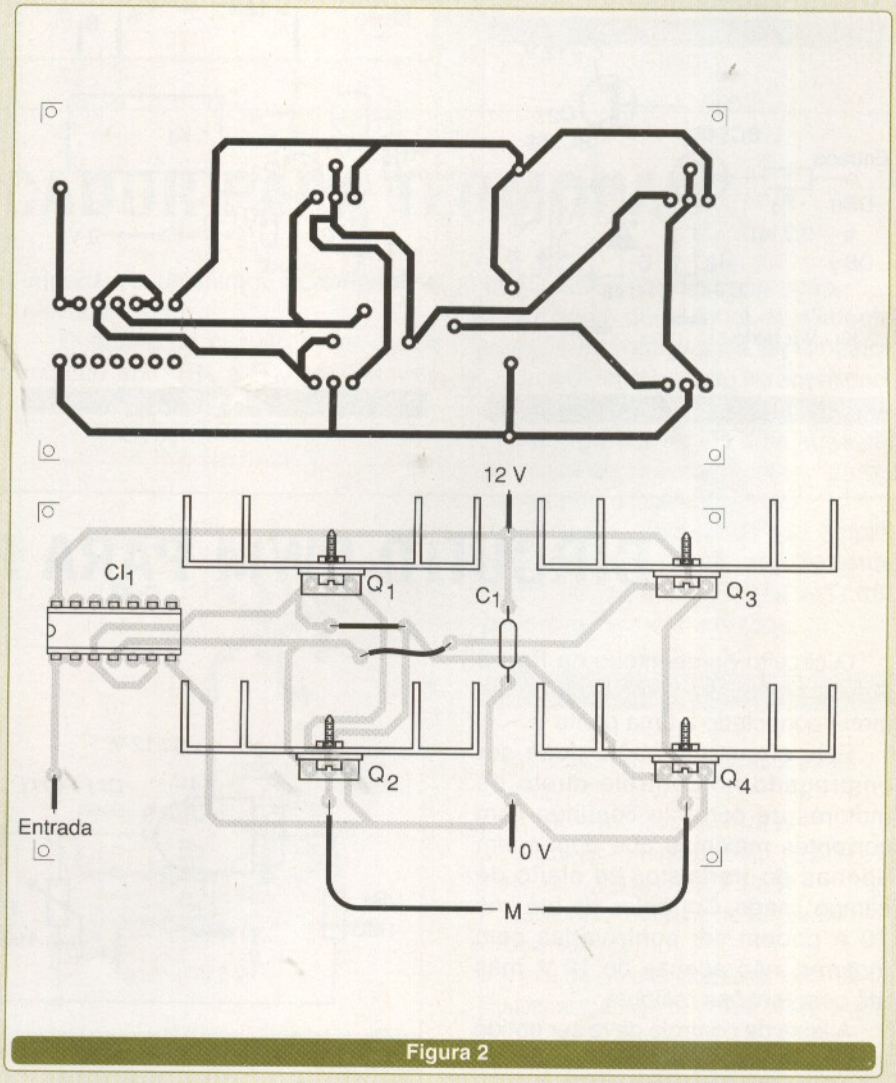



Figura 2

## Lista de Material

$CI_1$ – 4011 – circuito integrado CMOS
$Q_1$ a $Q_4$ – IRF510 ou qualquer MOSFET de potência de canal N
$C_1$ – 100 nF – capacitor cerâmico
M – motor
Diversos:
Placa de circuito impresso, radiadores de calor para os transistores, fios, solda, etc.

# INTERFACE PARALELA

O circuito mostrado na **figura 1** é uma solução rápida para se comandar uma carga externa através de relé a partir de sinais obtidos da porta paralela de um PC.

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

O relé recomendado é do tipo sensível com corrente de bobina de 50 mA e corrente de contatos de acordo com a carga que deverá ser controlada. A tensão do relé depende da alimentação externa para esse setor do circuito.

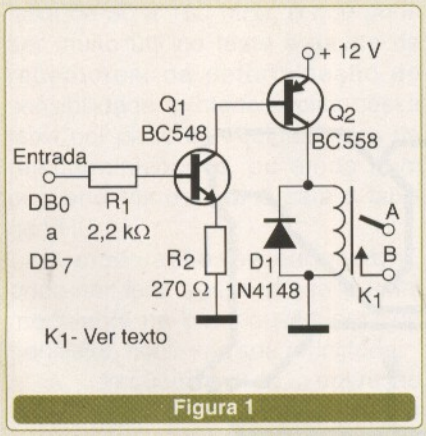



Figura 1

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

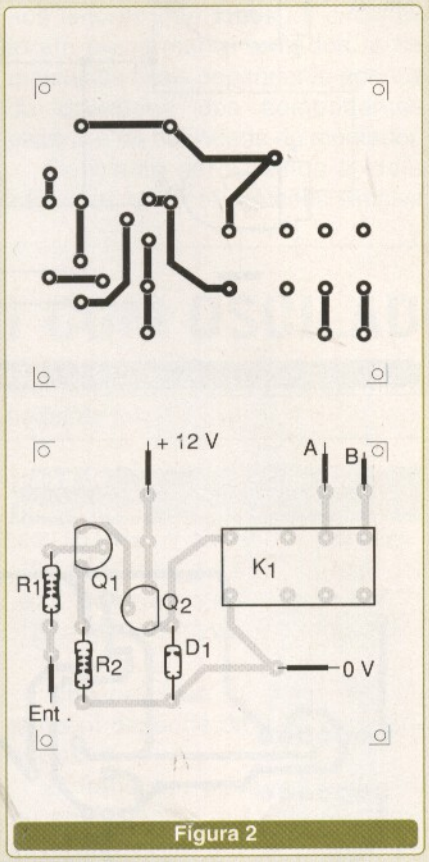



Figura 2

Na **figura 2** temos uma sugestão de placa de circuito impresso em que o relé utilizado tem invólucro DIL. Para outros tipos de relés, o desenho da placa deve ser modificado.

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

**Lista de Material**

$Q_1$ – BC548 – transistor NPN de uso geral
$Q_2$ – BC558 – transistor PNP de uso geral
$D_1$ – 1N4148 ou equivalente – diodo de silício
$R_1$ – 2,2 kohms x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, vermelho
$R_2$ – 270 ohms x 1/8 W – resistor – vermelho, violeta, marrom
$K_1$ – Relé sensível de 12 V – ver texto
Diversos:
Placa de circuito impresso, bornes de ligação para a carga, conector DB-25, fios, solda, etc.

# CIRCUITO PWM PARA PONTE H

O circuito apresentado na **figura 1** pode controlar a velocidade de um motor conectado a uma ponte H.

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

A faixa de controle deve ser obtida experimentalmente em função do

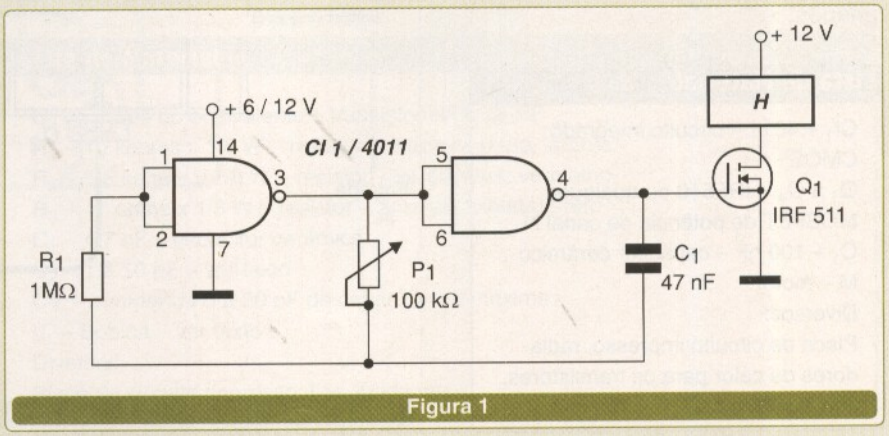



Figura 1

valor do capacitor $C_1$. Dependendo do motor, alterações de valor desse componente podem ser necessárias para se evitar a vibração do motor em velocidades muito baixas.

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

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

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

**Lista de Material**

$CI_1$ – 4011 – circuito integrado CMOS
$Q_1$ – IRF511 – transistor de efeito de campo de potência – ou equivalente
$R_1$ – 1 M ohms x 1/8 W – resistor – marrom, preto, verde
$P_1$ – 100 k ohms – potenciômetro
$C_1$ - 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
Diversos:
Placa de circuito impresso, radiador de calor, fios, solda, etc.

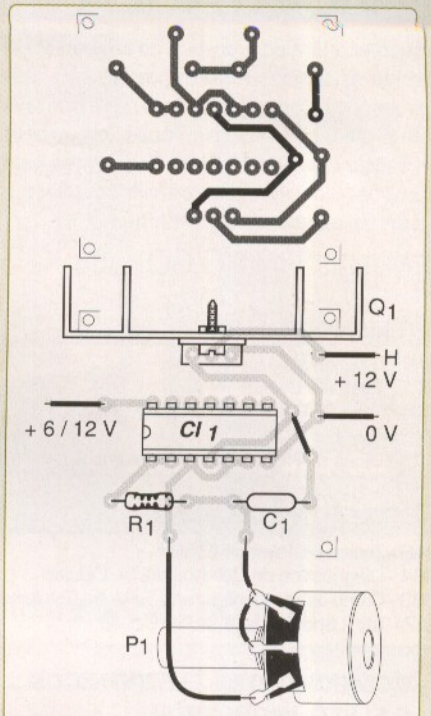


Figura 2

# AMPLIFICADOR PARA TERMOPAR

Na falta de um circuito para amplificar os sinais de um termopar num controle de temperatura ou outra aplicação industrial, a configuração apresentada na **figura 1** pode ser uma solução interessante.

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

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

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

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

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

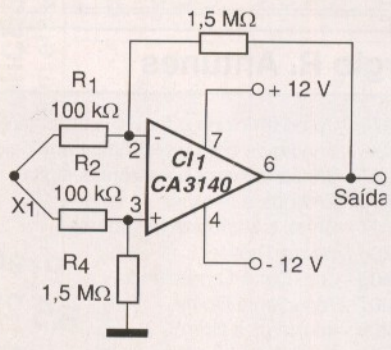


Figura 1

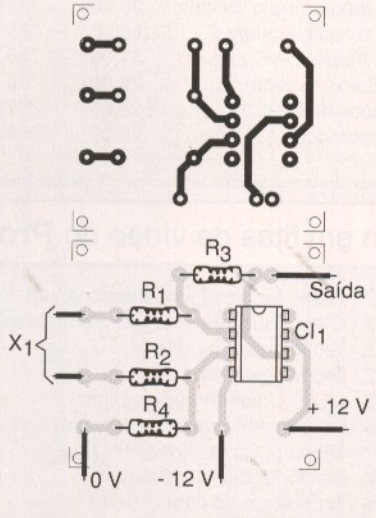


Figura 2

**Lista de Material**

$CI_1$ – CA3140 – amplificador operacional
$R_1$, $R_2$ – 100 k ohms x 1/8 W – resistores – marrom, preto, amarelo
$R_3$, $R_4$ – 1,5 M ohms x 1/8 W – resistores – marrom, verde, verde
Diversos:
Placa de circuito impresso, fonte de alimentação de 12 V, fios, solda, etc.

# LITERATURA TÉCNICA

OFERTA! 10% de desconto

de R$ 63,00 por **R$ 56,70**

## LABORATÓRIO DE ELETRICIDADE E ELETRÔNICA

**Autores:** Francisco Gabriel Capuano e Maria Aparecida Mendes Mariano - 312 pág.




Este livro aborda as principais teorias, experiências e projetos necessários para o aprendizado de Eletricidade e Eletrônica Básica. Apresenta uma seqüência evolutiva de experiências, utilizando equipamentos e componentes facilmente encontrados, possibilitando, assim, a aprendizagem com o desenvolvimento prático dos assuntos abordados. Além disso, o livro mostra o uso de equipamentos indispensáveis às atividades práticas referentes à área, tais como: o multímetro, o osciloscópio e o gerador de funções. Possui exemplos resolvidos e exercícios propostos, essenciais para a complementação dos conhecimentos, proporcionando uma melhor assimilação conceitual.

Nas experiências pertinentes ao campo da Eletrônica, o livro possibilita o entendimento e desenvolvimento de circuitos de grande aplicabilidade prática, tais como: ampilificadores de pequenos sinais e fontes estabilizadas de tensão e corrente.

de R$ 71,00 por **R$ 63,90**

## ELEMENTOS DE ELETRÔNICA DIGITAL

**Autores:** Francisco Gabriel Capuano e Ivan Valeije Idoeta - 552 Pág.




Esta Atualização do "Elementos de Eletrônica Digital" objetiva principalmente atender às recentes inovações tecnológicas dessa área. Continuando com uma abordagem didática, simples e objetiva, e com uma apresentação dos conceitos adequada à atual realidade de ensino, aborda: Sistemas de Numeração; Funções e Portas Lógicas; Álgebra de Boole e Simplificação de Circuitos Lógicos; Circuitos Combinacionais; Flip-Flops, Registradores e Contadores; Conversores; Famílias de Circuitos Lógicos. Possui exercícios revolvidos, propostos, reformulados, além de suas respostas.

de R$ 64,00 por **R$ 57,60**

## CIRCUITOS ELÉTRICOS

**Autor:** Otávio Markus - 304 pág.



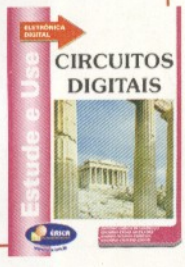

Este livro envolve os principais conceitos de eletricidade e métodos de análise de circuitos elétricos passivos, isto é, implementados a partir de resistores, indutores e capacitores, e operando em C.C. e C.A.

Os capítulos são estruturados de forma que os seus tópicos e exercícios propostos comentados facilitem o planejamento do processo ensino-aprendizagem. Foi elaborado para atender a diversos cursos de engenharia e técnicos da área elétrica que adotam um plano de ensino estruturado.

de R$ 63,00 por **R$ 56,70**

## CIRCUITOS DIGITAIS

**Autores:** Antônio Carlos de Lourenço, Eduardo Cesar Alves Cruz, Sabrina Rodero Ferreira e Salomão Choueri Júnior - 344 Pág.




Em uma abordagem prática e didática, o livro propõe iniciar os estudantes em Eletrônica, Informática Industrial, Eletroeletrônica e Eletrotécnica na área da Eletrônica Digital. Começando com os sistemas numéricos e a lógica, o estudante entra no mundo dos circuitos combinacionais e seqüenciais, desenvolvendo projetos de circuitos dedicados e de aplicações práticas aumentando, gradativamente, seu potencial de análise lógica e criatividade, dando os subsídios necessários para o estudo dos microprocessadores e computadores.

de R$ 59,00 por **R$ 53,10**

## CIRCUITOS EM CORRENTE CONTÍNUA

**Autores:** Antonio Carlos de Lourenço, Eduardo Cesar A. Cruz e Salomão Choueri Jr. - 328 Pág.




Este livro visa introduzir o estudante de Eletrônica, Eletroeletrônica, Eletrotécnica e Informática Industrial na análise e projeto de circuitos em corrente contínua. O comportamento dos circuitos indutivos, capacitivos e trifásicos é estudado usando como ferramentas a análise fasorial para a visualização dos fenômenos, e a teoria dos números complexos para facilitar os cálculos matemáticos.

**REMETEMOS PELO CORREIO PARA TODO O BRASIL**

**PEDIDOS**

**SABER MARKETING DIRETO**

Disque e Compre **(11) 6195-5330**, no site www.sabermarketing.com.br ou verifique as instruções na solicitação de compra da página 63.

**Preços válidos até 10/01/2004**

# Shopping da Instrumentação



R$ 519,00

## Gerador de Funções 2 MHz - GF39

Ótima estabilidade e precisão, p/ gerar formas de onda: senoidal, quadrada, triangular, faixas de 0,2 Hz a 2 MHz.
Saídas VCF, TTL/MOS, aten. 20dB.




R$ 441,00

## Gerador de barras GB-51-M

Gera padrões: quadrículas, pontos, escala de cinza, branco, vermelho, verde, croma com 8 barras, PAL-M, NTSC, saídas para RF, vídeo sincronismo e FI. Acompanha 1 cabo coaxial de 75 ohms e manual de instruções.




R$ 519,00

## Gerador de padrões GPM-75

Padrões Gerados: IBM/VGA - Resolução: 640 x 480
Freq. Horiz: 31,5 KHz ; Freq. Vert: 59,9 KHz. Padrões: Vermelho, Verde, Azul, Branco, Padrão de cores(8 barras) Quadriculado, Sequencial. Pulsos: Horiz. Vert. Amplitude Vert.(com ajuste de nível); Pulso R, G, B.



R$ 399,00

## Teste de Fly-Backs Yokes e Eletrolíticos TEF-41

Três medidores num só instrumento, que permite ao técnico reparador, localizar rapidamente componentes defeituosos como: capacitores eletrolíticos, com perda parcial ou total da capacitância, Fly-backs e Yokes com espiras em curto e ainda mede tensão pico-a-pico das formas de onda.




R$ 404,00

## Gerador de Padrões - GPM-76

Padrões Gerados: IBM/VGA; Resolução: 640x480
Freq. Horiz: 31,5Khz; Freq. Vert.: 59,9 Khz.
Padrões: Vermelho, Verde, Azul, Branco, Padrão de cores(8 barras), Quadriculado, Sequencial.




R$ 682,00

## Frequencímetro Digital- FD-37

Grande estabilidade em variações de temperatura, devido ao seu oscilador a cristal lacrado. Utiliza chaves eletrônicas variando sua frequência de 5 Hz a 1,4 GHz.

**Saber Marketing Direto LTDA**
**Ligue Já: (11)6195-5330**
**www.sabermarketing.com.br**

Preços Válidos até 10/01/2004