

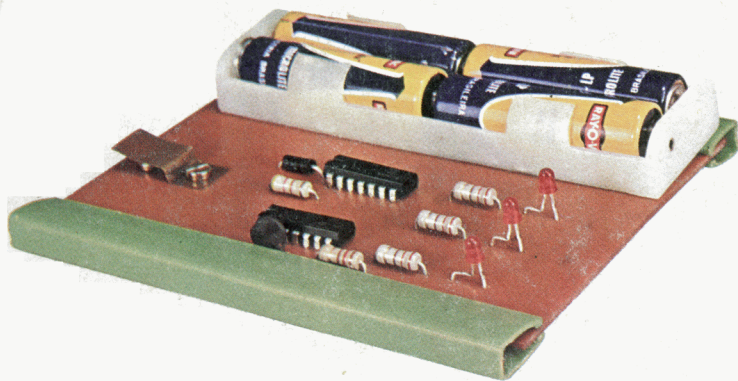
# NOVA ELETRONICA

Nº 11 - JANEIRO - 1978

COM SUPLEMENTO

Revista BYTE

«LOTECA»; preencha seus volantes com a ajuda da eletrônica



## ENGENHARIA

INTEGRADOS LSI — 3.<sup>a</sup> PARTE  
NOVIDADES DA ENGENHARIA

CHRONOS: A HORA CERTA DIGITAL  
E O NOVO «CURSO DE SEMICONDUTORES»  
— INTRODUÇÃO E 1.<sup>a</sup> LIÇÃO

CONHECENDO AS MEMÓRIAS



COMPRESSOR PARA PX E PY



NOVA  
seção: PX-PY

Cr\$ 25,00

CURSO DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO — 2.<sup>a</sup> LIÇÃO  
CURSO DE TÉCNICAS DIGITAIS — 5.<sup>a</sup> LIÇÃO  
CURSO DE ÁUDIO — CONCLUSÃO





# MÚSICA EM ALTA FIDELIDADE

**Construa sua própria caixa acústica,  
igual as melhores importadas.**

A "NOVIK", empresa líder na fabricação de alto-falantes especiais de alta fidelidade, lhe oferece

**1-GRÁTIS, 4 valiosos projetos de caixas acústicas** desenvolvidos e testados em laboratório, usando seus próprios sistemas de alto-falantes, encontrados nas melhores casas do ramo.

## **Instale o melhor som em alta fidelidade no seu carro.**

A "NOVIK", fabricante da melhor e mais extensa linha de alto-falantes especiais para automóveis: woofers, tweeters, mid-ranges e full-ranges até 30 watts de potência, põe a sua disposição

**2-GRATUITAMENTE, folheto explicativo** do sistema de alto-falantes mais apropriado para seu carro e forma correta de instalação.



## **Monte sua caixa acústica especial para instrumentos musicais.**



**3-GRÁTIS os 6 avançados projetos** de caixas acústicas especiais para guitarra, contra-baixo, órgão e voz, elaborados com sistemas de alto-falantes "NOVIK".



ESCREVA PARA:

**NOVIK S.A.**

INDÚSTRIA E COMÉRCIO

Cx. Postal: 7483 - São Paulo

SÃO OS MESMOS PROJETOS E SISTEMAS DE ALTO-FALANTES QUE A "NOVIK" ESTÁ EXPORTANDO PARA 14 PAÍSES DE 4 CONTINENTES, CONFIRMANDO SUA QUALIDADE INTERNACIONAL.



# NOVA ELETRONICA



## EDITOR E DIRETOR RESPONSÁVEL

LEONARDO BELLONZI  
CONSULTORIA TÉCNICA

Geraldo Cohen  
Joseph E. Blumenfeld  
Juliano Barsali

Leonardo Bellonzi  
**REDAÇÃO**

Juliano Barsali (chefe)

José Silva Caetano

Yasuhiro Sato

## ARTE

Auro Costa (chefe)

Carlos W. Malagoli

João Batista Ribeiro F.º

João Antônio Ramos

## CORRESPONDENTE

EM NEW YORK

Guido Forgnoni

## COMPOSIÇÃO

J.G. Propaganda

## IMPRESSÃO

Abril S.A. Cultural e Industrial

## DISTRIBUIÇÃO

Abril S.A. Cultural e Industrial

NOVA ELETRÔNICA é uma publicação de propriedade de EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda. Redação, Administração e Publicidade: R. Aurora, 171 — 2.º andar — Cj. 5 — Salas 2 e 3.

**TODA CORRESPONDÊNCIA DEVE SER EXCLUSIVAMENTE ENDEREÇADA A NOVA ELETRÔNICA** — CX. POSTAL 30.141 — 01000 — S. Paulo — SP. REGISTRO n.º 9.949-77 P153

CAPA — EQUIPAMENTO — PX — DA IMAGINSON.

# NOVA ELETRONICA

## SUMÁRIO

### Kits

506/2 Um compressor para o transceptor do PY e do PX

512/8 Chronos, o novo relógio digital de mesa

518/14 «Loteca», a eletrônica nos palpites da loteria esportiva

### Artigos teórico-práticos

523/19 Apenas um TDA 2010 ou TDA 2020 neste excelente amplificador de áudio

527/23 Um dobrador de tensão (para radioamadorismo, faixa do cidadão, toca-fitas, etc.)

530/26 Não está nos livros!

531/27 Distorção TIM em amplificadores de potência para áudio

539/35 Visita a uma fábrica brasileira de transistores

546/42 Equivalências de circuitos integrados

553/49 Como são feitas as fitas magnéticas — conclusão

### Seção PX/PY

556/52 Entre no mundo da faixa do cidadão

558/54 Glossário de termos técnicos

### Engenharia

565/61 Extraindo um maior desempenho dos integrados LSI — 3.ª parte

573/69 Novidades da engenharia, para sua informação

### Suplemento Byte

577/73 Conhecendo melhor as memórias

581/77 Curso de linguagens de programação — 2.ª lição

### Cursos

585/81 Curso de semicondutores — introdução e 1.ª lição

593/89 Curso de técnicas digitais — 5.ª lição

598/94 Curso de áudio — conclusão

Todos os direitos reservados; proíbe-se a reprodução parcial ou total dos textos e ilustrações desta publicação, assim como traduções e adaptações, sob pena das sanções estabelecidas em lei. Os artigos publicados são de inteira responsabilidade de seus autores. É vedado o emprego dos circuitos em caráter industrial ou comercial, salvo com expressa autorização escrita dos Editores; apenas é permitida a realização para aplicação didática ou estatística. Não assumimos nenhuma responsabilidade pelo uso de circuitos descritos e se os mesmos fazem parte de patentes. Em virtude de variações de qualidade e condições dos componentes, os Editores não se responsabilizam pelo não funcionamento ou desempenho deficiente dos dispositivos montados pelos leitores. Não se obriga a Revista, nem seus Editores, a nenhum tipo de assistência técnica nem comercial; os protótipos são minuciosamente provados em laboratório próprio antes de suas publicações. **NÚMEROS ATRASADOS:** preço da última edição à venda, por intermédio de seu jornaleiro, no Distribuidor ABRIL de sua cidade. A Editele vende números atrasados mediante o acréscimo de 50% do valor da última edição posta em circulação. **ASSINATURAS:** não remetemos pelo reembolso, sendo que os pedidos deverão ser acompanhados de cheque visado pagável em S. Paulo, mais o frete registrado de superfície ou aéreo, em nome da EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda. Temos em estoque somente as últimas nove edições (veja as páginas internas).

Biblioteca  
Escola EINSTEN

Tombo 10  
Data 24/04/97

Class.  
Cutter

V. EX.

Compra

Data



# UM COMPRESSOR PARA O

- Aumenta o alcance útil de seu transceptor
- Adaptável a microfones dinâmicos ou de cristal
- Montagem bastante simples
- Disponível em forma de kit



RICARDO KAWECKI

Muitos radioamadores e operadores da faixa do cidadão já devem ter ouvido falar das vantagens de se utilizar um compressor junto ao aparelho transmissor. Porém, como sempre pairam algumas dúvidas, vamos fazer um ligeiro apanhado sobre o assunto, descrevendo a utilidade desse circuito. Após tal introdução, apresentaremos o circuito e a montagem de um kit de compressor, para os que se entusiasmarem com o efeito do aparelho e desejarem montá-lo.

Em um sistema de transmissão por modulação em amplitude (AM), modulamos uma portadora pelo sinal que transmitimos, o que vai dar origem a três bandas de frequência da portadora: uma central e duas laterais.

A potência do sinal transmitido será, portanto, dividida em três partes, ficando uma com a portadora central, uma com a banda lateral superior e a terceira, com a banda lateral inferior.

O que realmente transporta

nossa informação são as bandas laterais, do que se conclui que a potência entregue à portadora central resulta perdida. Assim, para obtermos a máxima potência nas bandas laterais e, portanto, o máximo alcance de transmissão, devemos ter uma modulação de 100%.

É sabido que, ao aumentarmos a potência do transmissor, estendemos o seu alcance; contudo, se houver limitações para a potência de saída, seja pelas possibilidades do próprio transmissor, seja por normas legais (que estipulam uma potência máxima de 5 W para transceptores da faixa do cidadão), a única maneira de extrair o máximo desempenho de nosso equipamento é pela modulação em 100%.

Vejamos tudo isto por outro ângulo: no caso de modulação em 100%, a potência transmitida divide-se, no caso ideal, em 50% para a portadora e 50% para o sinal de áudio.

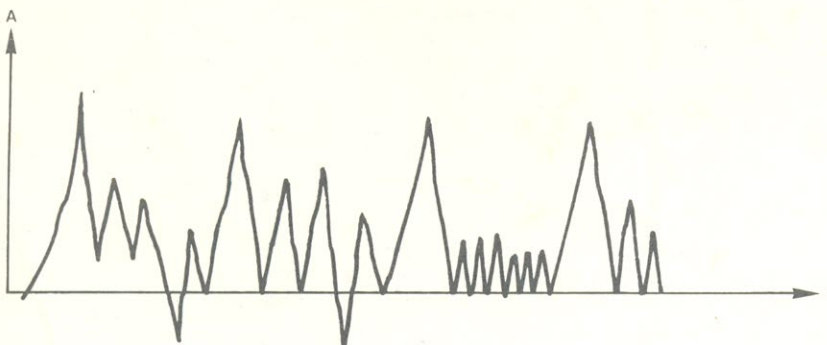


FIGURA 1



# TRANSCEPTOR DO

**PY**  
**E DO**  
**PX**



O nosso de sinal de áudio, que no caso é a voz falada, está bem longe de ser uma senóide e não apresenta uma potência constante, como se pode ver pelo gráfico da amplitude em função do tempo da figura 1. Percebe-se que o sinal produz picos elevados, enquanto durante a maior parte do tempo o nível do sinal é baixo, ou seja, a potência de pico é bem mais elevada que a potência média.

Voltando ao que discutíamos anteriormente, vimos que a máxima potência de pico permitida para o sinal de áudio é igual à da portadora. Concluímos então que o melhor aproveitamento do transmissor se dá apenas nos picos de áudio e, na maior parte do tempo, obteremos baixa potência nas bandas laterais.

Para ilustrar melhor, aqui está um exemplo: suponhamos que a amplitude de um determinado sinal de voz varie numa relação de 10 para 1 (dos picos ao sinal médio); com um equipa-

mento de faixa do cidadão de 5 W, estaremos transmitindo 2,5 W na portadora, 2,5 W durante os picos de áudio e 0,25 W, somente, para o sinal médio, que está presente durante uma grande parcela de tempo. Chegamos, dessa maneira, à surpreendente conclusão que um equipamento de 5 W irradia uma potência útil de 0,25 watts!

Como aumentar a potência utilizável? Uma solução seria elevar a potência total de trans-

missão (mas esta permanece limitada a 5 W, nos equipamentos da faixa do cidadão). Uma outra é a de recortar os picos de áudio, de maneira tal a elevar a potência média, e então amplificar o sinal até o máximo permitido (veja a figura 2); no entanto, isto produz distorção e perda da inteligibilidade, pois estamos introduzindo modificações no sinal de áudio.

Resta-nos, como alternativa, empregar um compressor. Mas,

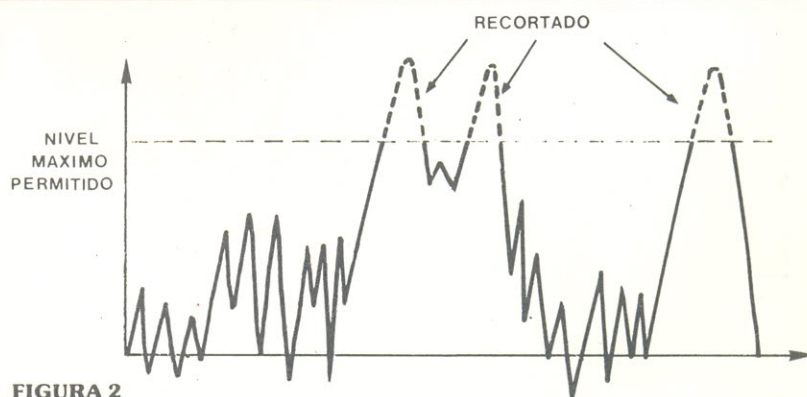
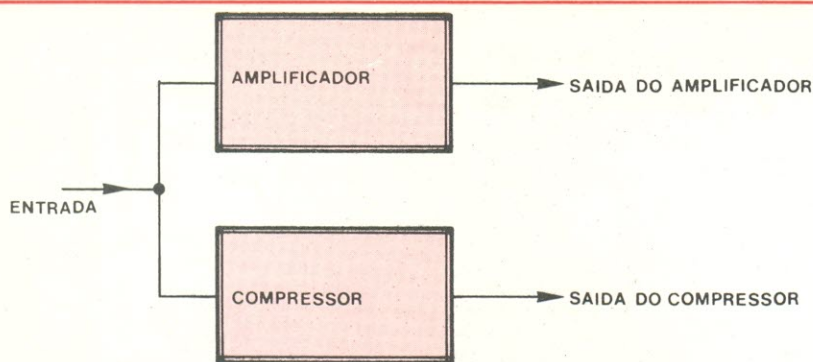


FIGURA 2





ENTRADA	SAIDA AMP	SAIDA COMP
100 mV	1 V	1 V
500 mV	5 V	1.2 V
1 V	10 V	1.3 V

FIGURA 3

afinal o que seria o compressor? É um aparelho que tem como característica amplificar os sinais fracos com maior intensidade que os sinais fortes. Para compreender melhor, comparemos o compressor a um amplificador

(figura 3); verificamos que, para uma variação de sinal de entrada de 10 para 1 (de 100 mV para 1 V), a saída do compressor nos fornece um sinal com variação de 1,3 para 1 (de 1 V para 1,3 V).

Agindo dessa maneira, o

compressor permite-nos aumentar a potência média da voz, sem comprometer a inteligibilidade. Os efeitos práticos desse procedimento se fazem sentir no fato de que um transmissor de 5 W, equipado com um compressor, apresenta um alcance equivalente a um transmissor de 50 W, sem compressor.

Vejamos agora o nosso próprio compressor: como funciona e como pode ser montado, sob a forma de kit.

### Funcionamento

Na figura 4 está o circuito completo do nosso compressor. O circuito integrado CI1 é um amplificador operacional, de ganho igual a  $1 + R2/R1$ . Ajustando os valores de  $R2$  e  $R1$ , obteremos diferentes sensibilidades para o circuito compressor.

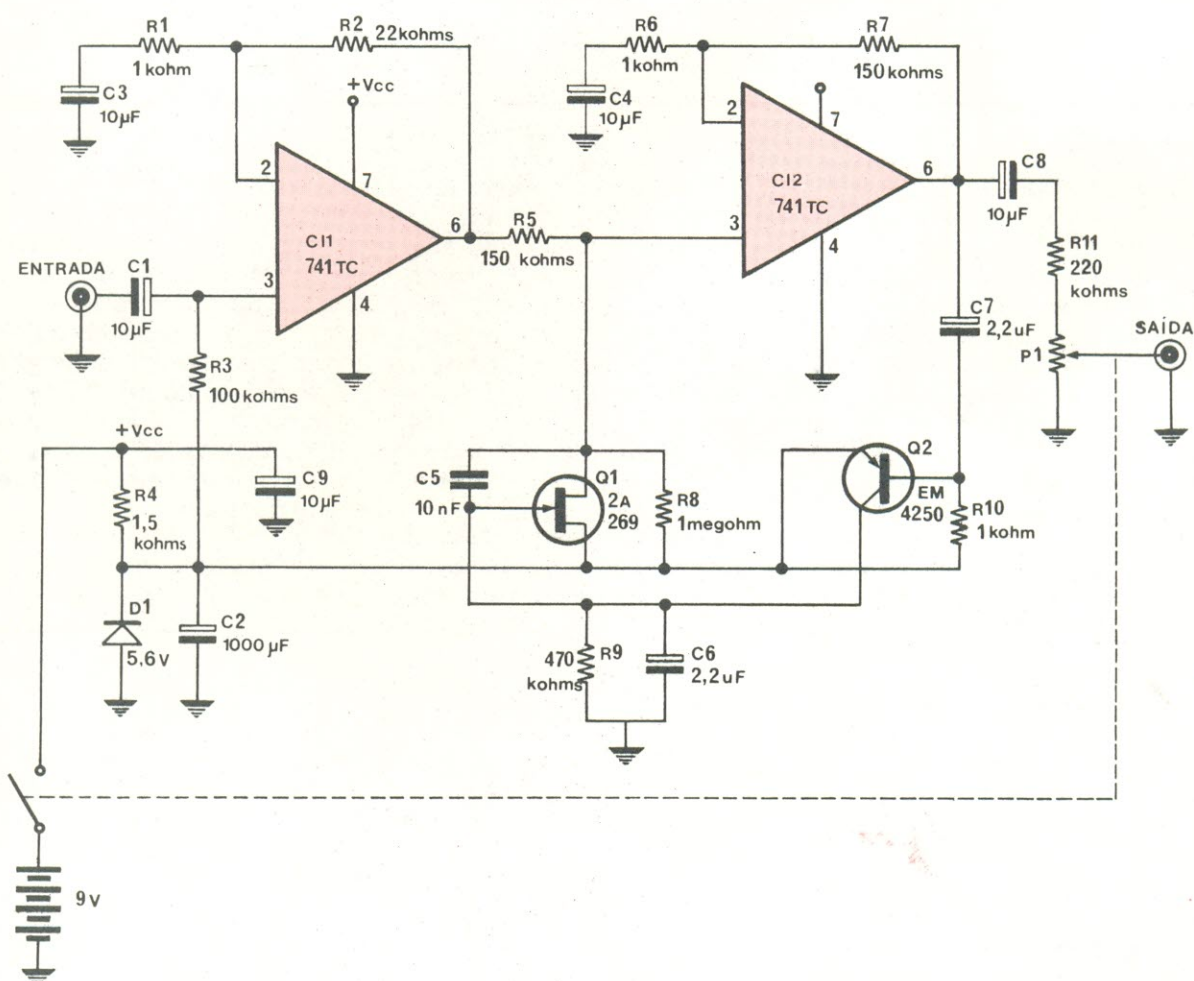


FIGURA 4



O diodo zener D1, juntamente com R4 e C2, forma uma fonte de tensão constante, cuja função é a de polarizar os integrados (CI1 e CI2).

O valor do resistor R3 depende do microfone empregado, pois ele age como um adaptador de impedâncias.

O circuito integrado CI2 é um outro amplificador operacional.

O transistor Q1 é um FET, que atua como um resistor variável, de acordo com a diferença das tensões presentes na porta (G) e no supridouro (S); quanto mais negativa for a tensão de porta, em relação à tensão do supridouro, maior resistência apresentará o FET entre o dreno e o supridouro.

O sinal que deixa CI1 passa por um atenuador, formado por R5 e pelo FET, para depois ser novamente amplificado, desta vez por CI2. Saindo de CI2, o sinal é levado até o ramo composto por C8, R11 e P1, que servem para ajustar o nível de saída.

Uma parcela do sinal de saída é encaminhada para o transistor Q2, que não está polarizado e, normalmente, fica cortado.

Se a tensão de base de Q1 chega aos 0,7 V, o transistor Q2 passa a conduzir; a corrente resultante no coletor de Q2 vai carregar o capacitor C6. Q2 conduz apenas durante os picos negativos do sinal, já que para tal ocorrer, a base precisa estar mais negativa que o emissor (o transistor é um PNP, como se vê na figura 4). Pode-se dizer, em outras palavras, que o transistor Q2 funciona como um retificador.

A tensão presente no capacitor C6 é utilizada para polarizar o FET Q1.

Observemos o que acontece durante a operação deste circuito:

Caso não haja sinal de entrada, não haverá sinal na saída de CI2 e, em consequência, o transistor Q2 não irá conduzir e o capacitor C6 vai se descarregar

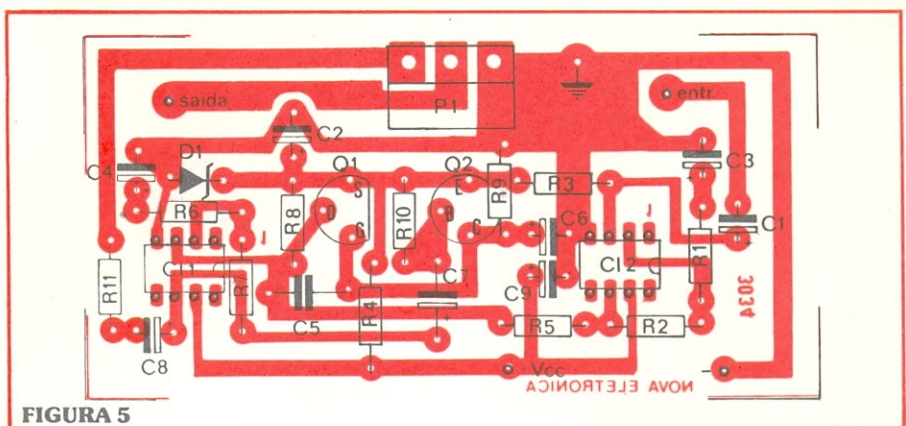


FIGURA 5

através de R9, chegando até o nível de terra. Deste modo, a porta do FET estará a um potencial mais negativo (pois está ligada a C6) que o supridouro do mesmo (que está conectado ao diodo zener); nessas condições, o transistor de efeito de campo apresenta uma resistência elevada entre dreno e supridouro e o atenuador formado por ele e pelo resistor R5 quase não se faz notar no circuito.

Considerando, a partir de agora, que existe um sinal de entrada, verificaremos que nada será alterado no estado do circuito, até que o sinal tenha um nível suficientemente elevado, para produzir picos de 0,7 V na saída de CI2, fazendo com que o transistor Q2 conduza.

Neste momento, tem início a compressão; o capacitor C6 é carregado, diminuindo a diferença de tensão entre a porta e o supridouro do FET. A resistência deste é reduzida e o atenuador entra em ação. Quanto mais alto for o nível de saída de CI2, mais

carga teremos em C6, que terá sua tensão elevada, diminuindo a resistência interna do FET que, por sua vez, terá uma maior influência no atenuador.

### Montagem

A montagem do circuito, assim como o princípio de funcionamento do mesmo, é bastante simples e não oferece maiores dificuldades. Basta seguir a sequência de montagem que fornecemos adiante.

Na figura 5, temos a placa de circuito impresso do compressor, que faz parte do kit, vista pelo lado dos componentes. Comece a montagem pelos resistores, soldando-os todos à placa. A seguir, solde os transistores Q1 e Q2 em seus respectivos lugares; veja, na figura 6, a posição correta dos terminais dos transistores.

Os capacitores C5 e C7 vêm logo após, na ordem de montagem; solde-os na placa também.

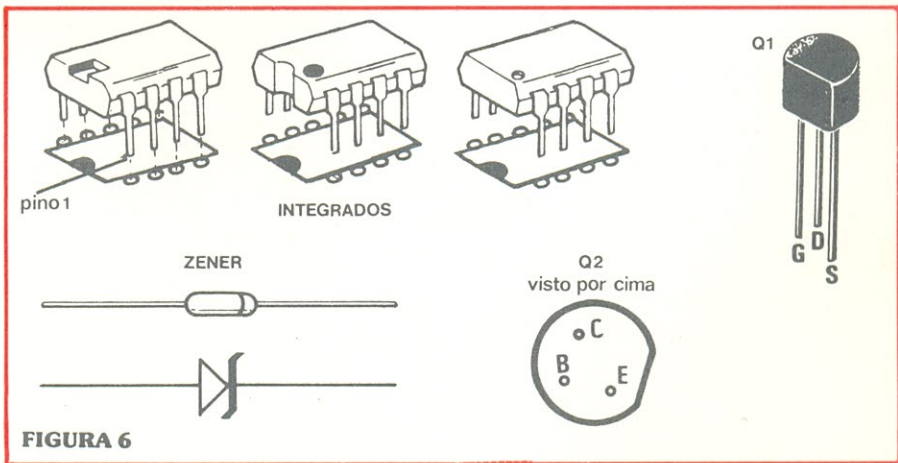
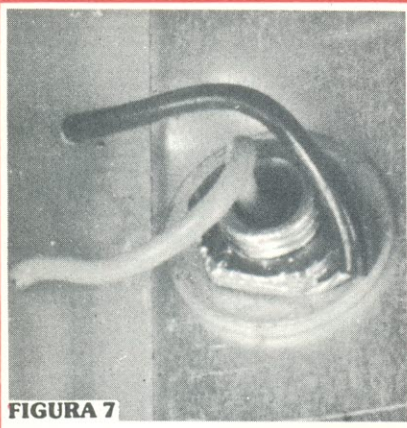


FIGURA 6





**FIGURA 7**

Os circuitos integrados CI1 e CI2 devem ser soldados agora, de acordo com a posição de montagem ilustrada pela figura 6; dedique um pouco mais de cuidado e atenção a estes componentes, durante a soldagem, pois são mais delicados que os capacitores ou transistores.

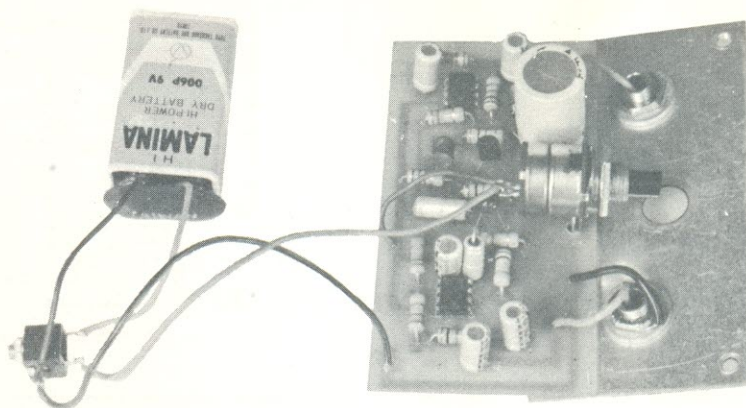
Em seguida, é a vez do diodo zener D1 ser soldado, e a posição correta do mesmo aparece na figura 6.

Você pode soldar o restante dos capacitores eletrolíticos agora, levando em conta a polaridade dos mesmos.

Passa para o potenciômetro P1 e solde seus três terminais na placa, de modo que o eixo fique voltado para fora do circuito impresso.

Deixe a placa de lado por um momento, e fixe então os dois conectores no painel frontal da caixa, com suas porcas e arruelas. O detalhe da figura 7 pode ajudar nessa operação.

Voltando à placa de circuito impresso, faça agora todas as conexões externas, conforme indica a figura 8 (com o conector de alimentação, conector de bateria, conectores de entrada e saída do sinal). Observe, na figura, que um pedaço de fio deve ser ligado entre o terra e o terminal externo dos conectores de entrada e saída (esse fio pode ser fixado pela própria porca de um dos conectores); é preciso ligar, também, um fio entre um dos terminais da chave do po-



**FIGURA 8**

tenciômetro e o ponto (+) da placa de circuito impresso (observe a figura).

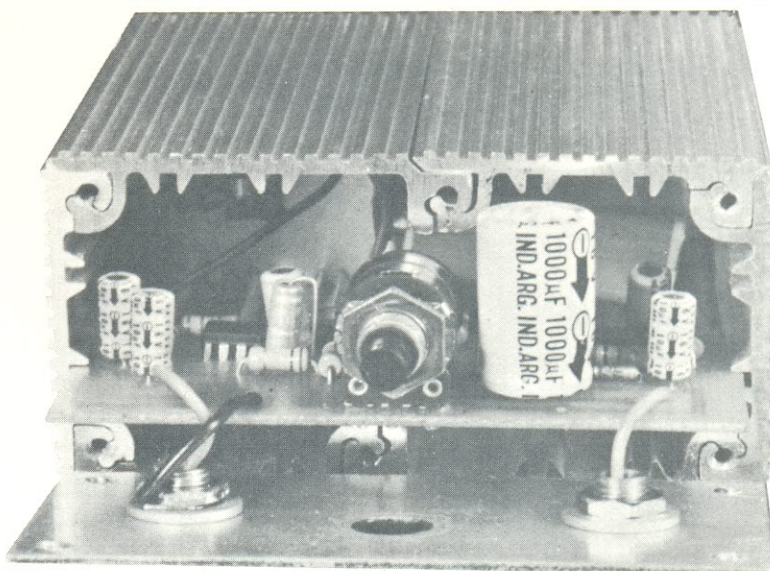
Cada um dos fios que é conectado ao terminal central dos conectores de entrada e saída deve ser soldado ao orifício frontal dos mesmos.

O próximo passo consiste em fixar o painel frontal ao conjunto da placa, por meio do potenciômetro; o painel ficará preso pelas porcas fornecidas com o kit, sendo uma por trás, junto ao corpo do potenciômetro e uma pela frente.

Vamos agora ao estágio final da montagem: reúna todos os módulos de alumínio, formando a caixa; parafuse o painel poste-

rior à mesma, que é o que mantém a caixa firme e os módulos unidos, juntamente com o painel frontal. Em seguida, resta apenas introduzir o conjunto pronto no interior da caixa montada; primeiramente, fixe o conector de alimentação externa no painel traseiro (este conector servirá para conexões com fontes de alimentação ou bateria de veículos). Finalmente, instale o circuito na caixa, da maneira que fazemos ver na figura 9, parafuse o painel frontal e fixe o knob do potenciômetro. Seu compressor está pronto para ser usado.

Na tabela I, fornecemos algumas características do circuito, obtidas a partir de medições feitas em nosso protótipo.



**FIGURA 9**



**Tabela I**

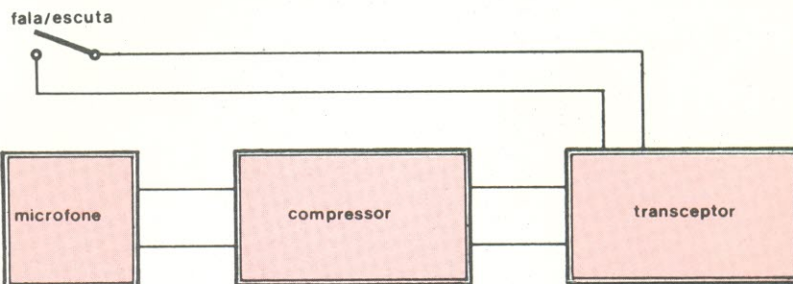
Sensibilidade — 1 mV  
 Consumo — 10 mA  
 Início da compressão — 2 mV  
 Nível máximo de entrada - 300 mV  
 Impedância de entrada —  
 100 kohms  
 Nível de saída — 0 a 500 mV  
 Compressão — 36 dB  
 Resposta em frequência —  
 50 Hz a 20 kHz / - 3 dB

**Observações:** Bateria — A bateria de 9 V, com a qual o circuito é alimentado, é opcional, ou seja, não é fornecida com o kit;

Microfones — O circuito é adaptável aos microfones dinâmico e a cristal, sêm que seja necessário substituir componentes.

**DIAGRAMA DE CONEXÃO DO COMPRESSOR**

**FIGURA 10**



**Relação dos componentes**

R1, R6, R10 — 1 kohm  
 R2 — 22 kohms  
 R3 — 100 kohms  
 R4 — 1,5 kohms  
 R5, R7 — 150 kohms  
 R8 — 1 megohm  
 R9 — 470 kohms  
 R11 — 220 kohms

**Obs.:** Todos os resistores são de 1/4 W.

P1 — potenciômetro miniatura 100 kohms, log, com chave e duas porcas

C1, C3, C4, C8, C9 — 10 µF/16 V  
 C2 — 1000 µF/16 V

C5 — 10 nF  
 C6, C7 — 2,2 µF/16 V  
 C11, C12 — 741 TC  
 Q1 — 2A 269  
 Q2 — EM 4250  
 D1 — zener 5,6 V/400 mW  
 Placa de circuito impresso n.º ...  
 3034 — Nova Eletrônica  
 2 conectores para microfone  
 Knob para o potenciômetro  
 Caixa modular de alumínio, com parafusos e painéis  
 Jack de alimentação e um conector para bateria  
 1 m de fio n.º 28 AWG,  
 1m de solda

# CASA DEL VECCHIO



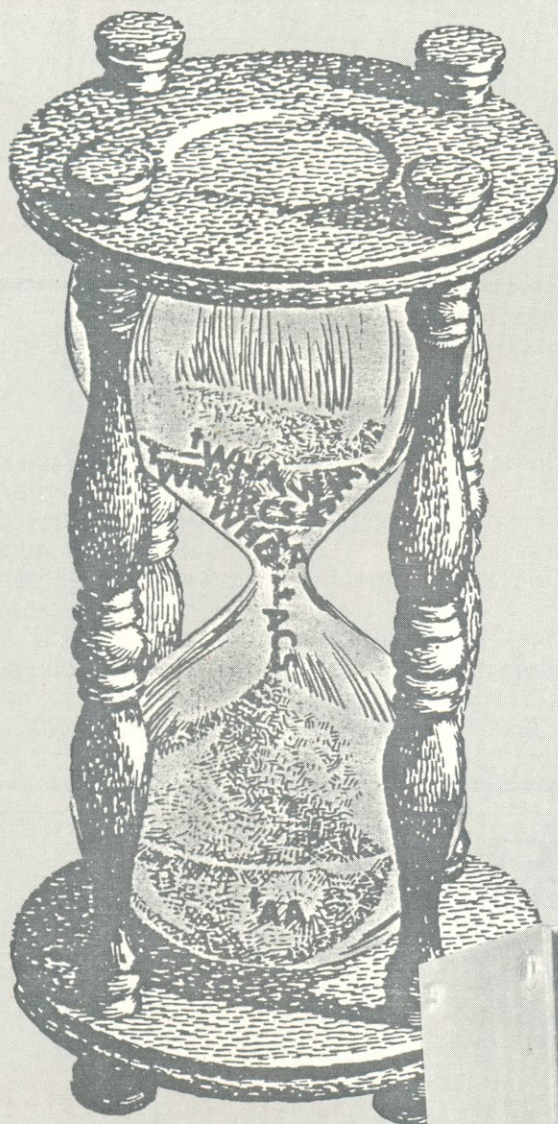
**O SOM MAIOR**

**EQUIPAMENTOS P/ SALÕES, BOITES,  
 FANFARRAS E CONJUNTOS MUSICAIS.**

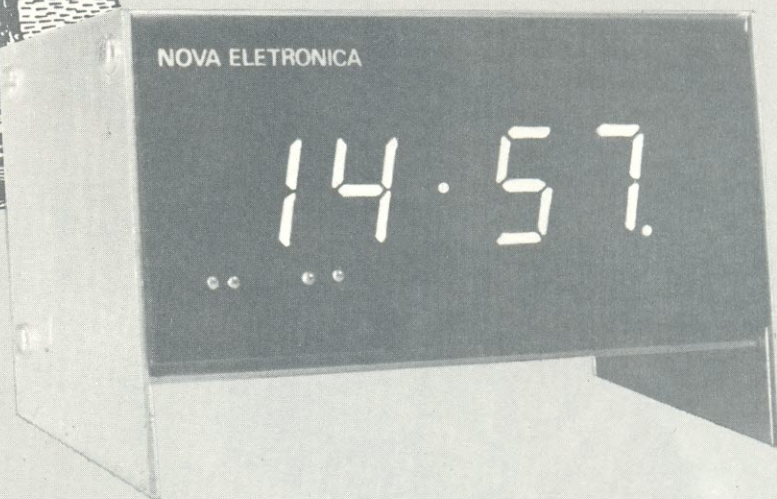


Comércio e Importação de Instrumentos Musicais  
**RUA AURORA, 185 — S. PAULO-SP — C. POSTAL 611**  
**TEL.: 221-0421 — 221-0189**





- Dígitos vermelhos, com 1,8 cm de altura
- Pode ser ligado em 110 ou 220 volts
- O circuito já vem pronto, basta fazer as ligações e montá-lo na caixa
- Acerto rápido e lento da hora
- Caixa de alumínio, fácil de montar e com ótimo aspecto





# CHRONOS, UM NOVO RELÓGIO DIGITAL DE MESA



Na pág. 55 da revista Nova Eletrônica n.º 10, publicamos um artigo chamado «Os Novos Módulos de Relógios Digitais», apresentando dois novos circuitos de relógios digitais, que já vêm prontos e montados em suas placas de circuito impresso. Um desses módulos, o MA 1003, encontra aplicação como relógio para veículos, enquanto o outro, o MA 1023, é usado como relógio de mesa ou cabeceira.

Surgiu então a idéia de fazer kits, empregando tais módulos. Começamos, assim, com o MA 1023, que deu origem a um kit simples, semelhante ao MOS TIME II, mas sem soldagens delicadas, com algarismos maiores e com um «display» formando um bloco único.

Nasceu desse modo um novo relógio digital, ao qual demos o nome de «Chronos» e que requer apenas algumas ligações com um transformador e com o cordão de alimentação, ocupando apenas uma hora de tempo do montador, aproximadamente, para ficar pronto e funcionando.

## Outras características

O nosso kit do MA 1023 pos-

sui algumas outras características interessantes:

— O acerto da hora é efetuado por meio de dois controles sepa-

rados, o rápido (para quando a hora certa está «distante» da hora marcada pelo relógio) e o lento (para acerto de apenas alguns minutos de diferença).

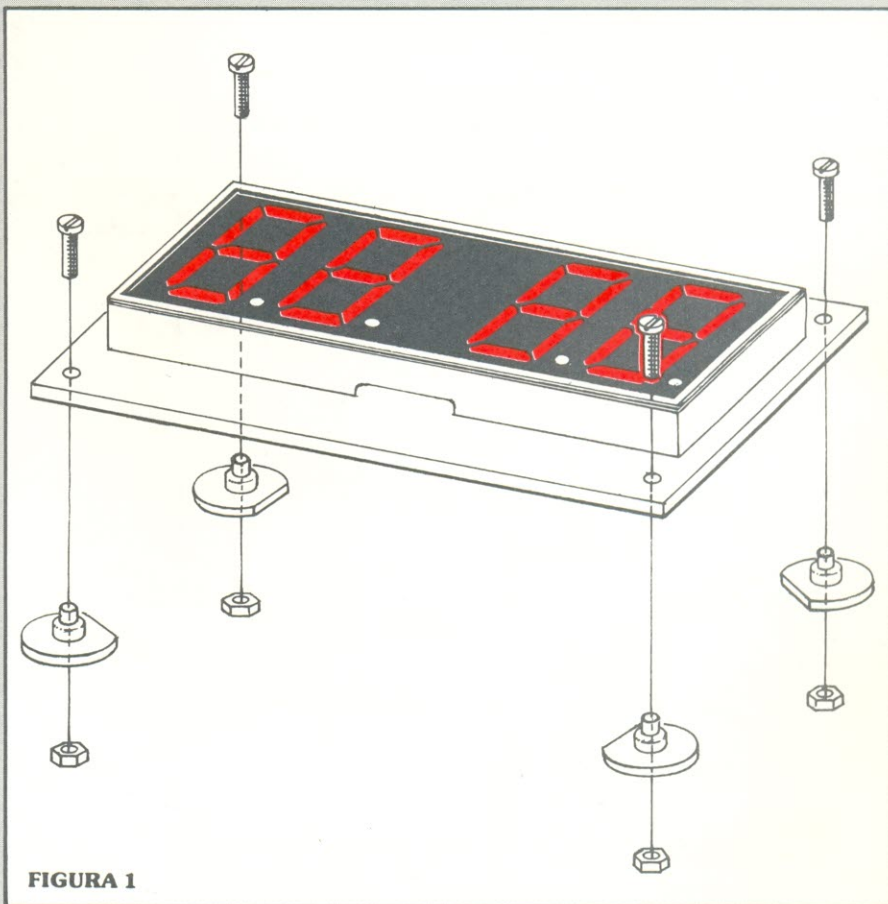


FIGURA 1







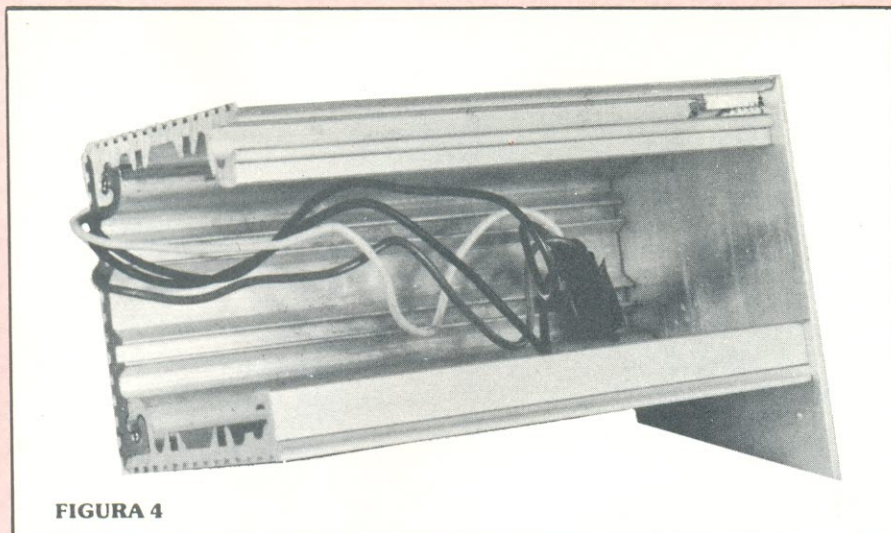


FIGURA 4

tentes na máscara de acrílico vermelho e elimine suas pontas, com o auxílio de um alicate de corte. Feito isso, observe a figura 2, para dar continuidade à montagem; neste ponto, você vai precisar de um ferro de solda, de ponta fina e 30 W de potência, no máximo, a fim de poder efetuar as ligações do relógio com o transformador e com o cordão de alimentação, conforme havíamos falado.

A figura 2 mostra todas as conexões. Faça as ligações com o transformador de acordo com as cores indicadas e observe que os dois alfinetes centrais foram dobrados de modo a se tocarem e depois foram soldados. Não esqueça de soldar, na própria placa, o fio que interliga os terminais 8 e 11 e o outro, interligando os terminais 11 e 14.

Vamos agora tratar de fazer as ligações do primário do transformador; se a tensão da rede em sua cidade é de 110 volts, siga as instruções da figura 3A; se for 220 volts, você deve seguir pela figura 3B. Antes de soldar o cordão ao transformador, lembre-se de passar o cordão pelo furo da parte traseira da caixa.

Passe a montar a caixa modular agora, juntando os três módulos de alumínio e firmando-os por meio de uma das chapas laterais; a outra chapa lateral só deverá ser parafusada quando o relógio já estiver insta-

lado no interior da caixa. Observe a figura 4, onde mostramos a caixa parcialmente montada e pronta para receber o circuito impresso e o transformador.

Juntamente com o kit, são fornecidos dois pequenos calços de alumínio, que devem ser utilizados para firmar os dois parafusos frontais da caixa; na figura 5, aparece um detalhe ampliado de sua colocação (estamos mostrando o lado esquerdo da caixa; deve-se fazer a mesma coisa no seu lado direito). O parafuso deve penetrar no calço, para ficar firme.

Enfim, chegou a hora de instalar o relógio em sua caixa. Antes de fazê-lo, entretanto, seria aconselhável ligar o relógio por alguns instantes, para verificar se nenhuma conexão foi esquecida e se ele está funcionando perfeitamente. Para fazer o reló-

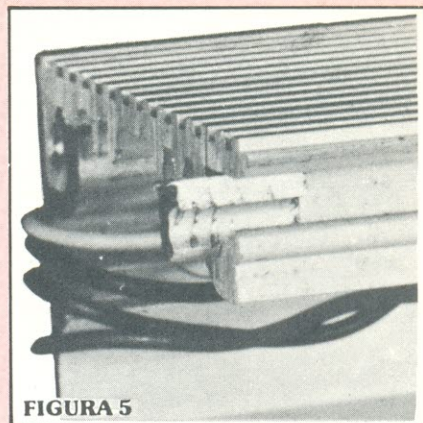


FIGURA 5

gio funcionar, basta ligá-lo à tomada; o «display» deve acender e os dígitos piscam continuamente. Com um pequeno objeto metálico (uma chave, por exemplo), curto-circuite os dois primeiros alfinetes fixados no acrílico; os dígitos pararão de piscar e as horas começarão a «correr» rapidamente; retire o objeto metálico desses alfinetes e encoste-o sobre os outros dois; as horas deverão avançar mais lentamente. Se o seu kit procede da maneira descrita, ele está em ordem e pronto para funcionar.

Feito esse rápido teste, pode colocar o conjunto na caixa; comece por introduzir a placa de circuito impresso, encaixando suas arruelas nas ranhuras da caixa e empurrando-a para dentro (veja a figura 6). Não a empurre totalmente para dentro, porém; quando a placa estiver com a metade de seu comprimento no interior da caixa, introduza todos os fios e o transformador por trás da placa, com muito cuidado.

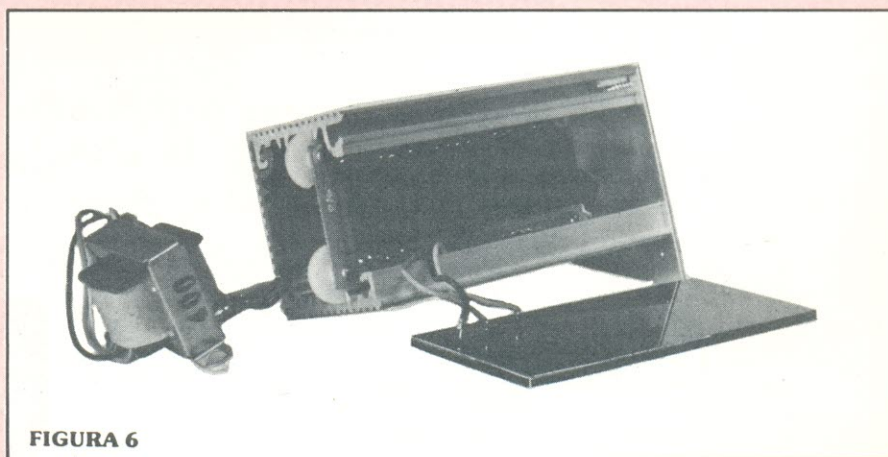
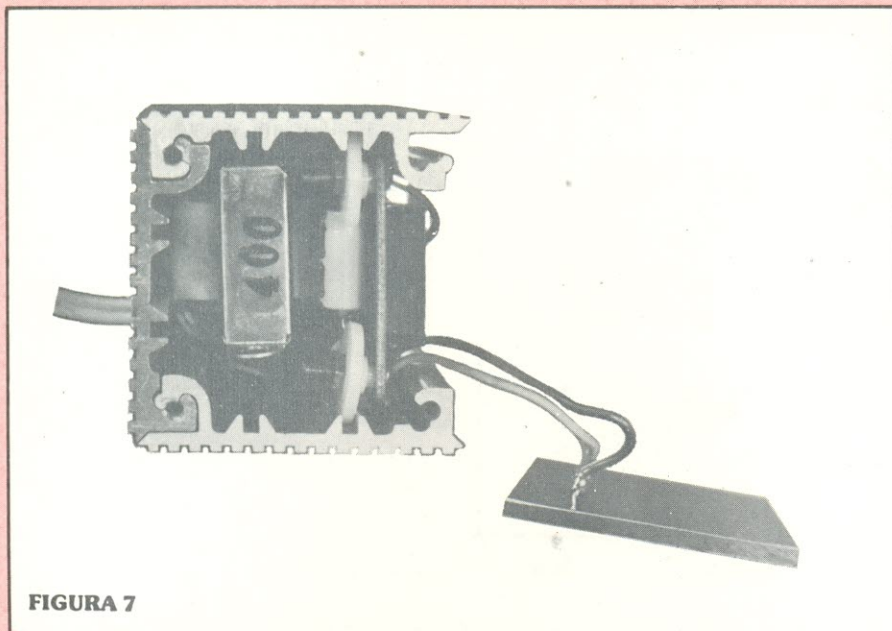


FIGURA 6





**FIGURA 7**

Complete a montagem, encaixando totalmente a placa de circuito impresso (veja, na figura 7, a aparência do conjunto, de perfil). Parafuse, por fim, a lateral restante à caixa (não esqueça do calço); a máscara de acrílico ficará presa em seu lugar por

pressão das duas laterais.

Finalmente, você poderá desfrutar de «horas» felizes ao lado de seu Chronos. Para fazer o acerto da hora, proceda da forma explicada anteriormente; enquanto o «display» estiver indicando uma hora distante da

desejada, utilize os alfinetes de avanço rápido; quando estiver chegando perto da hora certa (alguns minutos), passe para os alfinetes de avanço lento. Caso o «display» avance demais, para além da hora certa, continue utilizando os alfinetes de «rápido», até voltar novamente ao ponto desejado.

#### **Relação de componentes**

Módulo de relógio MA 1023

Transformador —

primário, 110/220 V;

secundário, 3,6-0-3,6 V — 125 mA  
8 V — 10 mA

Visor de acrílico

Cordão de alimentação

4 arruelas de plástico

4 parafusos 3/32" x 3/8", com porcas

4 alfinetes

Caixa modular de alumínio, com laterais, parafusos e calços

20 cm de fio isolado

50 cm de solda trinúcleo

30 cm de fita isolante

## **TRANSISTOR**



O componente que revolucionou a eletrônica

A Digital revolucionou o mercado do sul do País tendo o **MAIOR ESTOQUE** de componentes e instrumentos eletrônicos com o **MENOR PREÇO**.

Consulte-nos e comprove.

Condições de atendimento ao interior

Cheque visado, Reembolso aéreo ou Rodoviário.

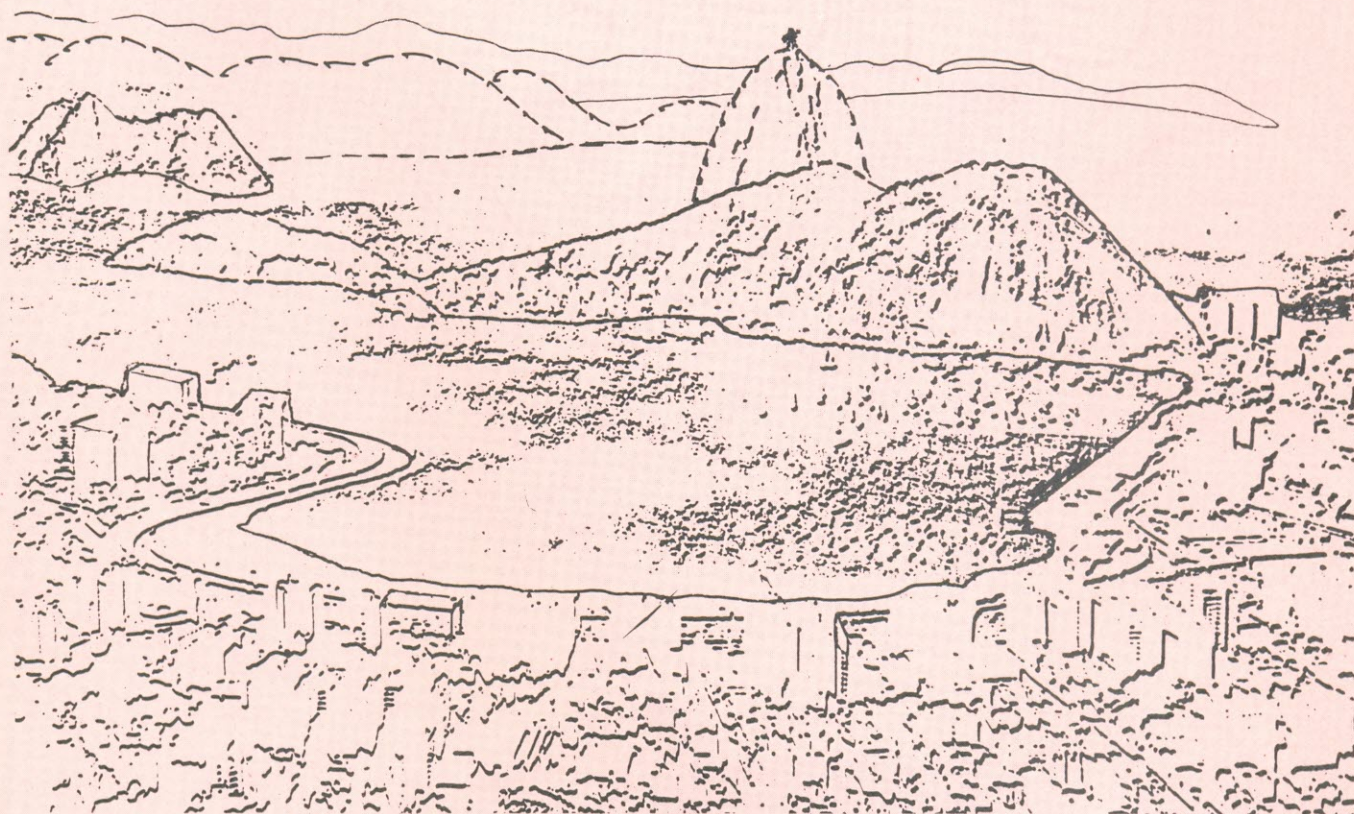


DIGITAL - Componentes Eletrônicos Ltda.

Rua Conceição, 383 - Fone: (0512) 24-4175  
Porto Alegre - RS



**Agora você não precisa  
sair do RIO DE JANEIRO  
para adquirir todas as «famílias»  
de circuitos integrados,  
pelos melhores  
preços da praça  
e Kits Nova Eletrônica.**



**DELTRONIC**

**COMÉRCIO DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS LTDA.**  
Rua República do Líbano, 25 — Tel.: 243-0045

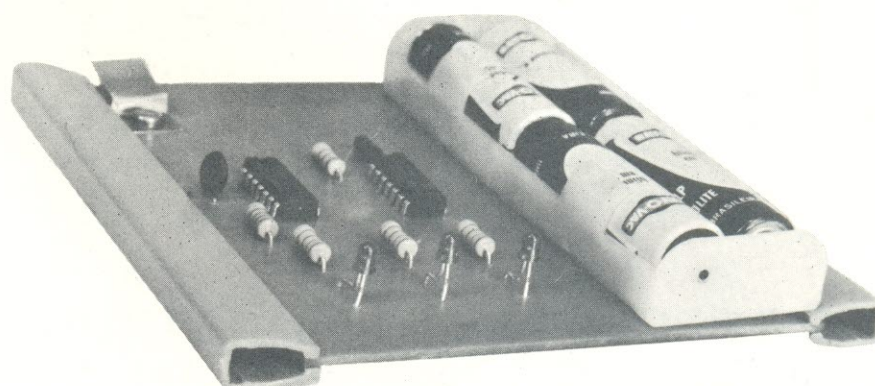
*Faça-nos uma visita, ou mesmo  
use o telefone, será um prazer atendê-lo.*



2	Sta. Cruz/PE	X	Palmeiras/SP	2	0
3	Uberaba/MG		Santos/SP		
4	Cruzeiro/MG		Botafogo/RJ		
5	P. Desportos/SP				
6	S. Paulo/SP				
7	Brasília/DF				
8	Joinville/SC				

## a Loteca

3	Vasco/RJ	4	Paraná/PR	6	
	Flamengo/RJ		Paraná CG/MT	7	
			Inter/RS	8	
			Sergipe/SE	9	
			Americano/RJ	10	
			Atlético/PR	11	
			Confiança/SE	12	
				13	



*Ponha a eletrônica para trabalhar em seus palpites!*



Todos sabem que não existe meio infalível de se jogar na loteria esportiva, empregando pouco dinheiro. O Brasil é um país imenso e não é possível saber o comportamento dos vários times, espalhados por todo o território. E tudo o que os jornais e publicações especializadas podem fazer é fornecer «dicas» ou informações sobre o desempenho mostrado pelos times, até aquele momento, o que não é uma receita de sucesso, pois isto não é plenamente decisivo no resultado final de cada jogo.

Por outro lado, vale a pena lembrar dos vários ganhadores

que nos dê a coluna a preencher, em cada jogo. Você poderia pensar que talvez fosse mais fácil fazer isto com a própria cabeça, mas, com a «loteca», fica mais divertido, além de ser uma excelente lição de eletrônica digital. Siga em frente e comprove você mesmo.

### O que faz a «loteca»

A «loteca» tem um circuito muito simples, alimentado a pilhas. Esse circuito é comandado por uma única tecla e, por sua vez, vai comandar três diodos emissores de luz (LEDs), que fornecem a leitura «coluna 1 — coluna do meio — coluna 2».

Ao apertarmos a tecla, os três diodos acendem, com uma luz muito fraca; ao soltarmos a tecla, dois dos diodos apagam e apenas um deles permanece aceso, com luz forte. Não é possível saber qual dos diodos ficará aceso, pois o circuito trabalha de modo a tornar esse fator completamente aleatório.

Assim, é possível aplicar este circuito à loteria esportiva, com a finalidade de auxiliar no preenchimento dos volantes, destacando um LED para cada coluna. Nada impede, porém, que seja utilizado para outros fins, como um «cara-coroa triplo»,

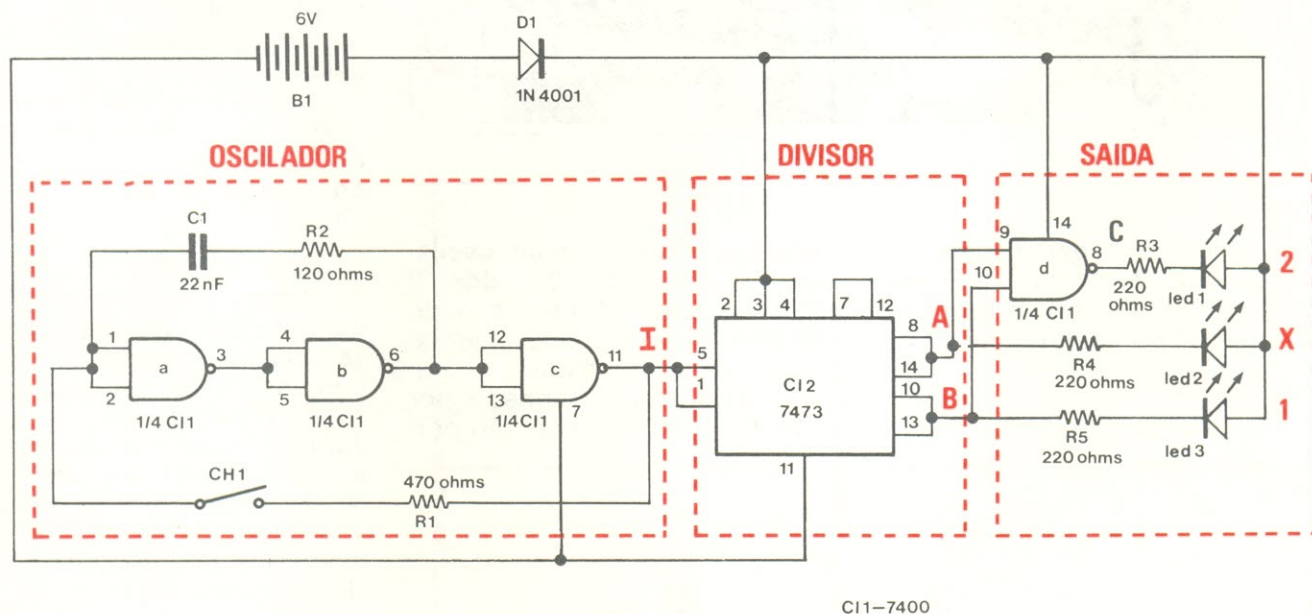
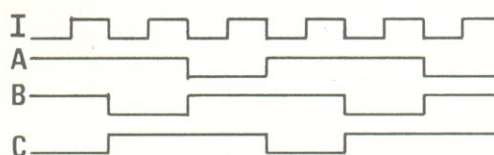


FIGURA 1

da loteria e verificar que grande parte deles eram pessoas que pouco ou nada entendiam de futebol e jogaram pequenas quantias em dinheiro.

Em resumo, o que fazer? Talvez o melhor sistema seja o de dar um palpite pessoal para os times da própria cidade (ou para o time «do coração») e, para os outros, preencher o volante a esmo, sem especial predileção por este ou aquele time.

Nada melhor, nesse caso, do que um aparelhinho automático para preencher o volante por nós, um «palpiteiro» eletrônico



A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

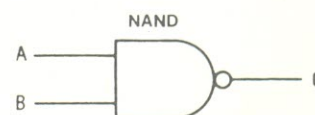


FIGURA 2





## Funcionamento

siste basicamente de um **oscilador**, um **divisor por 3** e dos **3 LEDs de saída**, como se pode ver pela figura 1, onde aparece seu esquema completo.

tas NAND de duas entradas, ligadas como inversores (isto é, as duas entradas ligadas entre si); além dessas portas, o oscilador contém R1, R2, C1 e CH1.

Enquanto a chave CH1 permanecer aberta, o circuito não oscila e, portanto, não teremos sinal algum em sua saída. Mas, assim que a tecla é pressionada, o circuito começa a oscilar e, na saída «I», teremos uma onda quadrada, com um nível que irá variar entre 0 e 4 V, a uma frequência de 4 kHz (4000 ciclos por segundo).

O integrado CI2 é um «flip-flop» JK duplo, ligado, neste caso, como um **divisor por 3** (ou seja, para cada 3 pulsos na entrada, fornece apenas um pulso na saída).

CI2 possui duas saídas, A e B, que, combinadas por meio de uma porta NAND (CI1d, no circuito da fig. 1), vão dar origem ao sinal C.

Com o auxílio da figura 2, é possível compreender essa combinação de sinais, observando o diagrama de tempos do conjunto, onde temos a entrada «I» e as saídas «A», «B» e «C». Junto ao diagrama, vê-se a tabela da verdade de uma porta NAND, colocada aí para facilitar a visualização do sinal «C», formado a partir dos sinais «A» e «B», através de C11d.

Pelo diagrama da fig. 2, verifica-se que as saídas «A», «B» e «C» assumem o nível «0» ou «baixo» em seqüência, isto é, uma após a outra. Se conectarmos agora um diodo LED a cada uma delas, de modo que um dos terminais do mesmo fique ligado à saída e o outro, ligado a +Vcc (ou nível «alto»), teremos esse LED aceso, a cada nível «baixo» que surgir na saída.

Em outras palavras, quando pressionamos a tecla CH1, os diodos vão acender seqüencialmente, a uma velocidade de 4000 vezes por segundo; como o olho humano não é capaz de seguir tal deslocamento, teremos a impressão de que os três LEDs





estarão acesos, ao mesmo tempo, com uma luz bastante fraca.

Porém, ao soltarmos a tecla, o oscilador deixa de funcionar e o divisor CI2 fica paralisado em qualquer um dos três estados possíveis, ou seja:

A = «1»; B = «0» — LED3 aceso

A = «0»; B = «1» — LED2 aceso

A = «1»; B = «1» — LED1 aceso

Como se pode ver, para cada estado fica aceso o LED correspondente. Já que não existe nenhuma relação entre a frequência do oscilador e o momento em que o mesmo deixa de oscilar, conclui-se que os três estados de CI2 são de igual probabilidade, isto é, têm chances iguais de ocorrer, e portanto, apenas um LED ficará aceso, numa decisão totalmente aleatória.

A função dos resistores R3, R4 e R5 é a de limitar a corrente dos LEDs. O diodo D1, por sua vez, produz uma queda de tensão das pilhas (de 6 V para 5,3 V), tornando a alimentação mais adequada aos circuitos integrados da lógica TTL, empregados no circuito.

### Montagem

A montagem deste circuito é bastante simples. Siga apenas as instruções dadas adiante e você não terá problemas.

Na figura 3 está representada, em tamanho natural, a placa de circuito impresso do kit da «loteca», vista pelo lado dos componentes. Você pode efetuar a montagem, baseando-se nessa figura, ou na própria placa de circuito impresso do kit, se você a tem em mãos. Em todo caso, respeite a seguinte sequência de montagem:

— Certifique-se que seu material de montagem está em ordem; você vai precisar de um ferro de soldar, de 30 W, no máximo e com a ponteira bem limpa e estanhada, um alicate de ponta e um alicate de corte. Maiores detalhes sobre soldagens você pode obter no artigo «Como Soldar», publicado

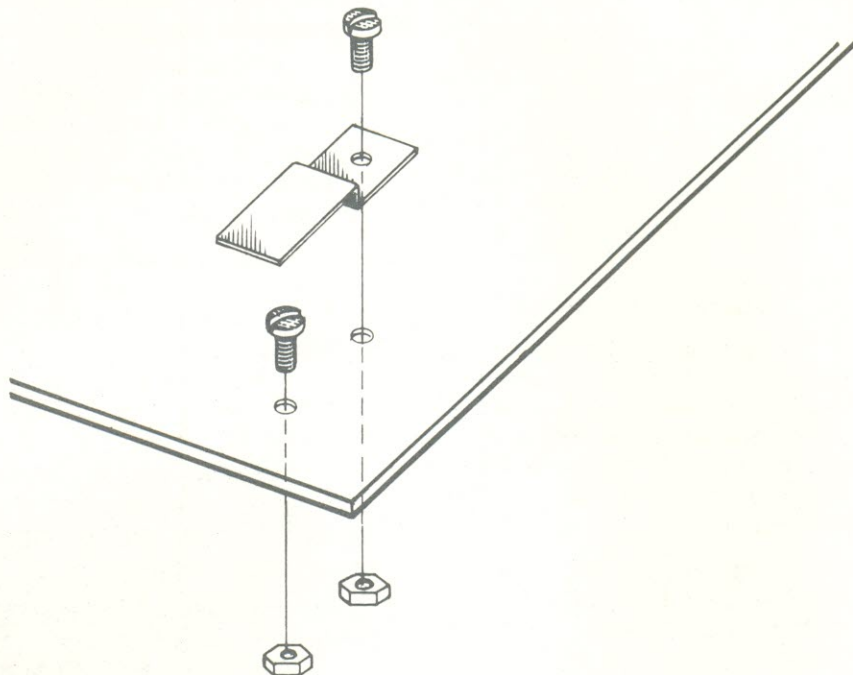


FIGURA 5

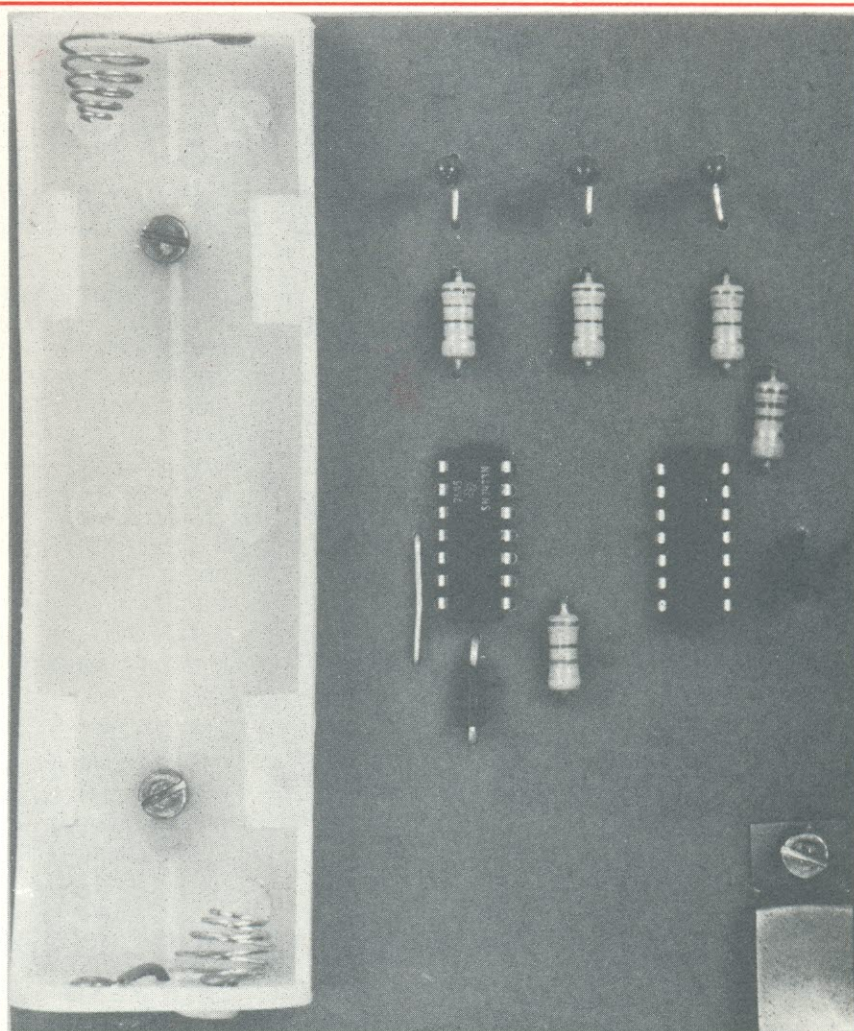


FIGURA 6



no n.º 9 de Nova Eletrônica, às págs. 284/287.

— Solde, antes de tudo, o fio «J» na placa; este fio está localizado ao lado de C12.

— Solde, em seguida, os resistores R1, R2, R3, R4 e R5. Corte o excesso de terminal que sobressai da placa, em cada resistor.

— Solde o capacitor C1.

— Solde os integrados C11 e C12, com um pouco mais de cuidado, pois são mais sensíveis ao calor que os resistores e o capacitor. Veja, na figura 4, a maneira correta de se instalar os integrados na placa.

— Instale e solde o diodo D1 à placa, seguindo a figura 4, para saber a posição correta do mesmo.

— É a vez dos LEDs, agora; solde-os em seus lugares, com um dos terminais retos e o outro formando um «joelho», como se

vê na foto de entrada. Para montá-los na posição correta, não se esqueça de consultar a figura 4.

— Monte agora a tecla no local assinalado. Neste caso, não é necessário soldar nada; é só observar a figura 5, para ter uma idéia de como efetuar essa parte da montagem.

— Você deve parafusar o porta-pilhas, agora, do modo como se vê na figura 6. A seguir, solde os fios do porta-pilhas à placa, o fio vermelho onde está assinalado «+» e o fio preto, onde se lê «-».

— Por fim, encaixe os suportes de plástico na placa e introduza as pilhas em seu lugar, ou seja, no porta-pilhas.

O conjunto é ligado ao se colocar a última pilha. Teste-o conforme as explicações dadas no início deste artigo; caso ele não funcione, confira toda a montagem. A «loteça» é desligada puxando-se fora uma das pilhas.

Que é que você está esperando? Apanhe um volante e comece sua escalada para a fortuna. E, caso você faça os 13 pontos, não se esqueça de que a eletrônica o ajudou nisso.

### Relação de componentes

R1 — 470 ohms

R2 — 120 ohms

R3, R4, R5 — 220 ohms

**Obs.:** Todos os resistores são de ¼ W.

C1 — 22 nF (cerâmico ou schiko)

D1 — 1N 4001, 1N 4002 ou 1N 4003

C11 — 7400

C12 — 7473

LED1, LED2, LED3 — FLV 110 ou equivalente

Placa de circuito impresso n.º ...

3046 — Nova Eletrônica

4 pilhas, 1,5 V pequenas

Porta-pilhas

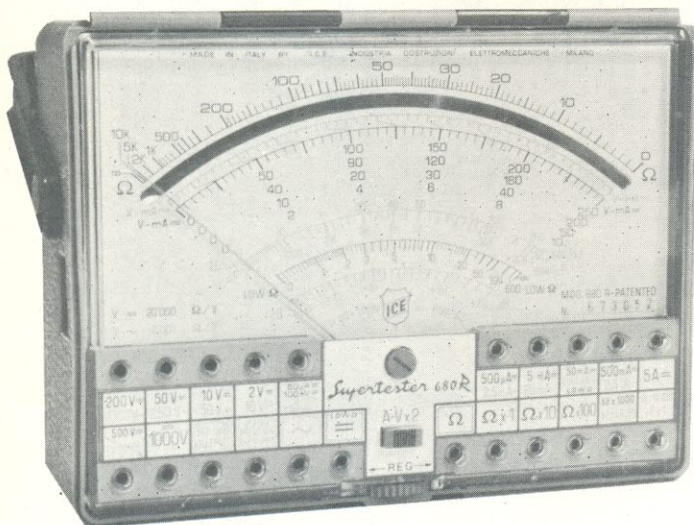
4 parafusos 3 x 4mm com porcas

Contato de latão

2 suportes de plástico

1 m de solda trinúcleo

## O SUPERTESTER PARA TÉCNICOS EXIGENTES!!!



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

10 funções, com 80 faixas de medição:

VOLTS C.A.	— 11 faixas de medição: de 2 V a 2500 V
VOLTS C.A.	— 13 faixas de medição: de 100 mV a 2000 V
AMP. C.C.	— 12 faixas de medição: de 50 uA a 10 A
AMP. C.A.	— 10 faixas de medição: de 200 uA a 5 A
OHMS	— 6 faixas de medição: de 1/10 de ohm a 100 megohms
REATANCIA	— 1 faixa de medição, de 0 a 10 Megohms
CAPACITANCIA	— 6 faixas de medição: de 0 a 500 pF — de 0 a 0,5 uF — e de 0 a 50 000 uF, em quatro escalas
FREQUÊNCIA	— 2 faixas de medição: de 0 a 500 e de 0 a 5000 HZ
V SAÍDA	— 9 faixas de medição: de 10 V a 2500 V
DECIBÉIS	— 10 faixas de medição: de -24 a +70 dB

Fornecido com pontas de prova, garras jacaré, pilhas, manual e estojo.

### PREÇOS ESPECIAIS PARA REVENDEDORES

Estamos admitindo representantes ou vendedores autônomos

PEÇAM FOLHETOS ILUSTRADOS COM TODOS OS INSTRUMENTOS FABRICADOS PELA «I.C.E.» — INDÚSTRIA COSTRUZIONI — ELETTROMECCANICHE, MILÃO



**Comercial Importadora Alp Ltda.**

Alameda Jaú, 1528 — 4.º andar — conj. 42 — fone: 881-0058 (direto) 852-5239 (recados) CEP 01420 — S. Paulo — SP



# APENAS UM TDA 2010 **OU** TDA 2020 NESTE EXCELENTE AMPLIFICADOR DE ÁUDIO

Apresentamos, nas páginas 402/405 do n.º 10 de Nova Eletrônica, um artigo sobre os novos circuitos integrados para áudio, TDA 2010 e TDA 2020. Na parte final desse artigo, «encaixamos» o esquema de um circuito amplificador, utilizando esses integrados, acompanhado de sua placa de circuito impresso, que seria colocada à venda, separadamente, para aqueles que se interessassem.

O espaço para falar do amplificador, porém, era muito restrito, pois o artigo era dedicado aos integrados e não, propriamente, ao amplificador. Assim, decidimos publicar algo que tratasse especificamente deste último, para facilitar a vida dos montadores que simpatizaram com o mesmo. Deste modo, poderemos discutir mais à vontade

sobre o circuito e fornecer certos detalhes, bastante úteis, sobre a montagem.

Vamos, então, ao amplificador:

O esquema completo aparece na figura 1. Os valores dos componentes foram mantidos, em relação ao esquema publica-

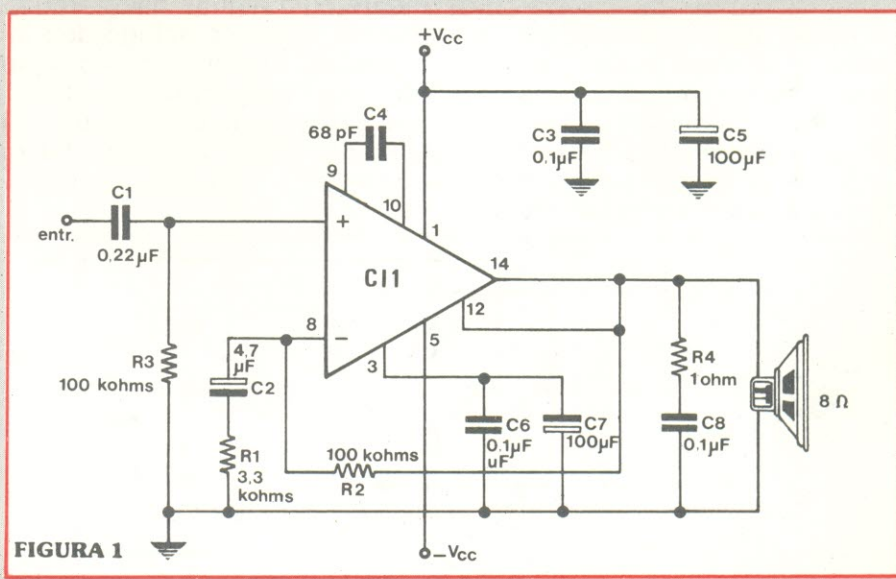




TABELA I

Parâmetro	Condições de teste	TDA 2010			TDA 2020		
		Mín.	Tip.	Máx.	Mín.	Tip.	Máx.
Tensão de alimentação (V)		$\pm 5$		$\pm 18$	$\pm 5$		$\pm 22$
Corrente quiescente (mA)	$V_s = \pm 18 \text{ V (2010)}$ $V_s = \pm 22 \text{ V (2020)}$		45			60	
Potência de saída (W)	Carga = 8 ohms $V_s = \pm 18 \text{ V}$ $V_s = \pm 17 \text{ V}$		9			20	
Sensibilidade de entrada (mW)			250			380	
Resposta em frequência (—1 dB)		10 a 30000 Hz					
Distorção	$f = 40 \text{ a } 15\,000 \text{ Hz}$ $P = 150 \text{ mW a } 12 \text{ W}$		0,3%			0,3%	
Impedância de entrada (kohms)			100			100	
Ganho de tensão (malha aberta) (dB)			100			100	
Ganho de tensão malha fechada (dB)			30			30	
Corrente drenada (A)	Carga = 8 ohms $P = 9 \text{ W (2010)}$ $P = 16,5 \text{ W (2020)}$		0,5			0,7	

do no n.º 10, com exceção de C1, cujo valor foi alterado de 0,1 para 0,22  $\mu\text{F}$ . Conforme já dissemos, no artigo sobre os integrados, este circuito pode ser realizado tanto com o TDA 2010 como com o TDA 2020, sem que nenhum componente precise ser substituído (a não ser o próprio integrado, é claro).

Antes de continuarmos com a descrição, cabe esclarecer um ponto: este circuito **não** será posto à venda sob a forma de kit; apenas a placa estará disponível, em todas as lojas distribuidoras de kits Nova Eletrônica, sendo

que os componentes deverão ser adquiridos separadamente, nas mesmas lojas.

Montamos um protótipo do amplificador em nosso laboratório e ele está funcionando perfeitamente. Efetuamos algumas medições no mesmo, que foram transcritas para a tabela I, juntamente com alguns dados retirados do próprio catálogo dos integrados. Observe como este circuito consegue combinar uma resposta em frequência bastante plana, com uma baixa distorção, a uma potência razoável.

Um outro detalhe que vale a pena observar é o fato de que este módulo nada mais é, senão um amplificador de potência. De fato, pode-se ver que não possui nenhum controle, nem de volume, nem de tonalidade, o que significa que, para funcionar perfeitamente, o mesmo deve ser provido de um pré-amplificador, com os devidos controles. Outro motivo que justifica a presença de um pré-amplificador, é a sensibilidade de entrada deste módulo de potência que estamos descrevendo, que é da ordem de 400 mV. Como são poucas as fontes de sinal que

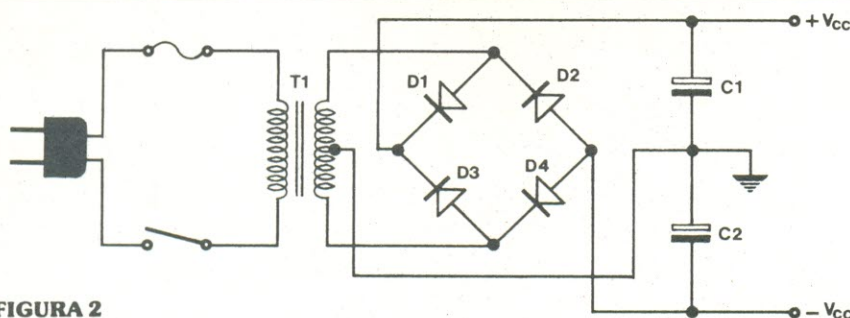


FIGURA 2

D1, D2, D3, D4 — 30S2  
C1, C2 — 5000  $\mu\text{F}/25 \text{ V}$   
T1 — (TDA 2010) — 110V/15 + 15V  
2 A  
(TDA 2020) — 110V/12 + 12V  
1,5 A



podem fornecer tal nível de entrada ao amplificador, é lógico que a amplificação do circuito será reduzida, ou seja, não será de 10 W, para o TDA 2010 ou 20 W, para o TDA 2020 e sim, de 4 ou 5 W.

Assim, com um pré-amplificador, pode-se controlar tanto o volume como a tonalidade do sinal, além de ser possível adaptar a impedância de entrada do conjunto ao tipo de equipamento utilizado (cápsulas fonocaptoras de cristal, cerâmicas ou magnéticas, gravadores, sintonizadores, microfones, etc.).

Brevemente, num dos próximos números, descreveremos um pré-amplificador adequado a este módulo de potência.

A alimentação deste circuito é dupla (isto é,  $+V_{cc}$  e  $-V_{cc}$ ), pois o integrado é um amplificador operacional. Na figura 2, damos, a título de sugestão, um circuito de fonte ideal para o nosso amplificador, acompanhado dos valores dos componentes.

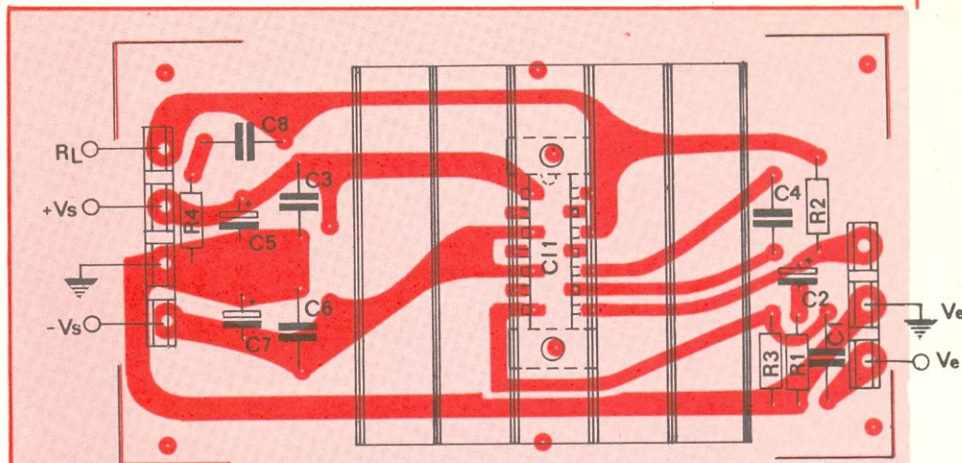
### Montagem

A montagem deste circuito é bastante simples, graças à disponibilidade da placa de circuito impresso e à pequena quantidade de componentes empregados. Na figura 3, vemos a placa de circuito impresso, pelo lado dos componentes, informação suficiente para que a montagem seja efetuada, sem problemas, por aqueles montadores que já têm uma certa prática.

Caso você seja um iniciante em eletrônica, com pouca prática em montagens, é só seguir as regras básicas que fornecemos abaixo:

1) — Antes de tudo, certifique-se de que seu ferro de soldar tenha, no máximo, 30 W de potência e esteja com a ponteira limpa e estanhada. Para maiores informações sobre soldagens, consulte o artigo «Como Soldar», publicado no n.º 9 de Nova Eletrônica, págs. 284 a 287.

2) — Comece a montagem,





### Relação de componentes

R1 — 3,3 kohms

R2, R3 — 100 kohms

R4 — 1 ohm

Obs.: Todos os resistores são de  $\frac{1}{4}W$

C1 — 0,22  $\mu F$

C2 — 4,7  $\mu F/16 V$

C3, C6, C8 — 0,1  $\mu F/32 V$

C4 — 68 pF

C5, C7 — 100  $\mu F/25 V$

CI1 — TDA 2010 ou TDA 2020

Placa de circuito impresso n.º

3047 — Nova Eletrônica

Suporte plástico para o dissipador

Dissipador para o integrado

2 parafusos 3 x 10 mm

2 porcas 3 mm

# TDA 2010

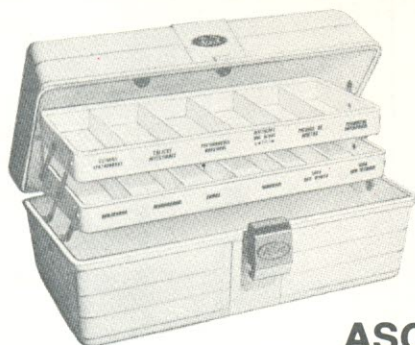
# TDA 2020

## ESTOJOS CABETUDO «ASCOT»

Ideais para localização e o transporte de componentes eletrônicos, tais como:

• CAPACITORES • RESISTORES • SEMICONDUTORES • FERRAMENTAS

**\*DESCONTOS PARA QUANTIDADES\***



**ASCOT**  
(39x17x17)

De grande beleza e durabilidade, possui duas gavetas articuladas que se sobrepõem automaticamente ao ser fechado, deixando livre sua metade inferior para objetos de maior volume. Suas dobradiças são de alumínio anodizado, e os rebites e pinos de latão, o que o torna totalmente imune a oxidação.

prático e funcionais  
no uso domiciliar  
e na oficina

Em polistireno alto impacto.



**ASCOTINHO**  
(21x11x5)

Possui uma gaveta articulada com diversas divisões. Suas dobradiças e rebites são de latão cromado, sendo portanto, totalmente imune a oxidação.

# ALLTRONIC

DISTRIBUIDORA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS LTDA.  
Rua dos Timbiras, 101 - CEP.01208 - Tel.: 222-2675 - SP



# UM DOBRADOR DE TENSÃO

12V

24 V

**PARA RADIOAMADORISMO,  
FAIXA DO CIDADÃO, TOCA-FITAS, ETC.**

- Rendimento elevado
- Fácil de utilizar
- Não emprega transformadores
- Feito apenas com transístores, diodos, capacitores e resistores
- Tamanho reduzido
- Não requer ajustes
- Funciona com até 30 V na entrada
- Fornece até 1 A na saída, se alimentado com 12 V.
- Baixo «ripple» na saída.

RICARDO KAWECKI

Ao utilizarmos equipamentos portáteis, surgem, muitas vezes, problemas com a alimentação dos mesmos, especialmente se quisermos fazer uso da bateria do automóvel.

Assim, se tivermos, por exemplo, um transceptor portátil que funcione com 24 V ou 28 V e desejarmos instalá-lo no interior de um veículo, nos deparamos com o inconveniente de que a bateria do mesmo nos entrega 13,5 V, somente. O que fazer, neste caso?

Uma solução plausível é a de usar pilhas, mas, dependendo do consumo do aparelho, as pilhas não terão capacidade suficiente. Outra solução é a de conectar uma segunda bateria em série com a original do automóvel, que apresenta os inconvenientes do espaço, peso e tempos diferentes de descarga das duas baterias.

Existem ainda vários outros casos, tal como o toca-fitas de 12 V que precisa ser instalado

em um veículo mais antigo, com bateria de 6 V, e assim por diante.

A solução para os problemas citados e para muitos outros está neste dobrador de tensão. Suas características principais já foram descritas no texto de entrada; vejamos, então, seu funcionamento.

## Funcionamento

O circuito consiste basicamente de duas partes, bem des-



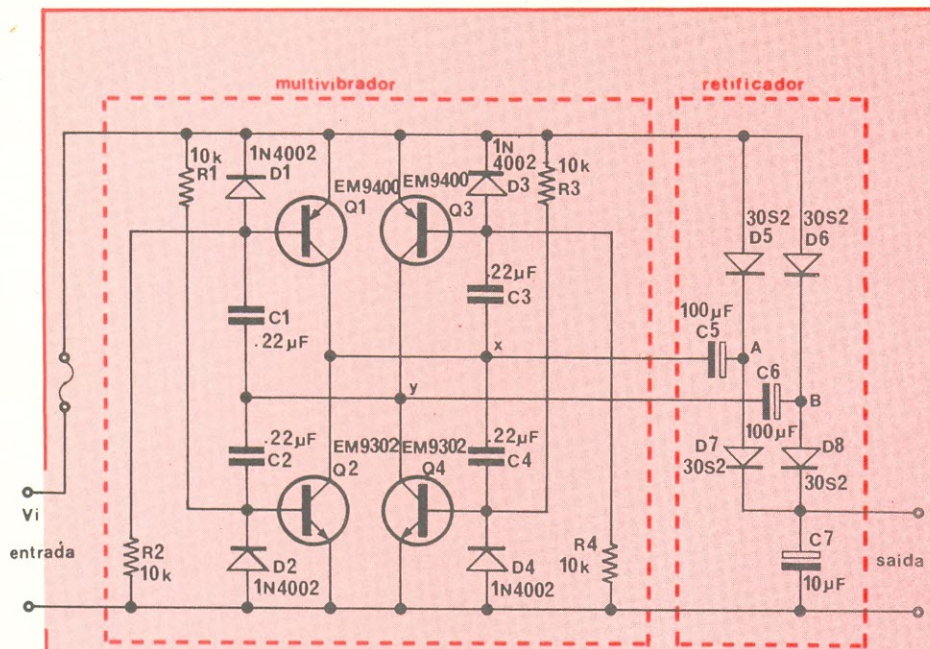


FIGURA 1

citores C1 e C4 estejam previamente carregados; observando então a figura 2, vê-se que, nessas condições, o ponto «x» está no potencial  $V_e$  (tensão de entrada), enquanto o ponto «y» está no potencial zero. Deste modo, o capacitor C2 começa a se carregar, através de R1 e R4, o mesmo acontecendo com o capacitor C3, através de Q1 e R4.

Assim que a tensão nesses dois capacitores chegar aos 0,7 V, os transistores Q2 e Q3 entrarão em condução, fazendo com que C4 se descarregue por Q2 e C1, por Q3, levando os transistores Q1 e Q4 ao corte. Neste ponto, o ponto «x» passa para 0 volt e o ponto «y», para  $V_e$ .

A partir deste momento, o capacitor C1 inicia sua carga, através de Q3 e R2 e o capacitor C4, através de R3 e Q2. Quando a tensão nesses capacitores alcançar os 0,7 V, Q1 e Q4 começarão a conduzir, descarregando C2 e C3, o que levará Q2 e Q3 ao corte. Voltamos, assim, ao estado inicial.

As formas de onda presentes nos pontos «x» e «y» aparecem na figura 3.

A frequência de oscilação do circuito é determinada pelos valores dos resistores e dos capacitores. Os diodos D1, D2, D3 e D4 estão no circuito para evitar que surjam tensões inversas nas junções base-emissor dos transistores, evitando que as mesmas sejam danificadas.

**Retificador** — É formado por uma ponte de diodos, tendo como entrada, nos pontos «x» e «y», uma tensão igual a  $2V_e$ , pico a pico (veja fig. 2).

Imaginando que, num determinado instante, o ponto «x» esteja em 0 V e o ponto «y», em  $V_e$ , temos que o capacitor C5 vai se carregar, através de D5, a uma tensão  $V_e - 0,7$ ; se, logo após, o ponto «x» for para o nível de  $V_e$  e o ponto «y», para zero, a tensão no ponto «A», da figura 1, será:

$$V_e + (\text{tensão sobre } C5) = V_e + (V_e - 0,7) = 2V_e - 0,7.$$

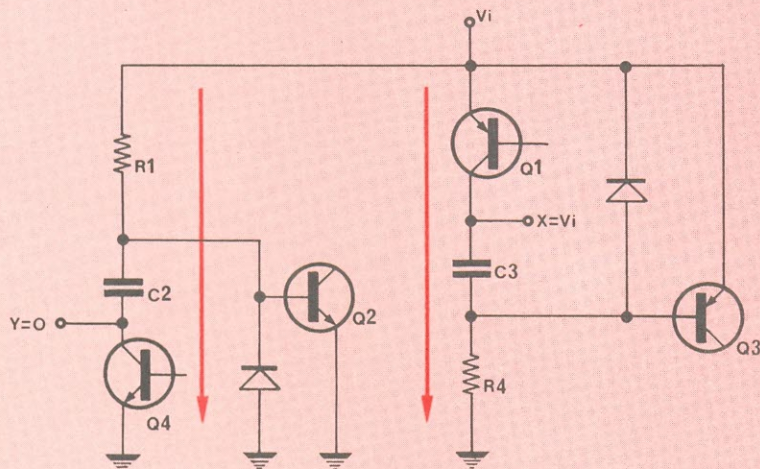


FIGURA 2

tacadas na figura 1: um multivibrador, que produz ondas quadradas, e um retificador. Examinemos cada uma delas separadamente:

**Multivibrador** — Na realidade, é um multivibrador convencional modificado, onde os resistores de coletor foram substituídos por transistores; vejamos seu princípio de operação:

Vamos supor que os transistores Q1 e Q4 estejam saturados, que os transistores Q2 e Q3 estejam cortados e que os capa-

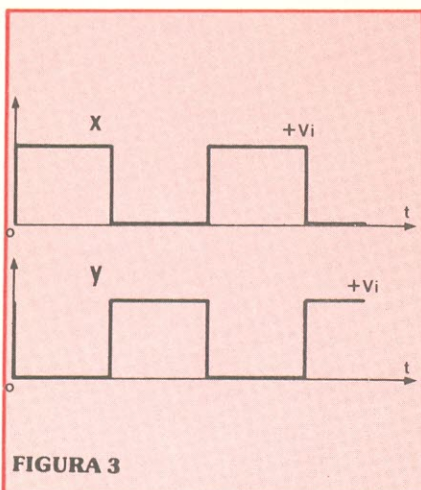


FIGURA 3



tensão de entrada	corrente de saída	tensão de saída	potência de saída	«ripple» na saída	rendimento
13,7 V	25 mA	24,9 V	0,6 W	33 mV	60%
13,7 V	200 mA	24,1 V	5 W	150 mV	90%
13,7 V	1 A	20 V	20 W	460 mV	70%

Ao mesmo tempo, o capacitor C6 carrega-se por meio de D6, a uma tensão  $V_e - 0,7$  (0,7 volt é a queda de tensão sobre os diodos).

Se, agora, voltarmos ao estado anterior, ou seja, com o ponto «X» em zero volt e o ponto «y» em  $V_e$ , o ponto «B» da figura 1 irá para o nível

$$V_e + (V_e - 0,7)$$

onde  $V_e - 0,7$  é a tensão sobre o capacitor C6. Enquanto isso, o capacitor C5 volta a carregar-se a uma tensão  $V_e - 0,7$ .

Desta maneira, o capacitor C7 permanece carregado a uma tensão de  $2V_e - 1,4$ , pois os diodos D7 e D8 evitam que o mesmo se descarregue.

Em conclusão, pode-se ver que o circuito, cujo funcionamento é bastante parecido com o de um retificador de onda completa, nos fornece, permanentemente, uma tensão igual a  $2 \times (V_e - 0,7)$ .

No circuito, empregamos transístores Darlington de potência, de modo a obtermos uma elevada corrente de saída.

Veja, na tabela I, algumas medições efetuadas em nosso protótipo, que incluem a tensão de entrada, a corrente, tensão e potência de saída, o «ripple» e o rendimento, em cada caso. Para as aplicações que exijam uma potência superior a 5 W na saída do dobrador, é aconselhável instalar dissipadores nos transístores, incluindo os isoladores de mica, entre os transístores e os dissipadores.

### Outras sugestões

O circuito funciona com tensões de entrada desde 6 V até 30 V; caso se deseje trabalhar com tensões superiores a 30 V, basta trocar os transístores por outros, que suportem a tensão de trabalho.

Pode-se ligar em série vários dobradores, formando multiplicadores de tensão (mas sempre respeitando a tensão máxima

permissível na entrada de cada estágio dobrador).

A máxima potência de saída, com 12 volts na entrada, é de 22 W. Lembre-se que, quanto maior a potência de saída, menor será o rendimento do circuito e menor a tensão de saída; no caso limite, esta tensão será igual à da entrada e o multivibrador deixará de oscilar.

Pode-se também utilizar outras tensões de entrada, maiores ou menores; a melhor maneira de verificar este ponto é fazendo testes com o circuito; caso algum dos testes exceda as possibilidades do dobrador, o único risco que se corre é o de «queimar» o fusível.

**Observação:** Este circuito não será vendido como kit. É apenas uma sugestão de montagem e, devido a isto, não incluímos no artigo uma placa de circuito impresso adequada ao circuito. Entretanto, montamos um protótipo em nosso laboratório e ele está funcionando perfeitamente. Recomendamos esta montagem apenas àqueles que já possuem uma certa prática na confecção de circuitos impressos ou, pelo menos, na soldagem e montagem de circuitos eletrônicos.

### Relação de componentes

R1, R2, R3, R4 — 10 kohms/ 1/4 W  
C1, C2, C3, C4 — 0,22  $\mu$ F  
C5, C6 — 100  $\mu$ F — 35 V  
C7 — 10  $\mu$ F — 50 V

Q1, Q3 — EM 9400  
Q2, Q4 — EM 9302  
D1, D2, D3, D4 — 1N 4002  
D5, D6, D7, D8 — 30S2  
F1 — fusível de 3 A.



# Sugestões da Nova Eletrônica

## NÃO ESTÁ NOS LIVROS!

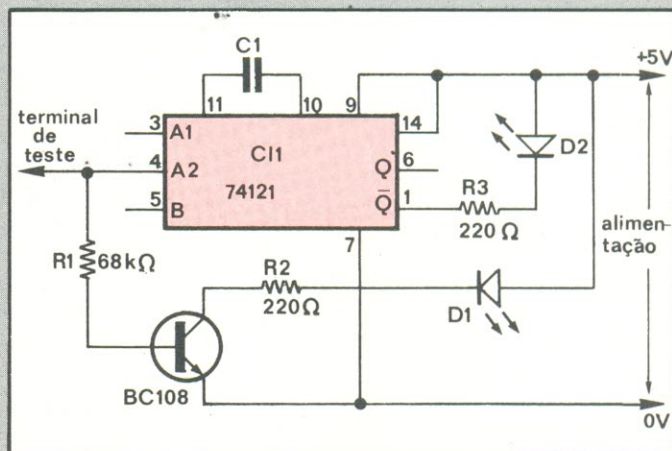
### UMA PONTA DE PROVA LÓGICA BASTANTE SIMPLES

O circuito da figura é uma ponta de prova lógica de construção simples, que é capaz de detectar níveis «altos», «baixos» e flutuantes, assim como pulsos rápidos e trens de pulsos:

Quando seu terminal de teste é conectado a um nível lógico «0», o transistor Q1 é cortado e o LED D1 permanece apagado. Quando, por outro lado, o terminal estiver ligado a um nível «1», o transistor conduz intensamente e o LED D1 acende com seu brilho máximo. E, quando a ponta de prova, ou o sinal lógico, estiver flutuando, a pequena corrente que deixa a entrada A2 do monoestável provoca uma leve condução em Q1, ocasionando um brilho fraco em D1.

O segundo LED, D2, acende somente ao disparo do monoestável, o que ocorre a cada transição do sinal de entrada, do nível «1» ao nível «0». No caso de um único pulso, tal situação se verifica apenas uma vez e, portanto, o diodo D2 dá somente um lampejo. Para um trem de pulsos na entrada, o monoestável está sendo constantemente disparado e, assim, o LED D2 permanece aceso; vale a pena observar que, quanto mais intensa for a luz emitida por D2, tanto maior será a frequência do sinal de entrada.

A ponta de prova equivale a aproximadamente uma carga TTL padrão. As entradas de C1 não utilizadas podem ser deixadas em aberto. Nenhum dos componentes apresenta valor crítico, a não ser R1, cujo valor deve ser ajustado de modo que o LED D1 acenda fracamente, com uma entrada flutuante; o valor de C1, também, precisa ser suficientemente elevado, para que um único pulso produza um lampejo visível no LED D2.



### FONTE DE ALIMENTAÇÃO COM BAIXA CORRENTE DE REPOUSO

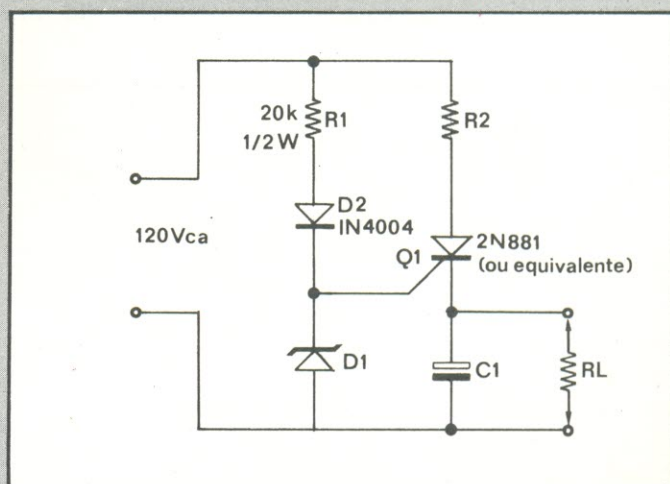
A fonte representada na figura, além de ser simples e barata, apresenta um consumo igual a zero, quando em repouso, e exige poucos componentes, sem a necessidade de um transformador.

Funciona da seguinte maneira: cada metade positiva do ciclo da tensão de entrada carrega o capacitor C1, até que sua tensão chegue ao nível da tensão de referência do diodo zener D1; neste ponto, o «gate» do SCR fica inversamente polarizado, o que vai causar a desativação do mesmo, no final do ciclo.

Quando a carga, ligada à fonte, exigir corrente do capacitor, e a tensão deste cair abaixo da tensão do zener, o «gate» é polarizado diretamente e o SCR é disparado. E, quando não há corrente de carga, o capacitor permanece carregado e a única corrente que percorre o circuito é a que passa por R1 e pelo diodo zener.

O princípio de operação do circuito, que é semelhante ao de um oscilador de relaxação, oferece uma desvantagem: impõe um «ripple» de baixa frequência na tensão de saída. Entretanto, pode-se li-

mitar este efeito através de uma constante de tempo R2C1 elevada; e é claro que, para minimizar a perda de potência, o valor de R2 deve ser mantido o mais baixo possível.





# **DISTORÇÃO** por

## **Intermodulação**

### **Transiente (TIM) em**

#### **amplificadores**

#### **de potência**

W. MARSHALL LEACH

A filosofia de projeto utilizada na maioria dos amplificadores de áudio transistorizados, hoje em dia, difere substancialmente daquela encontrada em amplificadores valvulares, de vários anos atrás. Além da óbvia ausência dos transformadores de saída, os projetos a transistor se distinguem dos valvulares em dois pontos principais:

Primeiro, muitos amplificadores transistorizados são acoplados por CC, em todos os estágios internos, pelo menos. Isto se tornou possível, graças à disponibilidade de transistores complementares, principalmente (ou seja, NPN e PNP). Não existem equivalentes para tais elementos, no mundo das válvulas.

Segundo, em amplificadores transistorizados, um maior nível de realimentação negativa é

aplicada em torno do circuito (isto é, da saída à entrada inversora), a fim de reduzir a distorção produzida por não-linearidades a níveis baixíssimos. A realimentação negativa normalmente usada pode chegar aos 40 ou 60 dB. Esses níveis elevados são tão eficientes no controle da distorção, que alguns projetistas introduziram, intencionalmente, certas distorções no «amplificador de malha aberta». Por exemplo, os estágios finais de saída de muitos amplificadores operam em classe C (ou seja, sem corrente de polarização), de modo a obter uma estabilidade térmica quase que absoluta, sem a inclusão de complicadas compensações térmicas. Em tais projetos, os transistores excitadores comandam os alto-falantes durante os primeiros 0,1 a 0,4 volts e os transistores de saída começam a trabalhar

acima daquele nível. A distorção de «crossover» criada pela comutação dos transistores de saída pode ser facilmente «coberta», com a aplicação de um nível adequado de realimentação negativa.

Para o ganho em malha fechada de 26 dB (típico), é necessário um ganho em malha aberta de 66 a 86 dB, para que se verifique uma realimentação negativa de 40 a 60 dB. Esses ganhos em malha aberta elevados são facilmente obtidos com uns poucos estágios transistorizados (geralmente, dois ou três estágios de ganho de tensão, mais o ganho de corrente, nos estágios excitador e de saída). Os mais recentes projetos de amplificadores têm empregado amplificadores operacionais de alto ganho, sob a forma de circuitos integrados, em seus estágios de entrada;



um único CI pode substituir os estágios de entrada dos dois canais, em um amplificador estéreo, e ainda providenciar o necessário ganho em malha aberta que mantém a distorção em níveis reduzidos.

Para que o amplificador não oscile, com o estabelecimento do laço de realimentação negativa, os circuitos com um alto ganho em malha aberta necessitam de uma cuidadosa compensação de frequência; a técnica mais utilizada recebe o nome de compensação por atraso (lag compensation) e é chamada assim, porque é realizada pela adição de capacitores ao circuito, que vão aumentar o atraso de fase no amplificador, em frequências elevadas. E, o que é mais importante, a compensação por atraso também reduz o ganho em malha aberta do amplificador, nas frequências altas mais críticas, onde o mesmo tenderia a oscilar.

Esta tendência em direção a ganhos de malha aberta cada vez mais altos, com a realimentação e a compensação por atraso correspondentes, levou à identificação de um novo mecanismo de distorção, chamado **distorção por intermodulação transiente** (TIM — Transient Intermodulation Distortion). A distorção TIM é semelhante, quando se ouve, à distorção de «crossover», mas não pode ser detectada pelos métodos convencionais de medida, por senóides. Na realidade, não há nem mesmo convenções que regulem a sua medição!

A distorção TIM ocorre principalmente durante as passagens de nível elevado e alta frequência do sinal reproduzido, e investigações recentes mostraram que o ouvido humano é muito sensível a ela. Basicamente, é um fenômeno de sobrecarga, causado por uma elevada realimentação negativa no amplificador.

Os amplificadores a válvula foram tradicionalmente projeta-

dos com ganhos em malha aberta muito inferiores do que seus companheiros transistorizados atuais. De fato, era difícil encontrar-se ganhos em malha aberta superiores a 46 ou 51 dB, mesmo nos melhores amplificadores valvulares. Para um ganho em malha fechada de 26 dB, a faixa correspondente do ganho em malha aberta requer somente 20 a 25 dB de realimentação negativa.

Com níveis tão baixos de realimentação (de acordo com os padrões atuais), os amplificadores a válvula de qualidade deviam ser obrigatoriamente projetados para uma distorção mínima e máxima largura de faixa, antes que a realimentação fosse adicionada. Conseqüentemente, esse tipo de distorção nunca foi identificada como tal, em amplificadores a válvula.

Já houve muita controvérsia em torno do que foi denominado «o som do transistor versus o som das válvulas». Muitas pessoas, que conseguem detectar diferenças entre os dois «tipos» de som, sugeriram uma razão pela qual alguns circuitos transistorizados têm um som «áspero», comparado aos valvulares: a razão seria a de que as válvulas suportam as sobrecargas mais «suavemente» que os transistores. Quer seja válida ou não esta explanação, a distorção TIM deve ser considerada como a maior responsável pelas diferenças no som. Isto é particularmente verdade para os casos em que os testes por senóides indicam que um certo amplificador transistorizado possui menos distorção que um determinado amplificador a válvula e, no entanto, este soa mais «limpo» que o primeiro.

Pode-se provar, invariavelmente, que os circuitos transistorizados possuem um ganho em malha aberta elevado, com a realimentação e a compensação por atraso correspondentes. Os circuitos que contêm circuitos integrados nos estágios de entrada tendem a ser particular-

mente sensíveis à distorção TIM, já que muitos dos amplificadores operacionais integrados apresentam uma faixa de passagem em malha aberta bastante pobre, depois de estabilizados por compensação em frequência (o 741, por exemplo, que é um amplificador operacional muito popular, exibe uma faixa de passagem em malha aberta de 2 a 5 Hz, somente, e um ganho em malha aberta de 100 a 105 dB, com sua compensação interna de frequência).

O objetivo deste artigo é o de discutir as causas e os remédios para a distorção TIM, em amplificadores transistorizados, além de descrever as técnicas preferenciais de se minimizar tal distorção.

#### **A distorção TIM: de que modo é introduzida?**

Para entender como a distorção TIM é produzida, é necessário, primeiramente, entender como a realimentação negativa afeta o ganho de um amplificador; considere, como exemplo, o amplificador da figura 1. Este modelo tem dois terminais de entrada, um deles da entrada não inversora (+) e o outro, da entrada inversora (—), e um terminal de saída, ao qual é ligado o alto-falante.

O sinal de entrada V1 é aplicado à entrada não inversora e um sinal de realimentação negativa, V2, à entrada inversora. O sinal de realimentação negativa é extraído da saída de um divisor de tensão resistivo, ligado ao terminal de saída. O sinal de saída é dado pelo produto do ganho de tensão em malha aberta do amplificador, vezes a diferença entre os sinais V1 e V2. Isto é fornecido pela equação:

$$V_0 = G(f)(V_1 - V_2) \quad (1)$$

onde G(f) é o ganho em malha aberta do amplificador, que é uma função da frequência f. Geralmente, G(f) é uma função complexa da frequência, isto é, possui tanto amplitude como fase. Assim, se o sinal de realimentação for igual a zero, o si-



nal de saída do amplificador será igual ao produto do ganho em malha aberta com o sinal de entrada.

Entretanto, ao «mandarmos de volta» uma parte do sinal de saída, em direção à entrada inversora, de tal maneira que seu valor seja subtraído ao sinal de entrada, aplicado à entrada não inversora, o ganho do amplificador sofre uma certa redução. Ao mesmo tempo, a faixa de passagem do amplificador é estendida, a distorção originada por não-linearidades é reduzida e a impedância de saída do amplificador é diminuída.

Quando o sinal de realimentação é eliminado da equação (1), pode-se provar que o sinal de saída está relacionado ao sinal de entrada através da equação

$$V_0 = \frac{G(f)}{1 + bG(f)} V_1 \quad (2)$$

Nesta equação, «b» é o fator de realimentação, dado por

$$b = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (3)$$

Se a magnitude do termo  $bG(f)$  for bem maior que 1, a equação (2) pode ser aproximada para

$$V_0 = (1/b)V_1 = G_C V_1 \quad (4)$$

Esta equação diz que se o ganho em malha aberta do amplificador for suficientemente grande, o ganho em malha fechada será «plano» (ou seja, independente da frequência), e será determinado apenas pelos resistores de realimentação. Grande parte dos amplificadores é projetada com  $R_2 = 19 R_1$ , que produz um ganho em malha fechada  $G_C = 1/b$  de 26 dB.

A equação (4) poderá ser mal utilizada, se não levarmos em conta o fato de que é uma aproximação da equação (2). Para qualquer projeto de amplificador, existe uma frequência acima da qual  $G(f)$  decresce, com o aumento da frequência. Esse decréscimo do ganho em malha aberta é uma consequência na-

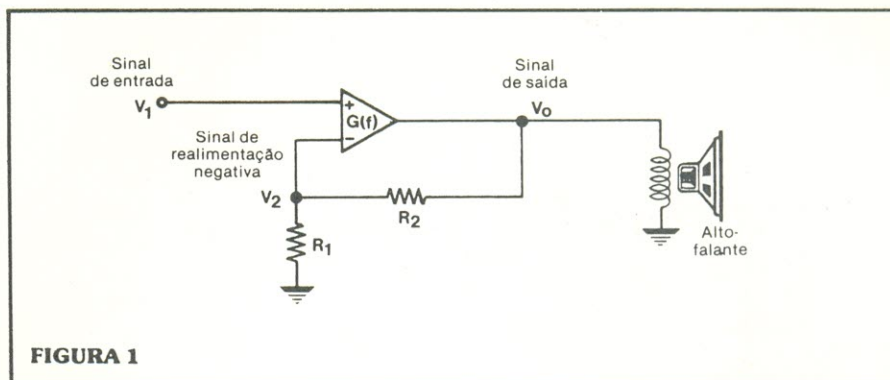


FIGURA 1

tural da faixa de passagem finita dos transistores do amplificador. Na região do decréscimo, a fase de  $G(f)$  pode variar rapidamente com a frequência, levando a sérias instabilidades no amplificador, quando o laço de realimentação é estabelecido. Para que a estabilidade seja assegurada, o projetista do circuito deve verificar que, na região do decréscimo, a fase e a amplitude de  $G(f)$  não assumam valores tais que façam com que  $G(f)$  seja igual a  $-1$  (isto é,  $bG(f)$  tem uma amplitude igual a 1 e um desvio de fase de  $180^\circ$ ).

A equação (2) mostra ainda que o ganho do amplificador é infinito na frequência em que isto ocorre, o que é exatamente a condição de funcionamento de um oscilador. Em muitos casos, pode-se provar que um amplificador sempre oscilará se existir uma frequência na qual  $bG(f)$  apresenta um desvio de fase de exatamente  $180^\circ$  e uma magnitude igual ou maior que 1. Uma re-

gra geral bastante prática, empregada por vários projetistas, diz que o desvio de fase de  $G(f)$  não deve exceder os  $135^\circ$ , à frequência em que o valor de  $bG(f)$  é a unidade. Caso contrário, o amplificador poderá oscilar ou, na melhor das hipóteses, estará apenas ligeiramente estável, quando o laço de realimentação for conectado.

Uma maneira prática de nos certificarmos que um certo amplificador não vai oscilar é projetá-lo de modo que o ganho em malha aberta diminua com a frequência, a uma razão de 6 dB por oitava, a partir da frequência em que o valor de  $bG(f)$  é igual a 1. É possível demonstrar que um decréscimo de 6 dB por oitava no ganho pode apresentar um máximo desvio de fase de  $90^\circ$ , satisfazendo, assim, a regrinha geral já exposta. Chama-se a isto de compensação por atraso ou desvio e é obtida pela adição de capacitores que provocam o decréscimo do ganho em malha

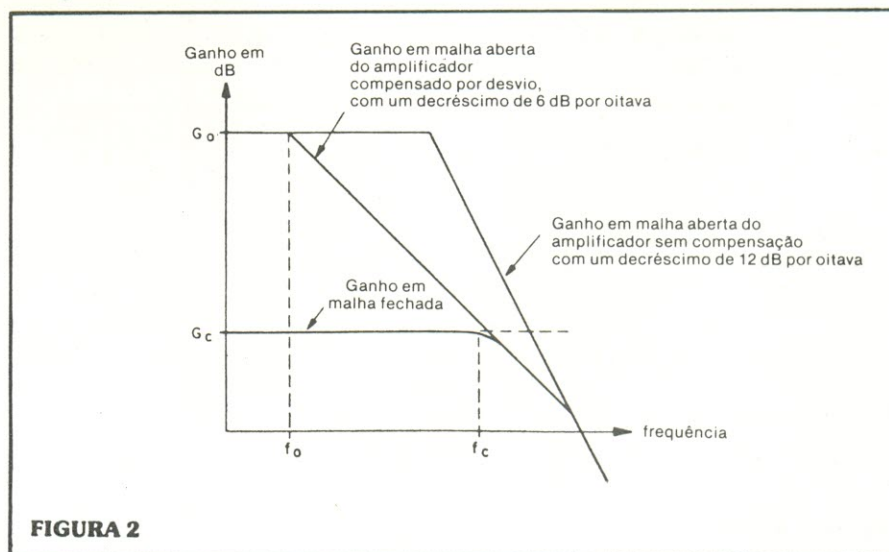


FIGURA 2



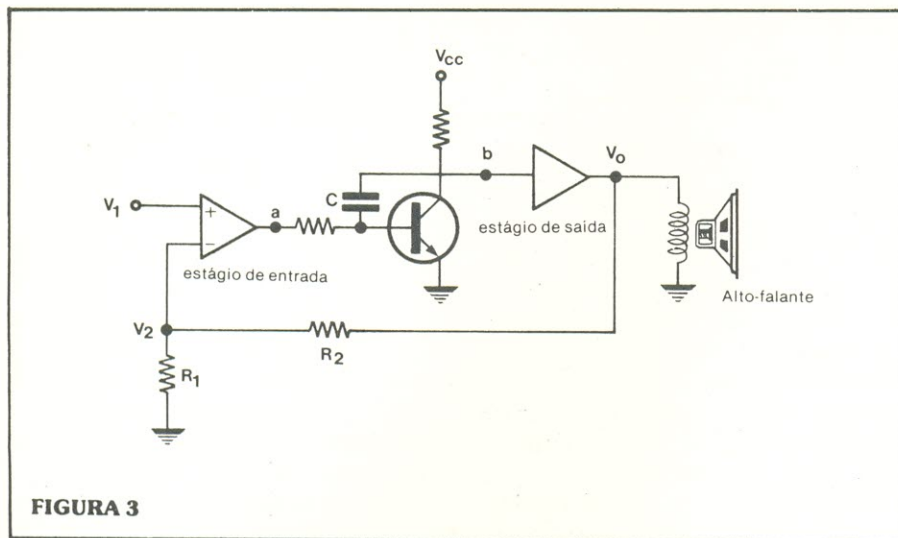


FIGURA 3

aberta em altas frequências, à razão desejada de 6 dB por oitava.

Isto está sendo ilustrado pela figura 2, onde esquematizamos o ganho em malha aberta de um amplificador (que iria oscilar assim que o laço de realimentação fosse estabelecido) em relação à frequência. Antes da compensação por desvio, o ganho em malha aberta está diminuindo com uma inclinação de 12 dB, ou mais, por oitava, à frequência crítica (onde  $bG(f) = 1$ ). Essa frequência crítica é aquela em que a magnitude do ganho em malha aberta  $G(f)$  é igual a  $G_C$ , isto é, o ganho em malha fechada do amplificador é dado pela equação (4).

Após a compensação, o ganho em malha aberta está decrescendo com uma inclinação de 6 dB por oitava, à frequência em que  $G(f) = G_C$ , tornando o

amplificador estável, quando o laço de realimentação é estabelecido. A frequência  $f_0$ , que aparece na figura, é a largura de faixa em malha aberta do amplificador já compensado; este valor pode chegar a ser consideravelmente menor que a largura de faixa do amplificador não-compensado. Frequentemente,  $f_0$  situa-se na gama de 1 a 5 kHz, para amplificadores transistorizados, o que é razoavelmente menor que a largura de faixa dos sinais de áudio e pode conduzir à produção de uma forte distorção TIM, como será explicado a seguir.

Na figura 2, esquematizamos também o ganho em malha fechada, para mostrar o efeito da realimentação negativa na resposta em frequência total do amplificador. A razão de realimentação negativa é definida como a razão entre o ganho de

malha aberta  $G_0$  e o ganho em malha fechada,  $G_C = 1/b$ , ou então, como a diferença entre esses ganhos, quando são expressos em dB.

A frequência de corte em malha fechada,  $f_C$ , também aparece na figura 2 e, em qualquer projeto bem feito, essa frequência é maior que a frequência mais elevada do sinal a ser amplificado. Pode-se demonstrar que  $f_C = f_0 G_0 / G_C$ , para um amplificador compensado por desvio. Esta equação expressa, por exemplo, que um amplificador com uma largura de faixa de 1 kHz, em malha aberta, exibirá uma largura de faixa de 100 kHz se forem empregados 40 dB de realimentação negativa; entretanto, neste caso, o amplificador seria suscetível, provavelmente, a uma distorção TIM considerável.

Para ilustrar como surge essa distorção, o amplificador apresentado na figura 1 foi redesenhado na figura 3, com o diagrama mais detalhado, para mostrar explicitamente o estágio transistorizado que contém a compensação por desvio; o capacitor conectado entre o coletor e a base age no decréscimo do ganho em malha aberta, em altas frequências, do amplificador, à razão desejada de 6 dB por oitava.

Vamos examinar a resposta a transientes deste estágio transistorizado. A figura 4 ilustra o sinal presente no ponto «b» da fig. 3, quando o sinal aplicado no ponto «a» é um «degrau» de tensão (ou seja, uma variação abrupta ou instantânea na tensão). A forma de onda da tensão no ponto «b» aparece para os casos com e sem a presença do capacitor de compensação por desvio; com a presença do mesmo, observe que há um certo atraso até que a tensão de coletor assumo seu valor final, após a aplicação do «degrau» de entrada. Tanto este atraso como a suavização do sinal do coletor, vista na figura 4, são causados pelo capacitor de compensação, que necessita de um certo tem-

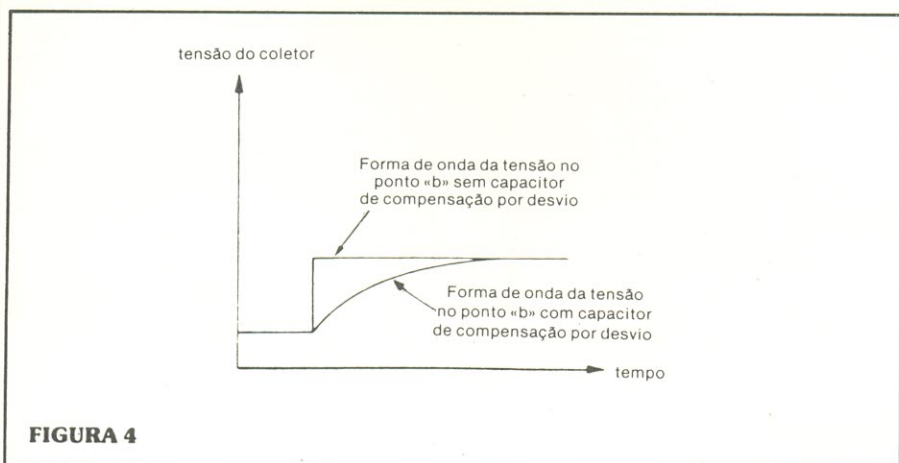


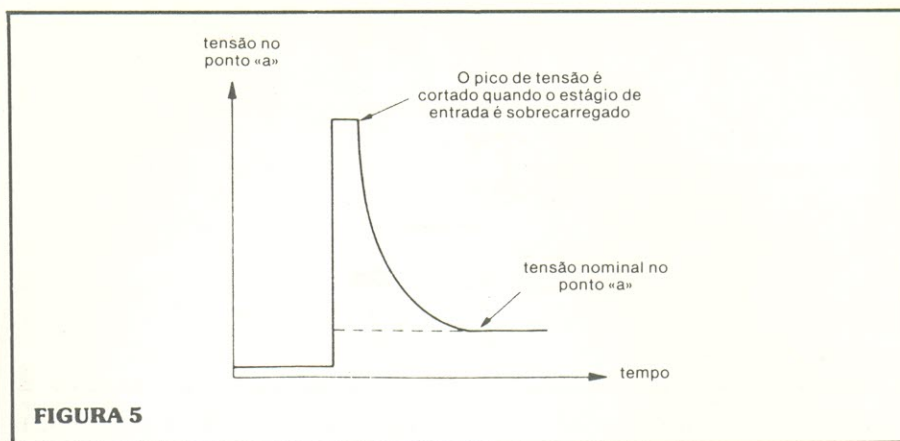
FIGURA 4



po para carregar e descarregar, depois de ocorrida alguma variação no sinal de entrada do transistor. Pode-se chegar à mesma conclusão, considerando o ganho do transistor em alta frequência. O capacitor de compensação forma um caminho de realimentação negativa para os componentes do sinal de alta frequência, do coletor para a base, atenuando consideravelmente o ganho em altas frequências. O «degrau» de tensão contém uma grande quantidade de componentes de alta frequência; a atenuação desses componentes no transistor compensado ocasiona o atraso e a suavização do sinal do coletor.

Vamos passar a considerar, agora, a resposta do amplificador, quando o «degrau» de tensão for aplicado à entrada não inversora (+). Se o ganho em malha aberta do amplificador fosse plano e o atraso através do mesmo, igual a zero, o «degrau» de tensão iria se propagar instantaneamente e sem distorção, pelo amplificador e, de volta pelo laço de realimentação, seria aplicado à entrada inversora (-). Aqui, ele seria subtraído ao sinal de entrada e a diferença seria amplificada pelo estágio de entrada, produzindo o sinal do ponto «a» da figura 3.

Neste caso, a própria diferença de sinais seria um «degrau» de tensão, ocorrendo simultaneamente com o sinal de entrada. Entretanto, não é este o caso, quando ganho em malha aberta do amplificador não é plano e quando o atraso através do mesmo não é igual a zero; ao surgimento do «degrau», a resposta limitada de alta frequência do transistor compensado evita o aparecimento de um sinal de saída do amplificador, até que o capacitor de compensação tenha carregado ou descarregado. Este fato causa uma ausência momentânea do sinal de realimentação na entrada inversora do amplificador, causando, possivelmente, uma severa sobrecarga no estágio de entrada, até a chegada do sinal de reali-

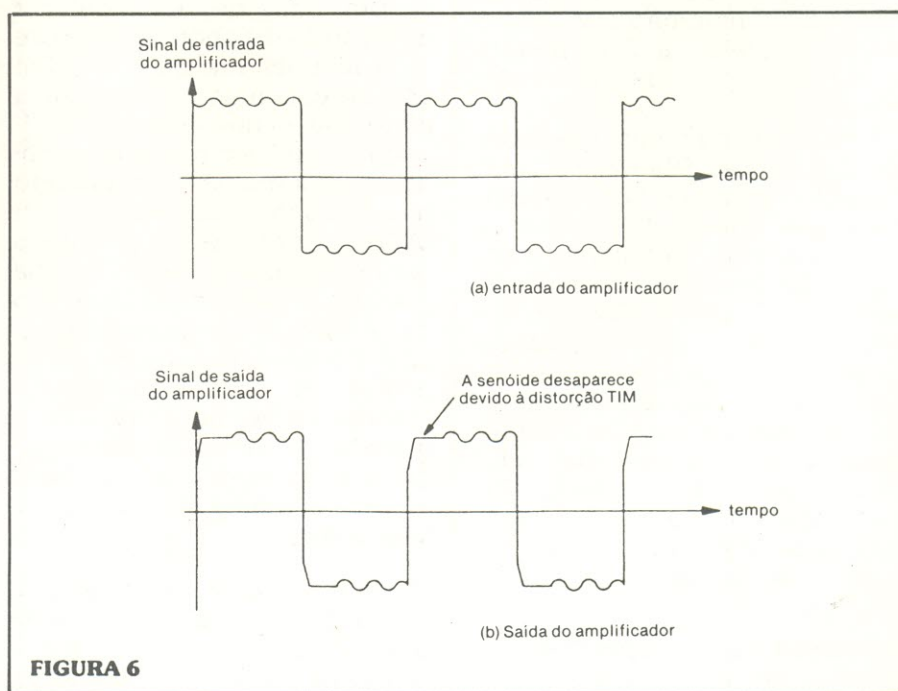


mentação; a figura 5 nos faz ver o sinal que aparece no ponto «a», quando isto ocorre. A forma de onda pode ultrapassar até algumas centenas de vezes o valor nominal da tensão, dependendo da razão de realimentação negativa e do nível de compensação por desvio. Normalmente, o estágio de entrada será sobrecarregado ou «grampeado», antes que o sinal no ponto «a» chegue a esse nível.

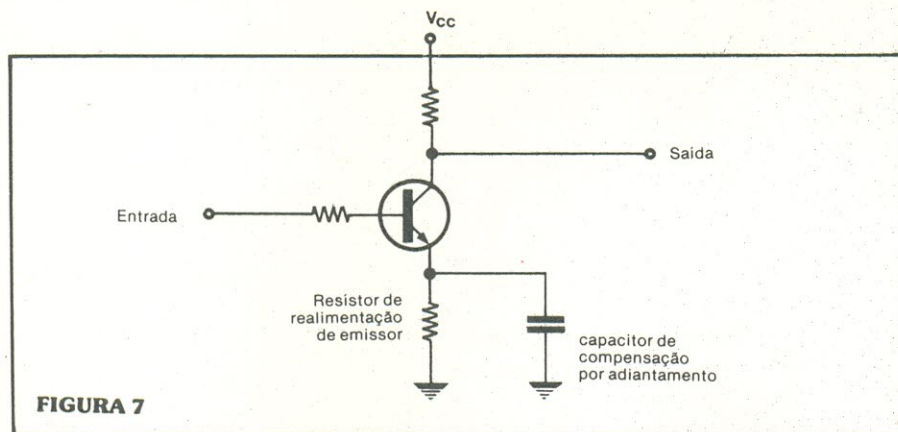
Até agora, examinamos apenas a resposta a transientes do amplificador em relação a um «degrau» de tensão. Mas, como a distorção por intermodulação refere-se ao efeito não-linear do amplificador, quando dois ou mais sinais estão presentes em sua entrada, é necessário consi-

derar uma outra forma de onda de entrada, para podermos ilustrar a distorção TIM. Neste caso, uma forma de onda não-musical será a melhor escolha para os fins de ilustração; consideremos, então, a senóide mais a onda quadrada da figura 6.

Quando este sinal é aplicado ao amplificador, ele apresenta resposta semelhante à verificada com o «degrau» de tensão já discutido, devido a mudanças abruptas de nível apresentadas pela onda quadrada. Durante a ausência momentânea de realimentação, no instante em que a onda quadrada muda de nível, o estágio de entrada do amplificador é altamente suscetível à sobrecarga, podendo sofrer uma saturação







ou um corte. Ocorrendo tal fenômeno, a senóide desaparece momentaneamente do sinal de saída, ou apresenta uma queda momentânea na amplitude; tal efeito é devido ao fato que o estágio de entrada saturado ou cortado simula um curto-circuito ou um circuito aberto, respectivamente, para a senóide, e este componente do sinal de entrada sofre uma interrupção, não alcançando o sinal de saída.

Esse efeito é ilustrado pela forma de onda da figura 6b; nos sinais de áudio, as passagens de nível elevado e alta frequência são as mais prováveis culpadas pelo aparecimento da distorção TIM em amplificadores. Como os sinais de áudio geralmente têm suas variações máximas de razão de tempo localizadas em torno do nível zero de sinal, é nesta região que ocorrem surtos rápidos de distorção TIM. Deste modo, o efeito audível resulta semelhante ao da distorção «crossover».

Se for de pequena intensidade, a distorção TIM não se parecerá com as distorções harmônica e por intermodulação, mas como um som metálico e incômodo. Os amplificadores sensíveis à distorção TIM podem sofrer severas restrições, quando se aplica aos mesmos um reforço excessivo dos agudos do sinal de entrada, através do pré-amplificador, ou por equalizadores ativos de alto-falantes. Em conclusão, os reforços de agudos devem ser utilizados com moderação em tais amplificadores.

#### Como evitar a distorção TIM

Para prevenir o aparecimen-

to dessa distorção nos amplificadores, são necessárias certas técnicas importantes de projeto de circuitos. O objetivo final é o de projetar o amplificador, de forma que sua largura de faixa seja, pelo menos, tão larga quanto o espectro de áudio, ou seja, 20 000 Hz. Em geral, esta exigência inutiliza o emprego de compensação por desvio na estabilização do amplificador; por essa razão, o amplificador não pode apresentar um fator de realimentação superior a 20 ou 30 dB, pois, caso contrário, podem surgir problemas de estabilidade que só poderão ser eliminados com o uso de compensação por desvio. Assim, para o típico ganho em malha fechada de 26 dB, o ganho em malha aberta não deve exceder os 46 ou 56 dB.

Um fator de realimentação de 20 ou 30 dB pode ser considerado insuficiente para a obtenção de desempenho com baixa distorção, já que muitos amplificadores utilizam níveis elevados de realimentação. No entanto, não é assim no caso do amplificador corretamente projetado; para evitar que o ganho em malha aberta seja muito elevado, cada estágio do ganho de tensão do amplificador deve ser projetado com sua própria realimentação negativa. Dessa maneira, o ganho de cada estágio sofre uma redução, até que o ganho em malha aberta total seja aceitável.

Normalmente, a realimentação negativa local em um estágio transistorizado de um amplificador é conseguida ao se co-

nectar um resistor em série com o emissor do transistor; além de reduzir e estabilizar o ganho do transistor, pode-se demonstrar que esse processo melhora a linearidade, aumenta a largura de faixa e eleva a impedância de entrada de cada estágio. Portanto, a realimentação negativa em cada estágio do ganho de tensão de um amplificador melhora o desempenho total, do mesmo modo que a realimentação negativa feita do terminal de saída ao terminal de entrada do amplificador.

Mesmo com ganhos em malha aberta de 46 a 56 dB, alguns problemas de estabilidade podem ainda surgir, ao estabelecimento do laço de realimentação; a fim de eliminar qualquer tendência à instabilidade, o amplificador deve ser compensado por adiantamento (lead compensation), para minimizar o desvio de fase de  $G(f)$ , à frequência em que o valor de  $bG(f)$  é igual a 1. A compensação por adiantamento aumenta a largura de faixa em malha aberta do amplificador e, portanto, ajuda a diminuir a distorção TIM, enquanto fornece estabilidade. Este processo é efetuado ao conectarmos um pequeno capacitor em paralelo ao resistor de realimentação do emissor, em cada estágio do ganho de tensão do amplificador, o que está ilustrado na figura 7, como exemplo.

O valor do capacitor de compensação por adiantamento é selecionado de modo a minimizar o desvio de fase do ganho em malha aberta total, à frequência crítica, onde o valor de  $bG(f)$  é 1. Apesar de não ser intuitivamente óbvio o fato de que aumentando o ganho em malha aberta de um amplificador, para altas frequências, podemos estabilizá-lo e evitar sua oscilação, a compensação por adiantamento é uma técnica bastante empregada para a estabilização de sistemas de controle, onde uma ótima resposta a transientes se faz necessária.

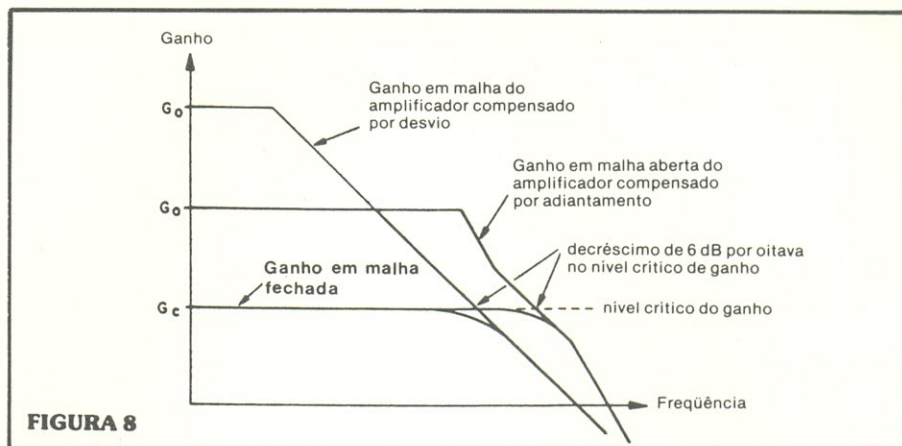
Na figura 8, foi feita uma comparação para o ganho em



malha aberta em função da frequência, entre um amplificador compensado por adiantamento e um outro, compensado por desvio, com uma razão de realimentação negativa elevada. Observe que o ganho em malha aberta para baixas frequências do primeiro é bem menor que o ganho do segundo amplificador; contudo, à medida que a frequência é elevada, o ganho em malha aberta do primeiro amplificador só começa a decrescer a uma frequência bem maior. No caso ideal, esse ganho deveria ser constante ao longo de todo o espectro de áudio, para minimizar a distorção TIM.

Neste caso, em particular, existe uma certa frequência, acima da qual o ganho em malha aberta do amplificador compensado por adiantamento é maior que o do amplificador compensado por desvio; por essa razão, a largura de faixa em malha fechada resultante, do amplificador compensado por adiantamento, é também maior que a do amplificador compensado por desvio. De fato, um amplificador compensado por adiantamento pode chegar facilmente a exibir uma largura de faixa, em malha fechada, de 1 MHz, com uma compensação adequada; mesmo não sendo preciso uma faixa de tal largura para a reprodução de frequências audíveis, esta é geralmente uma consequência natural desse tipo de compensação. Assim, é desejável o uso de um filtro passivo, localizado na entrada do amplificador, que apresente um corte de altas frequências em torno dos 20 000 Hz, para evitar a presença de sinais de alta frequência inaudíveis, que poderiam sobrecarregar o amplificador.

Um exame mais detalhado do comportamento dos ganhos em malha aberta esquematizados na figura 8, irá revelar as diferenças essenciais entre os dois tipos de compensação. Para o caso da compensação por desvio, o ganho em malha aberta sofre um decréscimo inten-



cional, de modo que sua magnitude diminua de um fator de 6 dB por oitava, a partir do ponto em que o ganho cruza o nível crítico, onde se iguala ao ganho em malha fechada para baixas frequências, dado por  $G_C = 1/b$ .

No caso de compensação por adiantamento, o ganho em malha aberta para alta frequência tem a permissão de se estender até a frequência mais elevada possível, antes de começar a diminuir, por conta própria. Este decréscimo é devido à largura de faixa finita do amplificador, e a razão de redução chega a 12 dB por oitava ou mais.

Na região onde a magnitude do ganho em malha aberta cruza o nível crítico de ganho, os capacitores de compensação por adiantamento adicionam um ganho em alta frequência, de tal maneira que o valor do ganho em malha aberta passa a diminuir a uma razão de 6 dB por oitava, nesse nível. Ou, dito de outra forma, um nível suficiente de adiantamento de fase é adicionado, para evitar que o atraso de fase de  $G(f)$  atinja os  $180^\circ$ , quando o valor de  $bG(f)$  for 1. Portanto, em ambos os casos, o valor dos ganhos em malha aberta cruza o nível crítico de ganho com a mesma inclinação, e ambos os amplificadores estarão estáveis quando do estabelecimento do laço de realimentação.

Como o sistema de redução da distorção TIM requer um nível bem menor de realimentação

negativa do que o normal, é preciso evitar certas configurações de circuitos muito populares atualmente; por exemplo, muitos amplificadores operam com corrente quiescente zero nos transistores de saída, a fim de eliminar o desvio térmico no estágio de saída. Os transistores excitadores desses amplificadores comandam o alto-falante, através de um resistor de 10 a 50 ohms, durante os primeiros 0,1 a 0,4 volts, e os transistores de saída começam a trabalhar a partir desse nível; sem a utilização de uma elevada razão de realimentação negativa, isto pode ocasionar uma considerável distorção «crossover». Deste modo, os transistores de saída de amplificadores projetados para minimizar a distorção TIM devem trabalhar em classe AB, ou seja, com uma corrente quiescente de 10 mA, ou mais, o que requer a compensação térmica da corrente de polarização dos transistores de saída que, em caso contrário, poderiam ser destruídos pela «avalanche» térmica.

Este tipo de compensação é geralmente efetuada com diodos sensores de temperatura, montados sobre os dissipadores dos transistores de saída e que estabelecem uma realimentação térmica, para manter constante a corrente quiescente nos transistores de saída.

Em resumo, os dois maiores objetivos para evitar a distorção TIM são: projetar o amplificador em «malha aberta» para lineari-



dade máxima; projetar o amplificador de modo que a largura de faixa em malha aberta seja tão extensa quanto o espectro de áudio frequência.

Essas duas condições pedem uma pesada realimentação negativa local, em cada estágio de ganho de tensão do amplificador, o que reduz a necessidade de uma realimentação negativa total de saída para a entrada inversora do amplificador. Além disso, a realimentação local fornece a reserva de ganho suficiente, em cada estágio, para compensar o amplificador para a estabilidade de malha fechada e para a máxima largura de faixa em malha aberta.

Com a largura de faixa em malha aberta tão extensa quanto o espectro de áudio frequência, no mínimo, o atraso de propagação de fase de sinais transientes, de alta frequência, através do laço de realimentação total, é minimizado, reduzindo sensivelmente, portanto, a distorção TIM. Podemos resumir então as considerações de projeto mais importantes, a fim de alcançar esses objetivos:

1. Todos os estágios internos do amplificador devem operar em classe A, exceto os transistores de saída, que devem funcionar em classe AB, com uma corrente quiescente de polarização suficientemente elevada, de modo a eliminar completamente a distorção «crossover», na região de baixa potência. Normalmente, essa corrente de polarização é de 10 mA.

2. Os estágios de entrada devem ser projetados com uma corrente de polarização suficientemente elevada, de modo a minimizar sua tendência à sobrecarga, durante os transientes de alta frequência, que causam a distorção TIM. Já que a corrente de polarização nos estágios de entrada tem um efeito importante sobre a relação sinal/ruído do amplificador, deve-se ter o cuidado de não elevar demasiadamente essa corrente, pois

pode chegar a prejudicar a relação S/R.

3. Todos os estágios do amplificador devem ser projetados de modo que cada um deles opere em «push-pull». Isto requer, por exemplo, um projeto totalmente complementar, com um transistor NPN para cada PNP, e vice-versa. Este método melhora significativamente a linearidade do «amplificador em malha aberta» e ajuda a dispensar o uso de uma pesada realimentação total, para reduzir a distorção.

4. Os transistores excitadores e de saída devem trabalhar na configuração seguidor de emissor, para que uma ótima largura de faixa em malha aberta seja obtida. Além disso, os primeiros transistores excitadores devem ser comandados por um estágio amplificador de tensão, ao invés de um estágio amplificador de corrente, como acontece com muitos amplificadores que empregam o projeto de simetria complementar.

5. É preciso escolher transistores de extensa largura de faixa, para cada estágio do amplificador, ou seja, transistores com um elevado produto ganho/largura de faixa, fator designado como fator  $f_T$ . Normalmente, o fator  $f_T$  é menor para os transistores de alta corrente, utilizados nos estágios de saída, mas seu valor típico fica entre 2 e 4 MHz. Para os transistores empregados nos estágios de baixa potência, é possível obter  $f_T$  de 40 a 200 MHz.

6. A resposta em alta frequência do amplificador deve ser atenuada, acima do espectro de áudio, com o auxílio de um filtro passivo, a fim de evitar sobrecargas causadas por sinais de alta frequência, inaudíveis. Isto pode ser efetuado ao se conectar um capacitor, ou um resistor em série com um capacitor, entre as entradas inversora (—) e não-inversora (+) do amplificador, juntamente com um capacitor colocado em série ao terminal de entrada do amplificador. Tais providências provocam o decréscimo do ganho em malha fecha-

da para altas frequências, a uma razão de 6 dB por oitava, curto-circuitando os dois terminais de entrada, nas frequências mais elevadas. Esses componentes podem aumentar a estabilidade do amplificador, do mesmo modo que a compensação por desvio, mas sem a produção de distorção TIM.

## Conclusão

A distorção por intermodulação transiente (TIM) é um fenômeno de sobrecarga, resultante do uso de níveis elevados de realimentação negativa em amplificadores de potência para áudio. É causada pela sobrecarga dos estágios iniciais, por sinais transientes de alta frequência, que ocasionam atrasos excessivos de propagação de fase no laço total de realimentação negativa do amplificador. Como ela não se verifica com sinais senoidais, não pode ser prevista ou medida pelos testes padrão aplicados à distorção harmônica ou à distorção por intermodulação.

Evitar a distorção TIM é coisa elementar e requer apenas a utilização de certa filosofia de projeto de eficiência comprovada já nos velhos tempos dos amplificadores a válvula. Essa filosofia consiste em se projetar o amplificador com baixa distorção e uma extensa largura de faixa, sem a presença de realimentação negativa total. A realimentação é então adicionada com a finalidade de aperfeiçoar o projeto e não para «encobrir» problemas do amplificador básico. Tal filosofia impede a utilização de amplificadores operacionais integrados com alto ganho e largura de faixa estreita e, também, de circuito essencialmente não-lineares, tais como estágios de saída em classe C.

Apresentamos alguns detalhes técnicos concernentes às causas e à prevenção da distorção TIM. Esperamos que a linguagem utilizada não tenha sido técnica demais para o audiófilo, nem muito simplificada para o engenheiro eletrônico.



# OS TRANSÍSTORES

Visita a uma fábrica brasileira

CLÁUDIO CÉSAR DIAS BAPTISTA

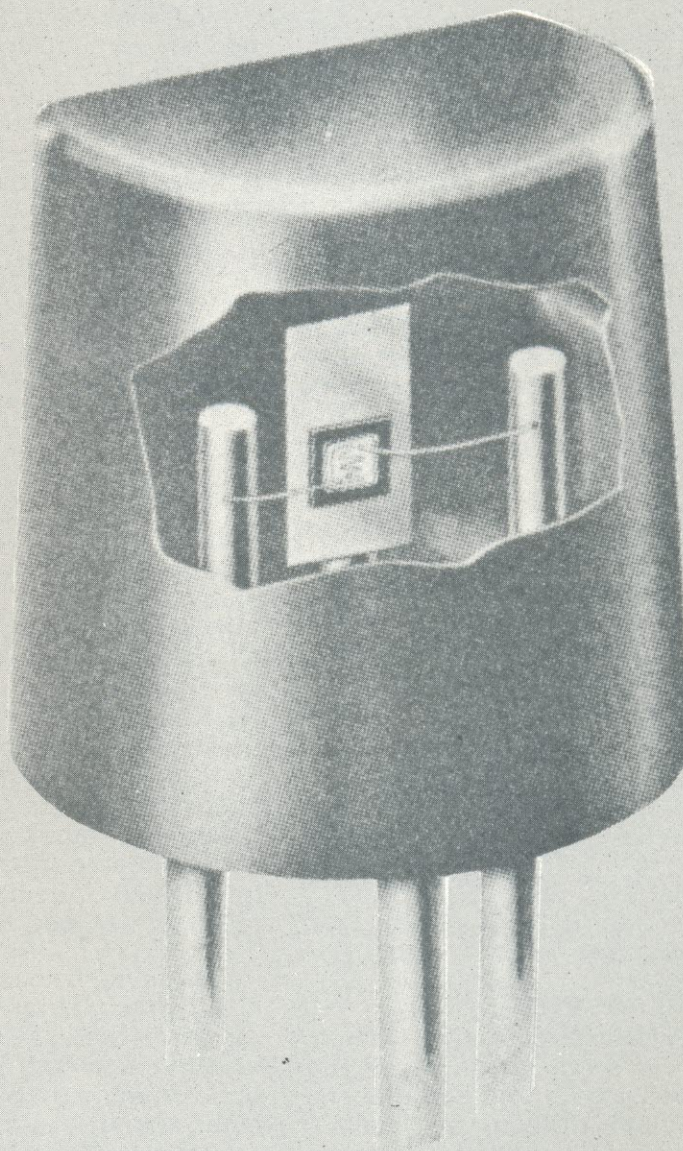
## INTRODUÇÃO

Na Nova Eletrônica n.º 9, conduzi você em uma visita a uma fábrica de capacitores cerâmicos, uma das duas maiores fábricas brasileiras deste tipo de componente. Como houve bastante interesse, por parte de outros leitores, em novas visitas a empresas produtoras de componentes, aqui estamos reunidos novamente para curtir um passeio por entre o maquinário caro e complexo, por entre o pessoal especializado e ativo de uma fábrica de semicondutores, ou de transistores, para ser mais exato.

Da primeira visita, ficou a sensação da corrida contra o tempo, da necessidade de cumprir com a hora combinada, do atraso devido ao caminho pouco conhecido para a ida até a fábrica e, finalmente, da boa acolhida pelo pessoal da mesma e da presença amável e segura de nosso guia, o engenheiro-chefe da indústria.

Desta feita, a viagem será de forma um tanto diferente.

Por ser o espaço e a focalização do interesse, em um artigo técnico, uma das diretrizes mais rígidas a serem obedecidas por um autor, deixei de narrar, em meu primeiro artigo, uma parte





da visita feita àquela mesma empresa brasileira, fabricante de capacitores cerâmicos. Usei de alegoria e modifiquei, pela ferramenta maravilhosa do «faz de conta», uma parte da seqüência real dos acontecimentos, suprimindo-a e alterando com isso, a estrutura do tempo e do espaço em função da imaginação...

Hoje, venho colocar no devido lugar aquilo que suprimi. A viagem será feita, pois, no tempo, em direção ao passado. O motivo? A compensação carnica talvez, pela liberdade tomada ou, pelo menos, a vontade de trazer algo de novo e interessante a você; de trazer «o resto» da verdade, agora que me é possível.

Pois bem, aqui vai: antes de deixar a fábrica, apressados em direção à Editele, com os apontamentos sobre a fabricação dos capacitores cerâmicos, eu e o fotógrafo estivemos visitando uma seção completamente diferente da mesma fábrica, a seção de fabricação de **transístores**! Lá, batemos fotos, presenciamos a confecção, passo a passo, dos transístores, desde a recepção do «wafer» importado, até o teste e estocagem finais. Você, que nos acompanhava na visita anterior nada percebeu porque usamos nosso poder, eu e o fotógrafo, de dominar a 4.<sup>a</sup> dimensão, quando nos separamos por alguns instantes. Hoje, com remorsos, viemos buscá-lo para participar da parte da visita que não realizou.

Nota: Sobre o domínio da quarta dimensão (e das subseqüentes) nada posso adiantar por enquanto, mesmo concordando ser assunto mais interessante que os transístores, a não ser que, caso você seja suficiente e sinceramente interessado e caso esteja pronto ou venha estar, para receber este poder, que ele seguramente lhe será dado... Para aqueles que já o possuem, minhas saudações!

## NÚMERO SETE

Antes de efetuar a viagem, convém trazer da memória um interessante artigo do colaborador Victor Rotberg, que incluímos na Nova Eletrônica número sete. O artigo chamou-se «**Por Dentro do Transistor**» e convém

recordar, bem resumidos, alguns assuntos nele apresentados, principalmente a você, que inicia seus estudos em eletrônica. Antes de ficar por dentro da fábrica, vale a pena estar por dentro do transistor, não acha?

Em 1948, o «transistor de pontas» veio à luz na Bell Telephone Company, nos EUA. Sua propriedade de controlar uma corrente elétrica entre seus eletrodos, como o fazia a válvula a vácuo «triodo», foi importante conquista tecnológica para a época. Hoje, o transistor de pontas foi substituído pelo «transistor de junção», justamente aquele cuja fabricação será apresentada neste artigo a você.

O transistor de junção é o tipo mais comum, hoje em dia, no mercado.

Em 1952, a produção do transistor de junção, em escala comercial, era iniciada.

Em 1956, receberam o Prêmio Nobel de Física o iniciador dos estudos teóricos que permitiram o desenvolvimento dos transístores, John Bardeen, bem como os dois inventores, William Shockley e W. Brattain.

Nosso colaborador Victor Rotberg (que ainda não recebeu o Prêmio Nobel de Física, mas poderá chegar lá algum dia), mostra a possibilidade de haver sido o transistor uma consequência dos esforços desenvolvidos para a construção dos circuitos necessariamente diminutos dos aparelhos de radar que, como tudo aquilo que encontra aplicação na guerra, foram cercados de todos os meios de pesquisa necessários para o seu desenvolvimento. (Para maiores e interessantes detalhes, consulte a N.E. n.º 7, pág. 68.)

Pelas reduzidas dimensões dos semicondutores, estes se tornaram interessantíssimos para o trabalho com micro-ondas, onde o tempo de trânsito de um elétron entre catodo e anodo chega a ser levado em consideração, não podendo a distância entre os mesmos ser grande (co-

mo nas válvulas), em relação ao comprimento de onda. Mesmo após a guerra, portanto, os semicondutores, e o transistor entre eles, continuaram a ter enorme impulso em seu desenvolvimento e nas pesquisas que o possibilitaram.

## A VISITA

Concentremo-nos... Usando os poderes que nos são concedidos, separemos a linha do tempo, constante, na primeira visita feita à fábrica, e apareçamos, literalmente, às portas da seção «transístores», próxima à nossa conhecida seção de controle de qualidade. Lá encontraremos a sorrir e nos esperando, o engenheiro-guia.

Abrem-se as portas e um salão único, com ambiente mais sofisticado que o do restante da fábrica, bem parecido com os daqueles nossos conhecidos filmes de ficção científica, aguarda que nossos passos o façam rodear-nos e envolver-nos, ficando as portas para trás.

Avançamos. A nossa esquerda, a porta do salão do controle de qualidade; à frente, o caminho que leva por entre as delicadas e precisas máquinas da linha de produção dos transístores, que se desenvolve toda à nossa direita, enchendo o salão. Junto a essas máquinas, trabalha um pessoal de aparência mais apurada que a média do restante da fábrica. A indumentária mais limpa, o avental e a posição de cada um, moça ou rapaz, nos fazem sentir (se não bastassem as «vibrações» que deles emanam) uma atmosfera onde paira um nível superior de conhecimento. É ali, no salão, pequeno em relação à fábrica, como um todo, onde vamos encontrar a maioria do pessoal da direção, mais atento à produção e ao seu aprimoramento.

Os «segredos», as técnicas guardadas com mais cuidado pelos empresários se fazem sentir ali, a cada passo. Enquanto nas seções de capacitores cerâmicos apenas a máquina de sol-



dagem nos fez sentir a preocupação com a publicação dos detalhes tecnológicos de produção, por parte dos dirigentes da empresa, aqui, na seção «transístores», tudo, cada máquina, cada etapa da produção, é cercada da atmosfera de respiração mais crítica do segredo industrial

Com o respeito e o cuidado com que os antigos japoneses se apresentavam ao pedir guarida às portas da casa de um chefe, aproximamo-nos da primeira máquina da linha de produção.

### WAFERS — VAMOS À FRANÇA?

Que são os «wafers»? — pergunta você ao tomar nas mãos uma caixinha plástica transparente, que contém e protege uma rodela cheia de pequenos quadradinhos de cores metálicas, com a espessura e o diâmetro de uma fatia de salame. Na mesma caixinha vêem-se pedaços já cortados em ângulos retos, de outras «rodelas» ou «wafers».

Os «wafers» são discos que contém milhares (entre 10 000 e 15 000) de transístores, ou melhor, daquilo que realmente funciona, ativamente, como transístor, e que passará, mais por um processo de montagem, soldagem, encapsulamento e testes na fábrica, do que, propriamente, por «fabricação».

Na realidade, o coração do transístor (ou dos corações de 10 000 a 15 000 transístores), já vem pronto da França, confeccionado pela matriz da fábrica que visitamos.

Que fazer, pois? — Vamos à França, ora!

Congelamos o instante de nossa visita à fábrica brasileira, para observarmos, agora na França, o que se processa para chegar ao «wafer» que viajará para o Brasil.

Na fábrica francesa, o silício praticamente puro é «dopado» controladamente, isto é, «impurezas» de determinados elemen-

tos são introduzidas em quantidades muito bem determinadas, entre os átomos de um cristal de silício. Quando, conforme o tipo de impureza adicionado, esta produz um excesso de elétrons, que fica em liberdade vagando pelo cristal, chamamos «doadora» a ela. O cristal «dopado» assim formado é chamado «**cristal do tipo N**», pois é portador de carga **negativa**. Quando as impurezas colocadas no cristal puro fazem com que haja **falta** de elétrons, o cristal torna-se cheio de «lacunas», que se movimentam pelo cristal como se fossem elétrons livres, porém com carga **positiva**. O cristal é chamado, quando assim formado, «do tipo P».

Juntando as partes de cristais do tipo P com cristais do tipo N, na fábrica francesa, conseguem produzir transístores tipo PNP ou tipo NPN. Como não é prático produzir um transístor de cada vez, eles são feitos às dezenas de milhares, lado a lado, em fileiras paralelas, formando o disco ou «wafer», já com as distâncias entre as fileiras corretamente estabelecidas, para futuramente serem cortados pela máquina da foto n.º 1, seja numa continuação do processo de produção, lá mesmo na França, seja na mesma continuação no Brasil, ou onde quer que exista tecnologia e meios de produção especificamente adequados.

### DE VOLTA AO BRASIL

Muitos, entre os leitores, estarão se perguntando por que não aproveitei para levá-los a dar um passeio pela França, a ver seus famosos pontos de atração turística, histórica, etc... Bem... Espero que me perdoem mas, se nem Alexandre Dumas conseguiu fazê-lo, com sua imaginação prodigiosa, em dezenas de volumes, como nas «Memórias de um Médico», como eu poderia?... Só mesmo recomendando leituras como essa, que interessarão bastante à média de nossos leitores jovens, ou recomendando aos que possam, que vão fisicamente até lá e passem o

maior tempo que puderem. Aos poucos dotados de poderes maiores, que os usem como fazia o místico personagem que abre a história, nos primeiros volumes da referida coleção...

Deixando o tempo correr novamente, cá estamos de volta, com a caixinha dos wafers à mão, que entregamos à operadora da máquina cortadora. A moça coloca no lugar exato, com auxílio dos gabaritos da máquina, o wafer a ser cortado.

A maior dificuldade que a operadora encontra é iniciar o trabalho de corte, ajustando a máquina, após o que, sempre sob sua atenta vigilância, a máquina dá conta do serviço.

Os transístores, saídos dos wafers, vão sendo armazenados à medida que o corte é efetuado, e são separados uns dos outros e do wafer matriz.

Juntamente com os transístores cortados do wafer, parte dos cavacos ou poeira devida ao corte, se mistura aos transístores, o que exigirá limpeza posterior, já que qualquer pequena partícula de sujeira colocará em risco o funcionamento do futuro transístor.

Aos poucos, as pequenas unidades, as dezenas, as centenas de transístores, saídos dos wafers, se amontoam na bandeja que os vai recebendo, caídos da máquina cortadora.

Quando a quantidade necessária é atingida, o processo de corte dos wafers é interrompido e a bandeja contendo os transístores, já em unidades independentes, é retirada, enquanto comentamos o processo com a operadora, à nossa frente, em pequena bandeja, que sai da seção de corte e passa à seção seguinte. Verificamos, ainda na seção de corte, o cuidado com que o «resto» do wafer é retirado da máquina cortadora e guardado de volta na caixinha plástica onde aguardará futuros cortes, bem como o acerto em ter sido escolhido o elemento feminino



para a operação e o cuidado na escolha...

Deixando a Beleza para trás, passemos à nova seção, onde a Beleza não humana do equipamento também nos atrai.

### LAVAGEM ULTRASSÔNICA

Damos alguns passos, você, eu, o fotógrafo e o guia (todos olhando para trás), até que este último nos faz dobrar à direita, onde pequena máquina está em funcionamento, aguardando receber os transistores, vindos da seção de corte. A moça que cortou o wafer, leva a bandeja com os transistores até a máquina de lavagem ultrassônica, colocando o conteúdo da bandeja no recipiente de lavagem. Nova operadora manipula esta máquina, fazendo com que as rapidíssimas vibrações emitidas pela unidade ultrassônica separem as impurezas e a poeira dos transistores, que se tornam magicamente limpos sob nossas vistas e sem o contato manual, sem líquido, água ou o que quer que seja.

Novamente acondicionados em um recipiente, limpo como

eles próprios, os transistores são levados à próxima seção.

Cabe fazer nova apresentação daquilo que venho chamando de «transistores» até o momento. Para diferenciar esta peça, ainda sem os terminais soldados, já com todas as partes essenciais dos cristais semicondutores entre si, mas praticamente sem condições de funcionamento, do «transistor» propriamente dito, acabado e pronto para funcionar, é interessante informar a você sobre o nome destes pequenos futuros transistores, recém-saídos dos wafers e da lavagem — eles são os «chips». — Muito prazer! — Salve, irmão «chip»!

### SOLDAGEM

Abandonando a seção de lavagem, adiantamo-nos todos, caminhando à direita até que nova máquina nos é apresentada, como sendo a responsável pela próxima etapa de fabricação dos pequenos transistores. Espanta a nós todos a semelhança muito grande entre esta máquina e aquela que fazia o corte dos wafers. Podemos dizer que são um único tipo de máquina, adaptado

a duas funções diferentes. A operadora da máquina em questão, ou máquina de **soldagem**, informa-nos que realmente é assim; o princípio de movimentação e controle das duas máquinas é idêntico, sendo que somente o jogo de pontas, gabaritos e partes mais próximas da região onde se manipula os «chips» é trocada, em cada caso.

### SOLDAGEM DO COLETOR

Com enorme cuidado, o «chip» e a peça onde este será soldado, o «invólucro», são aproximados pela operadora, através da máquina. A região do «coletor» do transistor é soldada então, com o auxílio da máquina, ao invólucro, e está completada a parte principal da operação, indo cair o «chip», já soldado ao invólucro, em um recipiente especial, enquanto novo «chip» é soldado a outro invólucro.

### NOVA LAVAGEM ULTRASSÔNICA

Cheio o recipiente e completada a operação de soldagem dos coletores aos invólucros, o recipiente de reduzidas dimensões, que contém todos os futuros transistores, é levado pela operadora da máquina de soldagem de volta à seção de lavagem, onde novamente os pequenos componentes são submetidos, na mesma máquina da primeira lavagem, a uma limpeza por meio de ondas ultrassônicas.

Terminada a nova limpeza, os transistores semi-acabados são levados a nova seção da linha de produção. Acompanhamos interessados o grupo, agora aumentando com a gentil presença do diretor de produção de transistores, que nos segue por parte da jornada e nos vai informando sobre novos detalhes da produção, enquanto sentimos crescer a vigilância em relação às fotografias e perguntas que fazemos — Realmente... transistores ainda são algo meio «secreto» nos dias de hoje aqui no Brasil...

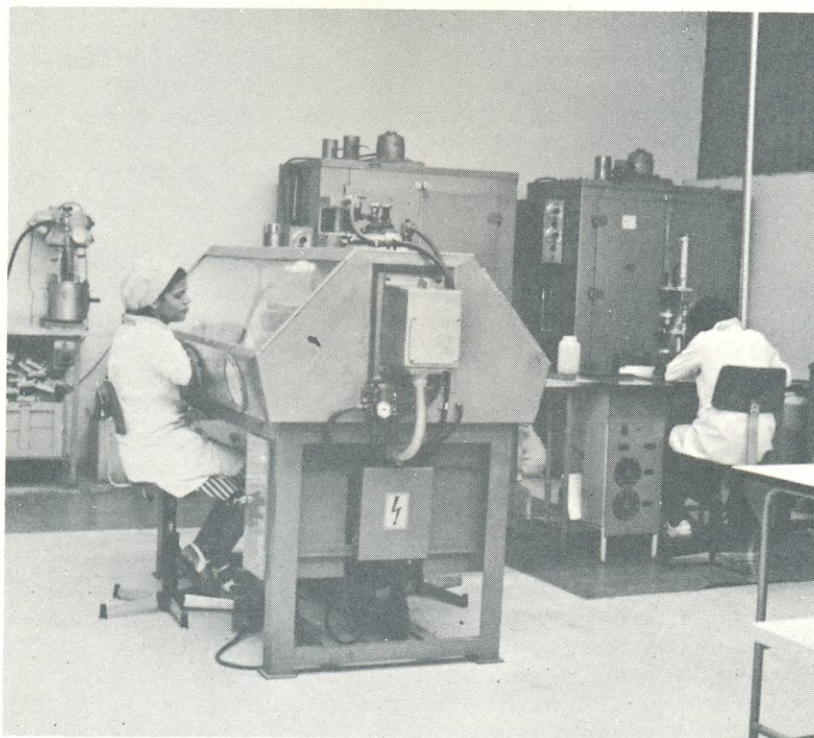


FOTO 1- estabilização térmica



## SOLDAGEM DA BASE E DO EMISSOR.

Saindo da seção de lavagem, seguindo ainda à direita na linha de produção, vamos todos passando pela máquina de soldagem do invólucro ao coletor e chegando à nova seção de soldagem, onde outra das famosas máquinas «faz tudo», parecidas com a anterior, aguarda a sua vez de entrar em funcionamento.

A operadora, com o mesmo cuidado das anteriores, coloca, um de cada vez, os transistores na posição onde realiza a soldagem de mais um terminal, o terminal de base, no local do cristal, no chip, preparado para recebê-lo. Repete-se todo o processo de soldagem, agora para a **base**, com os mesmos cuidados tomados para com o **coletor**. Novamente, são armazenados os transistores em um recipiente, que volta à seção de lavagem e, daí, segue à última soldagem, em nova máquina, semelhante às anteriores.

A soldagem que resta fazer — e que é feita com os mesmos cuidados e de maneira semelhante às anteriores, é a do **emissor**. Um terminal metálico de comprimento adequado é soldado na região do «chip», cujo cristal terá as propriedades de **emissor**, no futuro transistor.

## ESTABILIZAÇÃO TÉRMICA

Está completado o processo de soldagem e o «chip», preso ao invólucro, com os terminais de coletor, base e emissor soldados nas devidas posições, deverá passar por nova etapa de produção.

A vontade de sair um pouco para beber água não é satisfeita, pois há certa urgência em completarmos a visita. Somos obrigados pois a reconcentrar a atenção sobre o próximo passo e acompanhar o guia, agora dobrando novamente à direita, atingindo o meio do salão, onde uma estranha máquina, com a parte superior moldada em acrílico transparente e cheia de controles, alavancas, portas de en-

trada e saída, nos aguarda, com seu metro e meio de lado e altura, qual robô dos filmes de ficção a emanar luz pela cabeça.

É apresentada a todos como a máquina de estabilização térmica e, vendo que não nos atacará, pelo menos por enquanto, vamos nos acercando e familiarizando com os detalhes, até que somos tomados de coragem e espiamos para dentro para dentro da cabeça coberta de acrílico, de onde sai a luz.

Lá dentro, os transistores passam por uma **estabilização térmica**, em uma atmosfera especialmente injetada, que produz um ambiente de «alta pureza» e isento de água.

Os transistores ficam «dormindo» um certo espaço de tempo, para se recuperarem dos violentos choques térmicos recebidos durante a soldagem, ali dentro da máquina de estabilização térmica, regalando-se na atmosfera de alta pureza, até que são considerados estáveis ou estabilizados e prontos para nova jornada de produção. É como se tivessem ido para lá descan-

sar de um prolongado período de «stress» e excesso de trabalho e saíssem recuperados e prontos para a luta.

## ENCAPSULAMENTO

Estáveis como são e prontos para funcionar, esta é a melhor hora para receber seu diploma, para serem definitivamente encapsulados e continuem sempre como estão.

Acompanhamos as pequenas unidades que são retiradas da máquina de estabilização térmica e vemos que são levadas por um técnico, também de avental, à seção de encapsulamento ou fechamento. Esta seção situa-se no meio do salão.

Uma notícia nos acende o orgulho patriótico — somos informados ter sido esta máquina de fechamento inteiramente fabricada no Brasil e dentro da própria fábrica onde nos encontramos.

Os transistores são separados e introduzidos na máquina, conforme o tipo de transistor desejado, para serem fechados sob ambiente neutro (isento de umidade) em uma cápsula metá-

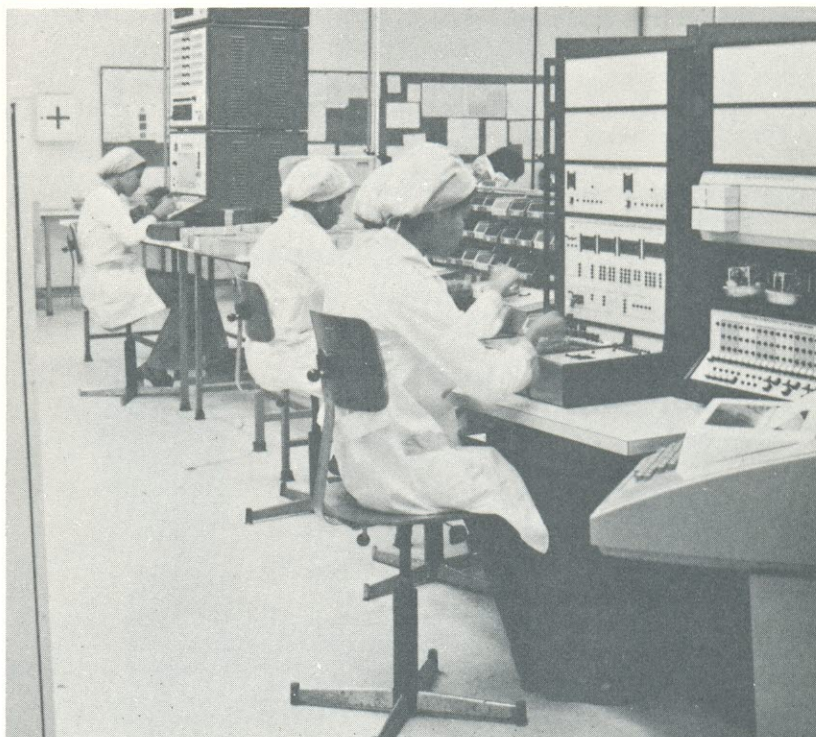
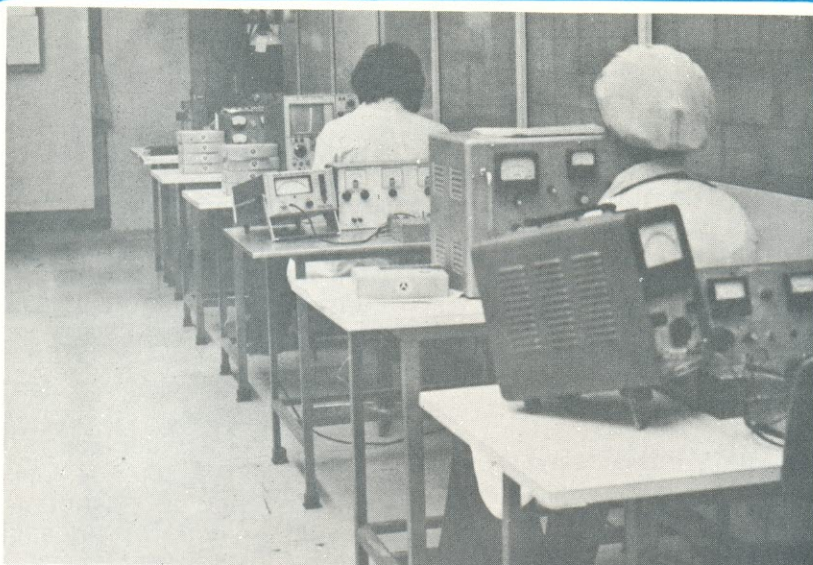


FOTO 2-classificação





FOT03 - controle de qualidade

lica ou para receberem uma gota de epóxi, que tomará o formato definitivo do transistor, na forma adequada.

Os pobres transistores estão novamente instáveis após estes tratamentos mais ou menos violentos e partem daqui para um novo tratamento de repouso; vão veranejar na **seção de estabilização térmica a alta temperatura**.

Acompanhamos todos os pequeninos, que, após períodos de repouso e estabilizados termicamente, estão fisicamente aptos a serem chamados de «transistores» e prontos para os testes e classificações finais.

## CLASSIFICAÇÃO

Completando a volta ao salão, passamos por uma seção, onde técnicos preparam e reparam as pontas de operação das máquinas já vistas por nós, e atingimos a seção de classificação, próxima e à esquerda da entrada do salão, encostada à divisão da seção de controle de qualidade.

Na seção de classificação, dois imponentes computadores, com suas miríades de luzes e controles, nos aguardam, com aquele ar pacífico e luminoso, com aquela quase consciência que nos impõe certo respeito.

**TBI V-1=BC204B**  
**\*BC204B**  
**T2, ICE<sub>S</sub>=0.5VA±50V, S<sub>0A</sub>±=S04S**  
  
**I<sub>EB</sub>=0.50VA±5V**  
**T3, I+4FE(DC)=70±10UA, 5V, S<sub>0A</sub>±=304S**  
**T4, 4FE=200±24A, 5V**  
**T5, 4FE=480±24A, 5V, REV**  
**T6, I+4FE(AC)=240±24A, 5V**  
**4FE(AC)=500±24A, 5V, REV**  
**T8, VCE=200±1V±104A, 500UA**  
**T9, VCE=0.50±1V±1004A, 54A**  
**T10, VBE=800±1V±104A, 500UA**  
**T11, VBE=1.2V±1004A, 54A**  
**T12, BVCEO=46V±24A**  
**\$**  
**TBI V-2=BC204A**  
**\*B**  
**2B**

FIGURA 1

Sabemos que são mais rápidos do que nós, mas, aproximamos — afinal de contas, são nossos filhos e não são rebeldes... Eles nos auxiliarão a classificar, testando unidade por unidade, e a separar os diferentes tipos de transistores cuja produção viemos acompanhando.

Um ruído suave de «coisa ligada e pronta para funcionar» emana dos computadores, que respiram o seco ar condicionado do salão.

Enquanto os transistores são colocados sob o atento exame dos computadores, que passam a fazer seus ruídos e a acender suas luzes características, o guia nos informa que estão classificando pelo processo «TERADYNE», trabalhando em «time-sharing» — para separar e testar os transistores. Deixando a explicação dos termos técnicos para os ex-alunos do curso de programação de computadores da Nova Eletrônica, basta-nos saber que a classificação realmente é precisa, e que os resultados são dados a respeito de todas as medições **estáticas** dos transistores, como por exemplo: corrente de fuga, ganho, tensões de saturação...; GIB e o Beta dinâmico são também medidos pelos computadores.

Os resultados dos computadores podem ser também obtidos em «teletype», que é uma máquina impressora subordinada aos computadores e cujas informações, interpretáveis pelos engenheiros da fábrica, são vistas reproduzidas nas figuras 1 e 2. Os valores de T1 e T2, para quem se interessar, vistos na lista da figura 1, são os mesmos valores 1, 2 e 3 na lista da figura 2, que é uma maneira diversa de expor os mesmos dados da figura 1.

## CARIMBO

Estão prontos os transistores, testados, classificados, mas restam ainda alguns passos na produção, antes de irem para o estoque e, daí, em direção às lojas ou fábricas que os porão



143 4X10												
1	1	23	VA	2	203	VA	3	233.0	4	263.4	5	263.5
6	277.7	7	277.7	8	72.4V	9	101.4V	10	731.4V			
11	335.4V	12	31.3	V								

FIGURA 2

no mundo para lutarem ao nosso lado e, esperamos, jamais **contra** alguns de nós...

Vão todos agora, já classificados e separados pelos imponentes e soberanos computadores, para a seção de carimbo, ali mesmo, próxima aos computadores, onde o nome em código de cada qual lhes é estampado.

### O CONTROLE DE QUALIDADE

Mas... os computadores não são assim tão soberanos nesta cuidadosa empresa... Antes de irem para o estoque, amostras de transistores de cada lote são enviadas ao setor de controle de qualidade, onde o aparelho «Curve Tracer» (ou Traçador de Curvas), visto nas fotos 4 e 5, os testa novamente.

O técnico do controle de qualidade ajusta o «Curve Tracer» e coloca cada transistor na posição correta, inserindo-o no conector existente no aparelho de medição e observando, na tela, as curvas de operação do transistor, que são automaticamente apresentadas.

A foto n.º 5 apresenta um teste sendo realizado com o transistor «BC 204», PNP, exatamente um daqueles que vimos nascer.

Ali no controle de qualidade, todos os testes feitos pelos computadores são checados pelo «HOMEM», com o auxílio do equipamento constantemente revisado dessa seção e durante todo o tempo em que se desenvolve o processo de produção. Este procedimento dá margem a um menor número de erros e permite uma produção de componentes de qualidade e características constantes e conhecidas, para uma bem

sucedida aplicação dos produtos da empresa.

### CONCLUSÃO

É hora de despedirmo-nos agora; desta vez, «de verdade». É agora que, realmente, cumprimentamos os gentis guias e diretores da empresa, os funcioná-

rios, e nos dirigimos, cheios de matéria «quente», para a EDITELE.

Despedimo-nos, o fotógrafo e eu, também, de você, a quem desejamos paz, e o convidamos para uma próxima visita à uma nova fábrica de componentes, cuja época será determinada e o convite feito através da Nova Eletrônica. Até breve!

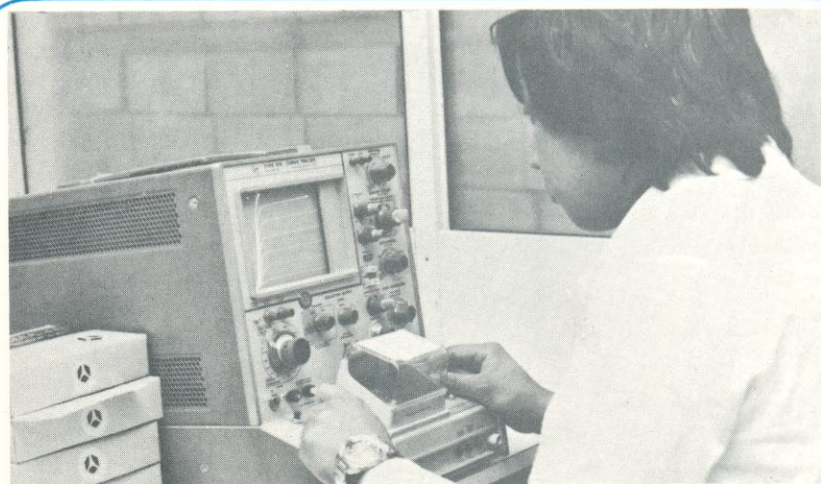


FOTO 4 - «curve tracer»

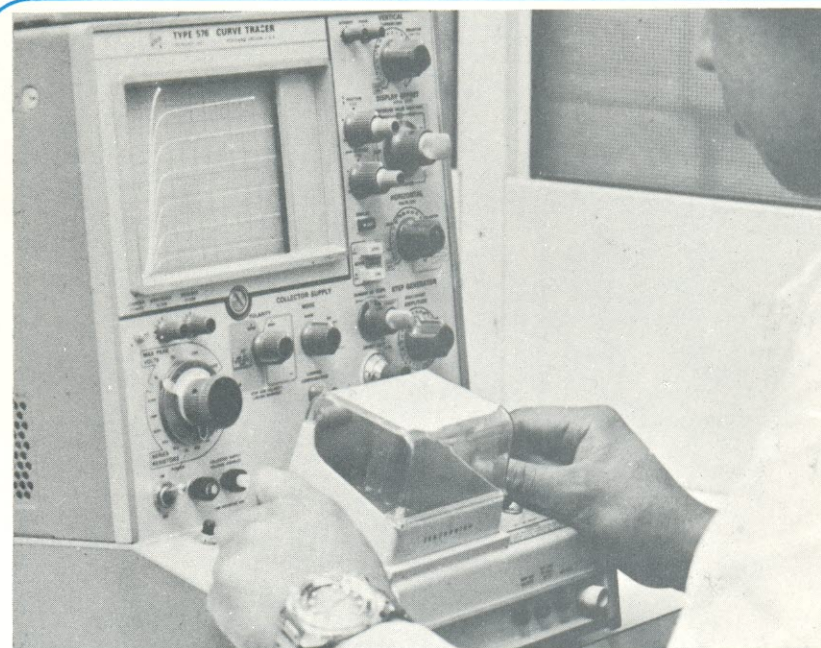
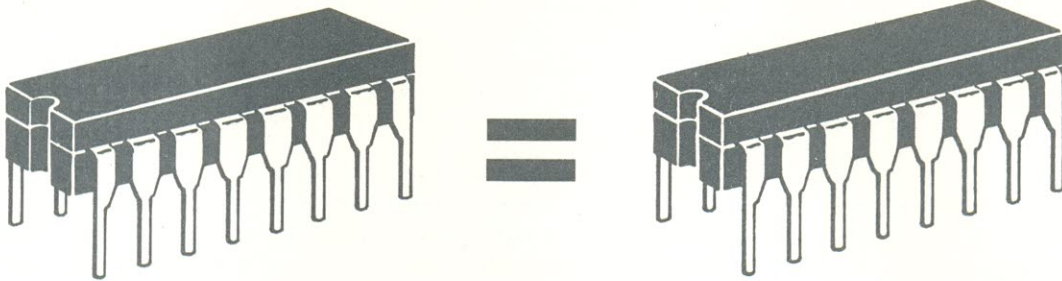


FOTO 5 - detalhe ampliado





# EQUIVALÊNCIAS ENTRE INTEGRADOS

830 = FOH101  
832 = FOH161  
833 = FOY101  
836 = FOH141  
837 = FOH151  
844 = FOH171  
845 = FOJ101  
846 = FOH121  
848 = FOJ111  
849 = FOH131  
861 = FOH111  
862 = FOH181  
836 = FOH191  
DM8520 = MC4016-4018-4316-4318 - SM143-153  
DM8822 = EIARS-232C - MC1488  
LM102 = RM102  
LM302 = MLM310 - RC102C - SG302  
4949 = 49829 - FLH251-255 - SN4929  
4930 = 49830 - FLH321-325 - SN4929  
4931 = 49831 - FLH331-335 - SN4931  
4932 = FLJ481 - SN4932  
4934 = 49834 - FLH461-465 - SN4934  
4935 = 49835 - FLH471 - 475 - SN4935  
GDJ186 = MEM3021 - TMS3021  
MC428 = 478-528-578 - SG290-291-292-293 - SNG290-291-292-293 - TNG7911-7912  
MC3022 = 3122-7242 - N8242  
MC4006 = 4306-7250-8250 - N8250 - SN54155-64155-74155 - MIC54155-64155-74155  
DM8301 = 9301 - MIC5442-6442-7442 - MC7251-8251-8301-9301 - MM54C42-64C42-74C42 - N8251 - SN5442-6442-7442-8442  
9340 = DM8283 - MC7260 - N8260  
MC7261 = 8261 - N8261  
MC7266 = N8266  
MC7267 = 8267 - N8267  
9N00 = 7000 - 7400 - 8400 - 9002 - CN77-78 - D100C-3400 - DM5400-7400-8000 - FJH131 - FLH101-105 - HD2503 - IDT7400M-7400S - LU387A - M53200 - MB8400 - MC408-458-508-558-5400-7400 - MH5400-7400-8400-8880 - NE8880 - RG140-141-142-143 - S5400-8480-8880 - SFC400E - SG140-141-142-143 - SNG140-141-142-143 - SN5400-6400-7400-8400 - TD3400 - TG60-61-62-63-140-141-142-143-7400 - TL7400-8400 - TNG3411-3412-3413-3414 - TTUL9002 - U6A540051 - U6A9N0059 - U6A900251 - U6A900259 - U31540051 - U31740059 - U319N0051 - U319N0059 - U31900251 - U31900259 - U6A740059 - UPB201 - US5400-7400 - USN5400-7400 - USS5400-7400 - ZN5400-7400 - 6A-5400-1 - 6A-7400-9  
9H00 = 9200-5T - 9200-59 - DM54H00-74H00 - GJH131 - 132 - MC3000 - 3100-MCE54H00-74H00 - N8H80 - N74H00 - S8H80 - S54H00-74H00 - SFC400 - SN54H00-74H00 - SNG220-221-222-223 - U6A900251 - U6A900259 - U31900251 - U31900259 - US54H00-74H00 - USN74H00  
9N01 = 7001 - 7401 - 8401 - CN85-86 - D3401 - DM5401-7401-8001 - FJH231-311 - FLH201-205 - HD2509 - M53201 - MC541 - MC7401 - M1C5401-6401-7401 - N7401-8881 - S5401-8881 - SFC401 - SN5401-7401-8401 - TD3401 - TG7401 - TL7401-8401 - U6A540151 - U6A740159 - U6A9N0151 - U6A9N0159 - U31540151 - U31740159 - U31901251 - U31901259 - U319N0151 - U319N0159 - UPB215 - US5401-7401 - USN5401-7401 - USS5401-7401-7401  
9H01 = DM54H01-74H01 - GJH231 - MC3004-3104 - MCE54H01-74H01 - N74H01 - S54H01-74H01 - SFC401 - SN54H01-74H01

- US54H01-74H01 - USN74H01  
9N02 = 7002-7402-9015 - CN87-88 - D3402 - DM5402-7402-8002 - FJH221 - FLH191-195 - HD2511 - LU380A - M53202 - MC5402-7402 - MIC5402-6402-7402 - N7402-8885 - NE8885 - S5402-8885 - SFC402 - SN5402-6402-7402-8402 - TD3402 - TG7402 - TL7402-8402 - U6A540251 - U6A740259 - U6A9N0251 - U6A9N0259 - U6B901551 - U6B901559 - U31540251 - U3740259 - U319N0251 - U39N0259 - US5402-7402 - USN7402 - USS5402 - ZN5402-7402  
9N03 = 7003 - 7403 - 8403 - D3403-3426 - DM5403-7403-8003 - FJH291-301 - FLH291-295 - HD2528 - M53203 - MC1818-1918-5403-7403 - MH5403-7403 - MIC5403-6403-7403 - N7403-8481 - S5403-8481 - SFC403 - SN5403-6403-7403-8403 - TG7403 - TL7403-8403 - U6A540351 - U6A740359 - U6A901251 - U6A901259 - U6A9N0351 - U6A9N0359 - US5403-7403  
9N04 = 7004-7404-8404-9016-9016-51 - 9016-59 - CN361-362 - D3404 - DM5404-7404-8004 - FJH241 - FLH211-215 - HD2522 - N53204 - MC425-475-525-575-1818-1820-5404-7404 - MIC5404-6404-7404-9016 - MM54C04-64C04-74C04-74C04 - N7404-8490-8890 - RG370-371-372-373 - S5404-8490-8890 - SFC404 - SN5404-7404-8404 - SNG370-371-372-373 - T116 - TD3404 - TG7404 - TH7404 - TL7404-8404 - USA540451 - U6A740459 - U6A901651 - U6A901659 - U6A9N0451 - U6A9N0459 - U31540451 - U31740451 - U31901651 - U31901659 - U319N0451 - U319N0459 - US5404-7404 - USN7404 - ZN5404-7404  
9H04 = DM54H04-74H04 - GJH241 - MC2008-2016-2058-2066-2108-2116-2158-2166-3008-3108 - MCE54H04-74H04 - N8H90 - N74H04 - RG380-381-382-383 - S8H90 - S54H04-74H04 - SG380-381-382-383 - SNG380-381-382-383 - SN54H04-74H04 - US54H04-74H04 - USN74H04  
9N05 = 7005 - 7405 - 8405 - 9017 - CN363-364 - D3405 - DM5405-7405-8005 - FJH251-321 - FLH271-275 - HD2523 - M53205 - MC5405-7405 - MIC5405-6405-7405 - N7405-8891 - S5405-8891 - SFC405 - SN5405-7405 - TH7405 - TL7405-8405 - U6A540551 - U6A740559 - U6A901751 - U6A901759 - U6A9N0051 - U6A9N0059 - U31540551 - U31740559 - U31901751 - U31901759 - U319N0551 - U319N0559 - US5405-7405 - ZN5405-7405  
9H05 = DM54H05-74H05 - GJH - 251 - MC3009-3109 - N74H05 - S54H05 - S74H05 - SN54H05-74H05 - US54H05-74H05  
9N06 = 7406 - 8406 - FLH481-485 - MC1820-1920-5406-7406 - M1C5406-6406-7406 - N8T90 - S8T90 - S8T90 - SN5406-7406 - TL7406 - US5406-7406  
9N07 = 7407 - 8407 - DM5407-7407 - FLH491-495 - MC5407-7407 - MIC5407-6407-6407 - TL7407 - US5407-7407  
9N08 = 7008 - 7408 - 8008 - 8408 - DM5408-7408 - FJH421 - FLH381-385 - HD2550 - MC5408-7408 - MIC5408-6408-7408 - N7408 - S5408 - SN5408-7408 - TL7408-8408 - U6A540851 - U6A740859 - U6A9N0851 - U6A9N0859 - U31540851 - U31740859 - U319N0851 - U319N0859 - US5408-7408 - USN7408  
9H08 = DM54H08-74H08 - MC3001-3101 - SN54H08-74H08 - US54H08-74H08  
9N09 = 7009 - 7409 - 8009 - 8409 - DM5409-7409 - FLH391-395 - HD2551 - MC5409-7409 - MIC5409-6409-7409 - SN5409-

7409 - US5409-7409 - TL7409  
9N10 = 7010 - 7410 - 9003 - CN7980 - D3410 - DM5410-7410-8010 - FJH121 - FLH111-115 - HD2507 - LU377A - M53210 - MB401 - MC412-462-512-562-5410-7410-8410 - MHB111 - M1C5410-6410-7410-9003 - MM54C10-64C10-74C10 - N7410-8417-8470-8870 - NE8870 - RG150-191-192-193-55410-8417-8470-8870 - SFC410 - SG190-191-192-193 - SN5410-7410-8410 - SNG190-191-192-193 - T103 - TD3410 - TG18-190-191-192-193-7410 - TL7410-8410 - TNG3315-3316-3317-3318 - TTUL9003 - U6A541051 - U6A741059 - U6A900351 - U6A900359 - U6A9N1051 - U6A9N1059 - U31541051 - U31741059 - U31900351 - U31900359 - U319N1051 - U319N1059 - UPB202 - US5410-7410 - USN5410-7410 - USS5410 - ZN5410-7410  
9H10 = 9003-51 - 9003-59 - DM54H10-74H10 - GJH121-122 - MC3005-3105 - MC54H10-74H10 - N8H70 - N74H10 - S8H70 - S54H10 - S74H10 - SFC410 - SN54H10-74H10 - SNG320-321-322-323 - TG320-321-322-323 - U6A900351 - U31900351 - U31900359 - US54H10-74H10 - USN74H10  
9N11 = 7411 - DM5411-7411 - FLH581-585 - MIC5411-6411-7411 - SN5411-7411 - U6A741159 - US5411-7411 - USN7411  
9H11 = DM54H11-74H11 - GJH261-262 - MC3006-3106 - N8H70 - N74H11 - S8H70 - S54H11 - S74H11 - SFC411 - SN54H11-74H11 - US54H11-74H11 - USN74H11  
9N12 = 7412 - 8412 - FLH501-505 - MC3007-3107 - MIC5412-6412-7412 - N8471 - S8471 - SN5412-7412 - TL7412  
9N13 = 7413 - 8413 - D3413 - DM5413-7413 - FJL131 - FLH351-355 - HD2545 - MC426-476-526-576 - MIC5413-6413-7413 - N8T14 - RG80-81-82-83 - SG80-81-82-83 - SN5413-7413 - SNG80-81-82-83 - TG80-81-82-83 - TL7413-8413 - TNG8011-8012-8013-8014  
7415 = FLH591-595 - SM210-03 - SN5415-7415  
9N16 = 7416 - 8416 - DM5416-7416 - FLH481-485 - MC5416 - 7416 - MIC5416-6416-7416 - SN5416-7416 - TL7416 - US5416-7416  
9N17 = 7417 - 8417 - DM5417-7417 - FLH491-495 - MC5417-7417 - MIC5417-6417-7417 - SN5417-7417 - TL7417 - US5417  
9N20 = 7020 - 7420 - 8020 - 8420 - 9004 - CN81-82 - D3420 - DM5420-7420-8020 - FJH111 - FLH121-125 - HD2504 - LU337A - M53220 - MB402 - MC400-450-500-550-5420-7420 - MH5420-7420-8420 - MHC111 - MIC5420-6420-7420-9004 - MM54C20-64C20-74C20 - N7420-8816 - NE8816 - RG40-41-42-43 - S5420-8816 - SG40-41-42-43 - SN5420-7420-8420 - SFC420 - SNG40-41-42-43 - T104-TD3420 - TG40-41-42-43-7420 - TL7420-8420 - TNG3111-3112-3113-3114 - TTUL9004 - U6A542051 - U6A742059 - U6A900451 - U6A900459 - U6A9N2051 - U6A9N2059 - U31542051 - U31742059 - U31900451 - U31900459 - U319N2051 - U319N2059 - UPB203 - US5420-7420 - USS5420 - ZN5420-7420  
6G240-241-242-243 = 9H20 - 9004-51 - 9004-59 - GJH111-112 - MC2003-2053-2103-2153-3010-3110 - MC54H20-74H20 - N8H16 - N54H20 - N74H20 - PD9620 - PL9620 - RG240-241-242-243 - S8H16 - S54H20 - S74H20 - SFC420 - SG240-241-242-243 - SN54H20-74H20 - SNG240-241-242-243 - TG240-241-242-243 - TNG240-241-242-243 - U6A900451 - U6A900459 - U31900451 -



U31900459 - US54H20-74H20 - USN74H20  
- USS54H20-74H20  
9H21 = DM54H21-74H21 - GJH271-272 -  
MC3011-3111 - N54H21 - 74H21 - S54H21  
- 74H21 - SFC421 - SN54H21 - 74H21 -  
US54H21 - 74H21 - USN54H21 - 74H21  
7422 = FLH611-615 - SN5422-7422 - TL7422  
9H22 = DM54H22-74H22 - MC3012-3112 -  
N74H22 - S54H22-74H22 - SFC422 -  
SN54H22-74H22 - US54H22-74H22 -  
USN74H22  
9N23 = 7423 - 8423 - FLH5110515 - SN5423-  
7423 - TL7423  
9N25 = 7425 - 8425 - DM5425-7425 - FLH521-  
525 - N8815 - S8815 - SN5424-5425-7424  
- 7425 - TL7425 - US5429-7429  
9N26 = 7426 - 8426 - DM5426-7426-7810-  
8810 - FJH301 - FLH291-295 - HD2560 -  
MC5426-7426 - MIC5426-7426 - MIC5426  
- 6426-7426 - N8780 - S8780 - SN5426-  
7426 - TL7426 - US5426-7426  
9N27 = 7427 - DM5427-7427 - FLH621-625 -  
N8875 - S8875 - SN5427-7427 - TL7427  
US5427-7427  
FLH661 = MIC5428-6428-7428 - SN5428-6828-  
7428-8828  
9N30 = 7030 - 7430 - 8430 - 9007 - CN83-  
84 - D3430 - DM5430-7430-8030 - FJH101 -  
FLH131-135 - HD2508 - M53230 - MB403 -  
MC402-452-502-552-5430-7430 - MH5430-  
7430-8430 - MHD111 - MIC5430-6430-  
7430 - N7430-8808 - NE8808 - RG60-61-  
62-63 - S5430-8808 - SFC430 - SG60-  
61-62-63 - SN5430-7430-8430 - SNG60-61-  
62-63-120-121-122-123 - TD3430 - TG60-  
61-62-63-120-121-122-123-7430 - TL7430-  
8430 - TNG3011-3012-3013-3014 - TTUL9007 -  
U6A543051 - U6A743059 - U6A900751 -  
U6A900759 - U6A9N3051 - U6A9N3059 -  
U31543051 - U31743059 - U31900751 -  
U31900759 - U319N3051 - U319N3059 -  
UPB204 - US5430-7430 - USN5430-7430 -  
USS5430 - ZN5430-7430  
9H30 = DM54H30-74H30-GJH101-102 - MC3016  
-3116 - N74H30 - RG3200/2 - RG3260/2 -  
S54H30 - SFC430 - SN54H30-74H30 -  
SNG200-201-202-203-260-261-262-263 -  
TG200-201-202-203-260-261-262-263 -  
US54H30-74H30  
9H32 = 7432 - DM5432-7432 - FLH631-635 -  
MC3003-3103 - MIC5432-6432 - TL7432  
US5432-7432  
9N37 = 7437 - 8437 - DM5437-7437 - FLH531-  
535 - 4D2552 - MIC5437-6437-7437 -  
SN5437-7437-545511-745512 - TL7437 -  
US5437-7437  
9N38 = 7438 - 8438 - DM5438-7438 - FLH541-  
545 - HD2544 - MIC5438-6438-7438 -  
SN5438-7438-745611-745612 - SNG160  
-161-162-163 - TG160-161-162-163 - TL7438  
-US5438-5439-7438-7439  
9N40 = 95140-7040-7440-8440-9009 - CN89-90  
- D3400 - DM5440-7440-9040 - FJH141 -  
FLH141-145 - HD2501 - LU356A - M53240 -  
MB404 - MC407-457-507-557-5440-7440-  
8440 - MH5440-7440-8440 - MHE111 -  
MIC5440-6440-7440-9009 - N7440-8455-  
8855 - RG130-131-132-133 - S5440-8455-  
8855 - SFC440 - SG130-131-132-133 -  
SN5440-7440-8440-54410-84410 74410 -  
SN54S140-74S140 - SNG130-131-132-133 -  
T109 - TD3440-7440 - TG130-131-132-133 -  
TL7440-8440 - TTUL9009 - U6A544051 -  
U6A744059 - U6A900951 - U6A900959 -  
U6A9N4051 - U6A9N4059 - U31544051 -  
U31744059 - U31900951 - U31900959 -  
U319N4051 - U319N4059 - UPB205 -  
USS440-7440 - USN5440-7440 - USS5440  
- ZN5440-7440  
9H40 = DM54H40-74H40 - GJH141-142 -  
MC3024-3124 - MCE54H40-74H40 -  
N74H40 - SFC440 - SN54H40-74H40 -  
US54H40-74H40 - USN74H40  
7441-9315 = CN372 - DM7441-8041-8840 -  
FJL101-111-115 - FLL101 - HD2518 -  
M53241 - MB405 - MC5441-7441 - SFC441 -  
SN5441-7441-74410 - TD3441 - TDD1100-  
1101 - TG7441 - U6A544151 - U6A744159 -  
U6B7414159 - U6B931559 - UPB218 -  
US5441-7441 - USN7441 - ZN7441  
7442-7842-8442-9352 = D3442-34107 - DM5442-  
7442-8042-8442 - FJH261 - FJ261 -  
FLH281-285 - HD2536 - M53242 - MC5442  
- 7442 - MIC5442-6442-7442 - N8250 -  
N8250-8251 - S8250-8251 - SFC442 -  
SN5442-7442 - TL7442-8442 - U4L930151 -  
U4L930159 - U8A744259 - U7B544251 -  
U7B744259 - U7B930151 - U7B930159 -  
U7B93251 - U7B933259 - US5442-7442  
7443-8443-9353 = FLH361-365 - HD2537 -

M53243 - MC5443-7443 - MIC5443-6443-  
7443 - SN5443-7443 - TD7443 - TL7443 -  
U7B544351 - U7B744359 - U7B935351 -  
U7B935359 - US5443-7443  
7444-8444-9354 = DM7444-8444 - FLH371-375  
- HD2538 - M53244 - MC5444-7444 -  
MIC5444-6444-7444 - SN5444-7444 -  
TD7444 - TL7444 - U7B544451 -  
U7B744459 - U7B935451 - U7B935459 -  
US5444-7444  
7445-8445-9345 = DM5445-7445 - FLL111-115 -  
HD2531 - MC5445-7445 - MIC5445-6445-  
7445 - SN5445-7445 - TL7445 - US5445-  
7445  
7446 = 7846 - 8846 - 9317 - 9327 - 9357A -  
DM5446-7446-8846 - FLL121-125 - MC4039-  
4339-5446-7446-8317-9317 - MIC5446-6446-  
7446 - SN5446-7446 - TL7446 - U4L9317511  
/3 - U4L9317591/3 - U7B544651 -  
U7B744659 - U7B931751/3 - U7B9357511  
- U7B9357591 - US5446-7446  
7447-7847-9317-9357 = DM5447-7447-8047-8847  
- FLL121-125 - HD2532 - MC4039-4339-  
5447-7447-8317-9317 - MIC5447-6447-7447  
- N8T04 - SM202P-203P - SN5447-7447 -  
TL7447 - U4L9317512/4 - U4L9317592/4 -  
U7B544751 - U7B744759 - U7B9317512/4  
- U7B9317592/4 - U7B9357512/92 -  
U713544751 - US5447-7447  
7448-7848-8448-9307-9358 = DM5448-7448-8048  
- 8848 - FLH551-555 - MC4039-4339-5448-  
7448-8307-9307 - MIC5448-6448-7448 -  
N8205 - SN5448-7448 - TD7448 - TL7448  
- U4L930759 - U4L930759 - U4L9327511/  
2 - U4L9327591/2 - U6B930751 -  
U6B930759 - U7B544851 - U7B744859 -  
U7B9327511/2 - U7B9327591/2 - U7B935851  
- U7B935859 - US5448-7448  
9359 = MC5449-7449 - SN5449-7449 - TD7449  
- U31544951 - U31744959 - U31935951 -  
U31935959  
9N50 = 7050-7450-8450-9005 - CN93-94 -  
D3450 - DM5450-7450-8050 - FJH151 -  
- I1H151 - 55 - HD2506 - M53250 -  
MC420-470-520-570-5450-7450 - MH5450-  
7450-8450 - MHE111 - MIC5450-6450-7450-  
9005 - N7450-8440-8840 - RG70-71-72-73 -  
S5450-8440-8840 - SFC450 - SG70-71-72-  
73 - SN5450-7450-8450 - SNG70-71-72-73  
- T105 - TD3450 - TG70-71-72-73-7450 -  
TL7450 - TNG4255-4256-4257-4258 -  
TTUL9005 - U6A545051 - U6A745059 -  
U6A900551 - U6A900559 - U6A9N5051 -  
U6A9N5059 - U31545051 - U31745059 -  
U319N5051 - U319N5059 - U31900551 -  
U31900559 - UPB206 - US5450-7450 -  
USN5450-7450 - USS5450 - ZN5450-7450  
9H50 = 9005-51 - 9005-59 - DM54H50-74H50  
- MC3020-3120 - N74H50 - S54H50 -  
SFC450 - SN54H50-74H50 - SNG310-311-  
312-313 - TG310-311-312-313 - U6A900551 -  
U6A900559 - U31900551 - U31900559 -  
US54H50-74H50 - SUN74H50  
9N51 = 7051-7451-8451 - CN91-92 - D3451 -  
DM5451-7451-8051 - FJH161 - FLH161-  
165 - HD2505 - M53251 - MB405 -  
MC5451-7451 - MH5451-7451 - MIC5451-  
6451-7451 - N7451 - S5451 - SFC451 -  
SN5451-7451 - TD3451-7451 - TG7451 -  
TL7451 - 8451 - U6A545151 - U6A745159 -  
U6A9N5151 - U6A9N5159 - U31545151 -  
U31745159 - U319N5151 - U319N5159 -  
UPB207 - US5451-5459-7451-7459 - USN5451  
- 7451 - USS5451 - ZN5451-7451  
9H51 = DM54H51-74H51 - GJH161 - MCE54H51  
- 74H51 - N74H51 - S54H51 - SFC451 -  
SN54H51-74H51 - US54H51-74H51 -  
USN74H51  
9H52 = DM54H52-74H52 - GJH281-282 -  
MC3031-3131 - N74H52 - S54H52-74H52 -  
SFC452 - SN54H52-74H52 - SNG280-  
281-282-283 - TG280-281-282-283 - US54H52  
- 74H52 - USN74H52  
9N53 = 7053-7453-8453-9008 - CN97-98 - D3453  
DM5453-7453-8053 - FJH171 - FLH171-  
175 - HD2512 - M53253 - MB411 - MC401  
-451-501-551-5453-7453 - MH5453-7453-  
8453 - MHG111 - MIC5453-6453-7453-  
9008 - N7453-8848 - NE8848 - RG50-51-52  
-53 - S5453-8848 - SFC453 - SG50-51-52-  
53 - SN5453-7453-8453 - SNG50-51-52-53-  
100-101-102-103 - T108 - TG50-51-52-53-100  
-101-102-103-7453 - TL7453 - TNG4415-4416  
-4417-4418 - TTUL9008 - U6A545351 -  
U6A745359 - U6A9N5359 - U31545351 -  
U31745359 - U31900851 - U31900859 -  
U319N5351 - U319N5359 - UPB208 -  
US5453-7453 - USN5453-7453 - USS5453  
- ZN5453-7453  
9H53 = DM54H53-74H53 - GJH171-172 -

S54H53 - SFC453 - SN54H53-74H53-5453-  
7453 - SNG250-251-252-253-300-301-302-303  
- U6A900851 - U6A900859 - US54H53-  
74H53 - USN74H53  
9N54 = 7054-7454-8454 - CN95-96 - D3454 -  
DM5454-7454-8054 - FJH181 - FLH181-  
185 - HD2514 - MC5454-7454 - MH5454-  
7454 - MIC5454-6454-7454 - M7454 -  
S5454 - SFC454 - SN5454-7454 - TG7454  
- TL7454-8454 - U6A545451 - U6A745459 -  
U6A9N5451 - U6A9N5459 - U31545451 -  
U31745459 - U319N5456 - U319N5459 -  
UPB209 - US5454-7454 - USN5454-7454 -  
USS5454 - ZN5454-7454  
9H54 = DM54H54-74H54 - GJH181 - MC3033-  
3133 - MCE54H54-74H54 - N74H54-8848 -  
S54H54-8848 - SFC454 - SN54H54-74H54  
- US54H54-74H54  
9N60 = 7060-7460-8460-9006 - CN99-100 -  
D3460 - DM5460-7460-8060-8460 - FJH101  
- FJY101 - FLY101-105 - HD2502 - M53260 -  
MB406 - MC408-411-458-461-508-511-558-  
561-5460-7460 - MH5460-7460 - MIC5460-  
6460-7460-9006 - MYA111 - N7460-8706-  
8731-8806 - NE8806 - RG180-181-182-183 -  
T106 - TD3460 - TG140-141-142-143-170-  
171-172-173-180-181-182-183-7460 - TNG3511  
-3512-3513-3514 - TTUL9006 - U6A546051 -  
U6A746059 - U6A900651 - U6A900659 -  
U6A9N6051 - U6A9N6059 - U31546051 -  
U3176059 - U31900651 - U31900659 -  
U31319N6051 - U319N6059 - US5460-7460 -  
USN5460-7460 - USS5460 - ZN5460-7460  
9H60 = 9006-51 - 9006-59 - DM54H60-74H60  
- GJY101-102 - MC3030-3130 - N74H60 -  
S54H60 - SFC460 - SN54H60-74H60 -  
SNG270-271-272-273 - TG270-271-272-273  
- U6A900651 - U6A900659 - US54H60-  
74H60 - USN74H60  
94H61 = DM54H61-74H61 - GJY111-112 -  
MC428-478-528-578-3019-3119 - N74H61 -  
S54H61 - SFC461 - SN54H61-74H61 -  
US54H61-74H61 - USN74H61  
9H62 = DM54H62-74H62 - GJY121-122 -  
MC3018-3118 - N74H62 - S54H62 -  
SN54H62-74H62 - SNG150-151-152-153-230  
231-232-233-290-291-292-293 - TG210-151-  
152-153-230-231-232-233-290-291-292-293 -  
US54H62-74H62 - USN74H62  
7470 = 8470-9001-90051-51-90051-59 - FJY101 -  
FLJ101-105 - HD2359 - M53270 - MC415-  
417-465-515-517-565-567-3052-3152-5470-7470  
- MIC5470-6470-7470-9001 - N7470-8825-  
8829 - NE8829 - RF50-51-52-53 - S5470-  
8825 - SF50-51-52-53 - SFC470 - SN5470-  
5472-7470-7472 - 54H102-74H102 - SNF50-  
51-52-53 - T101 - TF50-51-52-53 - TFF3211-  
3212-3213-3214 - TL7470-8470 - TTUL9001  
- U6A547051 - U6A747059 - U6A900159 -  
U6A9N7051 - U6A9N7059 - U31547051 -  
U31747059 - U319N7051 - U319N7059 -  
U31900151 - US5470-7470 - USN7470 -  
USS5470 - ZN5470-7470  
9H71 = 9H101 - DM54H71-74H71 - GJY271-272 -  
MC1815-1816-1915-1916-2028-2078-2128-  
2178-3054-3154 - SFC471 - SN54H71 -  
54H101 - 74H71 - 74H101 - SNF60-61-62-  
63-210-211-212-213-260-261-262-263 - TF60-  
61-62-63-210-211-212-213-260-261-262-263 -  
US54H71 - 74H71  
9N72 = 7472-7840-8472-9000 - CN103-104 -  
D3472 - DM5472-7472-8540 - FJY111 - FLJ111  
-115 - MC3050-3051-3150-3151-5472-7472-  
8829 - MH5472-7472-8472 - MIC5472-6472-  
7472-9000 - MJA111 - N7472-8825-8829 -  
S5472-8829 - SFC472 - SN5472-7472-8472 -  
SNF20-21-22-23 - T100 - TD3472 - TF20  
-21-22-23-7472 - TG7472 - TL7472-8472 -  
TTUL9001 - U6A547251 - U6A747259 -  
U6A9N7251 - U6A9N7259 - U31547251 -  
U31747259 - U319N7251 - U319N7259 -  
UPB211 - US5472-7472 - USN5472-7472 -  
USS5472 - ZN5472-7472  
9H72 = 9H102 - DM54H72-74H72 - GJY111-  
112 - MC3050-3051-3055-3150-3151-3155 -  
N74H72 - S54H72-54H102 - SFC472 -  
SN54H72 - 54H102 - 74H102 - SNG200-201-  
202-203-250-251-252-253 - TF200-201-202-203  
250-251-252-253 - US54H72 - 74H72 -  
USN74H72  
9N73 = 7473-7501-8473 - CN275-276 - D3473  
- DM5473-7473-7501-8501 - FJY121 - FLJ121  
-125 - HD2515 - M53273 - MB407 -  
MC423-473-523-573-3061-3161-5473-7473 -  
MIC5473-6473-7473 - MM54C73-64C73-  
74C73 - N7473-8822-8826-8828 - NE8822 -  
RF101-102-103 - S5473-8822-8826-8828 -  
SF100-101-102-103 - SFC473 - SN5473-  
7473 - SNF100-101-102-103 - TD3473 -  
TF100-101-102-103-231-7473 - TFF3221-3222 -



3224 - TL7473 - U6A547359 - U6A9N7351  
 - U6A9N7359 - U315477351 - U31747359 -  
 U319N7351 - U319N7359 - UPB212 -  
 USS5473-7473 - USN5473-7473 - USS5473-  
 - ZN5473-7473

9H73 = 9H103 - DM54H73-74H73 - MC860-  
 3063-3163-7473 - N8H20-8822-74H73 -  
 S8H20-54H73 - SN54H73-54H103-74H73-  
 74H103 - SNF100-101-102-103-120-121-122-  
 123 - TF100-101-102-103-120-121-122-123 -  
 US54H73-74H73 - USN74H73

7474 = 7510-8474 - CN107-108 - D3474 -  
 DM5474-7474-8510 - FJ1131 - FLJ141-145 -  
 HD2510 - M53274 - MB410 - MC842-5479 -  
 -7479 - MH5474-7474-8474 - MIC5474-6474 -  
 -7474 - MJ111 - MM54C74-64C74 -  
 N7474-8824-8828 - NE8828 - S5474-8824 -  
 SF80-81-82-83 - SFC474 - SN5474-7474-8474 -  
 TD3474 - TF7474-7972 - TL7474-8474 -  
 U6A547451 - U6A747459 - U6A9N7451 -  
 U6A9N7459 - U31547451 - U31747459 -  
 U319N7451 - U319N7459 - UPB213 -  
 US5474-7474 - USS5474 - ZN5474 - 7474

9H74 = 9024 - DM54H74-74H74 - GJ1131 -  
 MC422-472-522-3060-3160 - N74H74 -  
 S54H74 - SF90-91-92-93 - SN54H74 -  
 74H74 - US54H74-74H74 - USN74H74

7475 = 7550-8475-9314-9375 - CN281-282 -  
 D3475 - DM601-5475-7475-7551-8550 -  
 FJ1141-151 - FJ1181-341 - FLJ151-155 -  
 HD2517 - M53275 - MC1813-1814-1913 -  
 1914-4015-4035-4037-4335-4337-5475 -7475 -  
 8314-9314 - MIC5475-6475-7475 - N7475 -  
 8275 - RL60-61-62-63-70-71-72-73 - SN5475-  
 8275 - SFC475 - SN5475-7475 - SNG60-  
 61-62-63-70-71-72-73 - TD3475 - TL7475 -  
 8475 - U4L931451 - U6B547551 - U6B747559 -  
 U6B937551 - U6B937559 - U7B931451 -  
 U7B931459 - UPB217 - US5475 7475 -  
 USN7475 - ZN5475-7475

9N76 = 7476-7500-8476 - CN359-360 - D3476 -  
 DM5476-7476-8500 - FJ1191-FLJ131-135 -  
 HD2516 - M53276 - MC5476-7476 -  
 MIC5476-6476-7476 - MM54C76-64C76-  
 74C76 - N5476-7476-8821-8824-8927 -  
 S5476-8821-8824-8827 - SFC476 - SN5476-  
 7476 - TF7476 - TL7476-8476 - U6B547651 -  
 U6B747659 - U6B9N7651 - U6B9N7659 -  
 UPB214 - US5476-7476 - ZN5476-7476

9H76 = 9H106 - 9S113 - 9022 - DM54H76-  
 54H106-74H76-74H106-74S113 - MC3062-  
 3162 - N8H21-8H22-74H76-8827 - S8H22-  
 54H76 - SN54H76-54H106-74H76-74H106-  
 74S113-74S113 - US54H76-74H76 -  
 USN74H76

9377 = MC7477 - N7477 - S5477 - SN5477-  
 7477 - U31547751 - U31747759 -  
 U31937751 - U31937759 - US5477-7477

9H78 = 9H108 - 9S114 - 9020 - DM54H78-  
 54H108-74H78-74H108-74S114 - MC3061-  
 3161-3161 - N8H20 - N8H21-8826 - S8H21 -  
 - SN54H78-74H78-54H108-74H108-54S114 -  
 74S114 - SNF110-111-112-113-130-131-132-  
 133 - T120 - TF110-111-112-113-130-131-  
 132-133 - US54H78-74H78 - USN74H78

DM7510 = FJ1131 - MC5479-7479 - N8828 -  
 S8828 - SN5479-7474-7479

7480-8480-9380 = D3480 - FJH191-281 - FLH221  
 -225 - MC5480-8268 - SM10-11-12-13 -  
 SN5480-7480 - TA10-11-12-13-7480 -  
 TD3480 - TL7480 - U6A548051 - U6A748059 -  
 U6A938051 - U6A938059 - U31548051 -  
 U31748059 - U31938051 - U31938059 -  
 US5480-7480 - USN7480

7481-9033 = FJH161 - FLO111 - MC4004-4005-  
 4304-4305-7481-8281 - MIC5481-6481-7481 -  
 SFC481 - SN5481-7481-543163-743162-  
 743164 - TL7481 - TM7481 - U6A9033512 -  
 U6A9033591 - U6A9033592 - U319033512 -  
 U319033591 - U319033592 - US5481-7481

7482-8482-9382 = D3483 - FJH201 - FLH231-  
 235 - HD2513 - MC5482-7482-8304-9304-  
 15482-17482-25482-27482 - MIC5482-6482-  
 7482 - SN5482-7482 - TA7482 - TD3482 -  
 TL7482 - U4L930451 - U4L930459 -  
 U6A548251 - U6A748259 - U6A938251 -  
 U31938259 - US5482-7482 - USN7482

7283-7483-8483-9383 = DM5483-7483-8283 -  
 FJH211 - HD2535 - M53283 - MC5483-  
 7483-8260 - MIC5483-6483-7483 - SFC483  
 SN5483-7483 - TA7483 - TD3483 - TL7483 -  
 U4L548351 - U6B548351 - U6B748359 -  
 U6B938351 - U6B938359 - US5483-7483 -  
 USN7483

7484 = FLO121 - MC5484-7484 - MIC5484-  
 -6484-7484 - N1283 - SM80-81-82-83 -  
 SN5484-7484 - TL7484 - TM80-81-82-83 -  
 TNG3162 - US5484-7484

7485-8485 = 9324 - DM5485-7485-7200-8200 -  
 FLH431-435 - MC4022 - N8242 - S8242 -

SM110-111-112-113 - SN5485-7485 - TL7485  
 - U4L932451 - U4L932459 - U7B932451 -  
 U7B932459

9N86 = 7086-7486-8486-9014 - D3486 - DM5486  
 -7486-8086 - FJH271 - FLH341-345 -  
 HD2526 - M53286 - MC3021-3121-7241-  
 7486 - MIC5486-6486-7486 - N8241 -  
 S8241 - SFC486 - SN5486-7486 - SNG90-  
 91-92-93 - TG90-91-92-93 - TL7486-8486 -  
 U4L901451 - U4L901459 - U6A548651 -  
 748659 - U6A9N8651 - U6A9N8659 -  
 U6B901451 - U6B901459 - U31548651 -  
 U31748659 - U319N8651 - U319N8659 -  
 US5486-7486

84H87 = 93H87 - FLH441-445 - SN54H87-  
 74H87 - TL74H87

7588-8588-93434 = A7B9034A1 - A7B9034A9 -  
 DM5488-7488-8598 - FJ1101 - FLH101 -  
 N8224 - S8224 - SN5488-7488

7489 = A4L410359 - A7B410359 - DM5489-  
 7489-8599 - FJQ111 - FLO101 - MC4064 -  
 - RL80-81-82-83 - SN5489-7489-543163-  
 743162-743164 - SNG80-81-82-83 - TL7489 -  
 - US5489-7489

7490-7530-8490-9350-9390 = D3490 - DM5490-  
 7490-8530 - FJ1141 - FLJ161-165 -  
 HD2519 - M53290 - MC4023-5490-7280-  
 7490 - MH5490-7490 - MIC5490-6490-7490 -  
 - N7490-8280 - S5490 - SFC490 - SM90-  
 91-92-93-170-171-172-173 - SN5490-7490 -  
 TD3490 - TL7490-8490 - U6A549051 -  
 U6A749059 - U6A939051 - U6A939059 -  
 U7A935051 - U7A939059 - U31549051 -  
 U31749059 - U31939051 - U31939059 -  
 UPB219 - US7490 - ZN5490-7490

7491-8491-9391 = D3491 - DM5491-7491 -  
 FJ1151 - FLJ221-225 - HD2524 - M53291 -  
 - MC5491-7491 - MIC5491-6491-7491 -  
 N7491-8276 - S5491-8276 - SFC491 -  
 SN5491-7491 - TD3491 - TL7491 - TR7491 -  
 - U4L932851 - U4L932859 - U6A549151 -  
 U6A749159 - U6A939151 - U6A939159 -  
 - U7B932851 - U7B932859 - U31549151 -  
 U31749159 - U31939151 - U31939159 -  
 US5491-7491 - ZN5491-7491

7492-7532-8492-9392 = D3492 - DM5492-7492-  
 8532 - FJ2251 - FLJ171-175 - HD2521 -  
 M53292 - MC4023-5492-7288-7492 -  
 MIC5492-6492-7492 - N5492-8288 - S7492 -  
 SFC492 - SN5492-7492 - TD3492 -  
 TL7492 - U6A549251 - U6A749259 -  
 U6A939251 - U6A939259 - U31549251 -  
 U31749259 - U31939251 - U31939259 -  
 UPB222 - US5492-7492 - USN7492 -  
 ZN7492

7493-7533-8493-9356-9393 = D3493 - DM5493-  
 7493-7533-8533 - FJ211-221 - FLJ181-185 -  
 HD2520 - M53293 - MC5493-7281-7493 -  
 - MH5493-7493 - MIC5493-6493-7493 -  
 N7493 - S5493 - SFC493 - SN5493-7493 -  
 TC7493 - TD3493 - TL7493-8493 -  
 U6A549351 - U6A749359 - U6A939351 -  
 U6A939359 - U7A935651 - U7A939659 -  
 U31549351 - U31749359 - U31939351 -  
 U31939359 - UPB223 - US5493-7493 -  
 USN7493 - ZN5493-7493

7494-8494-9394 = FLJ231-235 - HD2533 -  
 MC5494-7494 - MIC5494-6494-7494 -  
 SFC494 - SN5494-7494 - TL7494 - TR7494 -  
 - U4L549451 - U6A749459 - U7B549451 -  
 U7B749459 - U7B939451 - U7B939359 -  
 US5494-7494

7495-8495-9300-9395 = D3495-34195 - DM5495-  
 7495-8580 - FJ231-321 - FLJ191-195 -  
 HD2534 - M53295 - MC4012-5495-7495-  
 9300 - MIC5495-6495-7495 - MM54C95-  
 64C95-74C95 - SFC495 - SN5495-7495 -  
 T150 - TL7495 - U6A549551 - U6A759559 -  
 U6A939551 - U6A939559 - U31549551 -  
 U31749559 - U31939551 - U31939559 -  
 US5495-7495

7496-8496-9396 = D3496 - DM5496-7496 -  
 FJH9396 - FJ241 - FLJ261-265 - HD2546 -  
 - M53296 - MC5496-7496 - MIC5496-6496-  
 7496 - SN5496-7496 - TL7496 - TR7496 -  
 U4L549651 - U7B549651 - U7B749659 -  
 U7B939651 - U7B939659 - US5496-7496

7497 = DM7520 - FLJ331-335 - SN5497-7497 -  
 - TL7497

CA3040 = MC1409-1410-1509-1510 - SN5510-  
 7510 - TAA721-722 - MA730-751

MC1420-1520-1529 - NE501-515-516 - FN5511-  
 7511 - SE501-515-516 - SN5511-7511 -  
 UA715

LM5520 = MC1441-1541-7520 - N7520 -  
 SN5520-7520-8520

GRS141 = LM5524-7524 - MC1440-1540-7524 -  
 - N7524 - NE525 - SA10 - SN5500-5524 -  
 - MA761

LM5529-7529 - SN5529-7529

FCH101 = SN14224  
 FCH141 = SN14306  
 FCH221 = SN14310  
 FCH151 = SN14316  
 FCH161 = SN14326  
 FCH101 = SN14327  
 FCH121 = SN14331  
 FCH171 = SN14336  
 FCH181 = SN14346  
 FCH131 = SN14361  
 FCH191 = SN14366  
 FCH201 = SN14386  
 FCH211 = SN14396

9094 = DM9094 - MC856-956 - MIC1896-9094  
 - PD9094 - PE 9094 - PL909451 -  
 PL909459 - RC994-9094 - RM994 -  
 SFC994 - SN5473-7473-158094-159094 -  
 SW708-1/2 - U6A909451 - U6A909459 -  
 U31909451 - U31909459

9930 = CD2300 - DM930 - DTUL9930-93059  
 - HD2204 - M5930 - MC830-930 - MIC930 -  
 - N8416 - PD9930 - PE9930 - PL993051 -  
 PL993059 - RC930 - RM930 - S8416-  
 9301/02-9303/02 - SFC930 - S1830 -  
 SN5420-7420-15830-17830 - SW930 -  
 - U5F993051 - U5F993059 -  
 U6A993051 - U6A993059 - U7A993059 -  
 U31993051 - U31993059

9931 = FJ1101 - MC831-931 - MIC931 -  
 PE9931 - PL993151 - PL993159 - S9311/02 -  
 S9313/02 - SFC124 - S1831 - SN15831-  
 15931-54110-74110 - TL74110 - U5F993151 -  
 U5F993159 - U6A993151 - U6A993159 -  
 U31993151 - U31993159

9932 = CD2306 - DM932 - DTUL9932  
 - HD2201 - M5932 - MC832-932 - MIC932 -  
 PD9932 - PE9932 - PL993251 - PL993259 -  
 RC932 - RM932 - S9321/02-9323/02 -  
 SFC932 - S1832 - SN5440-7440-15832-15932 -  
 - SW932 - TD1062 - U5F993251 -  
 U5F993259 - U6A993251 - U6A993259 -  
 U7A993259 - U31993251 - U31993259

9933 = CD2314 - DM933 - DTUL9933-93359  
 - HD2202 - MC833-933 - MIC933 -  
 PD9933 - PE9933 - PL993351 - PL993359 -  
 RM933 - S9331/02-9333/02 - SFC933 -  
 S1833 - SN5460-7460-15833-15933 -  
 SW933 - TD1063 - U5F993351 - U5F993359 -  
 U6A993351 - U6A993359 - U7A993359 -  
 U31993351 - U31993359

9935 = DM935 - DTUL9935 - HD2208 -  
 M5935 - MC835-840-935-940 - MIC935 -  
 PD935 - RC940 - RM940 - SFC935 -  
 SN5405-7405-15835-15935-15938 -  
 SW935 - U6A993551 - U6A993559 -  
 U7A993559 - U31993551 - U31993559

9936 = CD2310 - DM936 - DTUL9936  
 - HD2206 - M5936 - MC836-936 - MIC936  
 PD9936 - PL993651 - PL993659 - RC936 -  
 RM936 - SFC936 - SN5405-7405-15836-  
 15936 - SW936 - TD1072 - U6A993651 -  
 U6A993659 - U7A993659 - U31993651 -  
 U31993659

9937 = CD2311 - DM937 - DTUL9937  
 - HD2216 - M5937 - MIC937 - PE9937 -  
 PL993751 - PL993759 - RC937 - RM937 -  
 SN5405-7405-15837-15937 - SW937 -  
 U6A993751 - U6A993759 - U31993751 -  
 U31993759

9944 = CD2307 - DM944 - DTUL9944  
 - DTUL94459 - HD2209 - M5944 - MC844-  
 944 - MIC944 - PD944 - PE944 -  
 PL944551 - PL944559 - RC944 - RM944 -  
 S9441/02-S9443/02 - SFC944 - SN5440-  
 7440-15844-15944 - SW944 - TD1064 -  
 U5F994451 - U5F994459 - U6A994451 -  
 U6A994459 - U31994451 - U31994459

9945 = 9948 - CD2304 - DM945-948 -  
 DTUL9945 - DTUL94859 - HD2205 -  
 M5945 - MC845-848-945-948 - MIC945-  
 949 - PD9945-9948 - PE9097-9945-9948 -  
 PL994551-994559-994851-994859 - RC945-  
 948 - RM945-948 - S9451/02-9453/02 -  
 SFC945-948 - SN15845-15848-15945-15948-  
 54110-74110 - SW945-948 - TD1070 -  
 U5F994551-994559-994851-994859 -  
 U6A994551-994559-994851-994859 -  
 U7A994559 - U31994551 - 31994559-31994851 -  
 -31994859

9946 = CD2302 - DM946 - DTUL9946  
 - HD2203 - M5496 - MC846-946 - MIC946 -  
 - PD9946 - PE9946 - PL994651-994659 -  
 RC946 - RM946 - S9461/02-9463/02 -  
 SFC946 - SN5400-7400-15846-15946 -  
 SW946 - TD1065 - U5F994651-994659 -  
 U6A994651-994659 - U7A994659 -  
 U31994651-31994659

9948 = CD2305 - DM948 - DTUL9948  
 - M5948 - MC848-948 - MIC948 - PD9948 -  
 - RC948 - RM948 - S9481/02-9483/02 -



801 = LM101-108-201-208-301-308 - MC1439-1456-1539-1556 - MLM301 - RA2500-2600-2605 - RC101 - RM101-4131 - SFC2101-2108-2308 - SN52770-72770 - TOA1741-2741-4709-8741-8809 - UA735-740-777 - UC4101-4250-4341

LM112 = 212-312 - MC1455-1556 - N5556 - S5556 - SN52771-72771

SN52810 = UA710

74100 = 84100 - FLJ301-305 - MC54100-74100 - MIC54100-64100-74100 - SN54100-74100 - TL74100 - US54100-74100

MC429 = 479-529-579

LM308 = UA725

MC7524 = UA7524-7525

9003 = 74104 - FLJ281 - MIC54104-64104-74104 - SN54104-74104 - TL74104 - U6A5410451-7410459-900051-900059 - 9N10451-9N10459 - U315410451-317410459-31900051-31900059-319N10451-319N10459

9001 = 74105 - FLJ291 - MC417-467-517-567 - MIC54105-64105-74105 - SN54105-74105 - TL74105 - U6A5410551-7410559-900151-900159 - 9N10551 - 9N10559 - U315410551-317410559-31900151-31900159-319N10551-319N10559

MC1350 = 1590 - NE510-511 - SE510-511 - SN56600-76600 - UA757

9N107 = 7502 - 74107 - 84107 - CN105-106 - DM8205-54107-74107 - FJJ261 - FLJ271-275 - HD2530 - M53307 - MM54C107-64C107-74C107 - N8826-74107 - S8826-54107 - SFC107 - SN54107-74107 - TF74107 - TL74107 - U6A5410751-7410759-9N10751-9N10759-US54107-74107 - ZN54107-74107

LM103 = UA725

74110 = 84110 - FLJ341-345 - N8829 - S8829 - SN54110-74110

74111 = 84111 - FLJ351-355 - N8424-8425 - SN54111-74111 - TL74111 - U4L902051-902059-902251-902259-902451-902459

74115 = 84115 - FLJ521-525 - SN54115-74115 - TL74115

74118 = 84118 - D34118 - FJB9329 - FJJ291 - FLJ361-365 - MIC54118-64118-74118 - SN54118-74118 - TL74118

74119 = 84119 - FJJ371-375 - SN54119-74119 - TL74119

9603 = 74121 - 84121 - D34121 - DM54121-74121 - FJK101 - FLK101-105 - MC54121-74121 - MIC54121-64121-74121 - N8162 - NE8162 - SFC4121 - SN54121-74121 - TL74121 - TO74121 - US54121-74121

7850 = 8850 - 74122 - 84122 - DM8601-9601 - FLK111-115 - MC8601-9601 - MIC54122-64122-74122 - SN54122-74122 - TL74122 - U6A960051-960059-960151-960159 - U31960051-31960059-31960151-31960159 - US54122-74122

74123 = 84123 - DM8602-9602-54123-74123 - FLK121-125 - MC8602-9602 - MIC54123-74123 - MM54C123-64C123-74C123 - SN54123-74123 - TL74123-84123 - U4L960251-960259 - U7B960251-960259 - US54123-74123

74132 = FLH601-605 - SN54132-74132 - TL74132

9325 = 74141 - 93141 - D3411-34141 - DM54141-74141 - FJB9330 - FJL101-105-151 - FLJ101 - HD2558 - MC7441-74141 - MIC54141-64141-74141 - N8701 - SN54141-74141 - TL74141 - U4L931559-932559 - U6B7414151-7414159-931559-932559

74142 = FLL151-155 - SN54142-74142

74145 = 84145 - 93145 - FLL111-115 - HD2555 - MC54145-74145 - MIC54145-64145-74145 - SN54145-74145 - TL74145-84145-93145-74145

74150 = 84150 - 93150 - DM7219-8219-54150-74150 - FJB93150 - FLY111-115 - HD2548 - MC54150-74150 - MIC54150-64150-74150 - SN54150-74150 - TL74150-84150 - U4M931151-931159 - US54150-74150

74151 = 84151 - 93151 - 93152 - D34151 - DM7210-8312-9312-54141-74151 - FJH441 - FLY121-125 - HD2549 - M53351 - MC8312 - 9312-54151-54152-74151-74152 - MIC54151-64151-74151 - MM54C152-64C152-74C152 - N8230-8231-8232 - S8230-8231-8232 - SN54151-54152-74151-74152 - TL74151-84151 - U4L931251-931259 - U7B931251-931259 - US54151-54152-74151-74152

RC934 = RM934 - SN15834-15934

7212 = 8212 - 74153 - 84153 - 93153 - DM8309-9309-54153-74153 - FLY131-135 - MC4000-4300-8309-9309-54153-74153 - MIC54153-64153-74153 - N8233-8234-8235 - 8263-8264-8266-8267 - S8233-8234-8235 - 8263-8264-8266-8267 - SN54153-74153 - TL74153 - U4L74153 - U4L930951-930959

SFC948 - SN15848-15948-54110-74110 - SW948 - TD1067 - U6A994851-994859 - U7A994859 - U31994851-31994859

9949 = CD2302-2303 - DM949 - DTUL9949-94659 - M5949 - MC846-849-946-949 - MIC946-949 - PD9949 - RC949 - RM949 - SFC180 - SN5400-7400-15849-15949 - SW949 - TD1085 - U5F994951-994959 - U6A994951-994959 - U31994951-31994959

9951 = DM951 - DTUL9951 - HD2543 - M53321 - MC851-951 - MIC951-54121-64121-74121 - PD9951 - PL995151-995159 - RC951 - RM951 - SFC951 - SN15851-15951-54121-74121 - SW951 - U5F995151-995159 - U6A995151-995159 - U7A995159 - U31995151-31995159

9961 = CD2301 - DM961 - DTUL9961 - M5961 - MC861-961 - MIC961 - PD9961 - PE961 - PL996151-996159 - RC961 - RM961 - SN5420-7420-15861-15961 - SW961 - TD1080 - U5F996151-996159 - U6A996151-996159 - U31996151-996159

9962 = CD2308 - DM962 - DTUL9962 - HD2207 - M5962 - MIC962 - PD9962 - PE9962 - PL996251-996259 - RC962 - RM962 - S9621/02-9623/02 - SFC962 - SN5410-7410-15862-15962 - TD1066 - U5F996251-996259 - U6A996251-996259 - U7A996259 - U31996251-31996259

9093 = DM9093 - DTUL9093 - HD2211 - MC853-953 - MIC1890-9093 - PD9093 - PE909331 - PL909339 - RC993-9093 - RM953-993 - SFC993 - SN5473-7473 - 158093-159093 - SW705/1-705/2 - TD1073 - U6A909351-909359 - U31909351-31909359

9097 = DM9097 - MC855-955 - MIC9097 - PD9097 - PL909751-909759 - RC997-9097 - RM997 - SFC997 - SN5476-7476 - 158097-159097 - SW709/1-709/2 - TD1074 - U6A909751-909759 - U31909751-31909759

DM9099 = DTUL9099 - HD2210 - MC852-952 - MIC9099 - PD9099 - PE9099 - PL909951 - 909959 - RC999-9099 - RM999 - SFC999 - SN5476-7476-158099-159099 - SW706/1-706/2 - U6A909951-909959 - U31909951-31909959

FL1131-135 = SN49700-49800

49701-49801 = FLL141-145 - SN49701-49801

49702 = 49802 - FLJ491-495 - SN49702-49802

49703 = 49803 - FLH641-645 - SN49703-49803

49704 = FLJ501-505 - SN49704-49804

49705 = FLJ511-515 - SN49705-49805

CA3055-3085 - L123 - LM100-200-300-305-723 - MC1460-1461-1560-1561-1723 - MIC723 - N5723 - NE550 - S5723 - SE550 - SFC2100 - 2200-2305 - SN52400-72400 - TAA281 - UA723

MC1414-1514 = SN52514-72514

LM1458-1558 = MC1458-1558 - N5558 - S5558 - SN2558-72558

702 = CA3008-3016-3031-3032 - MC1430-1431-1530-1531-1712 - SN52702-72702 - TAA241-242 - TBA311 - UA702 - UC702 - U5B771239

5B-7709/1-9 = 709 - 800 - 801 - 809 - 811 - 819 - CA3022-3029-3030-3031-3033-3037-3038-3047 - LM107-108-709 - MAA501-502-504 - MC1433-1533-1537-1539-1709 - MIC709 - N5709 - PA7709-70931-70933 - RA2909 - RC101-709 - RM101-709-4131 - S5709 - SFC2709 - SN52709-72709 - TA7050 - TAA251-521-522-812 - TL1709 - TOA1709-1809-2709-2809-3709-4709-7741 - UA709 - UC709-4101 - UL7709 - U5B770931 - 770939 - WC7709 - WM7709 - ZLD7709

710 = 5710 - LM710 - MC1710N5710 - PA7710/31-7710/39 - RC710 - S5710 - SFC2710 - SN52710-72710 - TDC710-2710 - UA710 - U3H7711031-771039 - U5B7711031 - 771039

711 = 5711 - LM711 - MC1711 - MIC711 - N5711 - PA7711/31 - RC711 - RM711 - S5711 - SFC2711 - SN52711-72711 - TDC1711-2711-4711-5711-6711-8711-9711 - UA711 - U3H771131 - U5F771131

MC1525 = 1526-1552-1553 - N5733 - S5733 - SN52733-72733 - UA733

741 = CA3056-3741 - L141 - LH101-201 - LM741 - MC1539-1741 - MCH1439 - MCH741 - N5741 - PA424-7741 - RM741 - S5741 - SN52741-72741 - TAA221 - TBA221 - 222 - TOA1741-1748-2741-2747-2748-3747-3748-4747-4748 - UA741 - UC4741 - ZLD741

747 = 810 - 813 - LM747 - MC1458 - RC4741 - RM4741 - SN52747-72747 - UA747-749 - N5101

748 = LM101-201-748 - MC1439-1539 - N5101 - 5748 - RM101 - S5101-5748 - SFC2101-2201-2748 - MC1439-1539 - N5101-5748 - RM101 - S5101-5748 - SFC2101-2201-2748 - SN52748-72748 - TAA811 - UA748

-932151-932159-932251-932259 - U6B930951-930959 - U7B932151-932159-932251-932259 - US54153-74153

7213 = 8213 - 9311 - 74154 - 84154 - D34154 - DM8212-8311-9311-54154-74154 - FJB9311 - FJH341 - FLY141-145 - MC8311 - MIC54154-64154-74154 - MM54C154-64C154-74C154 - SN54154-74154 - T159 - TL74154-84154 - U6N931151-931159 - US54154-74154

9321 = 74155 - 84155 - DM54155-74155 - FJH491 - FLY151-155 - MC4002-4007-54155-74155 - MIC54155-64155-74155 - SN54155-74155 - TL74155

74156 = 84156 - DM54156-74156 - FLY161-165 - MC54156-74156 - MIC54156-64156-74156 - TL74156

9322 = 74157 - DM4157-74157 - FJB9322 - FLY171-175 - MIC54161-64161-74161 - MM54C157-64C157-74C157 - SN54157-74157 - TL74157

9310 = 74160 - 84160 - DM54160-74160 - FJB9310 - FJJ351 - FLJ401-405 - FSC9310 - MC8310-9310 - MIC54160-64160-74160 - MM54C160-64C160-74C160 - T157 - TL74160 - U4L931051-931059 - U7B931051-931059

9316 = 74161 - 84161 - DM54161-74161 - FJB9316 - FJJ361 - FLJ411-415 - FSC9316 - MC9316 - MIC54161-64161-74161 - MM54C161-64C161-74C161 - SN54161-74161 - T158 - TL74161 - U7B931651-931659

74162 = 84162 - DM54162-74162 - FLJ421-425 - MC838 - MIC54162-64162-74162 - MM54C162-64C162-74C162 - SN54162-74162 - TC15-16-17-18 - TL74162

74163 = 84163 - DM54163-74163 - FLJ431-435 - MC839 - MIC54163-64163-74163 - MM54C163-64C163-74C163 - N8288 - S8288 - SN54163-74163 - TC11-12-13-14 - TL74163 - U4L93161-931659

74164 = 84164 - 93164 - DM7570-8570-54164-74164 - FJB93164 - FLJ441-445 - MC54164-74164 - MIC54164-64164-74164 - MM54C164-64C164-74C164 - SN54164-74164 - TL74164-84164 - US54164-74164

74165 = 84165 - 93165 - DM7590-8590-54165-74165 - FJB93165 - FLJ451-455 - MC74165 - MIC54165-64165-74165 - MM54C165-64C165-74C165 - SN54165-74165 - TL74165 - US54165-74165

74166 = 84166 - DM54166-74166 - FLJ461-465 - MIC54166-64166-74166 - SN54166-74166 - TL74166

74167 = FLJ471 - SN54167-74167

74170 = DM7551-8551-54170-74170 - FJQ101 - FLO131-135 - SN54170-74170 - TL74170 - US54170-74170

74174 = DM54174-74174 - FLJ531-535 - MIC54174-64174-74174 - SN54174-74174 - TL74174

74175 = DM54175-74175 - FLJ541-545 - SN54175-74175 - TL74175

9348 = 74180 - 84180 - 93180 - DM7220-8220 - DM54180-74180 - FJB93180 - FJH281 - FLH421-425-651 - HD2523 - MC4008-4010-4308-54180-74180 - MIC54180-64180-74180 - N8262 - S8262 - SN122-123 - SN54180-74180 - TL74180 - U4L934851-934859 - U6B934851-934859 - US54180-74180

9341 = 74181 - 84181 - DM54181-74181 - FJB9341 - FJH451 - FLH401-405 - HD2547 - MC4028-4029-4030-4031-4328-4329-4330-4331-7260-54181-74181 - N8260-8268 - RL20-21-22-23-30-31-32-33 - S8260-8268 - SN54181-74181 - SNE20-21-22-23-30-31-32-33 - SNG20-21-23-30-31-32-33 - TA20-21-22-23-30-31-32-33 - TL74181 - U4M934051-934059-934151-934159-5418151-7418159 - U6N934051-934059-934151-934159-5418151-7418159 - US54181-74181

9342 = 74182 - 84182 - DM54182-74182 - FJB9342 - FLH411-415 - HD2562 - MC4032 - 4332-7261-8261-74182 - N8261 - RL40-41-42-43 - S8261 - SN54182-74182 - SNE40-41-42-43 - SNG40-41-42-43 - TD40-41-42-43 - TL74182 - U4L5418251-7418259 - 934251-934259 - U7B934251-934259-5418251-7418259 - US54182-74182

74H183-84H183 - 93H183 - FLH451-455 - MC4026-4027-4326-4327 - RL10-11-12-13 - SN54183-74H183 - TA10-11-12-13 - TL74H183

74184 = DM54184-74184 - FLH561-565 - MC4001 - SN54184-74184 - TL74184

74185 = DM54185-74185 - FLH571-575 - MC4001 - SN54185-74185 - TL74185

93402 = FJB93402 - DM54187-74187 - FLR111-



115-119 - SN54187-74187  
**74190** = 84190 - 93190 - DM54190-74190 -  
 FJB93190 - FLJ201-205 - MC4016-4316 -  
 N8285 - S8285 - SN54190-74190 - TL74190  
 - U4L930651-930659 - U6N930651-930659  
**74191** = 84191 - 93191 - DM54191-74191 -  
 FJB93191 - FJJ401 - FLJ211-215 - MC4018  
 -4318 - N8284 - S8284 - SN54191-74191 -  
 TL74191  
**9306** = 9360 - 74192 - 84192 - DM7560-8560  
 -54192-74192 - FJB9360 - FJJ331 - FLJ241-  
 245 - HD2541 - M53390 - MC8306-9306-  
 54192-74192 - MIC54192-64192-74192 -  
 MM54C192-64C192-74C192 - N8280 -  
 S8280 - SFC8560 - SN54192-74192 - T156  
 - TD34192 - TL74192-84192 - U4L936051-  
 936059-5419251-7419259 - U7B936051-  
 936059-5419251-7419259 - US54192-74192  
**9326**-9366-74193-84193 - D34193 - DM7563-  
 8563-54193-74193 - FJB9366 - FJJ411 -  
 FLJ251-255 - HD2542 - M53391 -  
 MC54193-74193 - MIC54193-64193-74193 -  
 MM54C193-64C193-74C193 - SFC8563 -  
 SN54193-74193 - TL74193 - U4L936651-  
 936659-5419351-7419359 - U7B936651-  
 936659-5419351-7419359 - US54193-74193  
**74194** = DM54194-74195 - FLJ551-555 -  
 MIC54194-64194-74194 - N8270-8271 -  
 S8270-8271 - SN54194-74194-542525-742526  
 - TL74194  
**7600** = 9300 - 74195 - DM8563-9300-54195-  
 74195 - FJB9300 - FLJ561-565 - FSC9300 -  
 MC8300-9300 - MIC54195-64195-74195 -  
 MM54C195-64C195-74C195 - SN54195-  
 74195 - TL74195 - U4L930051-930059 -  
 U7B930051-930059  
**8680** = 74196 - 93196 - DM7280-7290-8280-  
 8290 - DM54196-74196 - FLJ381-385 -  
 MC8280 - N8280-8290 - S8280-8290 -  
 SIG8290 - SN54196-74196-542515-548280-  
 742516-748280 - TL74196 - USN8280 -  
 USS8280  
**7681** = 8681 - 8688 - 74197 - 84197 - 93197 -  
 DM7281-7288-7291-8281-8288-8291 -  
 FLJ391-395 - MC8291-8316 - N8281-8291-  
 8293-54197-74197 - S8281-8291-8293 -  
 SIG8291 - SN54197-74197-542511-548281-  
 742512-748281 - TL74197 - USN8281 -  
 USS8281  
**74198** = 84198 - 93198 - DM54198-74198 -  
 FLJ311-315 - N8200-8201-8202-8203-8243 -  
 S8200-8201-8202-8203-8243 - SN54198-  
 74198 - TL74198  
**74199** = 84199 - DM54199-74199 - FLJ321-325 -  
 SN54199-74199 - TL74199  
**74200** = DM54200-74200 - FLO141-145 -  
 JM5523 - MM54C200-64C200-74C200 -  
 SN54200-74200  
**MC1048**-1248  
**9622** = MC1584 - NE518-526 - SE518-526 -  
 SN55107-75107 - TCA192  
**MC1583** = SN55108-75108 - TCA182 - UA9622  
**9621** = MC1582 - SN55109-75109 - TCA202  
**MC1059**-1259  
**DM7831**-8831 = SN55113-75113  
**9614** = DM7830-8830 - MC1582 - SN55114-  
 75114 - UA9614  
**9615** = DM7820-8820 - MC1584 - SN55115-  
 75115 - UA9615-9621  
**9625** = SN55120-75120  
**8T15** = DM8832 - MC14886 - SN55150-75150  
**8T16** = DM8822 - MC1489 - SN55154-75154  
**LM7534** = SN55234-75234  
**LM7535** = SN55235-75235  
**WITH PREAMP TEST POINTS**  
**LM7538** = SN75238  
**LM7539** = SN75239  
**9624** = 9625 - DM7800-8800 - SN75450  
**MC1316** = SN76003  
**MC1306**-1454-1524-1554 - MFC4000-6000-8010  
 - SN76010  
**LM1304** = MC1304 - SN76104  
**MC1305** = SN76105  
**MC1307** = SN76110 - UA732-767-7290  
**MC1310** = MFC8000-8001-8002 - SN76131 -  
 UA739  
**SN76210** = TBA500  
**CA3067**-3072 - MC1325-1326-1328 - SN76246  
 - UA746  
**MC1496**-1596 = N5596 - S5596 - SN56514-  
 76514 - UA796  
**MC1330** = SN76530  
**CA3070** = MC1370 - UA780  
**CA3071** = MC1371 - UA781  
**MC1495**-1595 = UA795  
**MFC6010** = SN56603-56603-76603 - TA7060 -  
 UA703  
**CA3041**-3042 = MC1351 - SN76619 - TA7051  
 - TAA450-640 - UA717-718-719 - ULN2116-

2117  
**SN76630** = TAA630  
**MC1580** = SN55107-110 - UA9620  
**CA3043** = MC1357 - SN76642  
**CA3035** = MC1352 - SN76650  
**LM3065** = MC1351 - SN76665 - UA708-754  
**MEM2017** = MX52-54 - TMS6009  
**MC4015** = N8200-8202  
**CA3048** = MC3401  
**DM8210**  
**DM8211**  
**CA3052** = MC1339  
**DM7551**-8551  
**DM8300**-8600 = MC3300  
**DM8680**  
**DM8681**  
**DM8688**  
**DM8810**  
**DM8811**  
**DM8812**  
**CA3058**-3059-3079 = MFC8070  
**9007** = 9007-51 - 9007-59 - MC3015-3115 -  
 MIC9007 - T107 - U6A900751-900759 -  
 U31900751-31900759  
**CA3066** = MC1398  
**9005** = MC3002-3102  
**CA3090** = MC1310  
**9034** = MCM4002 - T154  
**9035** = MCM4064  
**9301** = MC9301 - T151  
**9304** = FJH371 - MC9304 - T152  
**9308** = FJH381 - MC9308  
**3320** = GDJ176 - GDN116 - MEM3064 -  
 MM410-510-4010-5010-4018-5018 - SL6-2064  
 - TMS3103  
**9312** = FJH351 - MC9312  
**SN5414**-7414  
**9318** = FJH381 - MC8318-9318  
**9322** = D34157 - FJH391 - MC8266  
**9328** = FJH371 - MC8328-9328 - T160  
**DM54125**-74125 = SN54125-74125  
**RG290**-291-292-293 = SN54H62-74H62  
 SNG290-291-292-293  
**9502** = GHH121  
**95H02** = GHH181  
**9503** = GHH131  
**95H03** = GHH191  
**9504** = GHH141  
**95H04** = GHH201  
**9505** = GHH171  
**9507** = GHH241  
**9528** = GHJ101  
**95L22** = GHH211  
**95L23** = GHH221  
**95L24** = GHH231  
**95H29** = GHJ141  
**9534** = GHJ111  
**9578** = GHH251  
**9579** = GHH261  
**9581** = GHH161  
**9582** = GHY101  
**95H84** = GHH271  
**95H90** = GHJ121  
**9595** = GHL101  
**800** = 801 - 809 - 841 - LM201 - MLM201  
 - RC101 - TAA811 - UC4201  
**9538** = GHH151  
**MC413**-463-513-563 = RF10-11-12-13 - SF10-11-  
 12-13 - SN5472-7472 - SNF10-11-12-13  
**9009-51** = 9009-59 - MC3025-3125 - SN54H40-  
 74H40 - U6A900951-900959 - U31900951-  
 31900959  
**CD2150** = FYH124 - MC1050  
**CD2151** = FYH134 - MC1051  
**MC414**-464-514-564 = RF20-21-22-23 - SF20-21-  
 22-23 - SN5472-7472 - SNF20-21-22-23 -  
 TF20-21-22-23 - TFF3011-3012-3013-3014  
**CD2152** = FYH104 - MC1052  
**MC301**-351 = SW301-351  
**MC302**-352 = SW302-352  
**MC421**-471-521-571 = RF30-31-32-33 - SF30-31-  
 32-33 - SN54104-74104 - SNF30-31-32-33  
**MC303**-353 = SW303-353  
**MC304**-354 = SW304-354  
**MC305**-355 = SW305-355  
**MC306**-356 = SW306-356  
**MC307**-357 = SW307-357  
**MC308**-358 = SW308-358  
**DM54126**-74126 = SN54126-74126  
**9309** = FJH401  
**SN54136**-74136  
**DM74586** = SN54S86-74S86  
**SN54148**-74148  
**DM54173**-74173 = MM54C173-64C173-74C173 -  
 SN54173-74173  
**93176** = DM7280-8280-54176-74176 - SN54176-  
 74176  
**93177** = DM7281-8281-54177-74177 - SN54177-  
 74177

**SN54278**-74278  
**CA3064** = TA5517  
**SN54283**-74283  
**TAA320**-750  
**MAA550** = SN76550 - TAA550-940 - TBA271  
 - ZTX33  
**MC1027**-1227  
**MC1028**-1228  
**MC1026**-1226  
**MC316**-366  
**MC1034**-1234  
**MC315**-365  
**MC314**-364  
**MC317**-367  
**SN54S133**-74S133  
**FYH124**-134  
**FZH101**-105  
**FZH111**-115 = 4NAND30  
**FZH121**-125  
**FZH131**-135 = 2NAND31  
**FZH141**-145 = 2NAND32  
**FZH151**-155 = 2AOR30  
**FZH161**-165 = 4LI31  
**FZH171**-175  
**FZH181**-185 = 4LI30  
**FZH191**-195  
**FZH201**-205  
**FZH211**-215  
**FZH231**-235  
**FZH241**-245  
**FZJ101**-105 = FF30  
**FZJ111**-115 = FF31  
**FZJ121**-125 = 2FF32  
**FZJ131**-135 = 4FF33  
**FZJ141**-145 = FF34  
**FZJ151**-155  
**FZK101**-105 = OS30  
**95H28** = GHJ131  
**MC1032**-1232  
**1101** = 11011 - GDG101-106  
**GDR101**-106 = MEM2048  
**1000**:1 = SAJ131-135  
**GDH146** = MEM1000  
**GDH116** = MEM1002  
**GDH136** = MEM1008  
**GDH126** = MEM1013  
**GDH106** = MEM1014  
**GDJ106** = MEM1015  
**SN54S134**-74S134  
**GDJ116** = MEM1055  
**DM10107** = GXH141 - MC10107-10507  
**GRJ126** = MEM3005  
**MEM3064** = TMS3027  
**GDJ136** = MEM3008  
**GDJ146** = MEM3012  
**2001** = 3304 - 3305 - 3306 - EA1208-1221 -  
 GDJ156 - MEM3016 - MM404-504-536 -  
 4040-5040-8211 - SFF4504 - TMS3016 -  
 UC7316  
**2003** = EA1003-1007-1200-1201 - GDJ166 -  
 MEM3032 - MM405-505-4050-4051-5050-  
 5051 - SFF4505 - SL7-4032 - TMS3112 -  
 UC7315  
**SN54S135**-74S135  
**SN54S138**-74S138  
**DM8200** = FLH311 - US7200-8200  
**GDN106** = MEM3100  
**EA1204**-1205 = GDN126 - MC2363 - MEM3128  
 - RD64 - TMS3114  
**GEJ102** = RA-6-4803  
**GEJ112** = SS-6-8212  
**EA1204** = FDN141 - pL5R256  
**EA3001** = GDR101-3000  
**EA1205** = FDN151 - pL5R256  
**GDR101**-1000 = RO-1-2048  
**DM10102** = GZH111 - MC10102-10502  
**DM10105** = GXH121 - MC10105-10505  
**MC318**-368  
**MC312**-362  
**FHH201** = MC2007-2057-2107-2157 - PD9622 -  
 PL9622 - RG320-321-322-323 - SG320-321-  
 322-323 - SN54H10-74H10 - SG320-321-  
 322-323  
**MC309**-359 = SW309-359  
**MC313**-363  
**FHJ141** = SM60-61-62-63  
**DM10110** = GXH161 - MC10110  
**DM10115** = GXH181 - MC10115-10515  
**DM10117** = GXH201 - MC10117  
**DM10118** = GXH211 - MC10118  
**DM10119** = GXH221 - MC10119  
**DM10130** = GXJ101 - MC10130  
**DM10131** = MC10131-10531 - GXJ111  
**SN54S139**-74S139  
**TAA1205** = TBA480-490-1205  
**DM74S151** = GTH441 - SN54S151-74S151  
**DM74S158** = SN54S158-74S158  
**SN54S174**-74S174  
**SN54S175**-74S175



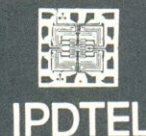
93S41 = SN54S181-74S181  
 93S42 = SN54S182-74S182  
 DM74S194 = SN54S194-74S194  
 SN54S195-74S195  
 DM74S251 = SN54S251-74S251  
 TBA530-680  
 TBA120-930  
 MAA115 = OM200 - TAA131-141-253-263  
 MAA125 = TAA111-121  
 9S109 = 54S109 - 74S109 - SN54S109-74S109  
 CA3000 = MA3000 - MC1550  
 CA3005 = MC3005 - MC1550  
 CA3006 = MA3006 - MC1550 - TA7034  
 CA3013 = MA3013 - MC1355  
 CA3014 = MA3014 - MC1357  
 CA3075 = MC1351 - TA5866  
 CA3076 = MC1590 - TA5757  
 LM307 = RC4131 - RE4131 - SN52307-72307 -  
 TQA8709-8741  
 TAA151-293  
 SAA700 = SN76540 - TAA700  
 CA3065 = MC1358 - TA5814  
 DM74S257 = SN54S257-74S257  
 CA3060 = TA5790  
 CA3062 = TA5371  
 CA3012 = MC1590 - SN76640 - TAA380-450-  
 570-640-661-710 - TBA120  
 CA3011-3021-3023 = MC1590 - TA7061 -  
 TAA380  
 CA3002-3003-3004-3028-3053 = MC1550  
 CA3010-3015 = MC1430-1709  
 DM10109 = GXH151 - MC10109-10509  
 SN54S258-74S258  
 9950 = MC850-950 = MIC950 - PD9950 -  
 PE9950 - PL995051-995059 - RC950 -  
 RM950 - SN15850-15950-54110-74110  
 SW950 - U5F995051-995059 - U6A995051-  
 995059 - U31995051-31995059  
 9963 = CD2309 - DM963 - DTuL9963 -  
 M5963 - MC863-963 - MIC963 - PD9963  
 PE9963 - PL996351-996359 - RC963 -  
 RM963 - SN5410-7410-15863-15963  
 SW963 - TD1086 - U5F996351-996359 -  
 U6A996351-996359 - U31996351-31996359  
 MC847-947 = SW727-1/2  
 6G310-311-312-313 = 74H50 - MC2013-2063-  
 2113-2163 - PD9632 - PL9632 - RG310-  
 311-312-313 - SG310-311-312-313 -  
 SN54H50-74H50 - SNG310-311-312-313 -  
 TG310-311-312-313 - TNG310-311-312-313

MC310-360 = SW310-360  
 MC404-454-504-554 - RG100-101-102-103 -  
 SG100-101-102-103 - SN5453-7453 -  
 SNG100-101-102-103 - TG100-101-102-103 -  
 TNG100-101-102-103  
 MC403-453-503-553 = RG90-91-92-93 - SG90-91-  
 92-93 - SN5486-7486 - SNG90-91-92-93 -  
 TG90-91-92-93 - TNG4611-4612-4613-4614  
 MC1816-1916 = U6A911159 - U31911151-  
 31911159  
 6F120-121-122-123 = MC2023-2073-2123-2173 -  
 RF120-121-122-123 - SF120-121-122-123 -  
 SN54H103-74H103 - SNF120-121-122-123 -  
 TF120-121-122-123 - TFF3251-3252-3253-  
 3254  
 MC311-361 = SW311-361  
 6G210-211-212-213 = DM54H55-74H55 -  
 FHH181 - MC2000-2050-2100-2150 -  
 PD9628 - PL9628 - RG210-211-212-213 -  
 SG210-211-212-213 - SN54H55-74H55 -  
 SNG210-211-212-213 - TG210-212-213 -  
 TNG3281-3282-3283-3284  
 6G220-221-222-223 = FHH141 - MC2001-2051-  
 2101-2151 - PD9621 - PL9621 - RG220-  
 221-222-223 - SG220-221-222-223 -  
 SN54H00-74H00 - SNG220-221-222-223 -  
 TG220-221-222-223 - TNG3441-3442-3443-  
 3444  
 6G230-231-232-233 = FHH101 - MC2002-2052-  
 2102-2152 - PD9631 - PL9631 - RG230-231-  
 232-233 - SG230-231-232-233 - SN54H62-  
 74H62 - SNG230-231-232-233 - TG230-231-  
 232-233 - TNG4540-4541  
 LM105-205-305 = MLM105 - SFC2105-2205-  
 2305  
 6G250-251-252-253 = FHH161 - MC2004-2054-  
 2104-2154 - PD9630 - PL9630 - RG250-  
 251-252-253 - SG250-251-252-253 -  
 SN54H53-75H53 - SNG250-251-252-253 -  
 TG250-251-252-253 - TNG4445-4446-4447-  
 4448  
 6G260-261-262-263 = FHH101 - MC2005-2055-  
 2105-2155 - PD9625 - PL9625 - RG260-  
 261-262-263 - SG260-261-262-263 -  
 SN54H30-74H30 - SNG260-261-262-263 -  
 TG260-261-262-263 - TNG3041-3042-3043-  
 3044  
 6G270-271-272-273 = MC2006-2056-2106-2156 -  
 PD9629 - PL9629 - RG270-271-272-273 -

SG270-271-272-273 - SN54H60-74H60 -  
 SNG270-271-272-273 - TG270-271-272-273 -  
 TNG4041-4042  
 6F250-251-252-253 = FHH101 - MC2009-2059-  
 2109-2159 - PD9623 - PL9623 - RF250-  
 251-252-253 - SF250-251-252-253 -  
 SN54H102-74H102 - SNF250-251-252-253 -  
 TF250-251-252-253 - TFF3241-3242-3243-  
 3244  
 6F260-261-262-263 = FHH121 - MC2010-2060-  
 2110-2160 - PD9626 - PL9626 - RF260-  
 261-262-263 - SF260-261-262-263 -  
 SN54H101-74H101 - SNF260-261-262-263 -  
 TF260-261-262-263 - TFF3341-3342-3343-  
 3344  
 6G200-201-202-203 = MC2011-2061-2111-2161 -  
 PD9634 - PL9634 - RG200-201-202-203 -  
 SG200-201-202-203 - SN54H30-74H30 -  
 TNG200-201-202-203  
 6G300-301-302-303 = MC2012-2062-2112-2162 -  
 PD9637 - PL9637 - RG300-301-302-303 -  
 SG300-301-302-303 - SN54H53-74H53 -  
 SNG300-301-302-303 - TG300-301-302-303 -  
 TNG4345-4346-4347-4348  
 6F130-131-132-133 = MC2024-2074-2124-2174 -  
 RF130-131-132-133 - SF130-131-132-133 -  
 SN54H108-74H108 - SNF130-131-132-133 -  
 TF130-131-132-133 - TFF3255-3256-3257-  
 3258  
 6F200-201-202-203 = MC2025-2075-2125-2175 -  
 PD9624 - PL9624 - RF200-201-202-203 -  
 SF200-201-202-203 - SN54H102-74H102 -  
 SNF200-201-202-203  
 6F210-211-212-213 = MC2026-2076-2126-2176 -  
 PD9627 - PL9627 - RF210-211-212-213 -  
 SF210-211-213 - SN54H101-74H101 -  
 SNF210-211-212-213  
 DM74S15 = RG3180-3182-3390-3392-3400-3402 -  
 SN54S15-74S15  
 MC1001-1201 = SW1001-1201  
 MC1002-1202 = SW1002-1202  
 MC1003-1203 = SW1003-1203  
 MC1004-1204 = SW1004-1204  
 MC1005-1205 = SW1005-1205  
 MC1006-1206 = SW1006-1206  
 MC1007-1207 = SW1007-1207  
 MC1008-1208 = SW1008-1208  
 MC1009-1209 = SW1009-1209  
 MC1010-1210 = SW1010-1210  
 MC1011-1211 = SW1011-1211

RECORTE AGORA E TORNE-SE UM ESPECIALISTA EM TV A CORES.

## Especialização em Eletrônica-TV a Cores



Participe do mais atual curso por correspondência de TV  
a Cores existente no Brasil. Único adotado e reconhecido pela:  
**ASSOCIAÇÃO DOS TÉCNICOS EM RÁDIO,  
TELEVISÃO E ELETRÔNICA DO ESTADO DE SÃO PAULO.**

Rua Barão do Rio Branco, 45 - 4º andar - Sorocaba - SP.

Tornando-se aluno do nosso Curso, automaticamente você será inscrito como  
Associado desta entidade, recebendo sua carteira de membro desta entidade  
Reconhecida de Utilidade Pública pela lei nº 1851 de 13 de fevereiro de 1976.

SOLICITE FOLHETO INFORMATIVO AO IPDTel.



### INSTITUTO DE PESQUISA E DIVULGAÇÃO DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS

Rua Dronsfield, 241 - Lapa - Cx. Postal 11916 - CEP 01000 - SP - Capital

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

Endereço: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_ Cep: \_\_\_\_\_

Peço enviar-me informações sobre como posso Tornar-me um Especialista em TV em Cores.

Não é necessário selar este Cartão Resposta-Comercial.





# transiente

comércio de aparelhos  
eletronicos Ltda.

## «KITS» NOVA ELETRÔNICA

C-MOS, TTL, Lineares, Transistores, Diodos,  
Tiristores e Instrumentos Eletrônicos

*OS MELHORES PREÇOS*

## CURITIBA-PR

av. sete de setembro, 3664

fone: 24-7706



CARTA RESPOSTA  
AUT. Nº 1.762  
ISR Nº 40-2275/77  
DATA: 19-09-77  
SÃO PAULO

---

### CARTA RESPOSTA COMERCIAL

NÃO É NECESSÁRIO SELAR ESTA SOBRE CARTA

---

O selo será pago por

IPDTEL – INSTITUTO DE PESQUISAS E DIVULGAÇÃO  
DE TÉCNICAS ELETRÔNICAS LTDA.

01098 – São Paulo



# Como são feitas as

# FITAS

# MAGNETICAS

JOSEPH KEMPLER

2ª PARTE

## MONTAGEM FINAL

Terminados os processos de corte, a montagem final pode ser iniciada. O processo é diferente para cada modelo.

**Fitas de carretel** — Uma vez colocadas nos carretéis, as fitas estão quase prontas para serem despachadas. Antes, porém, são inspecionadas visualmente, e apagadas, até que o nível de ruído chegue ao estado equivalente ao da fita virgem.

**Montagem do cartucho de 8 pistas** — Os cartuchos de 8 pistas são projetados para operar continuamente, num só sentido, sem rebobinamento; portanto o cartucho não dispõe de carretéis e a fita é enrolada sobre uma plataforma, num anel fechado, sem extremidades. Quando em movimento, a fita é fornecida a partir do interior do «pacote» da fita, e é levada, no sentido horário, pelo rolete de pressão embutido e pelo rolete de arrasto do gravador e, depois de passar pelos vários guias, cabeças e roletes de pressão, volta para o cartucho, pelo lado de fora do «pacote» da fita.

Como os diâmetros interno e externo do «pacote» diferem entre si, as camadas da fita devem deslizar continuamente, umas contra as outras, para ajustar a

tensão mecânica do movimento e mantê-lo livre de variações de velocidade e também de vibrações. Um bom cartucho deve ser capaz de trabalhar durante centenas de horas, sem nenhum acréscimo de tensão na fita, ou perturbações no movimento. Para se conseguir isto, emprega-se um revestimento especialmente lubrificado, no verso da fita, que reduz substancialmente a fricção e aumenta a vida útil do cartucho.

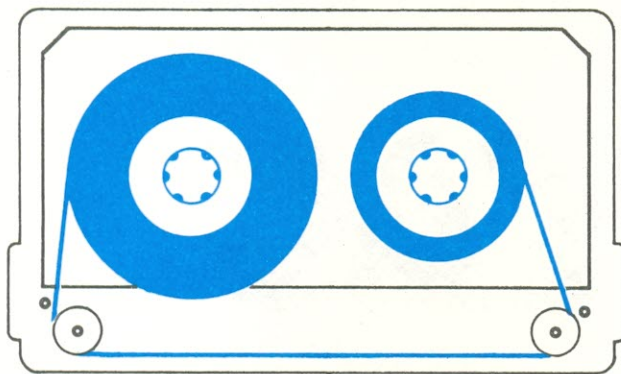
Esse lubrificante deve estar, também, sempre limpo. Qualquer sujeira depositada sobre as cabeças pode causar, como já vimos, severas perdas em alta frequência. Não se deve permitir, ainda, que o lubrificante de origem a depósitos sobre o rolete de pressão do gravador, uma vez que isto provoca escorregamentos, e mudanças de velocidade. E, por fim, evita-se a transferência de lubrificante para o lado da fita que contém o óxido, pois seria mais uma fonte de problemas.

A montagem dos cartuchos de 8 pistas começa ao se desenrolar o comprimento correto da fita, da bobina de 14 polegadas para o cartucho, diretamente. A plataforma e os vários componentes do cartucho — inclusive a almofada e o rolete de pressão

— são montados na base em seguida. Logo após, a tampa é instalada em seu lugar, e as duas extremidades da fita, que estão para fora do estojo, são cortadas em um comprimento específico, para formar o «anel». Essas pontas são então emendadas, pelo lado óxido da fita, utilizando-se uma fita colante metálica, projetada para mudar, automaticamente, a audição para qualquer um dos 4 pares de programa de um cartucho estéreo. Todos os gravadores e toca-fitas para 8 pistas estão equipados com uma cabeça que se move para cima ou para baixo, em resposta ao comando da fita metálica.

**Montagem do cassete** — Para a montagem dos cassetes, a fita, já com as margens devidamente intercaladas, é transferida das bobinas para o cassete. A margem é presa nos cubos do cassete e a fita é enrolada, até que surja a margem seguinte; nesse ponto, a fita é cortada e tem sua outra extremidade presa ao outro cubo da caixa. Os dois cubos são então assentados sobre uma metade do estojo, juntamente com os outros componentes, tais como os alinhadores antifricção, roletes, blindagem e a almofada de pressão. A seguir, a outra metade do estojo é parafusada ou soldada à primeira, para formar o conjun-





cassete

to final do cassete. Os rótulos são colocados por último e os cassetes seguem, então, para o embalamento.

### TESTES FINAIS

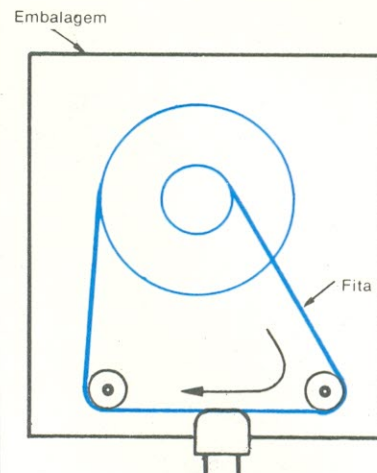
Além dos testes de controle realizados durante a fabricação, existem testes de controle de qualidade, efetuados sobre o produto final, para se verificar a coincidência de suas características com às especificações. Todas as fitas passam por esse teste, inclusive as destinadas aos cartuchos e cassetes.

São realizados três tipos de testes: **físicos**, para medir parâmetros, tais como largura, espessura, densidade, resistência à tensão, fricção, resistência a arranhões, suavidade de superfície, abrasão da cabeça, estabilidade quanto à temperatura e umidade; **magnéticos**, a fim de verificar a força coercitiva, fluxo residual (remanência), densidade do fluxo residual (retentividade) e a curva de histerese; e, finalmente, os testes de **desempenho de gravação**, para verificar a resposta em frequência a várias velocidades da fita, a distorção, a uniformidade, o ruído, a gravação de camada para camada, e até mesmo a compatibilidade da fita com vários gravadores, e seus ajustes específicos de polarização.

Enquanto os testes físicos e magnéticos são padronizados, e não variam quanto à aplicação do aparelho, os testes de desempenho de gravação estão

sempre ligados aos usos específicos para os quais a fita é projetada. O equipamento de gravação utilizado nos testes de desempenho consiste de gravadores profissionais, equipados com cabeças e ajustes tipicamente «caseiros». Além disso, alguns dos testes são feitos com uma grande variedade de gravadores diferentes, para se verificar o comportamento das fitas, sob as condições não-ideais, encontradas fora dos laboratórios.

Ao lado dos testes feitos nas fitas antes da montagem, os cassetes e cartuchos virgens passam ainda por testes complexos de qualidade. Os cartuchos, por exemplo, são testados em relação à variação de velocidade, vibração e tensão mecânica. Para isso, utiliza-se, além dos cartuchos novos, outros com centenas de horas de uso; os testes são efetuados sob condições ambientais reproduzindo umidade extrema do ar, como as encontradas em automóveis, barcos e outras situações, onde os cartuchos são normalmente usados. Como os proprietários de toca-fitas de 8 pistas não costumam cuidar da limpeza e manutenção de seus aparelhos, principalmente porque esses toca-fitas são utilizados longe de casa, uma especial atenção é dedicada ao funcionamento das fitas sob condições desfavoráveis de uso e manutenção.



Cartucho de 8 pistas

Os cassetes também são testados quanto à variação de velocidade e vibração, exigências de torque, suavidade de movimento e vida útil. E são testados, ainda, quanto ao desempenho de gravação, já que é um fator que não pode ser determinado precisamente nos testes preliminares, pois o estojo plástico do cassete serve como uma superfície de alinhamento e, assim, pelo menos parcialmente, determina o ajustamento do azimuth entre a cabeça e a fita. Um bom estojo para cassetes é feito a partir de moldes de precisão, com plásticos estáveis e resistentes a empenamentos, devendo ser montado com grande cuidado, para que seja mantido o alinhamento de que as partes plásticas são capazes.

Um grande número de testes de resposta, onde são medidos os efeitos dos plásticos, são levados a cabo em uma grande variedade de gravadores cassette, variando desde os simples «decks», até os mais sofisticados aparelhos de três cabeças.

Neste ponto, os leitores devem ter compreendido o grande esforço técnico necessário para a fabricação das fitas magnéticas de qualidade. Na realidade, é preciso muita atenção nos controles de fabricação, uma considerável dose de experiência e exaustivos testes de qualidade, para se produzir este maravilhoso meio de reprodução do som.



# Seção PY-PX





# ENTRE NO MUNDO DA FAIXA DO CIDADÃO

NICOLAU KOSKINAS

*Para muitas pessoas, a faixa do cidadão é uma atividade um tanto nebulosa e talvez até sem utilidade aparente. Na realidade, porém, é um meio de comunicação bastante útil e existe para suprir a necessidade de comunicação pessoal nas grandes cidades, estando ao alcance de qualquer pessoa. Pretendo, então, por meio deste artigo, esclarecer alguns pontos sobre a faixa do cidadão (em inglês CB, ou Citizen Band).*



No espectro de frequências, a faixa do cidadão está localizada na altura dos 11 metros ou 27 megahertz e divide-se em 23 canais. Para operar o equipamento (ou transceptor), que é um aparelho pouco maior que um rádio de

automóvel, basta ligar, verificar se o canal em que se vai operar está desocupado, assumir o comando do microfone e pronto!

O equipamento de faixa do cidadão é geralmente encontra-

do em veículos, onde atinge seu máximo desempenho. Para ter uma idéia de sua utilidade, veja o meu caso, por exemplo:

Ao sair de casa, pela manhã, ligo o aparelho no canal 21 e pe-



ço informações sobre o trânsito à estação PX2-2511, de utilidade pública, e traço então o melhor percurso até o meu local de trabalho. Durante o trajeto, posso contactar outros colegas na faixa, mantendo uma amigável conversa, que pode ser interrompida por um chamado de minha esposa, para me transmitir uma pequena lista de compras.

Caso surja alguma situação de emergência, ao longo do percurso, posso entrar em contato, através do canal 9 (canal de emergência internacional), com o COPOM (Centro de Operações da Polícia Militar) e, logo depois, chamar o meu escritório, avisando do meu possível atraso e passando algumas recomendações, para que o trabalho não seja interrompido ou prejudicado pela minha ausência.

Chegando ao serviço, o que é um feito notável numa cidade como São Paulo, mesmo com o auxílio da faixa do cidadão, chamo minha residência novamente e informo aos aflitos familiares que cheguei são e salvo e, portanto, podem apagar as velas.

Nas principais estradas de rodagem, o meu percurso é inteiramente acompanhado pelas estações de rádio escuta no canal 9, podendo estas auxiliar-me em caso de dificuldades.

Como se vê, a faixa do cidadão é de grande ajuda em muitas ocasiões.

### Escolha do transceptor

Para ter esse equipamento instalado em seu carro, o leitor interessado deverá preparar o espírito para uma despesa que gira em torno dos Cr\$ 10.000,00. Os transceptores não diferem muito entre si, quanto ao funcionamento, com exceção dos que operam por SSB, os quais não recomendo aos iniciantes na faixa, devido ao seu preço extremamente elevado.

O transceptor deverá ser de AM (amplitude modulada) e, de preferência, dotado de todos os 23 canais, o que proporciona flexibilidade total ao seu usuário. Deverá ainda incluir um sistema

A.N.L. (controle automático de ruído) em seu circuito.

A maior parte dos equipamentos encontrados atualmente no mercado possuem essas características. Deve-se ter cuidado, porém, no que se refere à procedência e qualidade do mesmo; verifique, também, se o aparelho é homologado pelo Dentel, órgão que regula a utilização de tais equipamentos. Um bom equipamento, preferido por muitos operadores da faixa do cidadão, é o da marca Lafayette, cujo preço está em torno de Cr\$ 7.000,00, atualmente.

### Escolha da antena

Esta é a parte mais crítica de todo o sistema, tanto na escolha como no ajuste, pois da qualidade da antena dependerá todo o rendimento da estação. Sua impedância deverá ser, depois de ajustada, igual à do transmissor e do cabo coaxial que os interliga, normalmente de 52 ohms.

Se uma linha coaxial apresentar uma terminação com impedância diferente da nominal da linha, teremos, como consequência, as chamadas ondas refletidas, que fazem parte da potência do transmissor, percorrendo a linha em sentido inverso e fase oposta, e são capazes de anular boa parte do sinal a ser transmitido. O instrumento usado para medir as ondas refletidas é o «SWR meter» ou refletômetro.

As impedâncias do transceptor e da linha coaxial são garantidas pelos respectivos fabricantes; já a antena precisa ser ajustada, pois sua impedância é variável, devido a inúmeros fatores e, entre eles, os que mais afetam o seu funcionamento são: tipo e tamanho do veículo, pois ele é o plano terra do sistema e, também, a localização da antena neste.

Existem vários tipos de antenas, sendo que a mais eficiente é a conhecida como «maria-mole» e cujo nome correto é «whip» de ¼ de onda.

Essa antena não passa de uma vareta de 2,75 m de altura, alimentada na base e que ressoa naturalmente em 27 MHz, com uma impedância de 52 ohms, necessitando apenas um ligeiro ajuste em seu comprimento, de modo a otimizar a relação onda direta/onda refletida. Como único inconveniente, esta antena tem um tamanho exagerado.

Existem ainda outras antenas, reduzidas no tamanho (1 m, aproximadamente) que utilizam dispositivos para adaptar sua impedância aos 52 ohms, tais como bobinas de carga, acopladores «L» ou «pi», incorporados à sua estrutura.

Tais antenas apresentam uma eficiência bem inferior, em relação à «whip» de ¼ de onda, devido ao comprimento de seu elemento irradiante, ou seja, sua vareta. Com este tipo de antena, mesmo que esteja bem ajustada e «casada», o equipamento estará irradiando menos da metade da energia que deveria, se estivesse equipado com a «whip». Contudo, mesmo com sua baixa eficiência e ajustes críticos, são as antenas preferidas, graças às suas vantagens de ordem física.

Neste caso, vale a seguinte recomendação: **não economize na antena**, pois as mais caras são realmente as melhores; seu preço varia em torno dos Cr\$ 3.000,00.

Para aquele que acredita não estar preparado para enfrentar o problema da antena, e deseja entrar na faixa do cidadão, sugerimos que adquira inicialmente o transceptor, cuja documentação é necessária, para sua inscrição no Dentel. Enquanto aguarda sua licença, que pode demorar até 60 dias, não é permitido utilizar o aparelho; durante este período, portanto, será possível consultar publicações especializadas e também as próximas edições de Nova Eletrônica, que trarão experiências na faixa do cidadão, como montagem de antenas caseiras, instrumentos para medir ondas refletidas, sugestões para instalação, etc.



# GLOSSÁRIO DE TERMOS TÉCNICOS

## UTILIZADOS EM RADIOAMADORISMO E FAIXA DO CIDADÃO



**Saída AF** — A potência, em watts, que o transceptor entregaria a um alto-falante de impedância dada, a um certo nível de distorção. Valor típico: 2 watts de saída em AF sobre uma impedância de 8 ohms, a uma distorção de 5%. Um watt seria suficiente, mas uma potência maior é necessária em locais com mais ruído. A distorção pode chegar aos 10%, sem perdas sérias na inteligibilidade.

**Resposta AF** — Na seção receptora, é a medida da uniformidade ou saída plana da saída AF, ao longo da faixa da voz humana. No transmissor, indica a uniformidade com que o sinal é modulado, ao longo da mesma faixa. Uso típico:  $\pm X$  dB ou de  $-X$  dB a  $+Y$  dB, de 300 a 3000 Hz. Os limites máximos geralmente chegam a 3 ou 6 dB.

**CAG (AGC) — Controle automático de ganho** — Constitui um meio de controlar o ganho da seção receptora, por meio de realimentação, de modo a ajustá-lo à potência do sinal de entrada. No caso ideal, o nível de saída no alto-falante deveria permanecer constante, ao longo de uma extensa faixa de sinais de entrada. Para pequenos sinais de entrada, o sinal de realimentação é baixo e o ganho é elevado; para sinais de grande intensidade, o laço de rea-

limentação atenua o ganho, a fim de evitar a sobrecarga.

**AM** — Sistema de transmissão de informações pela modulação em amplitude, ou seja, pela variação do nível de uma onda portadora, de acordo com o sinal modulador (voz). O sinal composto de AM contém uma portadora e duas bandas laterais, que são a imagem uma da outra e carregam a informação a transmitir.

**AML — «Automatic modulation limiting» (limitação automática de modulação)** — É um circuito que utiliza um efeito CAG para evitar excesso de modulação. Quando um sinal de voz mais forte aparece, esse estágio reduz o ganho dos amplificadores de áudio, mantendo o nível de modulação abaixo dos 100%.

**Beam antenna (antena tipo fecho)** — Também chamada de antena direcional, é o tipo que favorece apenas uma determinada direção. Ela «dirige» a potência de saída do transceptor, assim como o refletor de um farol concentra a luz de uma pequena lâmpada, transformando-a em forte fecho de luz. A elevação aparente no ganho é chamado de ganho da antena e, quanto mais o sinal é concentrado por



ela, mais direcional ela é. Uma antena direcional também favorece a recepção de sinais de uma mesma direção.

**«Clarifier» (clarificador)** — Controle existente em transceptores SSB. Consiste em um controle de sintonia fina, ajustado cuidadosamente, de maneira que o sinal recebido soe de modo natural. Sua faixa efetiva vai de  $\pm 600$  Hz a  $\pm 1500$  Hz.

**Cabo coaxial** — Linha de transmissão empregada para acoplar sinais do transceptor à antena e vice-versa. É composto por um condutor central isolado, rodeado por uma malha de alumínio ou cobre. Todos os cabos coaxiais introduzem algumas perdas, o que é especificado em dB por 100 pés. Sua impedância característica na faixa do cidadão é de 52 ohms.

**Conversor para a faixa do cidadão** — Dispositivo que converte os sinais da faixa do cidadão em uma frequência da faixa comercial de AM. Tal função pode ser desempenhada por um circuito superheteródino. Esses conversores se prestam apenas à recepção dos sinais, não à sua transmissão.

**Cristal** — Um cristal de quartzo que exibe propriedades piezoelétricas, ou seja, quando é comprimido fisicamente, surge uma tensão no mesmo. Os cristais se comportam também como circuitos sintonizados; com a colaboração de componentes externos, oscilam a uma frequência determinada pelo seu tamanho e formato, pelo modo como foi cortado, pelos parâmetros do circuito, etc. Os cristais são usados para gerar sinais em osciladores, assim como em filtros, microfones e fones.

**dB** — Abreviação de decibel, medida de intensidade de sinal, comparado a uma certa referência. Para tensão, a relação dB é determinada pela fórmula  $\text{dB} = 20 \log V_1/V_2$ . Para potência, a relação é  $\text{dB} = 10 \log P_1/P_2$ . Quando a potência é dobrada, temos um ganho de 3 dB; quando a potência é multiplicada por 10, temos um ganho de 10 dB.

Os decibéis são geralmente utilizados para expressar quanto um sinal vai ser amplificado por um certo estágio, o nível de um sinal em relação ao ruído de fundo (S/R ou relação sinal/ruído) ou a variação de um nível de saída, ao longo de uma dada faixa de frequência.

**Sintonia delta** — Controle ou chave com função semelhante à do clarificador, encontrado em muitos transceptores AM. Compensa os sinais fora da frequência central de um canal da faixa do cidadão. Apesar de ser aproximadamente a mesma do clarificador, sua faixa efetiva não requer um ajuste tão crítico.

**Distorção** — Modificação indesejável da fase ou amplitude de um sinal, que ocorre quando um estágio amplificador está se comportando não linearmente. Todos os amplificadores possuem uma certa não linearidade, mas os melhores são projeta-

dos de modo a reduzi-la ao mínimo possível. Um amplificador não linear produzirá um sinal que aparecerá distorcido na tela de um osciloscópio e que conterà energia em frequências diferentes daquelas do sinal de entrada. Tais resultados são conhecidos como harmônicas, assim como a distorção por intermodulação, a distorção de fase, etc. As não linearidades ocorrem tanto em amplificadores AF como RF.

**Filtros** — No sentido mais amplo, filtros são dispositivos que favorecem ou atenuam mais um determinado grupo de frequências, em relação aos outros. Um filtro passa-baixas permitirá a passagem de todas as frequências, abaixo de um certo ponto de corte, mas atenuará todas as que estiverem acima desse ponto. Tal tipo de filtro é colocado na saída de um transceptor da faixa do cidadão, de modo a atenuar as harmônicas que poderiam causar interferência em TV. Um filtro passa-altas trabalha da maneira inversa, dando passagem a todos os sinais acima do ponto de corte. Os filtros passa-banda permitem a passagem de sinais situados entre os limites superior e inferior de uma determinada faixa, às custas dos sinais situados fora dessa faixa. Os filtros passa-banda são utilizados nas seções de FI dos receptores para melhorar a receptividade; são construídos normalmente sob a forma modular, utilizando cristais de quartzo, elementos mecânicos ou cerâmicos. Os filtros menos críticos, como os tipos passa-baixas e altas, são feitos, em geral, a partir de capacitores e bobinas discretas.

**Sintetização de frequência** — Uma maneira de produzir várias frequências diferentes, sem utilizar osciladores separados a cristal, especialmente ajustados, um para cada frequência. Um sintetizador composto por 10 cristais, por exemplo, pode gerar, transmitir e receber frequências para os 23 canais da faixa do cidadão. Um desenvolvimento mais recente, o sintetizador digital, emprega apenas um cristal de referência, um «phase-locked loop» (laço fechado por realimentação) e um contador digital, para gerar um grande número de frequências estáveis. Tais circuitos são usados para reduzir a dependência em cristais individuais, que são muito caros.

**Tolerância de frequência** — Indica quanto que a frequência gerada no interior do transceptor poderá variar, a partir de seu valor original, para um certo canal. Esse desvio poderá ser causado por pequenas variações no cristal oscilador, no circuito, ou grandes variações na temperatura ambiente, tensão de alimentação, etc. A máxima tolerância de frequência legal é de 0,005%, ou 1350 Hz, na faixa do cidadão, aproximadamente.

**Ganho de antena** — O aumento aparente na potência que a antena produz, medido em dB. Se uma determinada antena apresenta um ganho de 3 dB, a potência irradiada efetiva do conjunto transceptor/



antena é de 8 W (ou seja, 4 W x 2 ). Não existem restrições legais quanto ao ganho da antena, mas existem algumas limitações práticas; as mais importantes são as dimensões físicas, pois as antenas de alto ganho tendem a ser exageradamente grandes.

**Harmônicas** — Sinais indesejáveis que aparecem em múltiplos (2, 3, etc.) da frequência fundamental, desejada. São produzidas por amplificadores não lineares e podem ocasionar interferências em aparelhos de TV e outros aparelhos. A segunda harmônica é a de maior intensidade, seguida pela terceira, depois, a quarta, e assim por diante. A segunda harmônica de uma portadora da faixa do cidadão, de 27 MHz (54 MHz), pode causar pesada interferência no canal 2 de televisão (54-60 MHz).

**Impedância** — Oposição oferecida por um elemento de circuito, por uma linha de transmissão ou uma antena, a um sinal CA ou de RF. Apesar de ser medida em ohms, como a resistência, é uma composição de efeitos resistivos e reativos. A impedância comum ao equipamento da faixa do cidadão é de 50 ou 52 ohms e todo o sistema deve ser adaptado a esse valor.

**Indicador de modulação** — Um indicador relativo (em geral, uma pequena lâmpada) que brilha cada vez mais, à medida que o índice de modulação se aproxima dos 100%. Ele dá ao operador uma idéia do nível de modulação da portadora.

**Cancelador de ruído** — Outro circuito para reduzir a interferência de ruídos. É colocado, normalmente, na seção de RF, ou na entrada da seção de FI do receptor, antes dos circuitos de alta seletividade. O eliminador de ruídos apanha uma amostra do sinal recebido, e «silencia» o receptor por um curto período de tempo (apenas durante o pico de ruído). Os «silenciadores» são mais efetivos que os limitadores de ruído, mas seus circuitos são mais complexos.

**Microfone cancelador de ruído** — Microfone construído de maneira a minimizar a transmissão de qualquer ruído de fundo, no local de transmissão.

**Limitador de ruído** — Chamado, algumas vezes, de limitador de porta série, é um circuito que elimina os picos de ruído, sobrepostos ao sinal desejado. Geralmente, são utilizados diodos, para se obter a ação de corte. Quando o circuito opera sob um limiar pré-determinado, sem nenhuma intervenção do operador, é chamado de limitador automático de ruído (ou anl). São encontrados, geralmente, nas seções de FI ou RF do receptor.

**Antena omnidirecional** — Uma antena que irradia igualmente bem em todas as direções. Algumas antenas deste tipo apresentam ganho.

**PEP** — Abreviado de «Peak Envelope Power» ou potência de formato de pico. A potência de entrada ou de saída de um transceptor SSB é medida em

watts PEP. Ao contrário dos transceptores AM, o do tipo SSB somente desenvolve potência quando é modulado; assim, termos como «potência RMS da portadora» não tem sentido, neste caso (pois não há portadora). A única maneira prática de se medir a potência de saída em SSB é pela determinação da potência contida no sinal, à sua máxima amplitude (ou seja, nos picos).

**«Phase-locked loop»** — Sistema eletrônico, composto por um oscilador controlado por tensão (VCO), um comparador de fase, um filtro passa-baixas e um amplificador. O PLL (phase-locked loop) pode ser utilizado como um detector de FM de extrema linearidade, como um filtro sintonizável e como um oscilador extremamente estável. Quando combinado com um oscilador de referência externa e um circuito divisor por N, pode funcionar como um sintetizador de frequência, fornecendo saídas estáveis, em várias frequências.

**Sistema «pi»** — Circuito sintonizado, localizado no estágio de saída de um transmissor, e utilizado para «casá-lo» à antena. Em alguns casos, o transceptor possui ajustes que permitem um perfeito acoplamento entre o sistema «pi» e a antena.

**Controle de ganho em RF** — Controle manual que ajusta o ganho da seção receptora, é incluído em alguns transceptores, como suplemento ao circuito CAG. Alguns sinais mostram-se simplesmente muito intensos para que o CAG possa controlá-los, e podem chegar a sobrecarregar o receptor, a não ser que o ganho possa ser reduzido por este controle.

**Potência de saída em RF** — Para um transmissor AM, esta especificação indica o nível de portadora (em watts) que é enviado à antena. O limite legal para AM é 4 W e muitos transceptores chegam a esse valor, ou perto dele. A potência de saída em RF para um transceptor SSB é medida em watts PEP, como já foi explicado.

**Medidor «S»** — Instrumento que fornece valores relativos da potência dos sinais recebidos. Pode ser calibrado em unidades «S» e em dB; cada unidade «S» é igual a 6 dB. Acima de S9, muitos desses instrumentos são calibrados em incrementos de 10 dB.

Os medidores «S» têm a intenção de ser relativos e não absolutos; são úteis na comparação de potência de duas estações ou do desempenho de duas antenas, na mesma localidade.

**Seletividade** — Basicamente, isto está relacionado à capacidade do receptor diferenciar entre o sinal ao qual está sintonizado e o sinal adjacente. Pode ser especificado também como «rejeição de canal adjacente». Este valor (uma relação expressa em dB) mostra a intensidade a mais que um sinal de um canal adjacente (10 kHz além) precisaria ter, de modo a interferir com a recepção inteligível do sinal desejado.



Algumas vezes, a seletividade é especificada como a banda de passagem em FI, ou seja, a «janela» pela qual o receptor pode olhar, para detectar sinais de uma certa potência. Diz-se assim: «X kHz a Y dB abaixo», o que significa que, a X kHz de sua frequência de operação, o sinal terá sua potência reduzida em Y dB. Em transceptores AM, a banda de passagem típica é de aproximadamente 3 kHz a 6 dB abaixo e 30 kHz a —60 dB. Para uma adequada recepção em AM, a «janela» não deve ser mais estreita que 2500 Hz. A recepção em SSB requer melhor seletividade para que os resultados sejam satisfatórios e valores de 2,1 kHz a 6 dB abaixo não são raros.

**Sensibilidade** — Descreve qual é a mínima potência de sinal com a qual o receptor pode trabalhar e fornecer uma saída razoável no alto-falante. A intensidade do sinal é medida em microvolts e a segunda parte desse valor é chamada relação sinal/ruído (veja S/R), especificada em dB. Um determinado transceptor, com uma sensibilidade AM de 1  $\mu$ V para uma relação S + R/R de 10 dB, produzirá uma saída 10 vezes mais «forte» que o ruído de fundo.

**S/R** — Abreviação de relação sinal/ruído. Especificada em dB, nos diz quanto um sinal é mais intenso que o ruído de fundo. Geralmente, é medida no alto-falante.

Freqüentemente, utiliza-se a relação S + R/R, que é mais fácil de ser medida; essa relação exprime a razão entre o sinal e o ruído de fundo, em relação ao ruído de fundo e fornece uma sensibilidade aparentemente mais elevada do que a simples relação S/R.

**Compressão de voz** — É um meio de elevar o nível médio dos sinais de voz, de modo a provocar um aumento na «potência de fala», ou níveis médios de modulação.

A voz humana possui um baixo nível médio, com picos transientes abruptos; se o sinal de voz não for comprimido, a portadora não ultrapassará os 20% de modulação, durante a maior parte do tempo, sendo completamente modulada nos picos de voz. A eficiência total, dessa maneira, é baixa. Mas, se os picos forem cortados e o nível médio, reforçado, o grau médio de modulação será elevado; esta forma de processamento é chamada de «corte de voz».

Uma outra técnica, chamada compressão de fala, possui um amplificador tipo CAG, que corta o ganho dos picos de voz enquanto amplifica os níveis médios mais baixos. O corte ou a compressão podem ser introduzidos nas seções de áudio ou RF do transceptor. Os métodos de RF são mais eficientes e o corte produz melhores efeitos que a compressão, mas requer uma blindagem geral e filtragem, no interior do transceptor.

**Emissões espúrias** — Energia de RF indesejável que aparece na antena. São, em geral, frequências distantes do canal em que se está operando, e

seus componentes podem ser as harmônicas, produtos do misturador e oscilações. Devem estar a, pelo menos, 50 dB abaixo da intensidade do sinal desejado.

**Resposta espúria** — Descreve como o receptor manipula os sinais indesejáveis, especialmente aqueles que são gerados no interior do próprio transceptor. Este fator deve estar entre 25 e 35 dB abaixo do sinal desejado.

**«Squelch» ou silenciador** — Circuito que silencia o receptor, na ausência de sinais que apresentem uma intensidade acima de um certo nível. Esse nível de cancelamento é ajustável, normalmente, por meio de um controle do painel frontal; quando é ajustado adequadamente, ele cancelará o ruído de fundo, evitando que o mesmo alcance o alto-falante. Por outro lado, ele ativará o receptor, quando um sinal inteligível for detectado.

**SSB** — Abreviação de «single sideband» ou banda lateral única. É um tipo de amplitude modulada, na qual uma das bandas laterais e a portadora não são transmitidas. Isto confere à transmissão SSB uma vantagem de eficiência de 6 : 1 sobre a transmissão em AM e, portanto, uma maior faixa por watt de potência de saída.

SSB ocupa metade do «espaço» ocupado por um canal de AM (DSB ou dupla banda lateral); assim, poderíamos obter 46 canais em SSB + 23 canais em DSB, apesar de que SSB não pode ser utilizado em conjunção com DSB, e vice-versa. Entretanto, os circuitos para SSB são mais complexos e os métodos de sintonia são mais críticos, se comparados aos de AM; devido a essas razões, são necessários controles adicionais, como clarificadores, tornando os transceptores SSB mais caros que os de AM com características semelhantes.

**Super-heteródino** — Modelo comum de receptor, onde o sinal de entrada é transformado em sua frequência, por meio de conversores de frequência ou misturadores. O sinal é transformado em uma frequência intermediária ou FI. Tais estágios são adicionados para providenciar seletividade e uma boa rejeição de sinais espúrios.

**SWR** — Abreviação de «standing wave ratio» ou razão de onda estacionária. Quando as impedâncias de um sistema de comunicação não são iguais, criam-se reflexões, que enviam potência de volta ao transceptor, a partir da antena; como resultado, surgem ondas estacionárias de tensão e corrente na linha de transmissão.

A relação de onda estacionária pode ser determinada matematicamente pela fórmula  $SWR = Z_1/Z_2$ , com a maior impedância em primeiro lugar. Deste modo, se uma linha de transmissão de 50 ohms alimenta uma antena de 50 ohms, a razão é de 1 : 1 ou «um para um». Sob tais condições, toda a potência entregue pelo transceptor alcança a antena (desprezando as perdas na linha). Caso a impedância da

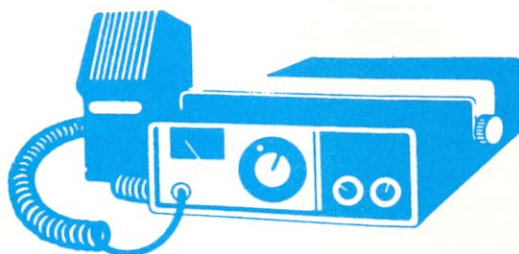


antena seja de 25 ou 100 ohms, a razão será 2 : 1; este valor é considerado o limite máximo que a razão de onda estacionária deve exibir, em um bom sistema de comunicação. Essa razão é geralmente medida por um refletômetro ou uma ponte SWR. Tais dispositivos estão disponíveis em separado, mas são incluídos em alguns transceptores.

**Interferência em TV (TVI)** — Interferência verificada em aparelhos de TV, quando um transceptor da faixa do cidadão está operando nas proximidades. Pode ser atribuída, em alguns casos, à blindagem ou filtragem deficiente do receptor de TV, não sendo problema originado pelo transceptor ou operador. Em certas situações, contudo, essa interferência é causada pela irradiação indesejável de sinais pelo transceptor, e é dever do operador tentar eliminar tal problema, seja pela verificação de seu transceptor, seja pela instalação de um filtro na saída de seu equipamento.

**VOX** — Transmissor operado pela voz. Quando o operador fala ao microfone, o circuito VOX ativa automaticamente o transmissor, sem haver necessidade de pressionar o interruptor do microfone. No final da fala, o atraso VOX mantém o transmissor operando durante um período de tempo ajustável, o que evita a vibração do relé, entre sílabas ou palavras.

**Wattímetro** — Dispositivo que mede a potência de saída de um transceptor da faixa do cidadão.



## ATENÇÃO

**Técnicos e estudantes de eletrônica,  
ganhem muito dinheiro, montando  
e vendendo**

**KIT'S NOVA ELETRÔNICA**

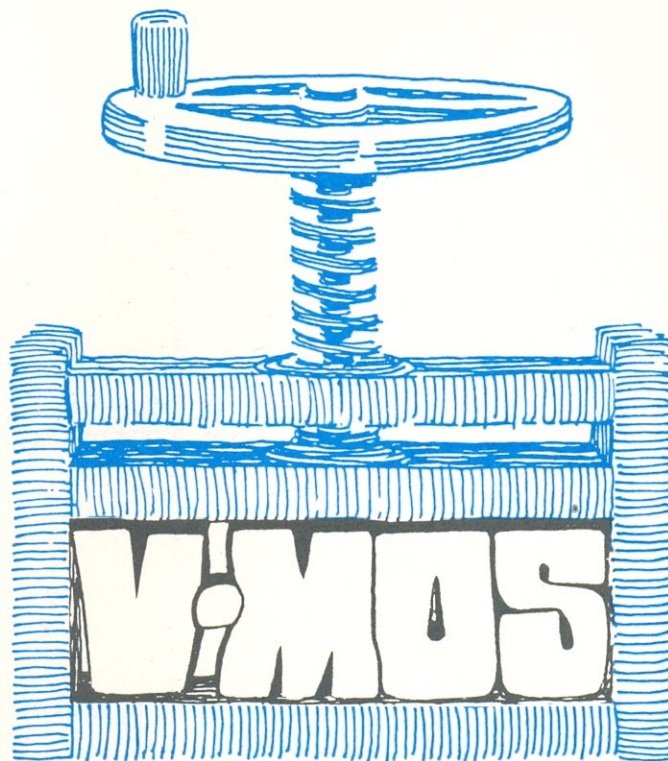
**Peça pelo reembolso ou mande cheque pagável em  
Porto Alegre.**

**Os preços estão na última contra-capa desta revista.**

 **DIGITAL**

DIGITAL - Componentes Eletrônicos Ltda.  
Rua Conceição, 383 - Fone: (0512) 24-4175  
Porto Alegre - RS





## Extraindo um maior desempenho dos integrados LSI

**As ranhuras adicionam uma nova dimensão à estrutura e ao desempenho dos dispositivos V-MOS.**

3.<sup>a</sup> PARTE

FRED B. JENNÉ

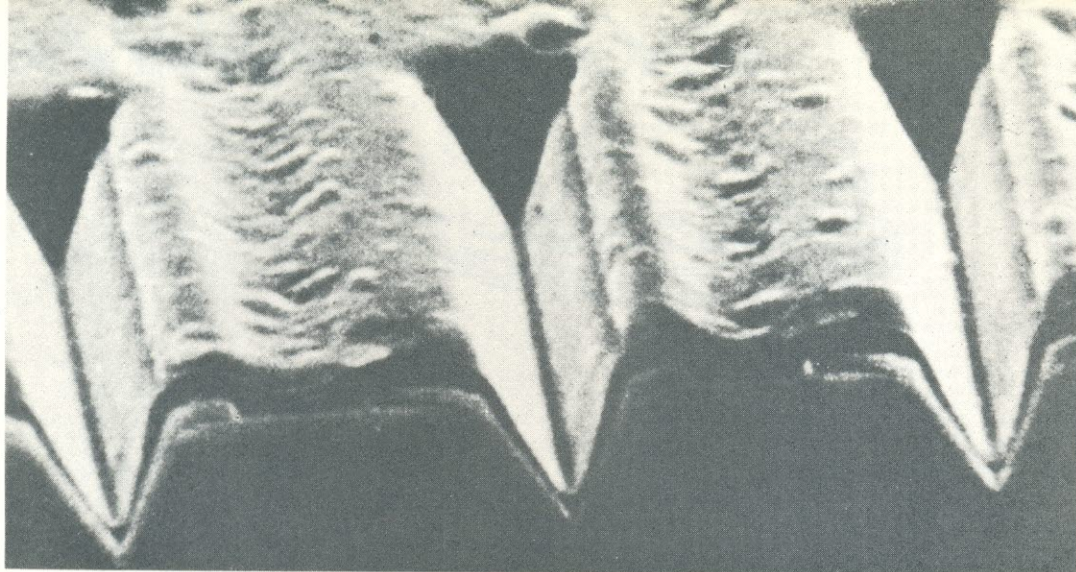
Até agora, os transistores MOS dos circuitos integrados em larga escala têm sido «planares», ou seja, bidimensionais. A tecnologia V-MOS adiciona uma dimensão vertical, produzindo dispositivos que apresentam o supridouro localizado abaixo do dreno e da porta, ao invés de colocá-lo ao lado dos mesmos. Este terceiro grau de liberdade torna os dispositivos V-MOS mais

rápidos, como também mais densos, em relação às tecnologias rivais, tais como MOS de canal n e a lógica de injeção integrada.

Esta e outras vantagens da tecnologia V-MOS estão sendo demonstradas em uma grande variedade de dispositivos de memória. Existe, por exemplo, uma memória RAM estática, de

4 096 bits, que ocupa metade do espaço de uma RAM similar, da tecnologia n-MOS; essa mesma memória possui um tempo de acesso de apenas 100 ns. Uma memória ROM, programável e apagável, de 16 384 bits e apenas 15 volts de tensão de programação, está em desenvolvimento, o mesmo acontecendo com uma outra ROM, de 65 536 bits, que apresenta um tempo de





**Nas ranchuras** — Um microscópio eletrônico mostra as ranchuras em forma de «V» criadas pelo processo V-MOS. Os transistores MOS são formados com os canais ao longo das inclinações das ranchuras, os supridores no substrato e os drenos na superfície.

acesso de 300 ns. Além disso, uma nova RAM dinâmica de 65 kbits parece possível agora, dentro dos próximos dois anos.

O transistor V-MOS de canal n (figura 1) é formado ao longo das inclinações da ranhura, que é gravada anisotropicamente na superfície de um «wafer» de silício. Observe que o supridor  $n^+$ , estando abaixo do dreno  $n^+$ , não ocupa área alguma na superfície; além disso, a região do supridor  $n^+$  serve também como um plano de terra, enquanto as outras tecnologias necessitam de área adicional na superfície para as interligações de terra.

Comparada à tecnologia n-MOS, os dispositivos V-MOS poupam quase 40% na área da lógica aleatória, devido à economia nas regiões do supridor e do terra e também porque a tecnologia n-MOS requer uma maior área, para uma certa razão dispositivo de carga/dispositivo «pull-down».

Comparada aos dispositivos  $I^2L$ , a tecnologia V-MOS exibe uma maior densidade, porque os primeiros têm uma largura de faixa de base que deve acomodar uma difusão concêntrica de coletor, assim como um orifício de contato, enquanto a faixa de difusão dos dispositivos V-MOS deve acomodar um orifício de contato, somente.

A figura 1 também mostra que o canal ativo da estrutura V-

MOS está localizado na inclinação da ranhura em forma de «V» da camada epitaxial. Essa camada não apresenta uma dopagem uniforme; ela consiste de uma película tipo p, com uma espessura menor que  $1\ \mu\text{m}$ , coberta por uma camada «pi» (camada tipo p, levemente dopada), de  $1\ \mu\text{m}$  de espessura, após o processamento.

Entre as duas, a camada p tem o maior limiar e, conseqüentemente, determina, normalmente, o limiar total do transistor e o comprimento efetivo do canal, ao longo de uma larga região de operação. A camada «pi» reduz a capacitância dreno-supridor, evita o efeito de «punch-through» (onde a região de depleção se estende, através da camada p, até o supridor), e evita ainda a redução do limiar induzida pelo dreno, um sério problema dos dispositivos n-MOS, à medida que as dimensões são reduzidas (tais efeitos podem ser minimizados, nos dispositivos n-MOS, mas às custas de se aumentar a dopagem do canal, que eleva a capacitância, e de se diminuir a espessura do óxido da porta, que reduz os rendimentos).

#### Largura de canal

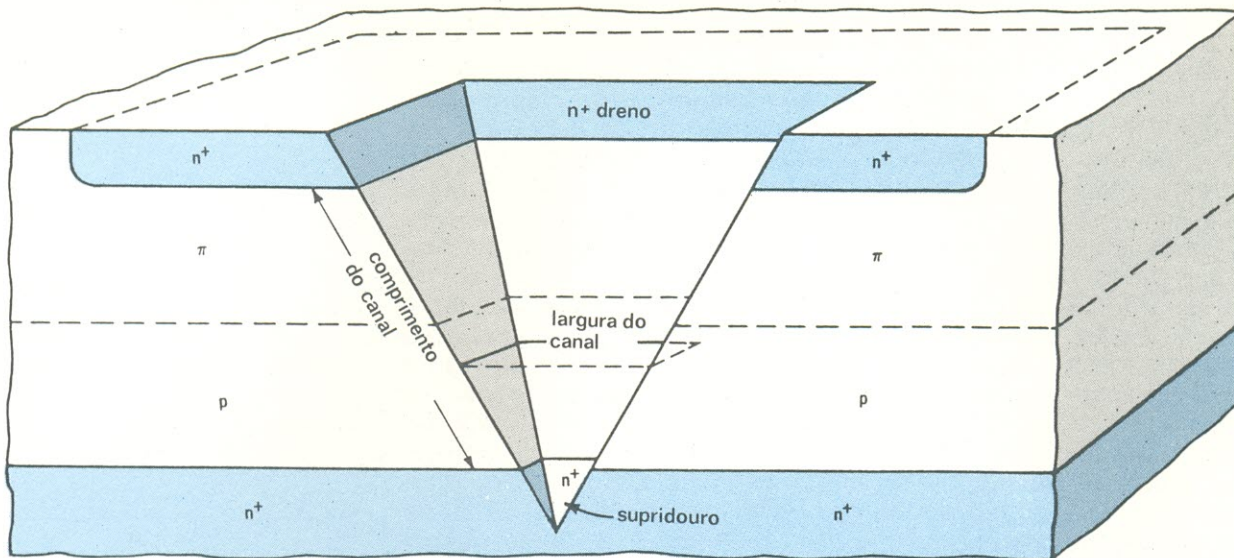
A largura do canal determina a corrente de alimentação e o ganho do transistor. Em um transistor V-MOS, a largura de canal é considerável, pois ela se estende em torno da ranhura, completamente (veja novamente a fig. 1); esta característica per-

mite que os dispositivos V-MOS sejam conectados diretamente a sistemas que necessitem correntes elevadas, tais como «fan-outs» de lógica TTL, «displays» de LEDs, solenóides e pequenos motores, resultando em sistemas mais simples e de menor custo.

Podemos fazer uma comparação de fornecimento de corrente, utilizando «drivers» de saída para TTL, em um produto V-MOS e em outro, n-MOS, ambos empregando comprimentos de  $6\ \mu\text{m}$ , aproximadamente; o «driver» V-MOS tem menos da metade do tamanho apresentado pelo «driver» n-MOS ( $45\ \text{mil}^2$  comparados a  $94\ \text{mil}^2$ , onde mil significa 1 milésimo de polegada), mas, ao mesmo tempo, pode fornecer 28 mA, ou  $0,6\ \text{mA}/\text{mil}^2$ , contra os 16 mA, ou  $0,2\ \text{mA}/\text{mil}^2$ , do «driver» n-MOS. Nestas condições, portanto, a tecnologia V-MOS é três vezes mais eficiente que a n-MOS.

O ganho do transistor V-MOS também é superior. Quando dispositivos de canal curto estão operando na saturação de velocidade de elétron, seu ganho,  $g_m$ , atinge um limite superior, dado por:  $g_m = WCV_s$ , onde W é a largura do canal, C é a capacitância do canal por unidade de área e  $V_s$  é a velocidade de saturação do elétron. Para uma área topológica dada, de uma região de porta ativa, o transistor V-MOS possui uma maior largura de canal que outros dispositivos





**FIGURA 1**

**A estrutura V-MOS** — Uma ranhura em forma de «V» é formada na superfície do silício, para baixo, por todas as camadas  $n^+$  e  $p$ , sendo que o canal forma-se nas inclinações da curva. Para economizar área de superfície, o supridouro fica no corpo do silício, abaixo do dreno.

n-MOS. Seu  $g_m$ , portanto, é bem maior, mesmo quando as pequenas diferenças de velocidade de saturação são consideradas, nas superfícies (111) e (100).

O transistor V-MOS, ainda, é naturalmente imune aos efeitos tipo «hot-electron», observados em dispositivos n-MOS de canais curtos. Em tais dispositivos, os elétrons da região do dreno são injetados e apanhados na fronteira do óxido da porta e do silício; quando o transistor é então invertido, essa carga negativa permanece na região que agora representa o supridouro, afetando o controle da tensão de limiar pelo supridouro. O dispositivo V-MOS, contudo, é relativamente insensível a este efeito, pois sua região do supridouro é protegida por uma geometria toda particular. E, além disso, sua camada tipo  $p$ , altamente dopada, responsável pelo controle do limiar, não é afetada.

O controle do limiar dos dispositivos V-MOS, comprovado por meio de dados recolhidos durante vários meses, varia de  $\pm 0,15$  V, com um limiar de aproximadamente 1 V. Esses dados incluem grupos de dispositivos onde a impureza tipo  $p$ , no

substrato  $n^+$ , foi variada deliberadamente.

#### Reduzindo

Todos os circuitos n-MOS podem ter suas dimensões reduzidas, a fim de se aumentar a densidade e melhorar o produto potência-velocidade, e o transistor V-MOS não é exceção. Sua largura de canal ( $W$ ) pode ser considerada como sendo a dimensão do perímetro da camada  $p$ , na ranhura, e seu comprimento de canal ( $L$ ), como sendo a distância, inclinada, do dreno ao supridouro. As equações de projeto dos dispositivos mostram que, sob as condições discutidas, a razão de aspecto ( $W/L$ ) do dispositivo será a mesma se ele for reduzido, assim como os valores dos resistores. Desse modo, um dispositivo V-MOS «pull-down» e seu resistor de carga terão as mesmas razões de impedância e níveis de saída.

Todos os parâmetros V-MOS para a memória RAM de 1024 bits, descrita mais à frente, sofreram uma redução de um fator  $\alpha$ , exceto a espessura do óxido da porta, o nível de dopagem do canal e a alimentação de 5 V, mantidos constantes devido a certos motivos de fabricação e marketing. Nas reduções padrão de dispositivos n-MOS, essas

três variáveis devem ser variadas, para evitar a ruptura de «punch-through» e também para controlar as fracas correntes de inversão. Os componentes V-MOS, porém, são imunes a estes problemas, graças ao seu perfil único de dopagem tipo D-MOS.

A velocidade e o produto velocidade-potência de um circuito V-MOS, sob a influência dos motivos já mencionados, apresentam uma melhora por um fator de  $\alpha$ , porque a área dos capacitores é reduzida daquele fator. Se os motivos forem eliminados e os três parâmetros mencionados forem reduzidos, a potência sofrerá uma redução de  $\alpha$  e o produto potência-velocidade é melhorado de um fator de  $\alpha$ . No caso do atraso, esta redução de primeira ordem deve ser modificada, tanto para V-MOS como para n-MOS, porque os capacitores de junção não são reduzidos exatamente de  $\alpha$ . O resultado indica que o atraso sofre uma redução um pouco menor que a prevista pela análise de primeira ordem.

#### Fabricação

A seqüência de fabricação de um transistor V-MOS aparece na figura 2. Esse processo requer sete operações de «máscara» (masking operations) através



da definição do metal, uma a mais do que as requeridas pela típica tecnologia n-MOS de carga de deplexão, com contatos de polisilício a difusão; entretanto, duas das máscaras não são críticas em seu alinhamento.

O processo V-MOS tem início na difusão de um «wafer»  $n^+$ , altamente dopado, por meio de boro e, então, com a criação de uma camada «pi» epitaxial, de 3  $\mu m$  de espessura, aproximadamente, no substrato (figura 2a). O próximo passo consiste em se depositar dióxido de silício e, logo após, nitrato de silício, seguido por uma eliminação do nitrato das áreas onde será feito um implante de boro (figura 2b). Assim, duas finas películas tipo p são formadas, sendo a superior originária do implante de boro e a inferior, da dopagem original, por meio de boro.

A seguir, é criado um óxido padrão de campo, de oxidação local (figura 2c). O nitrato restante é modelado novamente, para abrir áreas que se tornarão difundidas do tipo  $n^+$ , excetuando-se as áreas que vão ser dispositivos V-MOS ou n-MOS ou resistores.

As regiões  $n^+$  de dreno são formadas pelo implante de íons de arsênio (figura 2d); a oxidação local é executada mais uma vez, para formar um óxido espesso nas regiões difundidas (figura 2e).

Finalmente, as ranhuras em forma de «V» são formadas, assim como o óxido da porta; o polisilício é depositado, os contatos são gravados e, por fim, o metal é também depositado e definido (figura 2f).

### Três tipos de dispositivos

Os dispositivos criados durante este processo aparecem na figura 3. O transistor V-MOS é complementado por um dispositivo n-MOS planar, flutuante, e um resistor de carga. O óxido espesso sobre as regiões de dreno atua no sentido de auto-alinhar as difusões dos dispositivos com ranhuras, assim como os n-MOS, minimizando a capacitân-

cia de sobreposição. A razão principal de se utilizar o resistor de carga é a de poupar uma máscara. Esse resistor é idêntico ao do transistor n-MOS, exceto pela porta de polisilício, que serve como máscara de implante do resistor. O implante de enriquecimento para n-MOS não requer máscara e é efetuado no próprio «wafer», antes da deposição do polisilício, enquanto o implante do resistor tem lugar no «wafer», depois da deposição do polisilício. Esta técnica elimina a máscara de implante de deplexão, usada na tecnologia n-MOS de deplexão. Observe que o processo fornece quatro níveis não restritos de interconexão: o plano de terra, difusões, polisilício e metal.

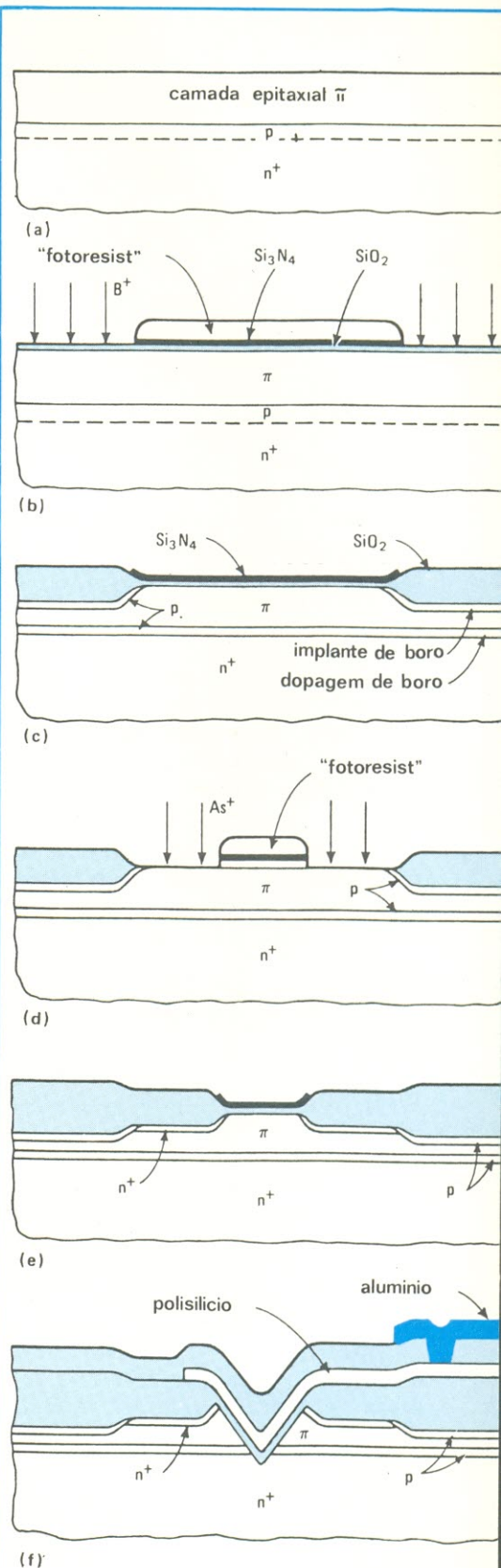
Ao se combinar o dispositivo n-MOS padrão e o resistor, pode-se produzir um segundo tipo de transistor n-MOS, que é o transistor n-MOS alinhado por resistor, e que também aparece na figura 3. Neste tipo de elemento, o polisilício é modelado da maneira convencional e o implante do resistor serve como dreno e supridor. O dispositivo apresenta capacitâncias mínimas de junção e sobreposição.

Em algumas aplicações, como as portas de passagem de uma célula a seis transistores, de uma RAM estática, a vantagem da baixa capacitância pode ser mais importante que a desvantagem da resistência série do implante do resistor mais elevada.

Essas possibilidades dão à tecnologia V-MOS uma complementação de dispositivos com o que desempenhar perfeitamente as funções dos circuitos.

### As memórias RAM estáticas de V-MOS

Uma célula convencional de seis transistores (figura 4) foi utilizada na primeira RAM estática de 1024 bits (tipo 1401), que exibe um tempo de acesso típico de 45 ns, um consumo de 120 mA e pode fornecer 20 mA, a um

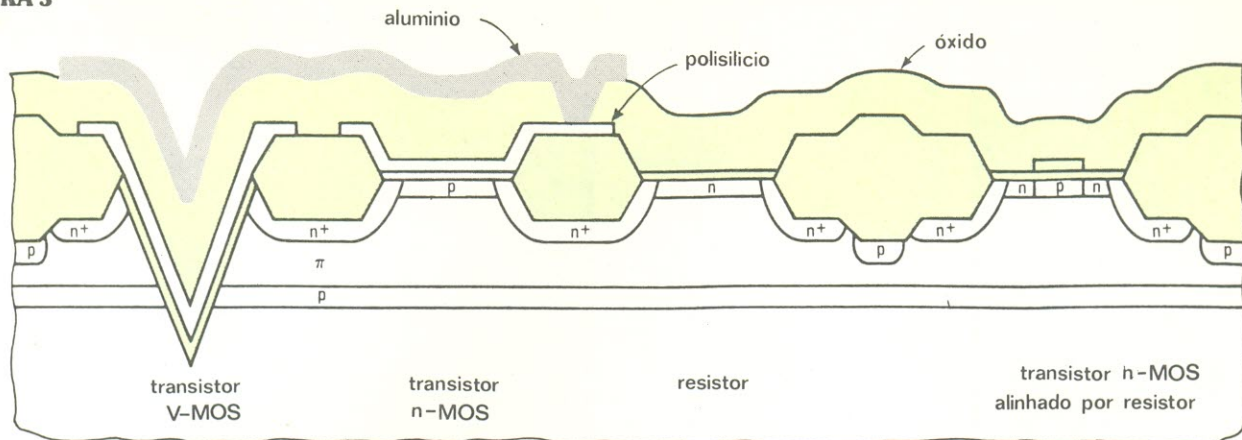


**FIGURA 2**

O processo V-MOS — Um substrato tipo  $n^+$ , que forma o supridor, é sobreposto com uma camada p de dopagem não uniforme, ao que se adiciona uma película n, para criar o dreno. Dai, uma ranhura é criada através da camada epitaxial e sua superfície exposta dará origem ao canal.



FIGURA 3



**Múltiplos dispositivos** — Vários tipos de dispositivos podem ser formados, durante o processo V-MOS: um transistor V-MOS, um transistor n-MOS, um resistor de canal n e um transistor n-MOS de resistor alinhado. Este último é de grande utilidade como a porta de passagem em células de memórias RAM.

nível de saída de 0,45 V. Para controlar as correntes de carga da célula e, conseqüentemente, a potência, este projeto emprega um gerador polarizado de  $V_{GG}$ , compensado para variações de temperatura e para as variações dos parâmetros dos dispositivos. Os transistores auto-alinhados, feitos por implante de íons, agem como portas de passagem das linhas de «latch», às linhas de bit.

Veja que a largura da célula é determinada pelas duas linhas de metal que correm pelo topo da mesma. A pequena área é devido à ausência de uma linha superior de terra (substituída pelo plano de terra V-MOS) e também ao fato de que a linha  $V_{GG}$  de polisilício pode correr sobre a linha  $V_{DD}$ , difundida em  $n^+$ , uma

característica que não pode ser reproduzida pela tecnologia convencional n-MOS, de portas de silício. As dimensões desta memória RAM: 81 por 125 mils (mil = 1 milésimo de polegada).

A memória RAM 1401 foi reduzida de um fator  $\alpha = 0,8$ , para dar origem à memória RAM 1443, que foi, por sua vez, reduzida do mesmo fator, e originou a 1454 (figura 5). A menor área de célula tem apenas 1,25 mil<sup>2</sup> e uma densidade total de 7500 dispositivos em 4356 mil<sup>2</sup>, ou 1,72 dispositivos por mil<sup>2</sup> de área. O tempo de acesso para as RAM's são de 46, 34 e 28 ns, respectivamente, com distribuições rígidas, devido essencialmente ao alto grau de controle sobre os resistores de carga implantados por íons.

Tendo essa experiência

como base, uma pequena e rápida RAM estática, de 1024 bits, foi desenvolvida com um tempo de acesso máximo de 45 ns (a 70°C) e uma corrente de alimentação menor que 95 mA, com uma área de 5600 mil<sup>2</sup>. Baseados sobre as últimas informações, o mesmo produto, confeccionado segundo a tecnologia n-MOS reduzida, possui uma área de 10 500 mil<sup>2</sup>, enquanto uma área bipolar reduzida chegaria até os 9000 mil<sup>2</sup>. Esse detalhe confere à tecnologia V-MOS uma tremenda vantagem, no que se refere à densidade. Versões de maior velocidade e baixa potência seguirão, em pouco tempo, a introdução do produto de 45 ns.

O «arsenal» V-MOS conta, ainda, com uma família de RAM's estáticas de 4086 bits. O primeiro produto de 4 k (figura 6) apresenta um tempo de acesso menor que 100 ns e uma corrente de alimentação de 100 mA. Sua área útil é de apenas 13.795 mil<sup>2</sup>, que a torna igual à metade do tamanho das RAM's estáticas n-MOS de 4 k. Logo a seguir, virá uma versão de alta velocidade, numa configuração de 4 k por 1 bit. O consumo para esses produtos será menor que 450 mW, e funcionarão até quase 80 mW.

#### Uma célula básica de memória

Para memórias V-MOS que não sejam RAM's estáticas, a célula básica é formada por uma estrutura de um só resistor, como se vê na figura 7 (na realidade, quatro posições de memória numa distribuição RAM dinâ-

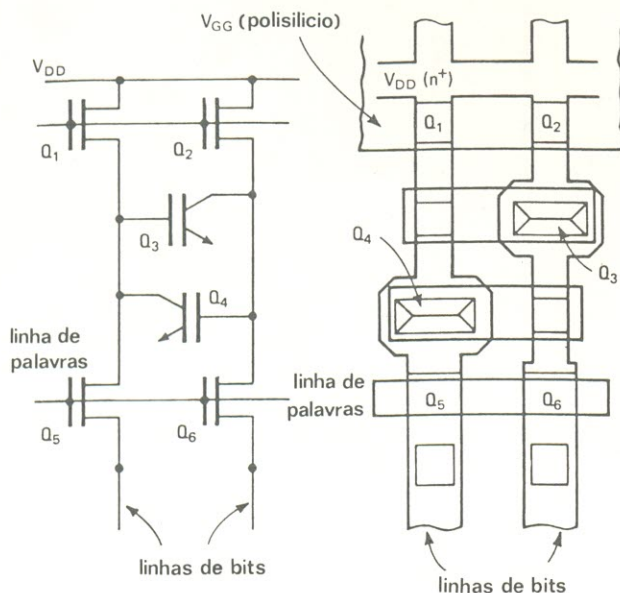
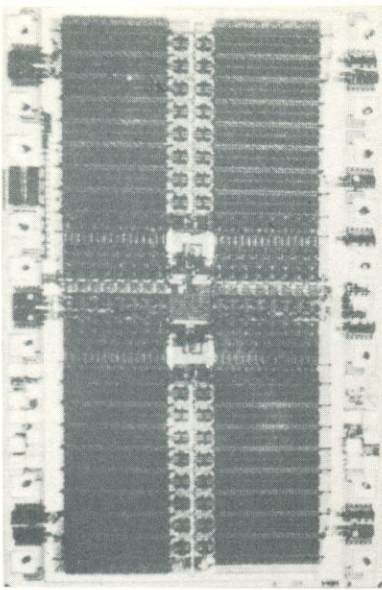


FIGURA 4

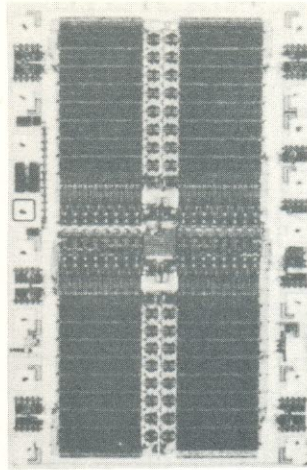
**O sistema estático** — A memória RAM de V-MOS emprega uma célula convencional de seis transistores, na qual os dois elementos armazenadores, Q3 e Q4, são dispositivos V-MOS e os dispositivos de passagem são transistores MOS de canal n, com resistores alinhados



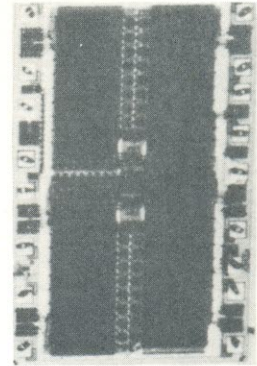


**FIGURA 5**

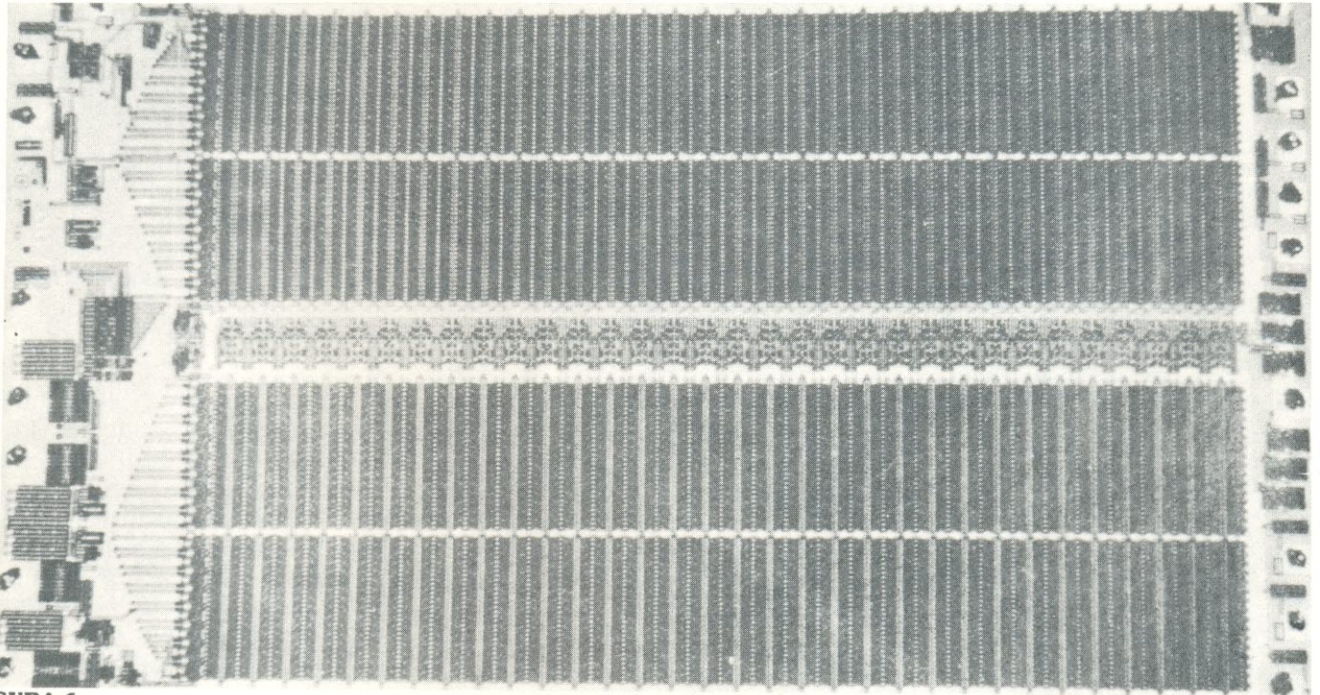
1401 área:  $81 \times 125 = 100 \text{ mil}^2$   
 TEMPO DE ACESSO:  $46,2 \pm 1,6 \text{ ns}$   
 tamanho da célula:  $3 \text{ mil}^2$



1443 área:  $69 \times 100 = 83 \text{ mil}^2$   
 tempo de acesso:  $33,8 \pm 1,5 \text{ ns}$   
 tamanho da célula:  $1,95 \text{ mil}^2$



1454 área:  $80 \times 55 = 66 \text{ mil}^2$   
 tempo de acesso:  $28,3 \pm 0,9 \text{ ns}$   
 tamanho da célula:  $1,25 \text{ mil}^2$



**FIGURA 6**

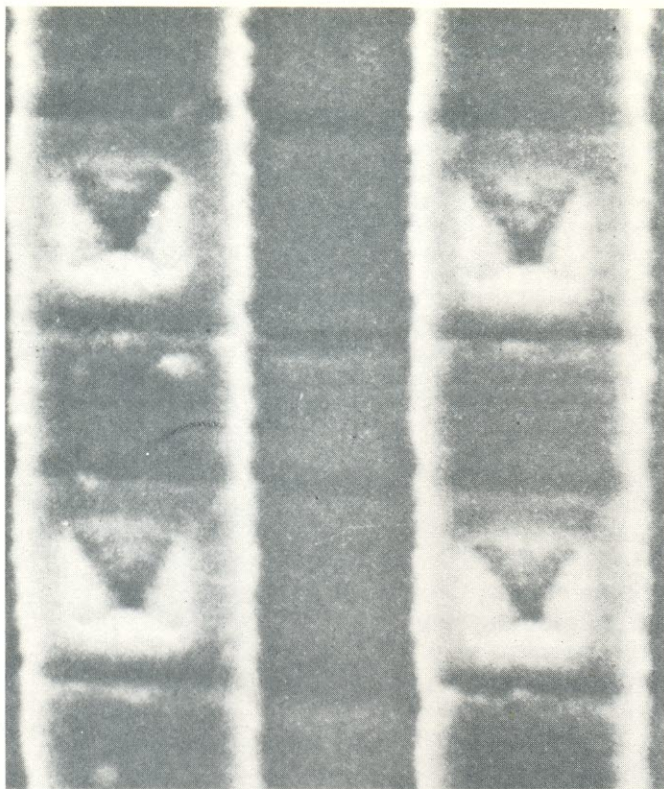
mica de V-MOS). Com algumas modificações, esta estrutura foi utilizada para confeccionar memórias ROM, ROM's programáveis e apagáveis e células de memórias RAM dinâmicas. Os outros elementos formam uma linha de endereço e uma linha de dados que, juntamente com o local de armazenagem, são os requerimentos mínimos de uma célula de memória.

Como as células de memória

V-MOS consistem, em sua superfície, exclusivamente de linhas de palavras e bits, com posições de memória em seus cruzamentos, elas podem ser montadas de um modo tão denso quanto as linhas de palavras e bits. E, além disso, o fato de não existirem contatos em qualquer estrutura da célula elimina os mecanismos redutores de rendimento, associados aos próprios contatos.

Os primeiros representantes das ROM, que estão sendo introduzidos, incluem um dispositivo de 65 k e um outro, de 16 k e alta velocidade. A memória ROM de 16 k, projetada para as pinagens mais difundidas em uma configuração de 2048 por 8 bits, tem um tempo de acesso de 125 ns no pior caso, a 70°C, com uma corrente de alimentação de 150 mA, no máximo. A célula tem 12





**FIGURA 7**

**Células de memória** — A célula fundamental de uma memória RAM dinâmica que emprega V-MOS é um transistor V-MOS. Cada um dos dispositivos à mostra medem 15 micrômetros de lado. Esta mesma estrutura celular, com algumas modificações, é utilizada para memórias ROM e PROM's apagáveis.

µm de lado, ou seja, uma área de 0,22 mil<sup>2</sup> e a área total chega a 12 091 mil<sup>2</sup> somente. Estará à disposição uma versão de baixa potência, com 70 mA e 200 ns. O componente de 65 k está chegando, também, com um tempo de acesso menor que 300 ns.

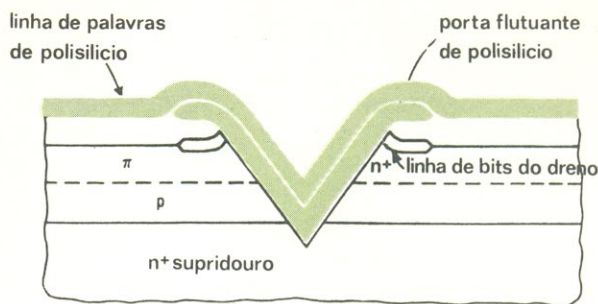
Adicionando-se uma porta flutuante de polissilício à estrutura da célula ROM, ela se transforma em uma célula de uma memória ROM programável e apagável (figura 8). O dispositivo é programado pela injeção de elétrons «quentes» (elétrons de grande energia), a partir da região do canal do dreno, através do óxido, na porta flutuante de polissilício. A carga é acumulada na porta, até que o limiar seja suficientemente elevado para evitar a ativação do dispositivo, quando este opera com 5 V na linha de palavras. O dispositivo tem a carga «apagada» ao ser exposto à luz ultravioleta, o que fornece aos elétrons a energia suficiente para se libertarem da porta flutuante.

### As memórias PROM apagáveis de V-MOS

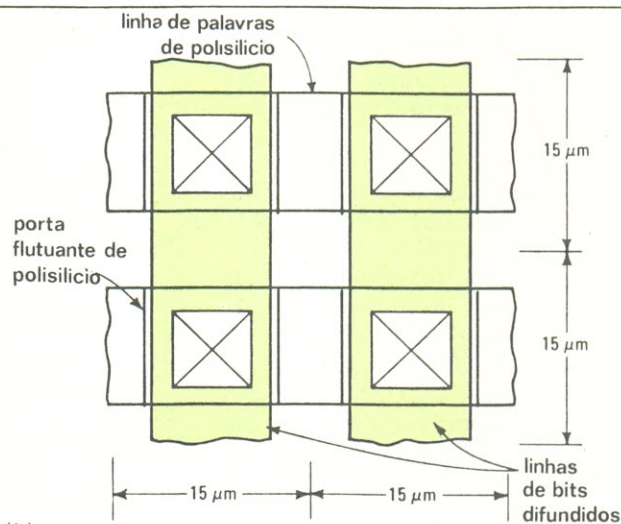
A célula PROM apagável pode ser programada por 6 V, em 50 ms, com apenas 15 V na porta; a baixa tensão de programação tem dois atrativos: primeiro, reduz as sobrecargas internas de tensão no circuito, que degenera a confiabilidade; segundo, a área útil do «chip» não é tomada pela parada do canal p<sup>+</sup>, necessário se a tensão de programação fosse de 26 V.

Este dispositivo V-MOS está sendo empregado em uma PROM apagável de 16 k e apenas 5 V de alimentação, com um alto desempenho, que está em desenvolvimento. Seu tamanho é a metade do exibido por uma célula de alta densidade de uma PROM apagável, feita em polissilício duplo, sendo que ambas utilizam comprimentos de 6 µm; isto acontece porque esta última emprega um barramento de terra difundido na superfície, contatos de linha de bits e área

**FIGURA 8**



(a)



(b)

**A PROM apagável** — Ao se adicionar uma porta flutuante de polissilício à estrutura V-MOS, surge uma memória PROM apagável. Elétrons injetados a partir do dreno, para o interior da porta, elevam o limiar para evitar ativamento com 5 V na linha de palavras.

de parada do canal p<sup>+</sup>, nenhum dos quais é necessário nas células de V-MOS.

### Memórias RAM dinâmicas de V-MOS

A estrutura básica da memória V-MOS pode ser modificada para dar origem a uma célula de memória RAM dinâmica. Tal estrutura (figura 9) é produzida por meio de um processo simples, de baixo custo, empregando seis máscaras. Uma das vantagens desta célula consiste no elemento de armazenagem (supridouro «sepultado»), que fica diretamente abaixo da porta de passagem, no cruzamento das linhas de palavras e de bits. Além disso, a célula não possui contatos, e a linha de palavras é de metal, providenciando baixa impedância (o processo prevê apenas um nível de metalização e não exige qualquer interligação de polissilício). Por fim, a junção de supridouro «sepultado» tem seis lados capazes de armazenar carga.



Fizeram-se medidas sobre as características de armazenagem de um amplificador sensor de V-MOS e sobre as células de memórias RAM dinâmicas de V-MOS; a estrutura de teste contém uma célula inativa, que é pre-carregada a uma tensão de referência, enquanto o dado está sendo escrito na célula da memória. Os níveis «1» e «0» foram testados, dando resultados que mostraram tempos de armazenagem maiores que 1 segundo, a 100°C.

A célula da memória RAM dinâmica que usa tecnologia V-MOS sai ganhando na comparação com uma memória RAM de polisilício duplo. A célula de polisilício armazena sua carga no capacitor MOS, localizado na superfície, o que consome área topológica; por seu lado, as células V-MOS fazem com que seu elemento de armazenagem fique «transparente», sob este ponto de vista, já que o mesmo está oculto sob a superfície, por debaixo da linha de bits. A área da célula V-MOS, utilizando comprimentos de 6  $\mu\text{m}$ , é menor que a metade de uma célula de polisilício que utilize comprimentos de 5  $\mu\text{m}$ . Essa característica permite a produção de distribuições muito densas de células de memória.

## Muito espaço para armazenagem

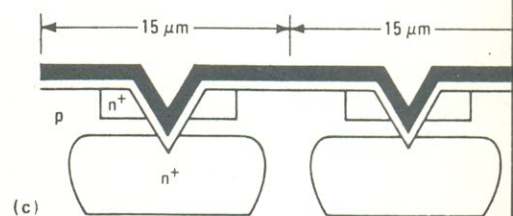
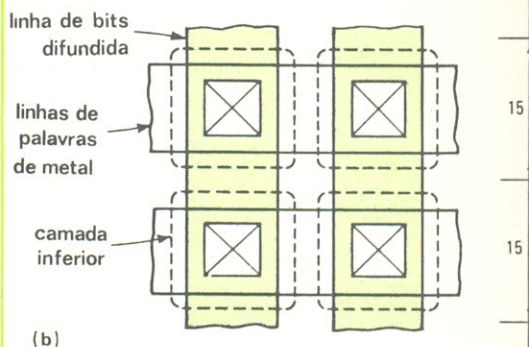
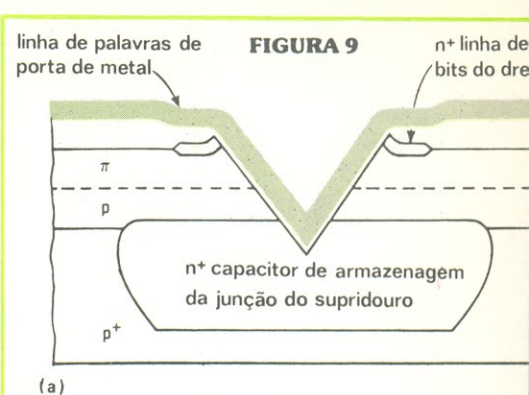
Como todos os seis lados da junção sepultada são usados para armazenar carga, a célula V-MOS tem uma área de armazenagem de 360  $\mu\text{m}^2$ , ou 0,56 mil<sup>2</sup>, e uma área de célula de apenas 0,35 mil<sup>2</sup>. A capacitância de armazenagem por unidade de área é bastante similar à de um capacitor MOS de 800 angstroms. Em contraste, a área de armazenagem da célula de polisilício duplo é de 0,24 mil<sup>2</sup> (considerando o armazenamento somente através do óxido), 30%, apenas, da área total da célula, que é de 0,76 mil<sup>2</sup>.

Uma ilustração das áreas de células de memórias RAM dinâmicas é dada na figura 10. Como indica a figura, a tecnolo-

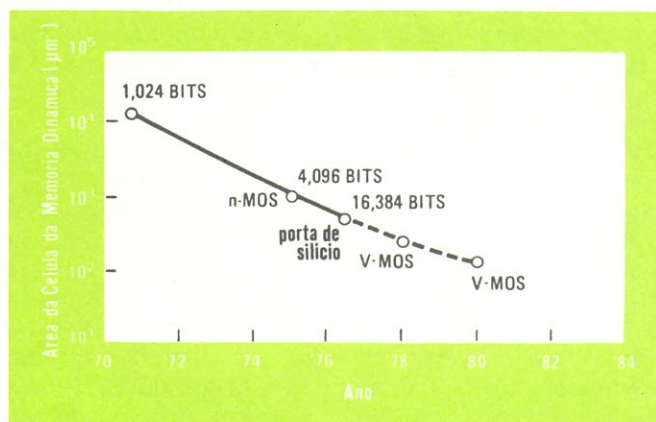
gia V-MOS de porta flutuante para RAM's dinâmicas fornece as densidades necessárias para se fabricar grandes conjuntos no futuro, tais como a memória RAM dinâmica de 65 k, que a firma American Microsystems está planejando.

Apesar de estar sendo aplicada em memórias, a tecnologia V-MOS alcança uma densidade de circuitos que a torna atraente para ser utilizada também em circuitos de lógica aleatória, com reais vantagens no custo. Conceitualmente, a densidade e a velocidade oferecidas pela tecnologia V-MOS formam uma combinação perfeita para microprocessadores e microcomputadores, com uma maior capacidade de memórias RAM, ROM ou PROM apagáveis, instaladas no próprio conjunto, do que jamais se obteve anteriormente.

O V-MOS, portanto, sendo uma tecnologia de grande capacidade, alto desempenho, ideal para a próxima geração, vai instituir uma lógica de elevada densidade, com uma considerável economia de área. A tecnologia V-MOS provou ser perfeita para ser aplicada em RAM's estáticas, e, devido à sua capacidade, conferida pelas suas três dimensões, possui uma habilidade para produzir memórias ROM, PROM apagáveis e células de RAM dinâmicas, em áreas mínimas.



**RAM dinâmica** — Para se produzir uma RAM dinâmica com o auxílio da tecnologia V-MOS, utiliza-se um supridor «sepultado» no substrato tipo p. Observe o emprego da linha de palavras de metal, para criar baixa impedância, e também a ausência de interligações de polisilício. O «layout» (b) mostra uma célula de quatro transistores.



**FIGURA 10**

**Progresso** — O uso da tecnologia V-MOS em memórias RAM dinâmicas reduz significativamente as dimensões da célula de memória, tornando viáveis as RAM's de 65 536 bits, assim que áreas de 100  $\mu\text{m}^2$  sejam conseguidas para as células, o que possivelmente acontecerá dentro dos próximos três anos.



# NOVIDADES DA ELETRÔNICA

## Para sua informação

**O holograma e os LCD's são as chaves de um novo «display» para aviões, aprovado pela Força Aérea Americana.**

A Força Aérea Americana chegou à conclusão que é viável a construção de um «display» elevado (que permite ao piloto a visão dos instrumentos críticos da cabine, enquanto observa à sua frente, através da janela do avião), com o auxílio de cristais líquidos em «chips» de silício e de uma lente holográfica, componentes ainda não utilizados para esta finalidade, em uma aeronave. Deste modo, o «Air Force Avionics Laboratory» deu sua aprovação à firma Hughes Aircraft Co., para que desenvolva um protótipo. O conjunto deverá se adaptar, naturalmente, aos novos aviões em serviço na Força Aérea, tal como o F-16 e aviões de caça.

«Apesar de que ambas as tecnologias estão em fase de desenvolvimento, temos confiança de que elas farão o que esperamos», diz John Coonrod, supervisor do projeto, no laboratório da base Wright-Patterson, em Dayton, Ohio. Essa confiança foi adquirida no exame de testes experimentais do sistema, juntamente com os projetos das partes térmica, mecânica e elétrica, assim como o «display», confeccionado com quatro «chips» de cristal líquido, de 1 polegada, cada qual com seu próprio substrato de silício.

O substrato de silício contém os circuitos MOS que controlam o material de cristal líquido

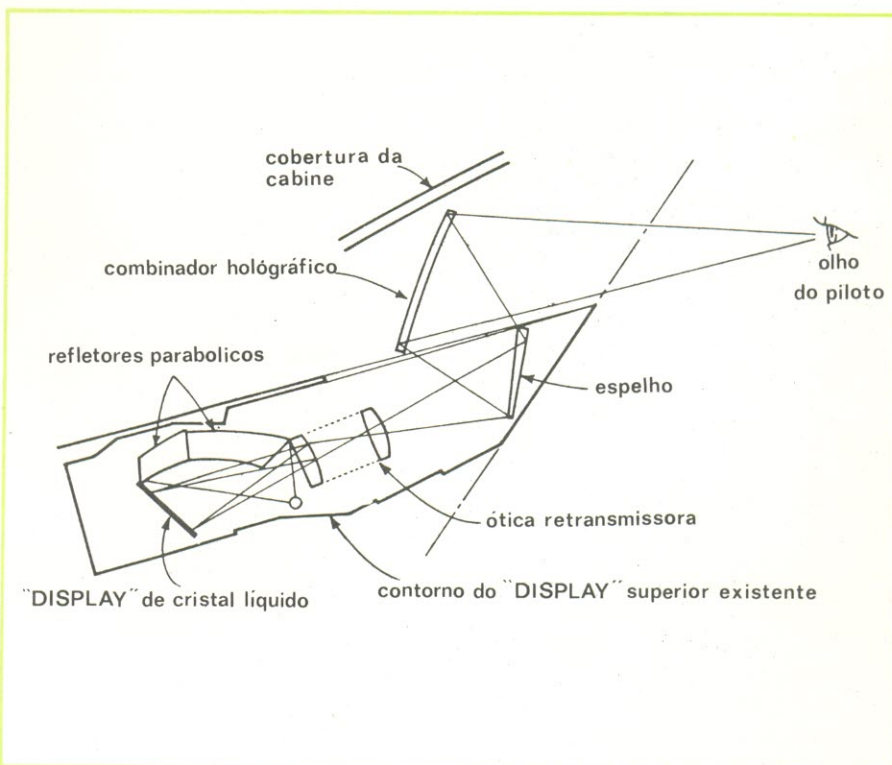
do e funciona também como refletor de luz do «display».

Comparado a um tubo de raios catódicos, o sistema deverá apresentar um grande aperfeiçoamento, no tocante ao brilho dos símbolos e ao contraste — da ordem de 60%, quando visto sob a luz do sol, de acordo com Michael Ernstoff, um engenheiro de projeto da Hughes. Além disso, o sistema será menor, de menor peso e irá se adaptar melhor à cabine saturada de instrumentos das aeronaves, em relação aos «displays» convencionais, que incluem sistemas óticos para focalizar a imagem dos tubos de raios catódicos. John Coonrod faz estimativas, por exemplo, de que este novo sistema ótico irá pesar em torno de 3

kg, enquanto o atual, instalado no caça F-16, chega aos 7 kg.

Além do mais, ele observa que «os projetos atuais de «displays» elevados forçam o tubo de raios catódicos e seus circuitos associados além dos limites de confiabilidade, impondo altos custos de manutenção». Para que a imagem dos tubos seja a mais brilhante possível, utilizam-se fontes de alimentação de 20 000 volts; ainda de acordo com Coonrod, o desenvolvimento dessas fontes, conforme especificações ambientais, é difícil e caro. Os «displays» de cristal líquido irão operar na faixa das dezenas de volts.

Normalmente, os símbolos dos tubos de raios catódicos









te, para os sistemas analógicos em uso). A interferência entre canais (crosstalk) é igual a zero, enquanto os sistemas analógicos exibem uma interferência de 20 a 30 dB.

Os discos são semelhantes, na aparência, àqueles usados nos gravadores de vídeo da Philips e da MCA Inc. Eles apresentam uma distância de 1,6 a 1,7 micrômetros entre as «pistas» em espiral e giram a 18 00 rpm. A captação do sinal de áudio fica a cargo da reflexão de um raio laser, posicionado por um servossistema de três eixos. As firmas Mitsubishi e Sony utilizam lasers de hélio-neon e a Hitachi, laser semiconductor.

Os sistemas empregam a redundância de 50% de bits a mais, na codificação PCM, com a finalidade de corrigir erros, originados pela omissão de bits.

O ponto onde os sistemas se diferenciam consiste no método de gravar informações sobre o disco. O sistema da Mitsubishi modula os bits individuais por deslocamento de frequência, com frequências diferentes para os níveis «0» e «1» e uma terceira frequência, para a operação de formato. O da Sony emprega a gravação direta sem-retorno-a-zero, no esquema de modulação de atraso, utilizado para fitas de computador.

A Sony declara que sua alternativa permite uma maior densidade de gravação e, que elevando esta e reduzindo a velocidade do motor, pode-se obter uma hora ou mais de tempo de gravação. Este tempo mais longo de gravação não iria afetar o desempenho do toca-discos, pois o acionamento direto pelo motor obtém sua frequência de operação de um cristal de quartzo. Desta maneira, um estágio divisor adicional poderia fornecer a frequência pela metade, para originar uma velocidade dividida por 2, ou um circuito tipo «phase-locked-loop» (laço fechado por fase) poderia gerar uma frequência de qualquer relação imaginável.

## TÉCNICO EM ELETRÔNICA

- Aulas práticas desde o início
- Laboratórios especializados
- Atualização constante
- Som, audio - amplificação
- Curso de lógica digital
- Tecnologia avançada
- Microprocessadores TTL - MOS

UM CURSO PARA QUEM GOSTA DE PESQUISAR E ESTUDAR.

o melhor método  
o melhor ensino  
o menor custo

## COLÉGIO BATISTA BRASILEIRO

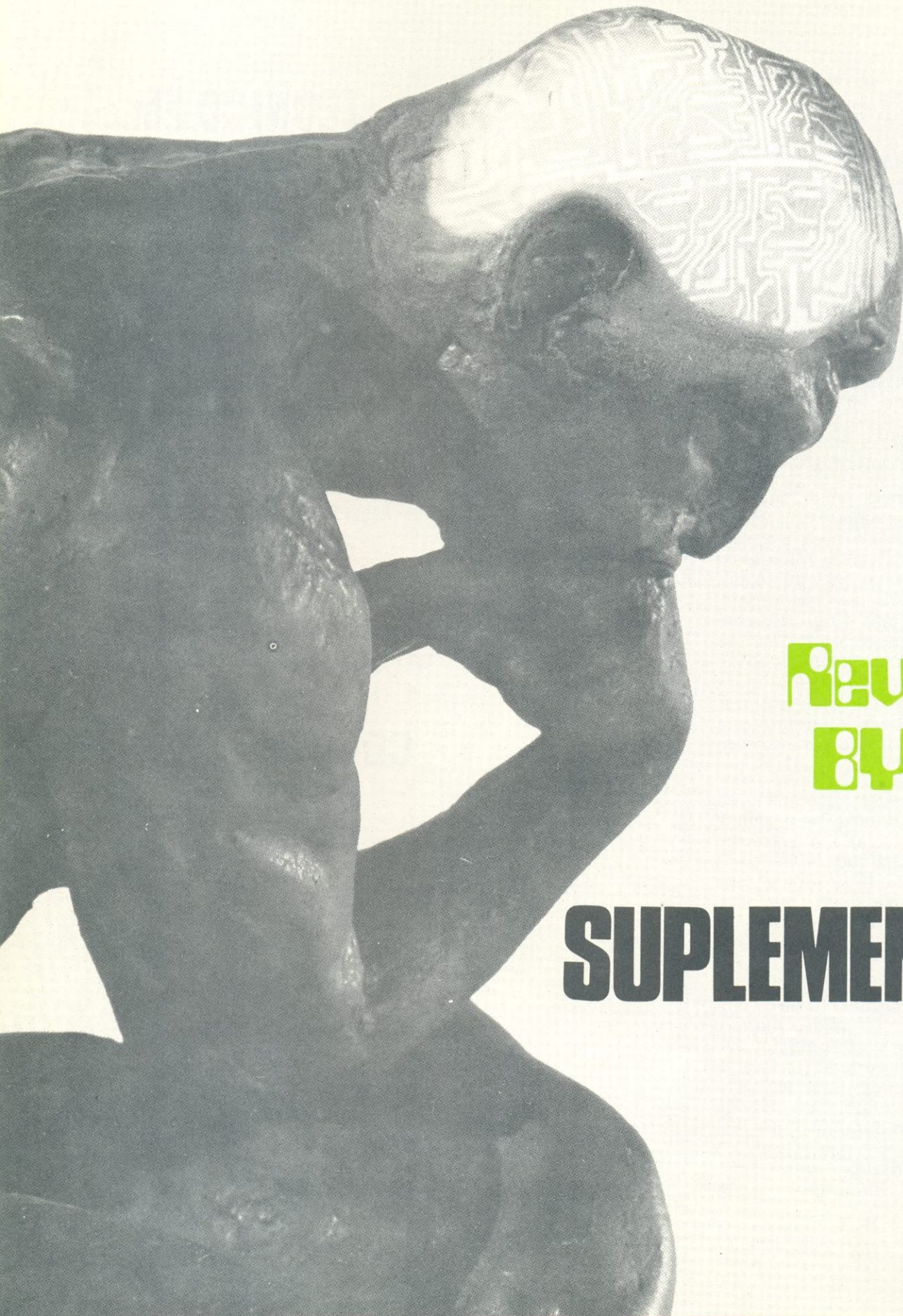
TRADIÇÃO DE BOM ENSINO

- Pré
- 1º grau
- 2º grau em exatas, humanas e biomédicas

Rua Dr. Homem de Melo, 537 - Perdizes  
Tel. 262-5466 - São Paulo



**Sistema terminal de vídeo TTV 3216:** A quinta e última parte da série, referente à montagem completa do sistema, será publicada na ocasião em que o kit já estiver disponível aos leitores interessados. Aguardem!



**Revista  
BYTE**

**SUPLEMENTO**



Muitas pessoas, ao ouvirem falar destes componentes, são levadas a pensar que os mesmos encontram aplicação em microcomputadores, somente. Na realidade, eles se prestam perfeitamente (graças também ao seu custo reduzido) a serem utilizados em circuitos bem mais simples, juntamente com integrados do tipo TTL.



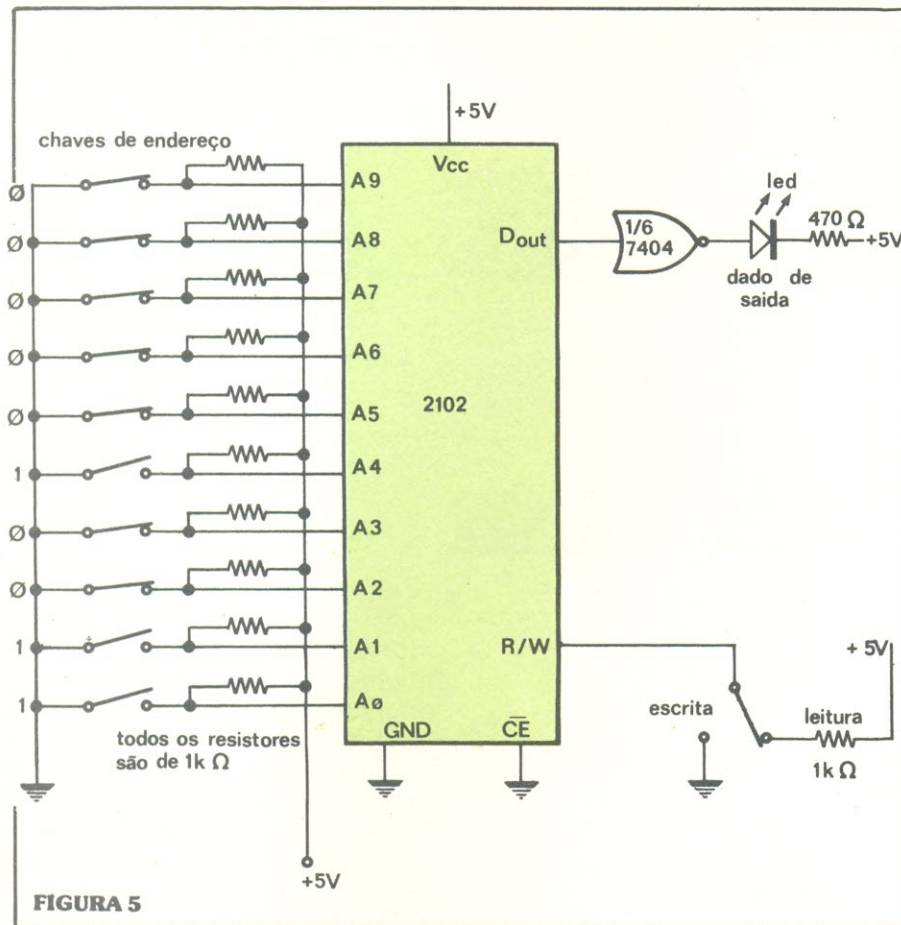


FIGURA 5

dos mais complexos, tais como cifras decimais. A figura 2 mostra um exemplo de memória a 4 bits, realizada com um integrado 7475, capaz de guardar uma cifra decimal. Esse tipo de circuito é muito utilizado em freqüencímetros digitais.

### Escrita e leitura

No circuito da figura 2, pode-se fazer aparecer um certo número no «display», ou seja, é possível **escrever** um certo dado na memória e, depois, este mesmo dado pode ser **lido**, com o auxílio do «display».

Realizamos, portanto, uma memória de **escrita** e de **leitura** (Read/Write Memory ou RAM, como veremos a seguir).

Se agora desejássemos fixar definitivamente o número a ser transferido para o «display», poderíamos conectar um dos terminais da válvula «nixie» (válvula com algarismos, que funciona a gás neon) à terra, conforme a figura 3.

Deste modo, o número visualizado não pode ser mudado, sem que as ligações sejam alteradas; confeccionamos, assim, uma memória de **leitura**, apenas (ou ROM, Read-Only Memory).

Para simplificar ainda mais a explicação, podemos fazer a seguinte comparação: a memória RAM pode ser imaginada como uma lousa, onde se pode escrever com o giz e apagar com o apagador; por outro lado, a memória ROM seria como um livro, que é impresso definitivamente e não pode ser modificado, a não ser por meio de operações complexas.

### As memórias MOS

A tecnologia MOS (Metal Oxide Silicon — metal óxido silício) permitiu a confecção de circuitos integrados com um grande número de pequenas células (outro nome dado às unidades de memória), construídas de várias maneiras, para conservar informações.

Mas, passemos à parte prática, que é o objetivo real deste ar-

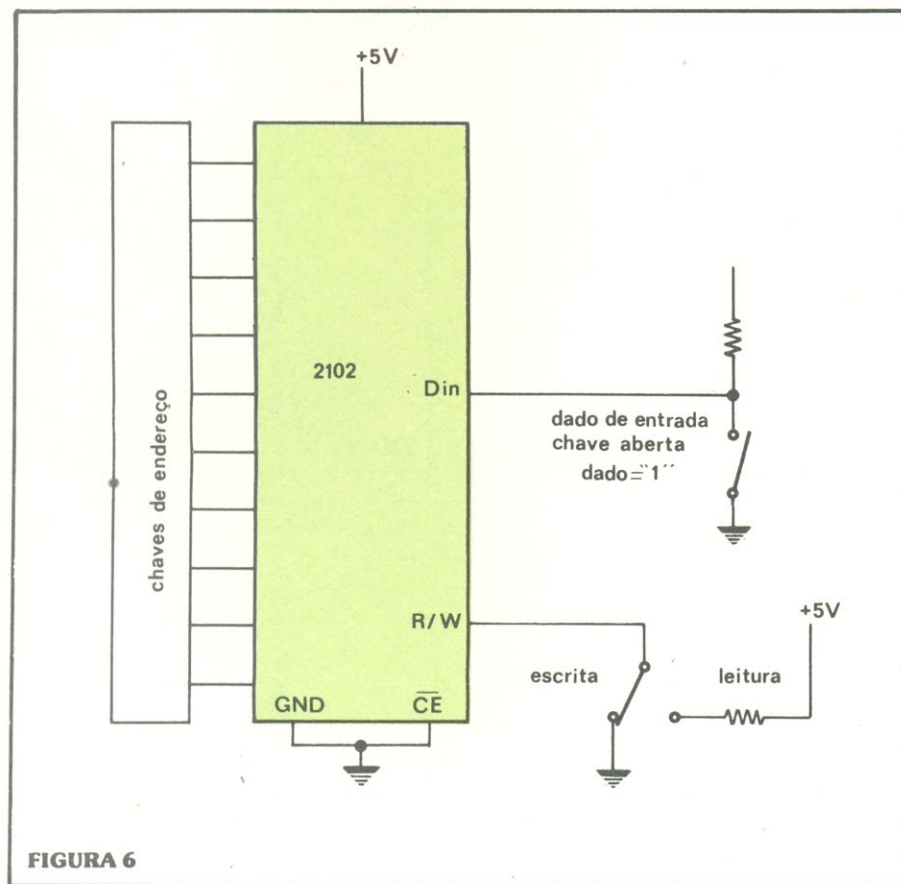


FIGURA 6



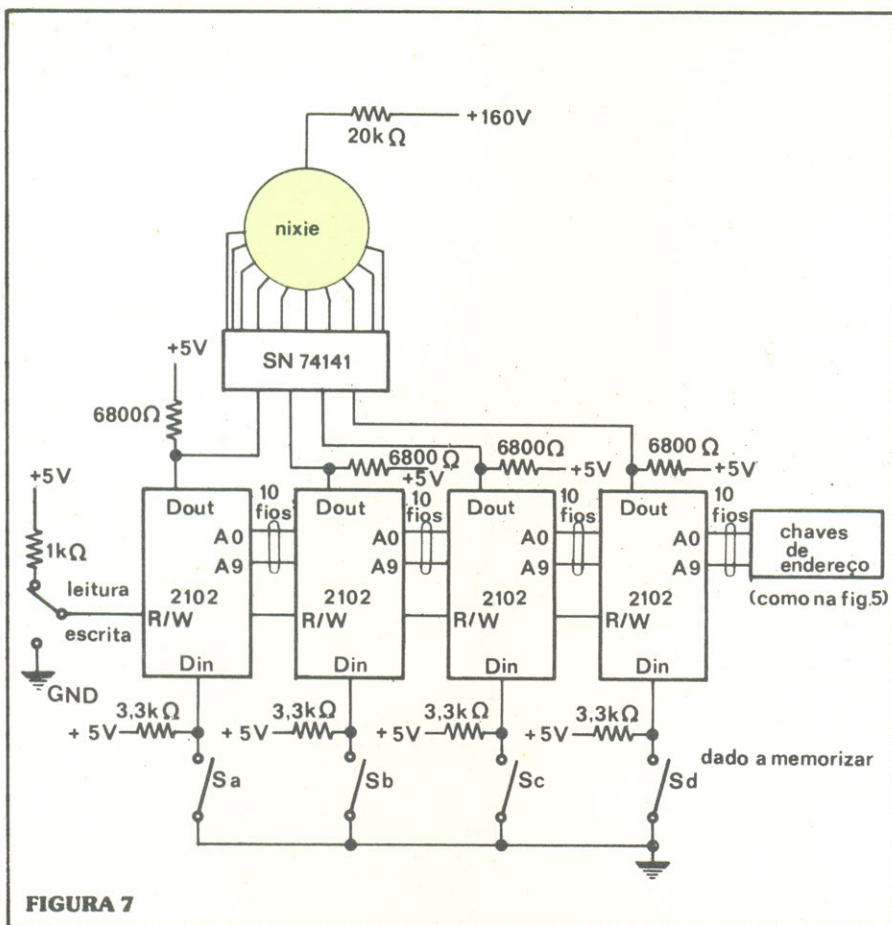


FIGURA 7

tigo. Consideremos uma memória escrita/leitura comercial: a 2102, talvez um dos dispositivos mais difundidos de sua espécie e um dos mais fáceis de se utilizar. É produzida por quase todas as fábricas de semicondutores.

#### A memória 2102

Esta memória contém um total de 1024 células, sendo que cada uma pode guardar um bit de informação. Na figura 4, fornecemos alguns dados sobre este componente, extraídos di-

retamente do catálogo de um dos seus fabricantes.

É lógico que seria bastante difícil e incômodo realizar um circuito integrado que apresentasse uma entrada e uma saída para cada uma das células de memória (mais de 2000 pinos); deste modo, é preciso resolver o problema do acesso às células de uma outra forma. Na prática, prefere-se que uma célula seja lida ou escrita, por vez, selecionando-a, entre todas as outras, através de linhas chamadas **linhas de endereço** (address lines, em inglês). Para podermos selecionar qualquer uma das 1024 células, são necessários 10 pinos no integrado, que recebem a designação A0, A1, A2.....A10.

Existem ainda outras linhas, tais como  $D_{out}$ , da qual saem os dados, na leitura;  $D_{in}$ , na qual entram os dados a serem escritos; R/W, que decide se a operação a ser efetuada é uma leitura ou uma escrita;  $\overline{CE}$ , que serve para desativar a memória, quando tipos especiais de conexão são utilizados (durante a operação normal da memória, a linha  $\overline{CE}$  deve ser aterrada).

#### Um exemplo

A) — Para ler o conteúdo da célula n.º 19 da memória, devemos seguir o esquema da figura 5 e as instruções abaixo:

1. Colocar a linha R/W no nível «1» (+ 5 V), indicando uma leitura;
2. Selecionar a célula n.º 19, fazendo as seguintes conexões (com interruptores, por exemplo) nas linhas de endereço:

A9 A8 A7 A6 A5 A4 A3 A2 A1 A0  
0 0 0 0 0 1 0 0 1 1

(número binário equivalente ao número decimal 19)

sendo «0» = terra; «1» = + 5 Vcc

3. Ler o dado no pino  $D_{out}$ .

B) — Para escrever um «1» na célula 19, procedemos da seguinte forma (figura 6):

1. Colocar a linha  $D_{in}$  em «1»

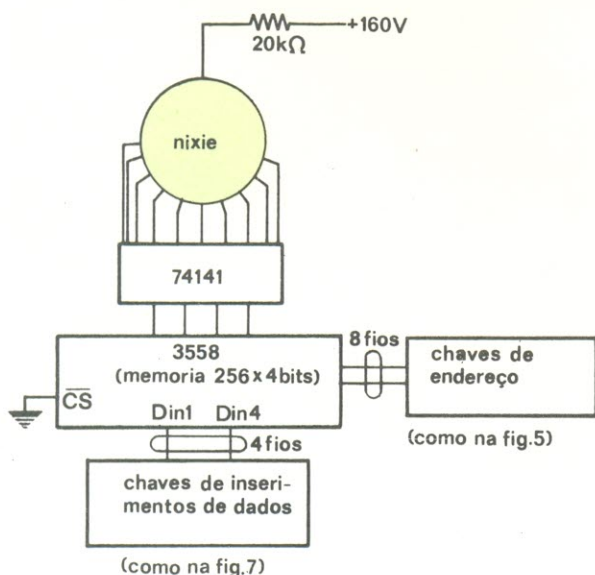
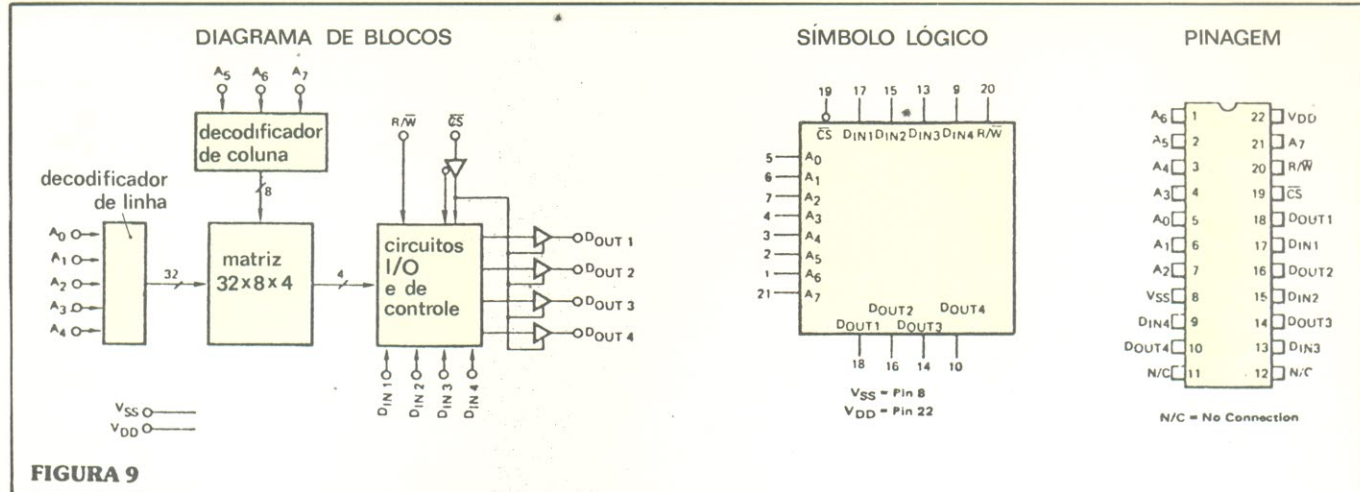


FIGURA 8





(+ 5 V), que representa o dado a ser escrito;

2. Selecionar a célula 19, do mesmo modo descrito no exemplo A;

3. Colocar a linha R/W em «0», indicando escrita. Deste modo, o dado «1» será escrito na célula n.º 19.

### Organizações mais evoluídas

É evidente que, memorizan-

do apenas um bit, poucas coisas podem ser feitas. Mas, nada impede que conectemos um número maior de memórias, com todas as linhas de endereço e as linhas R/W **em paralelo**; tomemos, como exemplo, a figura 7, onde se vê um circuito simples que, com apenas 5 integrados, permite a memorização de 1024 cifras decimais, que podem ser lidas no «display».

### RAM: o que significa

A sigla RAM abrevia a desig-

nação «Random Access Memory», ou seja, memória de acesso aleatório. Isto significa que é possível ler ou escrever em qualquer célula da memória, de acordo com leis aleatórias, isto é, pode-se ter acesso direto a qualquer uma das células. Outros tipos de memória, tal como os «shift registers» (registros de deslocamento), são tipos seriados de memória, ou seja, sua organização é feita de tal maneira que, para podermos ler um certo dado, é preciso passar por todos aqueles que o precedem.

### Outros tipos de RAM

Na figura 7, montamos o que, na prática, é chamado de memória de 1 k por 4 bits. É possível encontrar, entretanto, circuitos integrados que já estão organizados dessa maneira, ou seja, que contêm uma memória organizada por 4 ou por 8 bits. Utilizando uma dessas memórias, o circuito da figura 7 se transforma no da figura 8.

Existe uma outra distinção entre memórias RAM, no que se refere à confecção das células de memória; tal diferença divide as memórias RAM em dois tipos: o **estático**, como a 2101, vista por nós, e o **dinâmico**. Este último, apesar de exibir algumas vantagens, são mais difíceis de utilizar e, portanto, se prestam a aplicações mais complexas.

© — Copyright CQ Elettronica.

<p><b>PERFURADOR DE PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO</b></p> <p>Fura com perfeição, rapidez e simplicidade, seja fenolite ou epóxi, não trilha. Em 2 modelos.</p> <p>Modelo PP-1 para 3 tamanhos de furos (0,9-1-1,5 e 3 mm)</p>	<p><b>SUPORTE PARA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO</b></p> <p>Torna o manuseio das placas bem mais fácil e racional. É todo regulável. Em 2 modelos.</p>	<p><b>SUPORTE PARA FERRO DE SOLDAR DE ATÉ 50 W</b></p> <p>Coloca mais ordem e segurança na mesa de trabalho.</p> <p>A esponja limpadora (Cleaning sponge) mantém a ponta do ferro sempre limpa</p>
<p><b>SUGADOR DE SOLDA</b></p> <p>Ideal para estudantes, laboratórios, experiências e também para produções em séries.</p> <p>Modelo PP-2 para furos de 1 ou 1,5 mm</p>	<p><b>SUGADOR DE SOLDA</b></p> <p>A ferramenta do técnico moderno. Indispensável na remoção de componentes eletrônicos. Em várias opções.</p>	<p><b>FONTE ESTABILIZADORA DC</b></p> <p>Entrada de 110/220 v saídas fixas e ajustáveis de 1,5 a 12 VDC Corrente de saída de 1 A. Proteção interna contra curto circuito.</p>
<p><b>DESSOLDADOR AUTOMÁTICO</b></p> <p>A solução p/ remoção de circuitos integrados. Ele derrete a solda e ao simples toque de botão faz a sucção. Silencioso, ótimo p/ assist. técnica e linhas de montagem.</p>	<p><b>DESSOLDADOR MANUAL</b></p> <p>Eficiência a baixo custo. Remove circuitos integrados e outros componentes. Resistência de 50 w em 110 ou 220 VAC.</p>	<p><b>ROTOR DE ANTENA EXTERNA PARA TV</b></p> <p>A solução final para o problema de regulagem de antena. Cada canal terá posicionada a antena para captar a melhor imagem, ao simples toque de botão. Técnica super avançada. Instalação facilíssima. Serve para antenas novas ou já instaladas. Garantia de 6 meses</p>
<p><b>INJETOR DE SINAIS</b></p> <p>Mede apenas 11 cm. Funciona com 1 pilha pequena. Para localização de defeitos em rádios, amplificadores, gravadores, som de Tv, e quaisquer outros aparelhos sonoros.</p>	<p><b>TRAÇADOR DE SINAIS</b></p> <p>O maior quebragalo do técnico reparador. Localiza com incrível rapidez defeitos em rádios de pilha, válvula, e outros aparelhos sonoros. Em 3 opções.</p>	

**SOLICITE NOSSOS CATÁLOGOS**

**À VENDA EM TODO BRASIL**  
Produtos da **CETEISA**  
Rua Senador Flaquero n.º 292  
Santo Amaro - São Paulo - CEP 04744  
Fones: 548-4262 - 246-2996 e 247-5427

Vendas por reembolso postal pela:  
**ATLAS - COMPONENTES ELETRÔNICOS LTDA.**  
Av. Lins de Vasconcelos n.º 755  
Cambuci - São Paulo - CEP 01537



### Evolução histórica

A primeira linguagem utilizada para programar computadores era a linguagem de máquina, a linguagem definida pela própria estrutura do computador, pelo «hardware». Logo em seguida, apareceram as linguagens tipo Assembler, com mnemônicos, para os códigos de operação, e símbolos, para os endereços.

O Assembler facilita muito a codificação de programas. No entanto, este trabalho ainda era difícil e lento. Sentiu-se, na época, três necessidades básicas:

1) — Necessidade de escrever programas de forma mais concisa, mais rápida;

2) — Necessidade de uma linguagem padronizada, de forma que programas escritos para um computador pudessem ser executados em outro;

3) — Necessidade de um programa poder aproveitar trechos («rotinas») de outros programas, sem precisar reescrevê-los.

Surgiram, então, as primeiras tentativas de linguagens mais elaboradas. Essas tentativas culminaram, em 1955, com o aparecimento da linguagem FORTRAN, para cálculos, a qual constitui um marco, sendo, ainda hoje, uma das linguagens mais utilizadas.

O uso cada vez maior do FORTRAN mostrou a viabilidade do conceito e, daí para a frente, se desenvolveram centenas de linguagens de alto nível.

### O que é uma linguagem de alto nível?

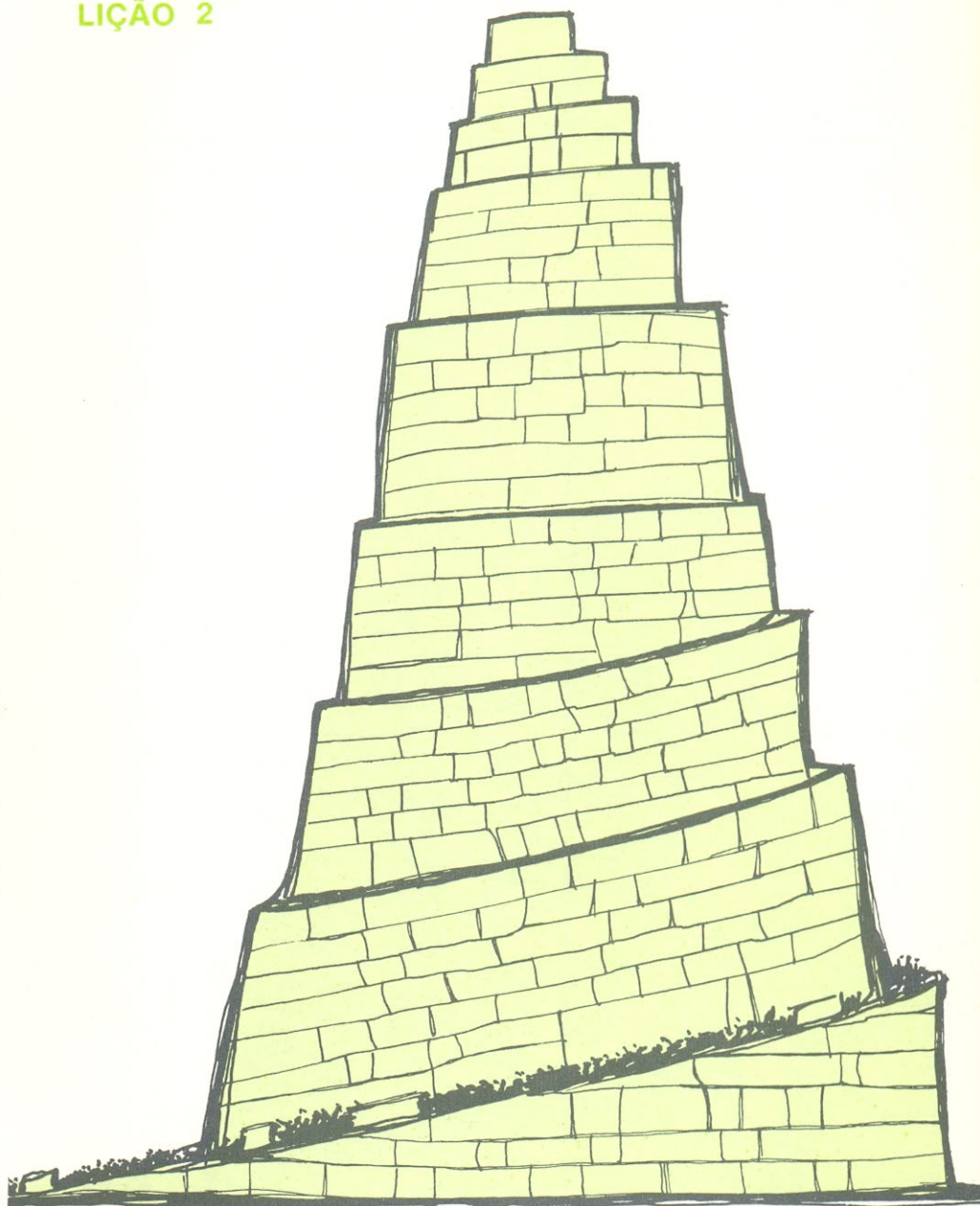
Podemos dizer que uma linguagem é de alto nível, quando ela possui as seguintes propriedades:

1) — Para programar nesta linguagem, não é preciso conhecer a linguagem da máquina, nem características do computador, como número de registradores, tipos de instruções, etc.

2) — Potencialmente, ao menos, um programa nesta lingua-

# LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

## LIÇÃO 2



*No primeiro artigo desta série, vimos a diferença entre linguagem de máquina, linguagem Assembler e linguagem de alto nível. Neste segundo artigo, detalharemos melhor a noção de linguagem de alto nível. E a partir do próximo artigo, começaremos a estudar, em detalhes, uma linguagem de alto nível. Portanto, este artigo será mais conceitual; o aspecto prático começará no próximo número.*



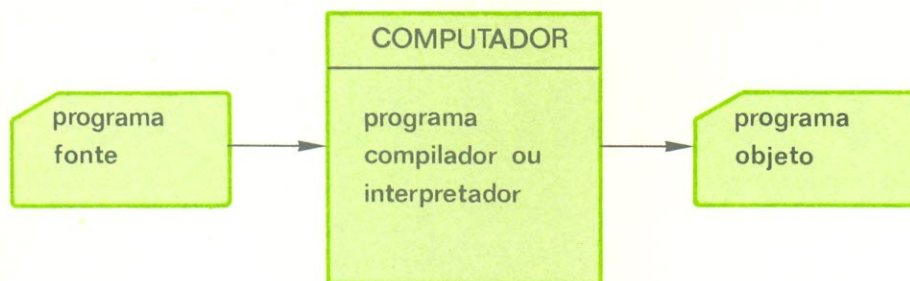


FIGURA 1

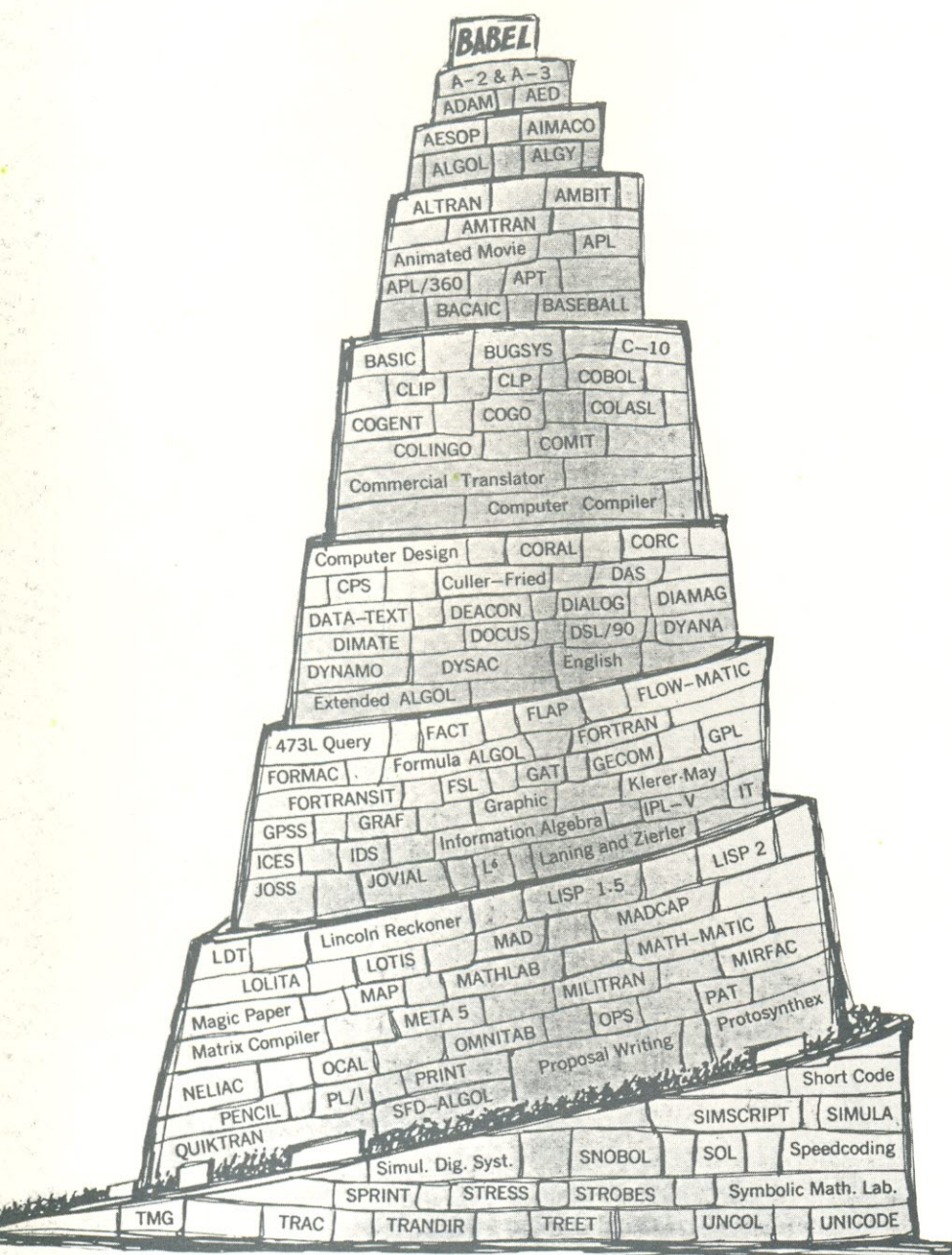


FIGURA 2

gem pode ser transferido de um computador a outro.

3) — Uma instrução nesta linguagem se traduz por muitas instruções de máquina.

4) — A notação adotada está mais próxima do problema a resolver do que do computador utilizado. Daí, o nome de «linguagem orientada ao problema», ou «linguagem de alto nível».

## Terminologia

Antes de vermos as vantagens e desvantagens das linguagens de alto nível, vamos definir a terminologia usada. Veja a fig. 1.

O **programa fonte** é o programa escrito em linguagem de alto nível. Depois de escrito, é perfurado em cartões ou fita de papel, ou gravado em cassete ou disquete.

O **programa objeto** é o mesmo programa, já traduzido para linguagem de máquina e pronto para ser carregado e executado pelo computador.

O **programa compilador** é um programa especial, que faz a tradução de fonte para objeto, isto é, lê um programa fonte e fornece, como saída, um programa objeto.

Em certas situações, não é usado um compilador e sim, um **interpretador**. Este também é um programa que traduz fontes; porém, ao invés de produzir objetos na saída, o interpretador executa imediatamente a instrução traduzida. Caso ele leia uma instrução de soma, ele efetua uma soma. O programa fonte é lido e executado imediatamente; daí, o nome «interpretador».

Neste processo todo, o programador usa o próprio computador para traduzir programas, resultando daí o nome de **programação automática**.

## Vantagens e desvantagens

Quais são as vantagens das linguagens de alto nível? De uma forma geral, seu uso facilita: — O aprendizado da programação



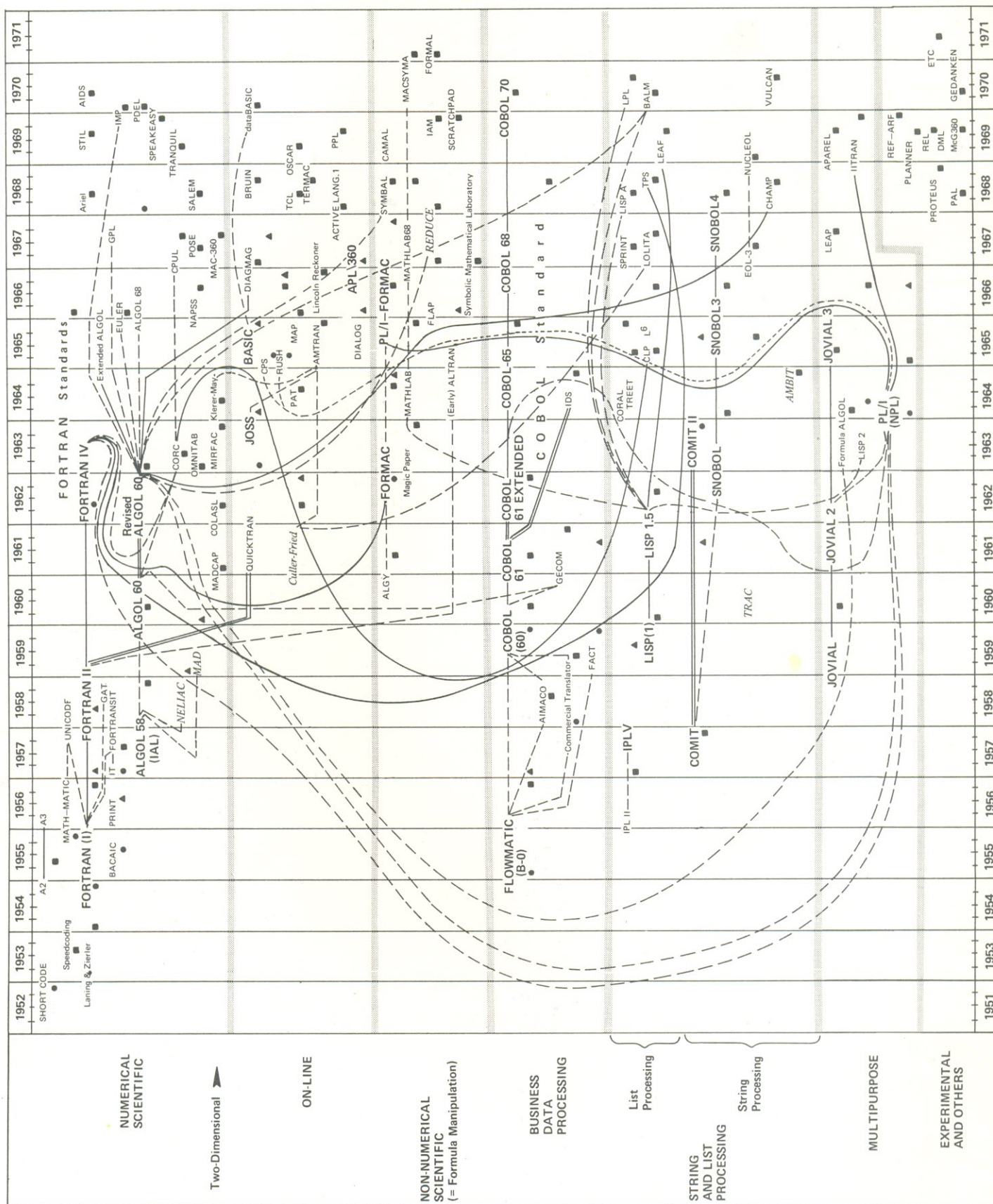


FIGURA 3



- Escrever e entender programas
- Testar programas
- Manter e documentar programas
- Converter programas de um sistema para outro.

Por outro lado, temos as desvantagens:

- Às vezes, as vantagens são apenas potenciais e, na realidade, não existem. Por exemplo, não posso converter um programa de um computador para outro, se no outro não houver compilador para a linguagem que usei.
- Perde-se tempo de computador para compilar os programas.
- O programa objeto produzido pode ser menos eficiente que um programa escrito diretamente em Assembler.
- Pode ser difícil testar completamente um programa, sem se conhecer a linguagem da máquina.
- Finalmente, a linguagem disponível pode não ser adequada ao problema que queremos resolver. De nada adianta uma

linguagem para processamento de dado tipo comercial, se o nosso problema envolve cálculo numérico.

Apesar das desvantagens, a programação em linguagem de alto nível se impôs, como sendo nitidamente mais eficiente, principalmente considerando que o custo dos computadores tende a baixar.

De tudo isso decorre a proliferação das linguagens, cada laboratório ou universidade desenvolvendo a sua. Temos hoje uma verdadeira Torre de Babel de linguagens, o que dificulta o trabalho de escolher a mais adequada ao problema (figura 2).

Na figura 3 mostramos, como ilustração, um esquema da evolução das principais linguagens, suas influências e as datas principais.

Não é nossa pretensão, nesta série de artigos, estudar todas as linguagens existentes. Per correremos apenas as principais, que são: FORTRAN, APL ALGOL

(uso científico), COBOL (uso comercial), PL/1 (uso científico e comercial) e BASIC (principiantes e uso conversacional). Daremos maior ênfase ao BASIC, por ser a linguagem mais utilizada em microcomputadores.

Veremos, para cada linguagem, que tipo de dados são tratados (números, caracteres, símbolos, etc.), que operadores existem, que comandos são efetuados, como se definem os dados e se estruturam os programas.

Queremos, nesta série de artigos, atender às necessidades do público que está cada vez mais interessado em programar microcomputadores. Portanto, caso você tenha alguma dúvida, ou queira que abordemos uma linguagem além das mencionadas, não hesite em nos escrever.

---

**Referências** — Jean Sammett — *Programming Languages, History and Fundamentals*; Peter Wegner — *Programming Languages, Information Structures and Machine Organization*.

---


**ALFATRONIC**

  
**National**

**SEMICONDUTORES EM GERAL  
CIRCUITOS INTEGRADOS  
MICROPROCESSADORES**



**INTERRUPTORES DE ALAVANCA  
BOTÕES MINIATURA,  
THUMBWHEELS DE ALTA QUALIDADE  
MONTADOS NO BRASIL**

**HAMLIN**

**INTERRUPTORES  
ELETROMAGNÉTICOS  
REED SWITCHES.**



# CURSO DE SEMICONdutoRES

A eletrônica é uma presença constante em todas as atividades do mundo atual. E, dizer eletrônica, hoje em dia, é dizer «semicondutores». Esses pequenos componentes se estabelecem invictos e se multiplicam com uma rapidez incrível, tornando-se mais complexos, a cada dia.

Sinal dos tempos. Os dispositivos semicondutores firmaram-se devido à sua superioridade e, por isso, existe uma grande necessidade de cursos básicos sobre os mesmos, a fim de colocar os principiantes a par das novas teorias de operação, sem ficarem para trás ou perderem o fio da meada, à medida que o tempo passa e a eletrônica avança, produzindo componentes sempre mais complexos. Como compreender, por exemplo, o funcionamento dos circuitos integrados, cujo elemento básico é o transistor, sem entender previamente os próprios transistores?

Pois aqui está um curso, feito para suprir tais necessidades. Vai se dividir em várias partes, como acontece com todos os cursos, procurando abranger os pontos básicos principais da eletrônica de estado sólido. Vejamos, antes de mais nada, o programa do que será apresentado durante o curso:



## INTRODUÇÃO

**Fundamentos de semicondutores** — Iniciaremos analisando a importância dos semicondutores, incluindo suas vantagens e desvantagens. Logo após, entraremos no assunto de materiais semicondutores, onde veremos características e comportamento do germânio e do silício. Esta parte será concluída com o estudo do germânio e do silício dopados, introduzindo as noções de material tipo P e tipo N.

**Diodos semicondutores** — O princípio de funcionamento da

junção PN será a primeira coisa a ser vista nesta parte. Em seguida, veremos as várias características dos diodos, como polarização, comportamento com a temperatura, simbologia, etc. Concluiremos com a apresentação de tipos de diodos, de acordo com a confecção, e aplicações dos mesmos.

**O diodo zener** — Como de hábito, começaremos com as características do diodo zener, passando depois pelas limitações de corrente, efeitos da

## LIÇÃO 1



temperatura, impedância e encapsulamentos, terminando nas várias aplicações e aprendendo a projetar reguladores empregando esses diodos.

**Diodos para aplicações especiais** — Este capítulo será dedicado aos diodos semicondutores especiais e pouco conhecidos, tais como o diodo-túnel, o varactor, os diodos PIN, IMPATT, Hot Carrier e de efeito Gunn. Percorreremos todas as suas características e aplicações.

**Transistores bipolares** — As configurações PNP e NPN formarão a abertura desta parte, seguidas pelas técnicas de confecção e encapsulamento de transistores. Depois entraremos nos detalhes da operação dos transistores, analisando sua polarização, comportamento como amplificadores, tipos de circuitos transistorizados e teste desses componentes.

**Características dos transistores bipolares** — Colocadas num capítulo à parte, essas características serão totalmente examinadas por nós. Veremos, assim, o funcionamento de configurações tipo base comum, emissor comum e coletor co-

mum; finalizando, o transistor será «dissecado» em todas as suas características.

**Transistores de efeito de campo** — Estudaremos aqui todas as características referentes aos FETs de junção e aos MOS-FETs e veremos, como conclusão, as configurações de circuito desses transistores: supridouro comum, porta comum e dreno comum.

**Tiristores** — Percorreremos tudo o que de básico se refere aos SCRs, TRIACs e UJTs, programáveis ou não.

**Circuitos integrados** — A importância dos circuitos integrados será o assunto de abertura deste capítulo. Depois, passaremos pelos CIs bipolares, pelos CIs do tipo MOS, pelos CIs híbridos. Em seguida, veremos os tipos de película utilizados para a confecção dos integrados, assim como os tipos de encapsulamentos dos mesmos. Finalizaremos com as aplicações dos circuitos integrados, diferenciando os digitais dos lineares.

**Dispositivos optoeletrônicos** — São os dispositivos que emitem luz eletronicamente ou que

modificam seus parâmetros internos com a incidência da luz. Para entendê-los melhor, esta parte começará explicando os princípios básicos da luz; só depois, então, entraremos com os dispositivos optoeletrônicos, a saber: células fotocondutivas, células fotovoltaicas, fotodiodos, fototransistores e LEDs (ou diodos emissores de luz).

Ao longo de todo o curso, serão distribuídos testes de assimilação e pequenos exames de avaliação, que ajudarão bastante o estudante a entender e a guardar a matéria. As respostas para cada teste e exame serão incluídas na mesma lição, para que o estudante possa conferir de imediato seus conhecimentos.

Além disso, o curso será fartamente ilustrado, não deixando margens a dúvidas, no caso de certas explanações que não seriam completas, sem a presença de uma ilustração.

Em resumo, o curso que iniciamos agora será mais como um livro em capítulos, agradável de ler, e não como um material didático denso e cansativo.

## CAPÍTULO I

# Fundamentos dos semicondutores

### A importância dos semicondutores

Os semicondutores representam os elementos básicos usados para a confecção de componentes eletrônicos. Esses componentes, por sua vez, são utilizados na construção de circuitos e equipamentos eletrônicos. Os dispositivos semicondutores mais comuns são três, basicamente: os diodos, os transistores e os circuitos integrados. Existem vários outros, entretanto, que encontram aplicação em muitas ocasiões.

A função principal dos dispositivos semicondutores, nos

equipamentos eletrônicos, é a de controlar correntes ou tensões, de tal maneira a produzir um certo resultado final desejado. Por exemplo, os diodos podem ser usados como retificadores, para produzir tensão CC pulsante, a partir de uma tensão CA. Um transistor pode ser empregado como uma resistência variável para variar a corrente em um elemento aquecedor. Ou, ainda, um circuito integrado poderia amplificar e demodular um sinal de rádio. Todos esses componentes são confeccionados com materiais especiais, conhecidos como «semicondutores».

Os dispositivos semicondutores são componentes de pequenas dimensões, leves e com um consumo bastante baixo, sendo altamente eficientes e confiáveis. As válvulas eletrônicas, utilizadas antigamente em quase todos os tipos de equipamento eletrônico, foram quase que totalmente substituídas pelos dispositivos semicondutores. Vamos analisar algumas razões específicas dessa transição.

### Vantagens

Os componentes feitos com materiais semicondutores são chamados geralmente de com-



ponentes de estado sólido, porque são constituídos de materiais sólidos. Graças a esta estrutura em estado sólido, esses componentes são mais robustos e resistentes que as válvulas eletrônicas, construídas com vidro, metal ou cerâmica. Devido a tal resistência, os dispositivos semicondutores estão aptos a trabalhar sob as mais severas condições ambientais; disso provém a alta confiabilidade dos dispositivos de estado sólido.

A construção de estado sólido elimina também a necessidade de filamentos ou aquecedores, comumente encontrados em válvulas eletrônicas, o que significa economia de potência e uma operação mais resfriada e, portanto, mais eficiente. Eliminando filamentos, evitamos uma das principais origens de problemas, pois esses dispositivos possuem uma vida útil muito limitada; e, além disso, a ausência de filamentos quer dizer que o período de pré-aquecimento não é mais necessário, para que o equipamento comece a funcionar perfeitamente. Em outras palavras, o componente de estado sólido começa a funcionar assim que recebe alimentação.

Esses componentes funcionam com tensões bastante reduzidas (de 1 a 25 volts), em contraposição às válvulas, que requerem tensões de operação de 100 volts ou mais. Isto significa que os dispositivos de estado sólido utilizam uma potência menor, comparados às válvulas, e que portanto, são mais adequados à utilização em equipamentos portáteis, que obtêm sua alimentação de baterias.

É mais seguro, também, trabalhar com tensões reduzidas. Os rádios portáteis, calculadoras de bolso e televisores a bateria são alguns exemplos de equipamentos que aproveitam a eficiência dos componentes semicondutores.

Os equipamentos portáteis

são outra área onde os componentes de estado sólido encontram aplicação; apesar de sabermos que tal equipamento pode ser construído com válvulas eletrônicas, sabemos também que o mesmo seria, neste caso, muito maior e mais pesado. Um transistor típico apresenta uma largura e uma altura da ordem de uma fração de centímetro, enquanto uma válvula tem vários centímetros de altura e uma largura sempre superior a um centímetro. Além disso, como consequência, o transistor é bem mais leve.

Um outro fator que depõe a favor dos componentes de estado sólido é o seu custo, bem inferior ao das válvulas. A própria natureza de um componente em estado sólido o torna adequado a ser produzido em massa, o que se reflete em economia no custo de produção. Na realidade, um grande número desses componentes pode ser fabricado tão fácil e rapidamente quanto um único.

Os dispositivos semicondutores mais sofisticados são os circuitos integrados. Esses dispositivos são constituídos por circuitos completos, onde todos os componentes são confeccionados com materiais semicondutores, em uma única «embalagem» miniatura. Tais dispositivos não só substituem circuitos eletrônicos individuais, como também partes inteiras de equipamentos ou sistemas completos. Para se ter uma idéia das possibilidades dos integrados, é possível construir computadores e rádio receptores inteiros em um só dispositivo, não maior que um transistor.

Os circuitos integrados nos levaram um passo à frente no aperfeiçoamento de equipamentos eletrônicos, por meio do uso de materiais semicondutores. **Todos** os equipamentos eletrônicos foram beneficiados pela utilização dos componentes de estado sólido e, particularmente, pelos circuitos integrados.

## Desvantagens

Mesmo exibindo uma série de vantagens sobre as válvulas eletrônicas, muito usadas anteriormente, os componentes de estado sólido apresentam também algumas desvantagens inerentes. Em primeiro lugar, os componentes de estado sólido são muito suscetíveis às variações da temperatura e podem ser danificados se operarem a temperaturas demasiadamente elevadas. Normalmente, são necessários alguns componentes adicionais, somente para o objetivo de estabilizar circuitos de estado sólido, de modo que possam funcionar ao longo de uma extensa faixa de temperaturas.

Tais componentes podem ser facilmente avariados, se excedermos os seus limites de dissipação de potência e, ocasionalmente, pode acontecer o mesmo, se invertermos suas tensões de operação. Em comparação, as válvulas não são sensíveis a tais extremos às variações de temperatura ou tensões impróprias de funcionamento.

Há ainda algumas áreas onde os dispositivos semicondutores não podem substituir as válvulas. Isto é particularmente verdade em alta potência e rádio frequências extremamente elevadas. Contudo, à medida que a tecnologia de semicondutores se desenvolve, essas limitações vão sendo gradualmente vencidas.

Mesmo com todas as desvantagens já mencionadas, os componentes de estado sólido são os dispositivos mais eficientes e confiáveis de que podemos dispor. São constantemente empregados em todos os projetos de novos equipamentos e novas aplicações aparecem a cada dia, nas áreas militar, industrial e para o consumidor. O uso contínuo de materiais semicondutores para se construir componentes em estado sólido de melhor qualidade e desempenho está praticamente assegurado.



do, pois as técnicas empregadas estão sendo constantemente aperfeiçoadas, tornando possível, portanto, a obtenção de componentes ainda melhores a custos mais reduzidos.

Os semicondutores atingiram profundamente o projeto e as aplicações dos equipamentos eletrônicos. Seu impacto não se restringiu apenas ao aperfeiçoamento do equipamento e das técnicas existentes, tornando-os melhores e mais baratos, mas também nos permitiu realizar coisas que antes eram consideradas impossíveis. Os semicondutores revolucionaram a indústria eletrônica e continuam exibindo seu potencial, cada vez maior. Seu trabalho em eletrônica estará sempre envolvido com dispositivos semicondutores.

#### Pequeno teste de revisão

1) — Os componentes fabricados com materiais semicondutores são chamados, frequentemente, de componentes \_\_\_\_\_.

2) — Os componentes feitos com materiais semicondutores não requerem um período de aquecimento.

- a. Verdadeiro
- b. Falso

3) — Os transistores são mais confiáveis e possuem uma vida útil mais longa que as válvulas.

- a. Verdadeiro
- b. Falso

4) — Os componentes feitos com semicondutores necessitam de altas tensões de operação.

- a. Verdadeiro
- b. Falso

5) — Praticamente todos os equipamentos eletrônicos modernos e compactos utilizam componentes \_\_\_\_\_.

6) — Os componentes à base de semicondutores substituíram

quase que completamente as antigas \_\_\_\_\_.

7) — Os componentes semicondutores são altamente sensíveis às variações da temperatura.

- a. Verdadeiro
- b. Falso

8) — É possível construir circuitos inteiros, usando materiais semicondutores.

- a. Verdadeiro
- b. Falso

9) — Dê quatro vantagens dos equipamentos semicondutores sobre as válvulas:

- a. \_\_\_\_\_;
- b. \_\_\_\_\_;
- c. \_\_\_\_\_;
- d. \_\_\_\_\_.

10) — Os três componentes semicondutores mais comuns são: \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

11) — A função principal de um componente de estado sólido é a de \_\_\_\_\_ nos circuitos.

12) — O mais complexo, sofisticado e avançado dispositivo de estado sólido é o \_\_\_\_\_.

#### Respostas

1) — estado sólido

2) — (a) — Verdadeiro

3) — (a) — Verdadeiro

4) — (b) — Falso

5) — semicondutores ou estado sólido

6) — válvulas

7) — (a) — Verdadeiro

8) — (a) — Verdadeiro (circuitos integrados)

9) — a. custo menor; b. menor consumo; c. menores e mais leves; d. mais resistentes e confiáveis.

10) — O diodo, o transistor e o circuito integrado.

11) — controlar a corrente (ou tensão).

12) — circuito integrado.

#### Os materiais semicondutores

O termo «semicondutor» é utilizado para descrever qualquer material cujas características se localizem entre aquelas dos isolantes e aquelas dos condutores. Em outras palavras, um semicondutor não dá passagem à corrente tão livremente como um condutor, mas também não a bloqueia tão efetivamente quanto um isolante.

Alguns semicondutores são elementos puros, normalmente, encontrados na tabela periódica dos elementos, enquanto outros são classificados como compostos. Exemplos típicos de materiais semicondutores que são elementos naturais: carbono (C), germânio (Ge) e silício (Si).

Os semicondutores mais adaptados à maior variedade de aplicações, na eletrônica, são o germânio e o silício. O germânio é um elemento branco acinzentado, descoberto em 1886 e pode ser obtido das cinzas de certos tipos de carvão, sob a forma de pó de dióxido de germânio. Este pó pode então ser transformado em germânio puro, que aparece no estado sólido.

O silício é um elemento metálico, descoberto em 1823 e é abundante na crosta terrestre. Um composto incolor, conhecido como dióxido de silício (ou sílica) ocorre em grandes quantidades, em forma de areia, quartzo e ágata. Esses compostos de silício podem ser reduzidos quimicamente, de modo a obtermos silício puro, sob a forma sólida.

Esses dois materiais possuem estruturas atômicas que podem ser facilmente alteradas para produzir certas características elétricas desejadas.

Assim que o material puro está disponível, ele deve ser adequadamente modificado, de



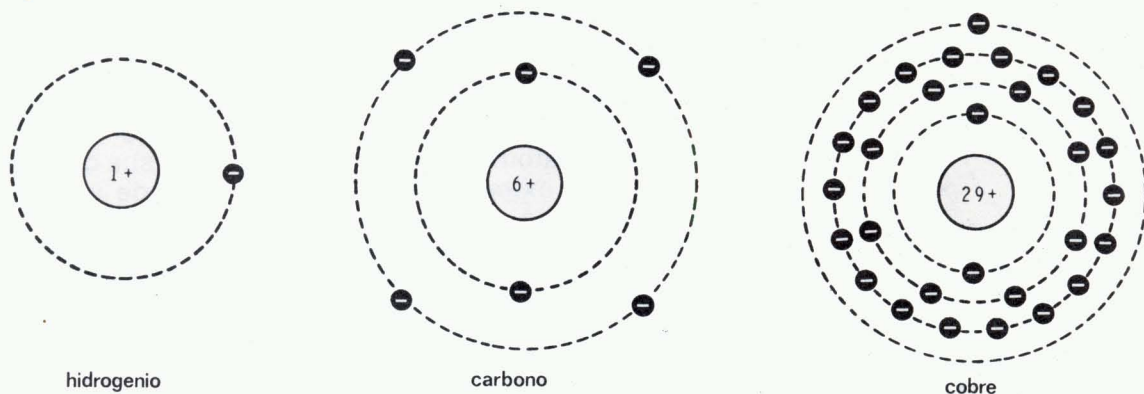


FIGURA 1-1

maneira a exibir as qualidades necessárias para se construir um dispositivo semicondutor para uma determinada aplicação.

### Pequeno teste de revisão

13) — Os materiais cujas características estão entre as dos isolantes e as dos condutores são chamados de \_\_\_\_\_.

14) — Os dois materiais semicondutores mais comumente utilizados para fabricar equipamentos eletrônicos são o \_\_\_\_\_ e o \_\_\_\_\_.

15) — A resistência de um material semicondutor, comparada à de um bom condutor, como o cobre é:

- Mais elevada
- Mais baixa
- Aproximadamente a mesma

16) — Os dispositivos semicondutores são feitos diretamente a partir de materiais puros, que não sofreram alteração de espécie alguma.

- Verdadeiro
- Falso

### Respostas

13) — semicondutores

14) — silício e germânio

15) — (a) Mais elevada — A resistência de um semicondutor é mais elevada que a de um con-

ductor, porém mais baixa que a de um isolante.

16) — (b) — Falso

### Os cristais e átomos de germânio e silício

A partir do que você já estudou, você sabe que os metais, tais como o cobre e o alumínio, são utilizados para transportar corrente em um circuito elétrico. Você aprendeu que esses metais são classificados como condutores, porque oferecem uma mínima oposição ao fluxo da corrente.

Nos seus estudos anteriores, você deve ter aprendido também que os materiais como o vidro, borracha e cerâmica se opõem fortemente ao fluxo da corrente e são, portanto, classificados como isolantes. Agora você vai examinar a estrutura atômica de dois materiais (germânio e silício) que possuem características que se situam entre aquelas dos condutores e dos isolantes e vai descobrir porque tais materiais pertencem a uma terceira classificação, a dos semicondutores.

#### Algumas definições úteis:

**Elemento** — Um dos 104 materiais químicos conhecidos que não pode ser subdividido em substâncias mais simples.

**Átomo** — A menor porção de um elemento que ainda exibe todas as características do mesmo.

### Átomos de semicondutores

Antes de analisarmos a estrutura dos átomos e cristais de germânio e silício, devemos considerar algumas regras importantes que se referem ao número e à colocação dos elétrons que circulam em torno do núcleo do átomo. Os átomos contêm três componentes básicos: prótons, nêutrons e elétrons. Os prótons e nêutrons estão localizados no núcleo ou centro do átomo, enquanto os elétrons giram em torno do núcleo, em órbitas.

O átomo de cada elemento em particular possui um número específico de prótons em seu núcleo, igual ao número de elétrons em órbita, caso o átomo seja neutro. Entretanto, a maneira exata como os elétrons estão

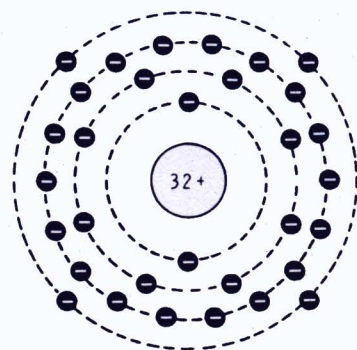


FIGURA 2-1 o átomo de germanio



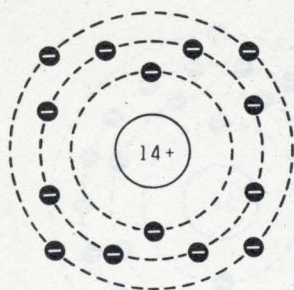


FIGURA 3-1 átomo de silício

distribuídos em torno do núcleo é muito importante na determinação das características elétricas do elemento. Geralmente, cada elétron possui sua própria órbita, mas certas órbitas se reúnem para dar origem ao que chamamos de **camada**. Para todos os elementos conhecidos, há um máximo de sete camadas em torno do núcleo.

A camada mais próxima ao núcleo pode conter apenas 2 elétrons e a segunda camada, até 8 elétrons; a terceira, não pode possuir mais que 18 elétrons e a quarta, mais do que 32 e assim por diante. A camada mais externa de um determinado átomo é denominada **camada de valência** e os elétrons que orbitam nesta camada recebem o nome de elétrons de valência.

A distribuição dos prótons e elétrons em três diferentes átomos aparece na figura 1-1. Observe que o átomo de hidrogênio tem apenas uma camada, en-

quanto o átomo de carbono exibe duas e o de cobre, quatro camadas. Veja também que algumas das camadas contêm um número de elétrons inferior ao máximo permitido.

Em qualquer átomo determinado, a camada exterior nunca pode possuir mais que 8 elétrons. Quando exatamente 8 elétrons estão presentes nessa camada, o átomo é considerado completamente estável e portanto, ele não aceita nem cede facilmente elétrons. Exemplos de elementos desse tipo são o gás neônio e o argônio, classificados como gases inertes e resistem a todo tipo de atividade elétrica ou química.

Quando um átomo possui 5 ou mais átomos em sua camada exterior, ele tenta preencher sua camada de modo a alcançar uma situação estável. Os elementos deste tipo são bons isolantes, porque seus átomos tentam adquirir elétrons, ao invés de fornecê-los; assim, o movimento de elétrons de um átomo a outro é inibido.

Quando um átomo tem menos de 4 elétrons em sua camada exterior, ele apresenta a tendência de fornecê-los com facilidade. Os elementos que possuem tal tipo de átomos dão ótimos condutores, pois contêm um grande número de elétrons livres, que podem se movimentar aleatoriamente de um átomo a outro.

Quando um átomo contém exatamente 4 elétrons em sua camada exterior, ele hesita em fornecer ou aceitar elétrons prontamente. Os elementos que possuem tais átomos não são bons condutores nem bons isolantes e, portanto, são classificados como semicondutores. O carbono é um exemplo típico de um material semicondutor (veja que o átomo de carbono apresentado na fig. 1-1 possui exatamente 4 elétrons em sua camada exterior).

Os dois materiais semicondutores mais comumente utilizados na confecção de transistores e outros componentes relacionados, são o germânio e o silício. Ambos os materiais são compostos por átomos com 4 elétrons em sua camada externa (ou camada de valência). Na figura 2-1 mostramos um átomo de germânio isolado; observe que esse átomo possui 4 camadas e que a distribuição de elétrons nas mesmas é 2, 8, 18 e 4, formando um total de 32 elétrons girando em torno do núcleo. Por extensão, sabemos então que há um total de 32 prótons no núcleo do átomo.

Um átomo isolado de silício está na figura 3-1. Observe que este átomo exibe apenas três camadas e que a distribuição dos elétrons pelas mesmas é 2, 8 e 4, totalizando 14 elétrons em órbita e 14 prótons no núcleo.

O ponto mais importante a considerar, quando analisamos a estrutura do germânio e do silício, é o fato de ambos os tipos de átomos possuírem 4 elétrons de valência. Mesmo com a presença de outros elétrons no átomo, são os de valência que vão determinar a relativa facilidade com que a corrente irá fluir através do germânio e do silício. A fim de simplificar as discussões e as ilustrações a seguir, usaremos diagramas simplificados dos átomos do germânio e do silício, mostrando somente os 4 elétrons de valência, circundando um núcleo central, que consiste do núcleo e das camadas internas. Esses diagramas aparecem na figura 4-1; procure lembrar-se dessas simplificações, para as próximas lições.

Verifique que o núcleo do átomo de germânio simplificado é identificado pelo símbolo Ge, enquanto o de silício é identificado pelo símbolo Si; em cada caso, o núcleo está rodeado por 4 elétrons.

## Cristais semicondutores

Os átomos individuais no in-

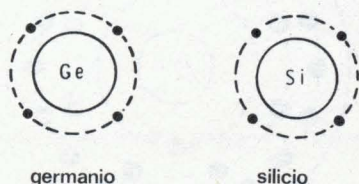


FIGURA 4-1 átomos simplificados



# BRASITONE

## Em Campinas

O mais completo e variado estoque  
de circuitos integrados C-MOS, TTL,  
Lineares, Transistores, Diodos,  
Tiristores e Instrumentos Eletrônicos

### KITS NOVA ELETRÔNICA

Rua 11 de Agosto, 185 — Campinas — Fone: 31-1756

terior de um material semicondutor, como o germânio, estão distribuídos conforme a figura 5-1. Veja que cada átomo compartilha seus 4 elétrons de valência com os 4 átomos vizinhos; essa partilha de elétrons cria uma ligação que mantém os átomos unidos. Tal ligação de pares de elétrons é normalmente chamada de **ligação covalente** e ocorre porque cada átomo da estrutura tenta adquirir elétrons adicionais, de modo a completar sua camada de valência com 8 elétrons.

Os átomos de silício combinam-se da mesma forma exibida para os átomos de germânio, na fig. 5-1. Os átomos de silício também mantêm ligações covalentes, à semelhança dos átomos de germânio.

As estruturas cristalinas descritas para o germânio e o silício estão livres de impurezas e representam, portanto, materiais puros ou ideais. Tais tipos de cristais são chamados geralmente de **materiais intrínsecos**. A confecção de componentes em estado sólido, como transistores, por exemplo, depende do uso de materiais puros ou intrínsecos como esses.

#### Pequeno teste de revisão

17) — Um átomo neutro possui um número igual de \_\_\_\_\_ e \_\_\_\_\_.

18) — Os elétrons que circundam o núcleo de um átomo estão agrupados em várias \_\_\_\_\_.

19) — Nunca pode haver mais que \_\_\_\_\_ camadas em um átomo.

20) — A camada mais próxima ao núcleo não pode exibir mais que \_\_\_\_\_ elétrons.

21) — A camada mais externa é chamada de \_\_\_\_\_.

22) — A camada mais externa nunca pode conter mais que \_\_\_\_\_ elétrons.

23) — Um átomo de neônio é completamente estável, porque possui \_\_\_\_\_ elétrons em sua camada externa.

24) — As características elétricas de um elemento são determinadas pelo número de elétrons presentes em sua camada de \_\_\_\_\_.

25) — Elementos formados por átomos com 4 elétrons em sua camada exterior são classificados como \_\_\_\_\_.

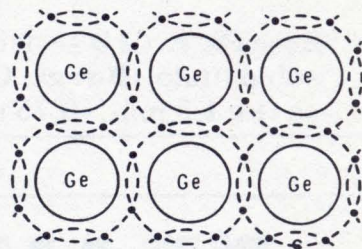


FIGURA 5-1 diagrama simplificado de uma estrutura cristalina de germânio

26) — Cada átomo em um semicondutor compartilha seu elétrons com os 4 átomos vizinhos, formando uma \_\_\_\_\_.

27) — Os semicondutores intrínsecos não contêm \_\_\_\_\_.

#### Respostas

17) — prótons e elétrons

18) — camadas

19) — 7

20) — 2

21) — valência

22) — 8

23) — 8

24) — valência ou externa

25) — semicondutores

26) — ligação covalente

27) — impurezas



**LEIA NO  
PRÓXIMO  
NÚMERO**

**Na seção Engenharia:**

Conclusão da série sobre as novas tecnologias aplicadas à LSI

Filtros mecânicos

**Em áudio:**

Os princípios básicos dos toca-discos

**No suplemento Byte:**

3.<sup>a</sup> lição do curso sobre linguagens de programação

**Os outros cursos:**

Técnicas digitais — 6.<sup>a</sup> lição

Semicondutores — 2.<sup>a</sup> lição

**Assuntos gerais:**

Eletromedicina

Laser, a nova luz

**E mais:** Todas as seções costumeiras



**Revista n.º 9** — pág. 257/9, artigo da «Superfonte

Onde se lê: **Tensão de ruído é «ripple»** — 90 uF

Leia-se: **Tensão de ruído ou «ripple»** — 90 uV

**Revista n.º 10** — No artigo «Como são feitas as fitas magnéticas», pág. 426/50, 3.<sup>a</sup> coluna sob o título «**Base**»: Onde se lê «1 e 1,5 milímetros», «0,75 mm» e «0,5, 0,3 e 0,25 mm», leia-se «1 e 1,5 mil», «0,75 mil» e «0,5, 0,3 e 0,25 mil» (mil = 1 milésimo de polegada ou 0,0254 mm)

# TRANSFORMADORES

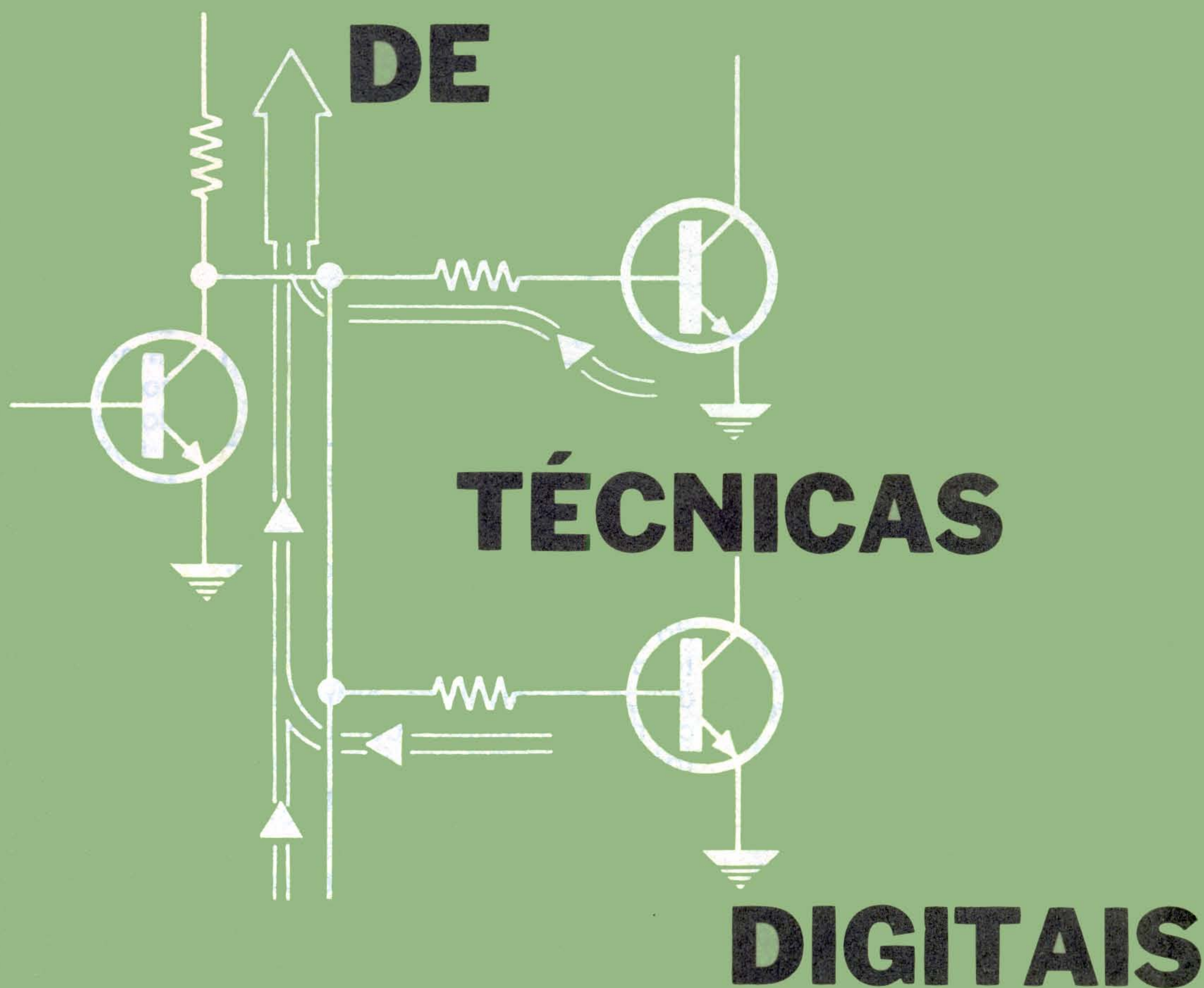
- \* Transformadores de até 20 kV
- \* Auto transformadores
- \* Isoladores de linha monofásico/trifásico até 30 kVA
- \* Transformadores para fontes de alimentação
- \* Transformadores para ignição
- \* Transformadores sob encomenda



**Eletrônica Veterana Ltda.**  
**Ind. e Comércio de Componentes Eletrônicos**

Rua Aurora, 161 — tel. 221.4292 — Cep.01209 — São Paulo (SP)





## Características dos Circuitos Lógicos

*Existem vários tipos de circuitos integrados digitais que se prestam à realização de equipamentos digitais. Transistores bipolares, saturados ou não, e MOSFETS, são utilizados para a confecção de uma infinidade de circuitos lógicos. Cada tipo ou família de circuitos integrados digitais tem suas possibilidades e suas limitações. As características variam muito e, determinar o circuito ótimo a ser utilizado numa determinada aplicação, depende de necessidades específicas.*

*Algumas das mais importantes características dos circuitos integrados digitais são: os níveis lógicos, tempo de propagação, potência dissipada, imunidade a ruídos e «fan-out» (ou seja, a capacidade que tem uma saída lógica de alimentar as entradas de outros circuitos lógicos). É o que estudaremos nesta lição.*



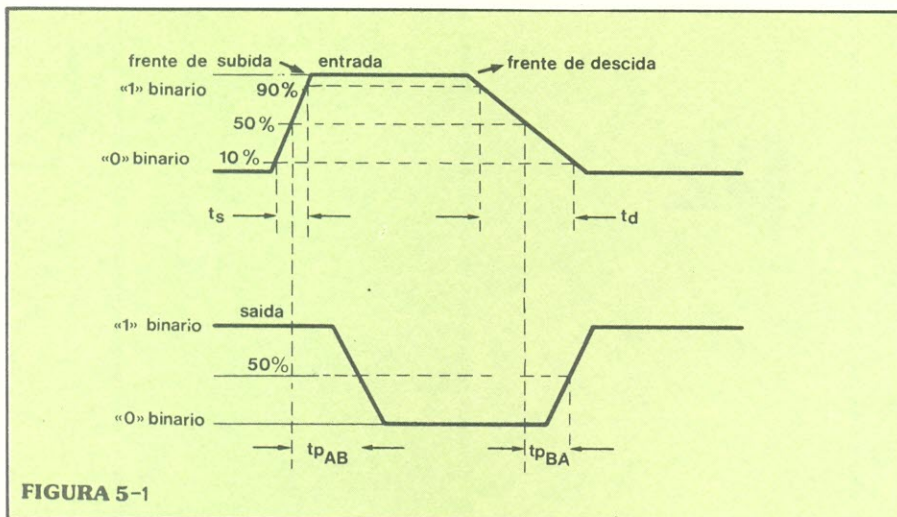


FIGURA 5-1

### Níveis lógicos

Os níveis lógicos são as tensões designadas como «estado 1» e «estado 0» binários, para um certo tipo de circuito digital.

Os valores nominais para os dois níveis são bem determinados mas, na prática, os valores obtidos podem variar, devido à tolerância dos componentes internos do circuito integrado, variações da fonte de alimentação, temperatura e outros fatores. Geralmente, os fabricantes de componentes fornecem os valores máximos e mínimos admitidos para cada um dos níveis lógicos (0 e 1).

É muito importante conhecer os níveis lógicos de um determinado tipo de integrado pois, deste modo, ao trabalhar com equipamentos digitais, será fácil identificar os estados lógicos das entradas e saídas, medindo os níveis com o auxílio de um voltímetro ou um osciloscópio. Assim, o conhecimento dos níveis lógicos permitirá analisar a operação dos circuitos digitais, para determinar se estão funcionando corretamente.

### Tempo de propagação

O tempo de propagação (propagation delay, em inglês) é uma medida do tempo de operação de um circuito lógico. A velocidade de operação é uma das características mais importantes de um circuito digital e, para a maior parte das aplicações digitais, uma alta velocidade de ope-

ração (ou seja, um baixo tempo de propagação) é benéfica.

Tempo de propagação exprime o espaço de tempo necessário para que a saída de um circuito digital responda a uma mudança de nível da entrada; é composto pelo acúmulo de todos os tempos de subida e retardo, associados a qualquer circuito lógico.

Quando a tensão de entrada de um circuito digital muda de «0» binário para «1» binário, ou vice-versa, a saída deste circuito responderá após um certo período de tempo finito. A figura 5-1 dá um exemplo de tempo de propagação; temos aí representada a entrada de um circuito digital e, logo abaixo, a saída correspondente. O circuito poderia ser um inversor, uma porta NE (NAND) ou uma porta NOU (NOR).

Veja que a transição de «0» para «1», na entrada, ocasiona uma transição de «1» para «0» na saída, e que a transição de saída ocorre um certo tempo após a transição de entrada; isto é o que chamamos de tempo de propagação.

O tempo de propagação (tp) é medido geralmente entre os pontos de 50% de amplitude das frentes de subida e descida, correspondentes aos pulsos de entrada e saída (veja a fig. 5-1). Observa-se ainda que existem dois tipos de tempo de propagação: um deles, ocorre quando a entrada passa do nível «alto» para o

nível «baixo» ( $tp_{AB}$ ) e o outro, quando a entrada passa de «baixo» para «alto» ( $tp_{BA}$ ).

Os dois tipos de tempos de propagação são geralmente diferentes, devido às características dos circuitos lógicos; são da mesma ordem de grandeza, próximos em valor, mas diferem entre si.

Os tempos de subida e descida dos pulsos de entrada e saída também são importantes. Define-se **tempo de subida** ( $t_s$ ) como o período de tempo tomado pelo pulso para subir de 10% a 90% de seu valor máximo. O **tempo de descida** ( $t_d$ ) é o necessário para o pulso descer de 90% a 10% de seu valor máximo.

Para a maioria dos circuitos integrados digitais, os tempos de subida e descida são bastante reduzidos, mas estão sempre presentes. Tempos de propagação de 1 nanossegundo, por exemplo, podem ser conseguidos em certos casos. Alguns tipos de circuitos digitais modernos apresentam tempos de propagação que chegam a apenas algumas centenas de nanossegundos, o que é considerado ótimo, para a tecnologia atual. Os tempos de subida e descida são normalmente menores que os tempos de propagação.

Os tempos de propagação podem variar consideravelmente, em relação aos valores normais indicados, devido às tolerâncias de fabricação, fiação dos circuitos e vários outros motivos. Além disso, são cumulativos, conforme já dissemos; quando portas e outros circuitos lógicos combinacionais são ligados uns aos outros, os tempos de propagação se somam. Se existe mais de um nível de lógica, isto é, mais de uma estrutura, o tempo de propagação total, da entrada à saída, é a soma dos tempos de propagação de cada uma das portas.

### Potência dissipada

Outra característica importante dos circuitos lógicos é a potência dissipada, isto é, a me-



dida da quantidade de potência consumida, numa porta lógica, ou outro circuito.

Quando expressamos a potência dissipada em miliwatts por porta lógica, estamos nos referindo a um valor médio, pois a potência consumida é normalmente diferente, entre o nível «0» e o nível «1» binários, para uma determinada saída lógica.

A potência total dissipada por um circuito é uma consideração importante no projeto de um equipamento digital, pois uma elevada dissipação em potência significa um grande consumo de energia elétrica. É evidente que se deve procurar consumir o mínimo de energia elétrica, pois o custo de operação de um equipamento é um fator vital, especialmente em equipamentos digitais de grande porte, como os computadores.

Além disso, a potência total dissipada irá determinar o tamanho e o custo da fonte de alimentação. O calor liberado pelos circuitos também está relacionado à quantidade de potência dissipada pelos mesmos; em alguns casos, faz-se necessária a presença de aparelhos de resfriamento, a fim de garantir o bom funcionamento do equipamento.

Dissipação de potência é um fator particularmente importante em equipamentos portáteis ou operados por bateria, já que, para reduzir custo e assegurar uma longa vida à mesma, é essencial uma baixa dissipação em potência.

A potência dissipada por uma porta pode variar desde alguns microwatts, em certos circuitos MOS, até 60 e até 100 miliwatts por porta, em alguns circuitos de alta velocidade, feitos com uma lógica chamada não-saturada.

### **O compromisso velocidade-potência**

Duas das características que acabamos de ver, velocidade e potência dissipada, são direta-

mente dependentes uma da outra, em todos os tipos de circuitos lógicos digitais; a relação entre elas é tal que a velocidade se apresenta proporcional à potência dissipada, ou seja, tanto mais rápida a comutação de um circuito lógico, maior será a potência dissipada. Em outras palavras, para se conseguir uma alta velocidade de operação, deve-se aceitar, também, uma potência dissipada elevada.

Esse compromisso entre velocidade e potência é uma das mais importantes considerações a ser levada em conta pelo projetista digital, na escolha de um certo tipo de circuito lógico, para uma dada aplicação.

Os circuitos lógicos de alta velocidade empregam transistores bipolares não-saturados; pelo fato de os transistores não saturarem, sua queda de tensão emissor-coletor é elevada. Junte a isso os baixos valores de resistência, usados para reduzir os tempos de carga e descarga de capacitâncias parasitas, e o resultado é um alto consumo de potência.

Os circuitos integrados MOS consomem um mínimo de potência, pelo qual são parcialmente responsáveis as altas impedâncias inerentes a esses componentes. No entanto, essa característica, adicionada às capacitâncias próprias dessa tecnologia, refletem em velocidades de comutação muito baixas. Como resultado, a frequência de operação desses circuitos é bastante limitada.

Por outro lado, o consumo extremamente reduzido, da ordem de nanowatts, torna o circuito MOS perfeitamente adequado aos equipamentos portáteis e operados por bateria, onde a alta velocidade não é necessária. Os outros tipos de circuitos lógicos situam-se entre esses dois extremos.

### **Imunidade a ruídos**

A imunidade a ruídos é uma medida da suscetibilidade de um circuito lógico a pulsos nas

suas entradas e saídas. Considera-se ruído qualquer sinal estranho e indesejável, gerado externamente ou pelo próprio equipamento, e que é acrescentado e aparece sobreposto aos níveis padrão do sistema.

Esse ruído pode ser um nível CC, variando lentamente, picos de tensão ou correntes de alta frequência e pequena duração. O ruído pode ocorrer de forma repetitiva ou aleatória. Em qualquer desses casos, os sinais de ruído podem provocar uma comutação do circuito lógico, para um estado indesejável e num momento impróprio.

Cada circuito lógico apresenta sua própria imunidade a ruídos. Devido aos limiares (thresholds) associados aos componentes e ao circuito, a maior parte dos circuitos lógicos são capazes de rejeitar picos de ruído de amplitude relativamente alta; a imunidade da maioria dos circuitos lógicos, por exemplo, é de aproximadamente 10% a 50% do valor da tensão de alimentação. Isto significa que um pico de ruído, quer ocorra num nível «1» ou num nível «0», será rejeitado, caso sua amplitude esteja abaixo de 10 a 50% da tensão de alimentação.

Vejamos um exemplo:

Um circuito com imunidade a ruídos de 1 volt, rejeitará pulsos que apresentem uma diferença de 1 volt, ou menos, em relação aos níveis lógicos «0» ou «1».

Em alguns casos, o ruído é rejeitado pelo circuito lógico, devido à sua resposta lenta. Alguns ruídos são de alta frequência por natureza e tais pulsos de ruído tem uma duração tão curta, que os circuitos lógicos não podem responder suficientemente rápido, para que haja uma mudança de estado lógico.

A imunidade a ruído é uma consideração de grande importância em circuitos lógicos digitais, porque a maioria dos sistemas digitais gera uma quantidade considerável de ruído, em comutações de alta velocidade.



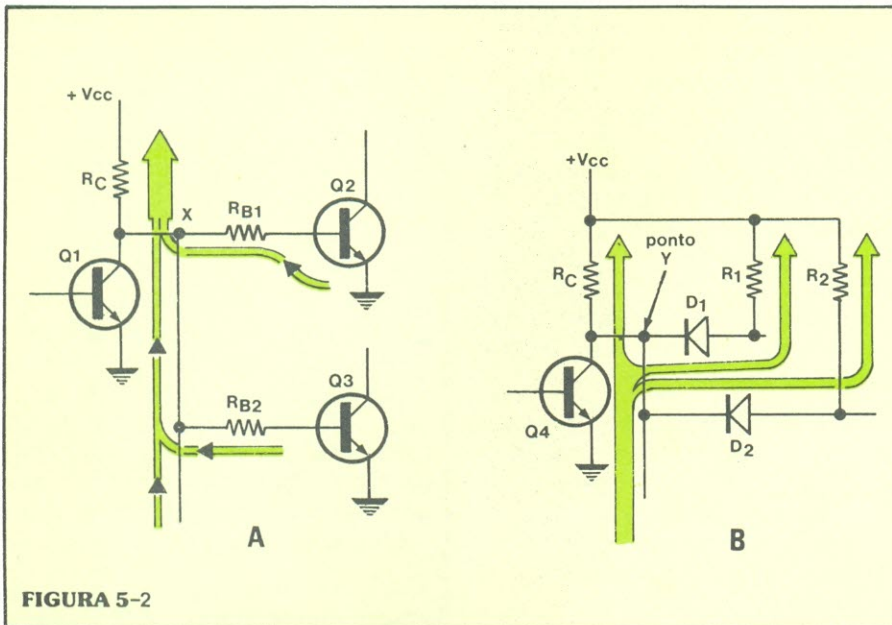


FIGURA 5-2

Além disso, muitos equipamentos digitais são utilizados em ambientes industriais de ruído intenso, onde transientes provenientes da linha de força e de outros equipamentos elétricos podem causar falsas comutações nos circuitos lógicos. Assim, ao selecionar um determinado circuito integrado digital, para uma certa aplicação, a imunidade a ruídos deve ser analisada com muito cuidado.

#### «Fan-out»

«Fan-out» é uma característica que indica o quanto de carga pode ser ligado à saída de um circuito digital. É geralmente expresso em termos de número de cargas padrão que a saída de uma porta lógica aceita, sem afetar o nível lógico nominal, velocidade, temperatura e outras características da mesma.

Devido à limitação dos componentes e da configuração dos circuitos, há um limite para o número de cargas que pode ser conectado a um circuito lógico. Uma porta lógica pode, por exemplo, apresentar um «fan-out» igual a 10, o que quer dizer que até dez entradas de porta podem ser ligadas à saída deste circuito lógico, sem que o mesmo fuja às especificações de operação fornecidas pelo fabricante.

Existem duas formas básicas de se conectar uma porta lógica à carga. Algumas cargas aparecem entre a saída do circuito lógico e a terra, enquanto outras ficam entre a saída do circuito lógico e a tensão de alimentação. Vejamos essas duas modalidades, mais detalhadamente:

#### Lógica de fornecimento de corrente (current source logic)

— Quando as cargas aparecem entre a saída do circuito lógico e a terra, o circuito lógico de comando (drive) funciona como uma fonte de corrente. Esse tipo de lógica é denominada «lógica de fornecimento de corrente» e um exemplo da mesma está ilustrado no circuito da figura 5-2A.

Neste caso, a saída do circuito lógico, Q1, comanda dois circuitos lógicos similares, formados por Q2 e Q3. Quando o transistor Q1 conduz, a tensão no ponto «X» está próxima de zero volt, não sendo fornecidas condições de comando para as bases de Q2 e Q3 e, assim, esses transistores não conduzem. Por outro lado, quando Q1 corta, a tensão de alimentação fornece corrente aos resistores de base RB1 e RB2, através do resistor de coletor RC.

Como se pode ver, cada carga é composta pela junção

emissor-base de cada transistor, mais o resistor de base associado, ligado entre a saída do circuito lógico e o terra. Quanto maior for o número dessas cargas ligadas ao circuito, tanto menor será a resistência total efetiva representada pelas mesmas e, devido a isso, haverá uma elevação da corrente a ser fornecida pela fonte, por meio do resistor de coletor.

O divisor de tensão, formado pelo resistor de coletor e pelas cargas externas, provoca uma redução da tensão lógica de saída, queda esta que aumentará com o aumento do número de cargas. Para podermos manter o nível lógico mínimo no coletor de Q1, devemos limitar os números de cargas externas. Além disso, a capacidade da fonte de alimentação e o resistor de coletor limitam a corrente máxima fornecida pelo circuito lógico às cargas dos transistores, mantendo-as todas saturadas. A corrente máxima disponível é igual a  $V_{cc}/R_C$ .

**Lógica de consumo de corrente (current sink logic)** — Um outro tipo de circuito lógico, de «consumo de corrente», aparece na figura 5-2B. Aqui, a carga está situada entre o ponto de saída do circuito lógico e a tensão de alimentação ( $V_{cc}$ ).

O circuito lógico da figura está comandando duas portas de diodos; quando o transistor Q4 está cortado, sua tensão de coletor é  $V_{cc}$  e, dessa forma, os diodos D1 e D2 são polarizados no sentido inverso e não conduzem. Mas, quando o transistor Q4 está conduzindo, forma-se um caminho de corrente através dele mesmo, do resistor de coletor  $R_C$  e através da carga de cada porta de diodos ( $R1D1$  e  $R2D2$ ).

Quanto maior o número de cargas ligadas, tanto maior será o fluxo corrente através do transistor de comando ou consumo, Q4. Assim, quanto mais cargas são adicionadas, mais se eleva a corrente de coletor de Q4 e o nível «0» binário de saída. O forne-



cimento de corrente à base de Q4 deve ser suficientemente elevado para manter o nível de coletor  $R_C$ , de modo a manter a saturação e um nível suficientemente baixo para o «0» binário.

#### Pequeno teste de revisão

1) — As características mais importantes dos circuitos lógicos são:

- a. \_\_\_\_\_
- b. \_\_\_\_\_
- c. \_\_\_\_\_
- d. \_\_\_\_\_
- e. \_\_\_\_\_

2) — Os tempos típicos de propagação para os circuitos digitais modernos são da ordem de:

- a. 1 a 100 milissegundos
- b. 1 a 100 microssegundos
- c. 1 a 100 nanossegundos
- d. 1 a 100 picossegundos

3) — Diminuir o tempo de propagação de um circuito lógi-

co digital resulta num aumento de:

- a. Potência consumida
- b. «Fan-out»
- c. Imunidade a ruído
- d. Dimensões do circuito integrado

4) — Aumentando o número de cargas num circuito tipo «fonte de corrente», causaremos no nível lógico «1»:

- a. Elevação
- b. Redução
- c. Nenhuma alteração

5) — Aumentando o número de cargas num circuito lógico tipo «fonte de corrente», daremos origem a um maior fluxo de corrente através do:

- a. Resistor de coletor
- b. Transistor de saída

E, num circuito lógico tipo «consumo de corrente»:

- c. Resistor de coletor
- d. Transistor de saída

6) — Um circuito lógico com imunidade a ruído de 40% é melhor que um outro, que apresente um fator de 10%.

- a. Verdadeiro
- b. Falso

#### Respostas

1) — Níveis lógicos, tempo de propagação, dissipação de potência, imunidade a ruídos e «fan-out».

2) — (c) 1 a 100 nanossegundos (1 nanossegundo =  $10^{-9}$  segundo).

3) — (a) Dissipação de potência.

4) — (b) Redução.

5) — (a) Resistor de coletor  
(b) Transistor de saída.

6) — (a) Verdadeiro.

## DESELECTRON TEM OS COMPONENTES QUE O AVANÇO DA SUA INDUSTRIA EXIGE

### FAIRCHILD

Fairchild é garantia de qualidade e precisão para os produtos da sua indústria. Deselectron é a garantia permanente de fornecimento semi-condutores Fairchild. Temos tudo isto e muito mais ao seu dispor. Consulte-nos.

#### DIODOS (NACIONAL)

- Sinal
- Zeners (até 1 w)
- Retificadores 1 AMP

#### TTL

- 74/H/L/LS/S
- 9000/9300/9600

#### CMOS

- 4000 - Série B
- Escala Musical

Ampla capacidade Técnico-Comercial em distribuição (Engenharia e Laboratório de Aplicações).

#### TRANSISTORES

- Comutação
- Potência
- Darlingtons
- Alta-Tensão
- Faixa-Cidadão (CB)

#### ECL

- Prescalers de 1 GHz à 250 MHz
- Amplificadores
- VCM e PLL
- Sintetizador CB

#### LINEARES

- Operacionais
- Amplificadores
- Reguladores
- TBA, TAA, CA'S
- Timers

#### LSI

- Relógios
- Contadores até 5 Dígitos
- Divisor até 256.184
- DVM

#### CCD

- Memórias até 16 K - Imager
- 100x100 - Imager 244x190

#### OPTO

- Led e Displays nas três cores
- Acopladores Óticos
- Foto-Transistores
- Foto-Emissores

#### MICRO-PROCESSADORES

- F-8
- MC 6800
- Memórias RAM, ROM e PROM (MOS e Bipol)
- Interfaces
- A/D e D/A - 8 Bits

Consulte-nos solicitando a visita de nossos representantes:

## DESELECTRON ELETRONICA LTDA

São Paulo: Rua Dr. José de Queiroz Aranha, 94 - V. Mariana - Fone: 549-7863.  
Rio Grande do Sul e Santa Catarina: Engetron Contrôles Eletrônicos Ltda.  
Rua Santos Dumont, 1.748 - Porto Alegre - Fones: 22-8334 - 22-2481 - 42-3814

Rio de Janeiro: Eng. José Behar - Rua República do Líbano, 46 - Fone (021) 224-7098

Belo Horizonte: C.S.A. Representações e Comércio Ltda. - Av. Augusto de Lima, 1.113 - Lj. 102 - Galeria Chaves - Fone: (031) 337-9476.

DISTRIBUIDOR

**FAIRCHILD**

**Deselectron**  
desenvolvimento em eletrônica



# CURSO

LIÇÃO N.º 10

## INTRODUÇÃO

Chega ao fim o primeiro Curso de Audio, uma contribuição pequenina àqueles que buscam informação útil e prática para conhecer e aplicar em sistemas de som, de sua propriedade, de seus amigos ou mesmo, profissionalmente.

No restrito espaço que, a partir de três ou quatro lições atrás, passou a ser concedido pela diretoria da revista aos cursos em geral, procurei completar, resumidamente, assuntos que tomariam, a meu gosto, dez vezes mais páginas do que as utilizadas, para se aprofundarem o suficiente.

Seja como for, existem realmente sérias razões que motivaram tal redução de espaço e espero ser você o beneficiado com os compromissos assumidos entre os extremos.

Hoje, colocarei, em aproximadamente seis páginas, uma lição que, suficientemente aprofundada, tomaria pelo menos sessenta.

O assunto que fechará o grupo das dez lições deste curso diz respeito a todos os interessados em áudio, **mesmo os que não lidam diretamente com os delicados aparelhos aqui apresentados.**

Influenciando a qualidade do som em quase todas as gravações, em quase todas as sonorizações de programas «ao vivo», em quase todas as medições acústicas, as pequenas obras primas da mecânica de precisão devem obrigatoriamente ser conhecidas por você.

Ao contrário do que tem feito, senão todos, pelo menos a maioria dos autores de artigos





# DE ÁUDIO

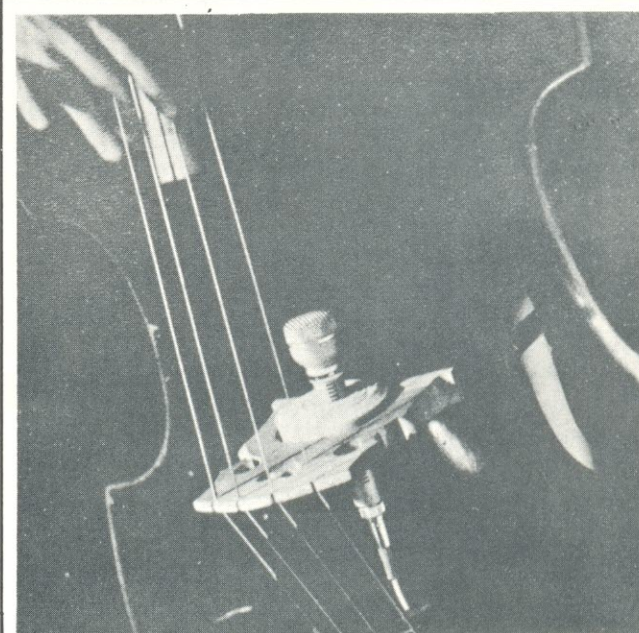
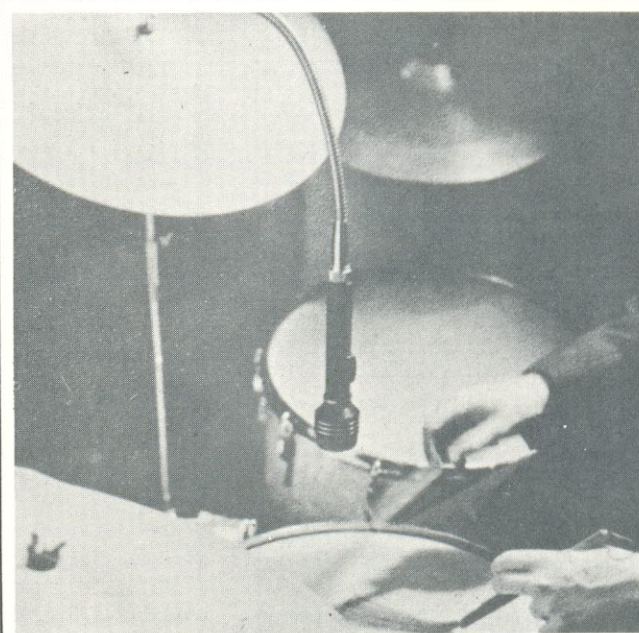
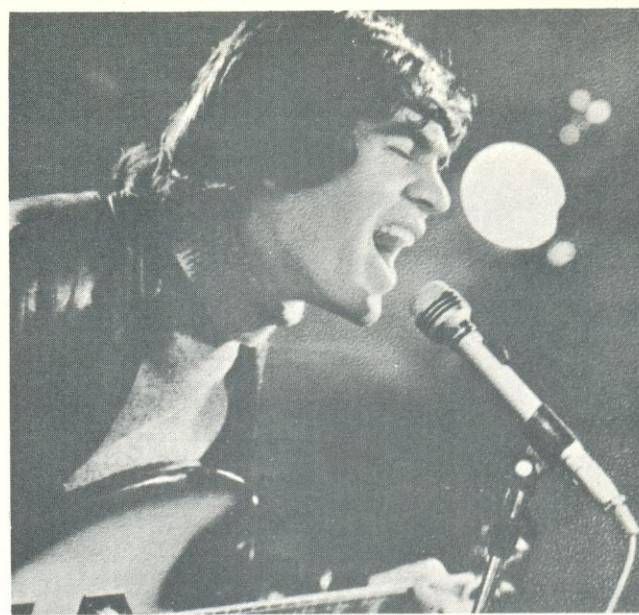
(conclusão)

CLÁUDIO CÉSAR DIAS BAPTISTA

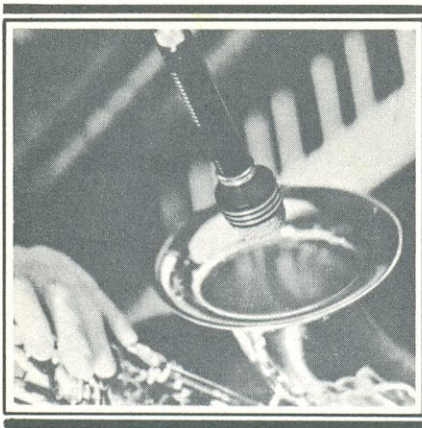
sobre **microfones**, que dissecam em dezenas de páginas o funcionamento desses aparelhos, descrevendo detalhes técnicos sobre o interior dos mesmos e sobre como reagem ao som, deixarei a você o cuidado de procurar esses artigos teóricos, mencionando algumas fontes sobre os mesmos e passarei a informar o resultado de **minhas próprias pesquisas práticas**, ao rebuscar nos mais recentes catálogos estrangeiros os melhores tipos de microfones para determinadas aplicações, em função de **qualidade e preço**. Tais pesquisas foram acompanhadas de **experiência em aplicação** no uso profissional por conjuntos musicais aos quais tenho assistido, sendo bastante consistentes os resultados aqui expostos.

## MICROFONES

Como já expus em meus primeiros artigos, não sou engenheiro, nem jamais cursei qualquer nível de estudo grupal em áudio ou eletrônica. A dedicação de mais de uma dezena de anos ao áudio, traz-me as vantagens da posição não acadêmica, ao encontrar meus pontos de vista sobre o assunto. Você, que segue cursos regulares, deverá ter notado falhas teóricas em meus artigos, as quais reconheço. Note porém que, certos dados que forneço são justamente aqueles que o estudante vem a conhecer **após** sair diplomado de um curso teórico ou universitário. Fica aqui meu apelo aos mestres, portanto, que procurem **começar** os cursos que ministram, com o **objetivo**, com a **prática** exposta em detalhes, com o conjunto universal dos problemas e resultados de







soluções práticas a eles propostos para dar aos alunos uma visão do **por quê** estudarão a teoria que se seguirá, sem **já** deixá-los olvidar as lições iniciais, os objetivos do estudo.

Sobre **microfones**, o que interessa, em última análise é:

1.º uma lista dos microfones existentes no mercado com seus modelos e marcas, que os coloque em ordem de **preço** versus **qualidade**.

2.º um estudo das características gerais dos microfones apresentados com os resultados que se possa deles esperar.

3.º dados sobre como obter e instalar tais microfones.

4.º o que é «culpa» dos microfones em gravações e discos.

O estudo do funcionamento teórico dos mesmos, problemas de fase, posicionamento, etc., deverá vir **depois** dos dados mencionados e ser aprofundado pelo aluno na medida da sua necessidade. É realmente absurdo querer explicar à maioria dos cantores e músicos, intuitivos, sentimentais e avessos aos requintes teóricos, a diferença entre pressão e velocidade, fase, etc., sem que, antes, sejam expostos os itens acima, de maneira simples e direta. O mesmo raciocínio se aplica mais ainda ao audiófilo ou a quem faz gravações amadorísticas.

Não esqueçam pois que, para conhecer bem o Sol, vale mais assistir, antes, um amanhecer, que ler mil livros sobre as man-

chas solares. Um eclipse, às vezes, ajuda um pouco também...

### CARTA AOS FABRICANTES

Não cabe aqui discutir a legislação sobre a importação de microfones. É suficiente dizer que você obterá todos os dados necessários dirigindo-se à CACEX — **Vá lá! Mexa-se!**...

A melhor fonte de informação sobre microfones **NÃO** é ir aos shows de rock e ver o que os **OUTROS** estão usando... Este procedimento é válido, mas há sempre opções e motivos escondidos **por trás** daquilo que ali será visto por você.

Escrevendo para os maiores fabricantes de microfones, aí sim, você estará apto a comparar, estudar e escolher o modelo e marca mais adequado ao seu objetivo.

Tenho procedido assim por anos e uma correspondência frequente com as maiores empresas mundiais tem sido uma das chaves de meu sucesso no estudo e na aplicação de todo tipo de equipamento eletrônico, inclusive **microfones**.

Não sei mais de inglês do que qualquer mau aluno aprende na escola, mas, um pouco de imaginação e **sincera** boa vontade são sempre percebidos pelo norte-americano, inglês ou alemão a quem chega minha mal redigida cartinha e, geralmente, produz neles, mais que interesse comercial, um sincero desejo de auxiliar, que se traduz em remessa de informação útil e precisa. Em alguns casos, faço até amigos lá fora agindo assim; e lucro mais do que se viajasse ao exterior e visitasse mil lojas.

### ENDEREÇOS E CARTA

Procure escrever uma carta a cada um dos endereços que passarei a mencionar. Se não responderem na primeira vez, insista! Geralmente a segunda ou mesmo a terceira carta quebra o gelo...

Quando escrevi pela primeira vez à JBL, famosa empresa norte-americana fabricante de

alto-falantes, não obtive resposta. Descobri então que seu lema comercial dizia «where all the job is done» — o que quer dizer «onde todo o trabalho é realizado» — referindo-se à qualidade de seus alto-falantes.

Pensei então e passei à ação! Escrevi-lhes dizendo que em seu departamento de correspondência «all the job were not done» (todo o trabalho **não** era realizado), pois não me haviam respondido à carta.

Resultado: recebi um monte de catálogos, desculpas e até uma fotocópia da resposta que me «havia escrito»... **Perseverem** e usem a cuca, pois! «Quando o «chela» está pronto, a resposta aparece»...

Os seguintes endereços são úteis para a obtenção de dados e catálogos sobre microfones:

1 — SHURE BROTHERS INC. — PROFESSIONAL PRODUCTS — 222 HARTREY AVE, EVANSTON, ILLINOIS 60204 — AREA CODE 312-328-9000 CABLE: SHUREMICRO.

2 — AKG — 1150 VIENNA, NOBILGASSE 50 ou, então, nos USA: AKG — MICROPHONES — HEAD PHONES DISTRIBUTOR — NORTH AMERICAN PHILIPS CORPORATION 100 EAST 42nd STREET, NEW YORK, N.Y. 10017 TEL.: (212)697-3600 — TWX 212-125-557.

3 — ALTEC — A DIVISION OF ALTEC CORPORATION 1515 — SOUTH MANCHESTER AVENUE, ANAHEIM, CALIFORNIA 92803.

4 — (um revendedor de microfones e equipamento de áudio em Hollywood) HOLLYWOOD SOUND SYSTEMS — 1526 NO IVAR AVE — HOLLYWOOD, CALIF, 90028 — (213)466-2416.

5 — EUGEN BEYER — ELEKTROTECHNISCHE FABRIK — D 71 HEILBRONN — THERESIENSTR., 8 — P.O. BOX 1320 — TEL. (07131)82348 — TELEX 0728771.

6 — (representante nos USA da EUGEN BEYER) REVOK CORPORATION — SYOSSET, N.Y. 11791 — 115 MICHAEL DRIVE — PHONE (516)364-1900 — TELEX 96-1396 — ou — HOLLYWOOD, CALIF, 90068 — 3637 CAHUENGA BLVD., WEST — PHONE (213)876-1200.

7 — ELECTRO — VOICE — 600 CECIL STREET BUCHANAN, MICHIGAN 49107 — PHONE 616/ 695-6831 — ou — ELECTRO — VOICE WEST — 7473 AVENUE 304 VISALIA — CALIFORNIA 93277 — PHONE 209/734-8131 — ou — na Europa



ELECTRO — VOICE SA — ROMERS-  
TRASSE 49 — 2560 NIDAU, SWIT-  
ZERLAND — PHONE 032-516833.

8 — loja de equipamento de áudio em  
N.Y. — BOYNTON STUDIO, INC —  
MELODY PINES FARM — MORRIS, N.Y.  
13808 — 607 263-5695.

9 — outra grande loja em N.Y. — MAR-  
TIN — AUDIO 320 W. 46th ST. NEW  
YORK, N.Y. 10036 — TEL. (212)541-5900.

10 — SENNHEISER — ELECTRONIC  
CORPORATION — 10 WEST 37th STREET  
— NEW YORK, N.Y. 10018 — TEL. (212)  
239-0190

11 — (loja) ACE MUSIC CENTER —  
13630 — WEST — DIXIE HIGHWAY —  
NORTH MIAMI — FLORIDA 33161.

Nos onze endereços acima,  
de fábricas e lojas, você encon-  
trará informações sobre marcas,  
modelos e preços sobre pratica-  
mente tudo a respeito de micro-  
fones. Na B e K do Brasil, cujo  
endereço forneci nas lições pas-  
sadas, você encontrará os mais  
perfeitos microfones profissio-  
nais para medições acústicas  
existentes no mundo. Verdadei-  
ras jóias, de dimensões reduzi-  
díssimas (alguns milímetros de  
diâmetro) ali existem microfo-  
nes que captam muito mais do  
que o ouvido humano pode — 7  
HZ a 40 KHZ, «planos» como  
uma régua... São, no entanto, de-  
licados, caros e falei deles para  
mostrar que, conforme o preço  
que se dispuser a pagar, **existe**  
um microfone excelente para  
qualquer aplicação (o que triste-  
mente não acontece com os  
alto-falantes, nem mesmo os de  
4.000 dólares, eletrostáticos...)

Nos endereços que mencio-  
nei, existem catálogos dos  
quais os mais úteis sobre micro-  
fones que você poderá enco-  
mendar; são as seguintes, ou  
seus substitutos mais recentes:

#### Da Shure:

«catalogue n.º AL-312-C or sub-  
stitute»

«catalogue n.º AL-312-D or sub-  
stitute»

DATA SHEET of model 565 SD  
UNISPHERE 1 Series

Nota: No «data sheet» existem  
dados importantes sobre  
conexão dos microfones para al-  
ta e baixa impedância (explico a  
seguir).

#### Da AKG:

«data sheet D124-E n.º G245»

«catalogue RF-174-30M — prin-  
ted in USA»

#### Da Altec:

«Catalogue n.º AL-1370-7 with  
Altec Microphones» — or sub-  
stitute.

#### Da Beyer:

«Catalogue WSP E (15000) 3/75  
or substitute — printed in W.  
Germany

#### Da Electro-Voice:

«Guide to ElectroVoice Micro-  
phones — catalogue 175 — form  
n.º 1540 (510) or substitute —  
printed in USA. Peça também  
«Suggested Resale Prices»

#### Da Sennheiser:

«consumer net price list and mi-  
crophones catalogue»

Em geral, peça as «price list»  
and «microphones catalogues»  
a **todas** as empresas citadas,  
pois os que indiquei são apenas  
bons e úteis exemplos, alguns  
dos que possuo.

É interessante, também,  
adquirir livros a respeito, e aque-  
les que indiquei no curso de áu-  
dio, trazem muitas informações  
a respeito, principalmente o  
«The technique of the Sound  
Studio de Alec Nisbett, da BBC,  
Focal Press, London and N.Y.»

Este livro, sozinho, traz mui-  
to mais informação sobre o as-  
sunto que poderei dar a você em  
todo o curso de áudio e tem sido  
base para muito daquilo que lhe  
tenho trazido que, evidentemen-  
te, tenho bebido em muitas fon-  
tes, além da que brota em meu  
próprio interior.

Para fazer como a JBL, onde  
«all the job is done», dou-lhe a  
seguir um modelo de carta em  
inglês que pode servir de base  
ou até ser copiado ao pé da letra  
por você, para obter os catálo-  
gos e informações que sugeri.  
Que os entendidos na língua in-  
glesa ou em cartas comerciais  
internacionais me perdoem os  
erros, mas seja como for, o que  
interessa é transmitir a **coragem**  
para escrever em inglês a infor-  
mação de cartas como esta, que

tem sido respondida sempre  
com grande atenção.

Coloque na parte superior da  
carta, seu nome, endereço e pro-  
fissão, de preferência que se re-  
lacione com técnica em áudio  
para criar interesse.

Logo abaixo, coloque o  
nome e endereço da empresa a  
que se dirige, assim, por exem-  
plo:

Headletter: (Coloque seu nome  
aqui) (coloque seu endereço  
aqui ou o de sua empresa) (Não  
esqueça de colocar «Brasil»)

To (coloque o endereço da em-  
presa a qual deseja escrever);  
por exemplo:

«Shure Brothers Inc.

Professional Products

222 Hartrey ave. Evanston, Illi-  
nois 60204

Area Code 312—328-9000 Cable:  
Shuremicro

#### Dear Sirs:

I am a sound technician.  
Reading «Nova Eletrônica», a  
brazilian magazine, I found your  
adress in an article by Claudio  
César Dias Baptista.

I need the information about  
microphones and other products,  
contained in your catalogue AL-  
321C\* or it's newest substitute.

\* Coloque aqui o nome do catálogo do  
fabricante que desejar.

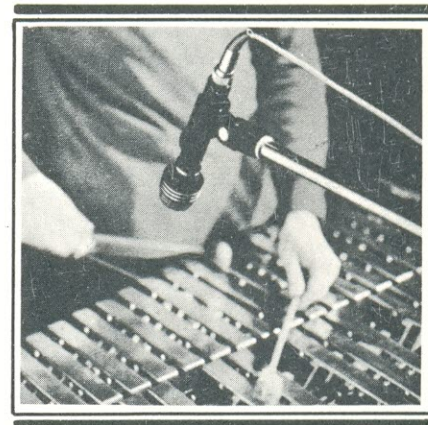
Thank you for any attention  
you may give,

Sincerely yours,

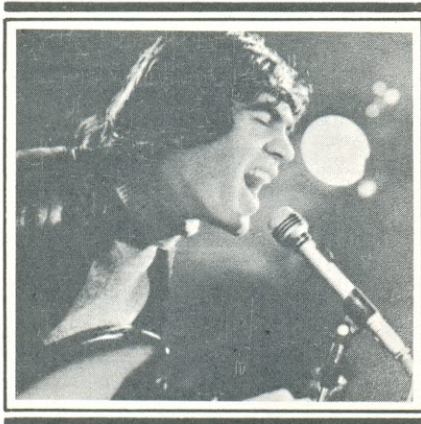
(Coloque seu nome e cargo,  
se tiver e **assine**)

#### COMPARAÇÃO DE MICROFONES

Existem «milhões» de mode-  
los de microfones... Se você es-







crever às fábricas e lojas que mencionei, ficará livre dos intermediários que alugam ou vendem sempre os mesmos tipos de microfones aqui no Brasil; como Bernadette em Lourdes, encontrará, escavando a água turva e barrenta, a fonte límpida e pura por detrás...

(Após esta maravilhosa alegoria, nada melhor que parar para o famoso cafezinho, antes que meu ego interior fique cheio de si e comece a se autopromover...)

Tomado o café, prossigo:

Outro bom procedimento, além de escrever para as fábricas, será corresponder-se com empresas que **NÃO** fabriquem ou vendam microfones, mas que fabriquem equipamento **relacionado** com eles, para obter respostas imparciais. Este tipo de transação, no entanto, é para **depois** que conseguir fazer amizade ou costume em correspondência com essas empresas e já tiver alguém lá dentro «do seu lado». Deixo os endereços delas para futuras publicações e passo à contribuição verdadeiramente «minha» dentro desta lição, antes que a diretoria da revista me acuse de «encher lingüça»...

Existem, basicamente, dois tipos gerais de microfones quanto à característica de captação espacial do som.

Os microfones podem ser **direcionais** ou **omnidirecionais** (os termos exatos não interessam). O importante, é saber que há

microfones que «apontam» numa determinada direção (em um ou ambos os sentidos) e microfones que «apontam» em todas as direções. Com «apontam», quero dizer «captam o som», nesses sentidos.

**«Você paga mais caro pelos microfones que têm as mesmas características direcionais numa maior faixa de frequências, bem como por aqueles que respondem a uma maior gama de frequências e de maneira uniforme.»**

Neste momento, já com 14 laudas manuscritas, e enquanto Ana Maria datilografa, gostaria de ser como nosso redator, o Juliano, que já redige datilografando, como aqueles

recional em diversas frequências. Use a cuca, observe os gráficos mesmo que fique uma hora em cima deles e **entenderá** o que querem dizer. Este tipo de leitura de gráfico é **um dos dois essenciais** para se conhecer um microfone. Note como o padrão de captação varia conforme a **frequência** (cuja legenda é dada em HERTZ).

A figura 2 mostra a «curva de resposta» do mesmo microfone.

Note que «**péssima**» é a resposta, se considerarmos a resposta de um sistema de som (falando-se de amplificadores e prés!)

Aceite, no entanto, com **RESERVA** este «péssimo». Um microfone, como já disse, custa

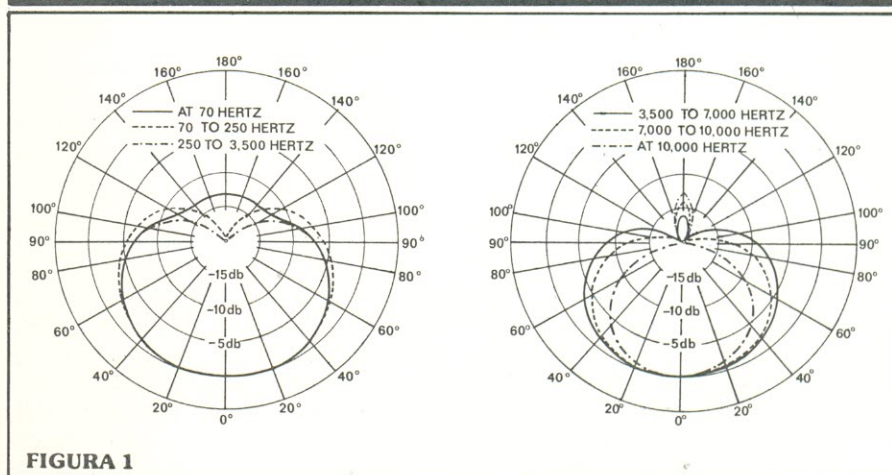


FIGURA 1

caras dos jornais, nos filmes americanos...

Ana Maria poderia, então, estar cuidando de seus afazeres ao invés de ter que me ajudar no Curso de Áudio que **tem** que ficar pronto hoje ainda!...

Não se esqueça da frase grifada, pois vale por todo um artigo! «Características direcionais» são a maneira pela qual o microfone «ouve» o som. Um microfone direcional ou omnidirecional capta o som como mostra a figura 1.

Esses dois mapas mostram, nos famosos «decibéis» como o microfone «Shure mod 565 SD», um dos mais usados, senão «o mais usado» microfone para vozes em Rock, faz a captação di-

mais caro quando tem resposta mais plana.

**Às vezes**, é desejável obter um determinado tipo de curva de resposta, que se presta à gravação ou sonorização de **vozes**, por **exemplo**. Há características, como resistência aos choques, quedas, etc, também desejáveis (e o microfone mencionado é quase indestrutível nesse ponto! Mutantes que o digam...)

Esse microfone, o 565 SD, combina boas características de **preço**, durabilidade, resistência, direcionalidade e resposta, para ter sido um dos mais usados atualmente nos palcos do mundo todo (por aqui também).

**Mas**, sempre há algo melhor,



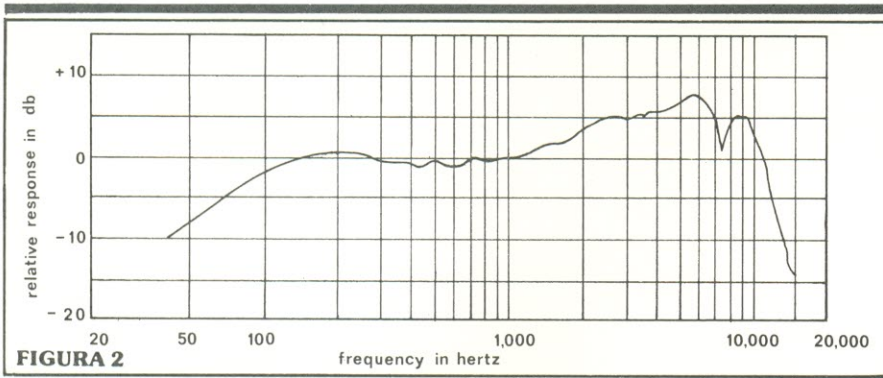


FIGURA 2

quando se deseja aprimorar uma das funções, a resposta por exemplo, em detrimento de uma ou mais das outras. Quando é apenas o preço que se «deteriora» (sobe) dizemos que a «qualidade» aumenta (em geral).

Um de meus «orgulhos» é a **sobreposição de curvas** de microfones que costumo fazer quando desejo **comparar** diversos microfones. Na posse dos catálogos que indiquei, é o que você deverá fazer para tornar-se mais consciente das diferenças a esperar entre microfones e depender **mais de si mesmo** que de opiniões alheias na escolha. A figura n.º 3 mostra exemplo de uma sobreposição que fiz para comparar alguns dos microfones mais usados, quanto **apenas** à sua resposta a frequências, deixando a estudar suas outras características.

Com cuidados como este que sugiro a você tomar, poderá compreender um dos por quês para muitos técnicos de gravação preferirem hoje em dia **NÃO** usarem equalização em suas mesas de som (ou em parte delas) sendo **os próprios microfones** os responsáveis pela **coloração** do som, pelo **timbre**. As vantagens são várias, entre elas, evitar o uso de equalizadores que, se não são **caros**, causam «ringing», chiados, oscilações, desvio de fase, etc., e exigem microfones **planos** e portanto, também mais caros. (Não é panacéia, no entanto; equalizadores, às vezes, **são** necessários.)

Para comparar **alto-falantes** (estrangeiros, pois as fábricas

nacionais teimam em omitir os dados que interessam sobre seus alto-falantes) este tipo de comparação tem sido a alma de meus projetos.

O trabalho leva algumas horas, mas rende **anos** de compensação.

Preste muita atenção; **estude mesmo** a figura 3. Dela terá, entre outras, as seguintes conclusões:

1 — Que a **resposta** dos microfones **das melhores marcas e dos mais usados**, que estão representadas na figura 3 está muito longe de ser **plana**.

2 — Que qualquer gravação ou sonorização realizada com esses microfones será colorida por eles, principalmente naqueles **picos** de +6, +7 e até +8 dB, com um **TIMBRE** inconfundível e característico daquele determinado microfone e que, praticamente nenhum equalizador convencional poderá mudar grande coisa nessa característica, em direção a uma resposta plana, a não ser os caríssimos «**URBAN PARAMÉTRICOS**» (que, aliás, não vale a pena usar neste caso).

3 — Que os melhores microfones **dinâmicos**, por exemplo o Shure SM-7, direcionais, estão longe de cobrirem a gama de frequências e que só com microfones «a condensador» (caríssimos) se pode chegar a tanto.

4 — Que os microfones dinâmicos, em geral, são «uma droga» nos **graves**!

5 — Que a maioria das gravações feitas com microfones comuns, em geral **dinâmicos**, de graves só tem o «cheiro» — se já não bastasse o problema de os

**alto-falantes** apresentarem pior resposta ainda quando tentam reproduzir esses graves quase inexistentes.

Recomendo, pois, quando desejar gravar ou sonorizar ambientes com sons **graves**, que use, **além** dos microfones, **LI-NHAS DIRETAS**, para instrumentos tais como contrabaixo eletrificado, sintetizador, etc., ricos em baixas frequências. Bumbos de bateria devem ter captação especial, ou usar microfones **caros** e bem equalizados para graves e até mesmo devem e podem ser alvo de experimentos com captação por contato mecânico direto, encostando-se microfones nas peles, com espuma entre ambos, ou «quebra-galhos» do tipo «alto-falantes transformados em microfones para graves», captadores «inventados» com cápsulas de toca-discos, etc.

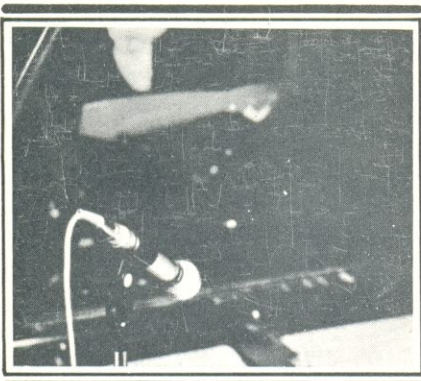
Nota: «linha direta» quer dizer «puxar» o sinal do contrabaixo diretamente do cabo (fio) do mesmo e sem microfone, ou **além** do microfone.

O gráfico da figura 3 está bastante diferente e é mais «realista» que os apresentados pelas fábricas de microfones, pois está «esticado» verticalmente, para que as curvas apareçam nitidamente e não se tornem falsificadamente planas.

Note que escolhi um limite de -5 e +6 dB, pois já temos aqui **grandes** variações no timbre do som e que tornam defini-







da a «personalidade» desses microfones.

Um bem idealizado plano de gravação ou microfonização, pois, deve levar em consideração o uso de microfones «planos», com resposta plana e o uso de microfones com «timbres» característicos, em função da **simplicidade** e do **custo**.

Cada «pico» nas respostas apresentadas na figura 3, dá o som mais característico de uma

das vogais, entre «U», nos graves e «A» nos agudos, até chegar ao «ssssss» nos mais agudos. Isto, você só aprenderá na prática, com microfones, ou com um bom equipamento equalizador.

Passo a fornecer alguns **preços** de microfones, para que você possa compreender o que quero dizer com a última frase acima e não fique idealizando usar vários microfones «a con-

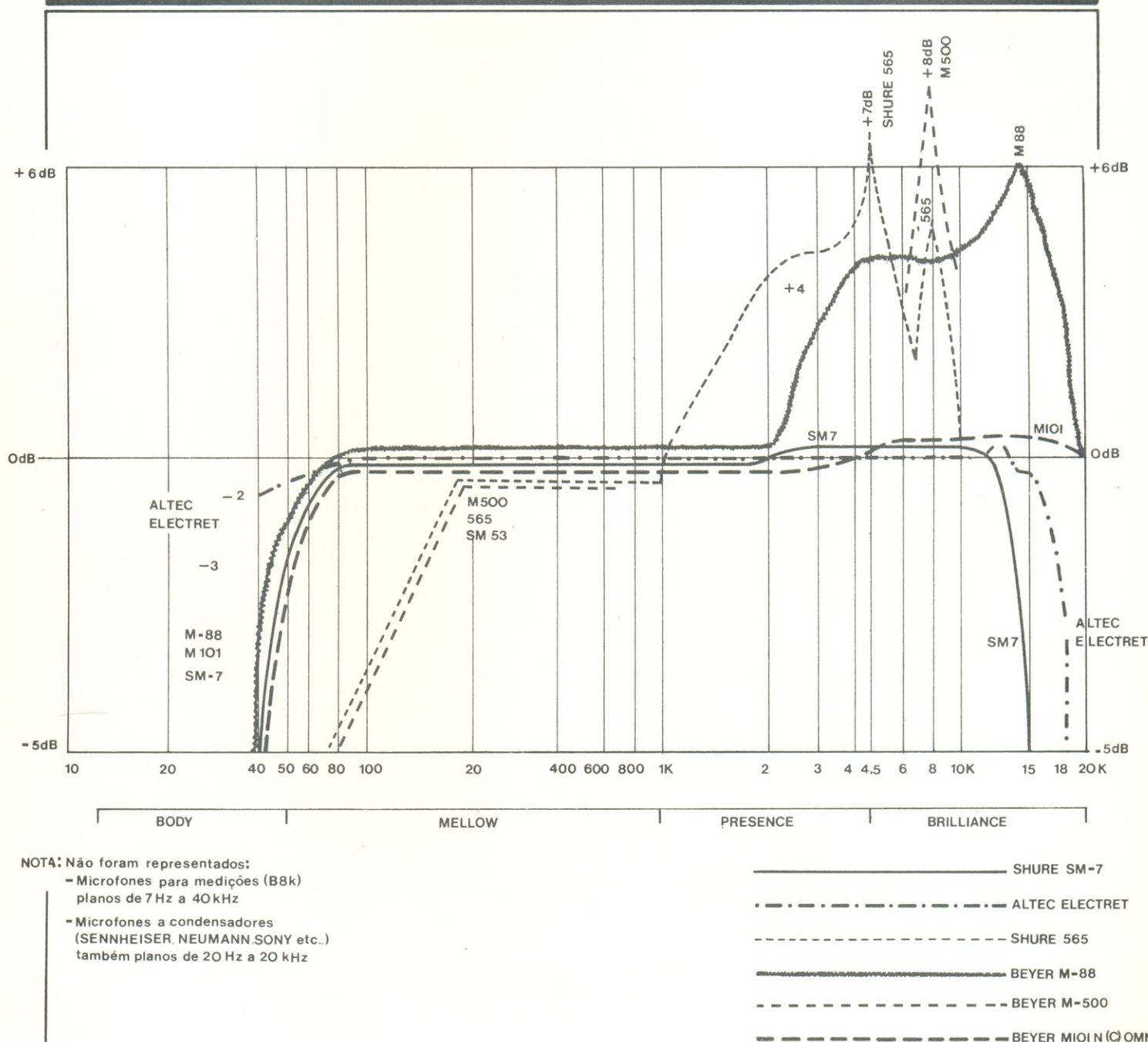


FIGURA 3



densador», perfeitamente planos, e depois equalizar tudo fácil e comodamente em sua mesa de som — a não ser que tenha dinheiro sobrando...

Os mais planos e fiéis, excluindo os microfones «B&K» para laboratório, são os microfones «a condensador», das marcas «Sennheiser», por exemplo, o modelo MKH815TV que custam, nos USA, aproximadamente 600 dólares cada, fora a fonte de alimentação, obrigatória. Desde mais ou menos 170 dólares, pode-se encontrar modelos PML-DC-21 (outra marca), usados e com fonte, mas só no exterior... Os «SONY» — modelos C500 e C37, acham-se ao redor, respectivamente, de 500 e 250 dólares, também respectivamente novo e usado, fora a fonte.

Abaixo dos microfones «a condensador», encontramos os microfones ALTEC «electret condenser», modelo 626A, que vêm acompanhados da curva de resposta individual de cada microfone e podem ser fornecidos com características direcionais ou omnidirecionais. São microfones «duros», aguentam altos níveis sonoros de até 140 dB SPL, sem distorcerem, e possuem um pré-amplificador embutido, cuja pilha dura aproximadamente 1000 horas. Devem ser usados com o cabo e transformador modelo 183A. Nesta categoria existe também o ElectroVoice modelo CS-15 — (electret). Os preços estão ao redor de 200 dólares, fora os cabos.

Abaixo, em qualidade e em preço, mas entre os melhores e mais usados microfones para sonorização e gravação, estão os modelos seguintes, dinâmicos ou também «ribbon», que (estes últimos) são um tipo geralmente mais frágil que os dinâmicos, a não ser alguns resistentes modelos da Beyer:

1 — SHURE SM-7 — Unidirecional Dynamic. Deve ser comprado o adaptador «A 95 FP» caso se deseje saída de alta im-

pedância. É dos microfones direcionais mais «planos» existentes, entre os dinâmicos.

2 — EUGEN BEYER — M 88 N (C) — Dinâmico, ver resposta na figura 3 — é necessário usar o transformador KTR 47 M/BU 40 para alta impedância. Bom microfone para cordas.

3 — Em terceiro lugar, nesta ordem misturei marca, preço, qualidade, função, etc., viriam os SHURE SM-54 e SM 53, dinâmicos — é necessário o adaptador A-95-FP, para o uso em alta impedância.

4 — Depois, o EUGEN BEYER mod. M500 N (C), também com o transformador KTR 47 M/BU 40.

5 — O famoso SHURE 565 SD — que já possui embutido o transformador para alta impedância ou baixa.

Os microfones acima estão acima de 60 dólares e abaixo de 200 e, é claro, existem dezenas de outros modelos e marcas mais ou menos equivalentes, sendo estes apenas os mais familiares para mim.

Abaixo destes, de 100 dólares para baixo, até uns 60 dólares, estão os AKG, modelos:

- 1 — D200 TS (alta impedância)
- 2 — D 1000 TS (alta impedância)
- 3 — D 190 TS (alta impedância).

Mais baratos ainda, estão os modelos populares da ElectroVoice.

**Resumindo e acrescentando,** temos que: os melhores, a condensador, como os SONY C 500 e C37, estão ao redor de 500 dólares. Por incrível que pareça, mesmo gravando em «cassette» é possível perceber diferença na qualidade do som entre os dois ótimos microfones acima (imagine entre os piores, abaixo!).

Entre os dinâmicos, os piores, estão ao redor de 10 dólares e os excelentes, ao redor de 200.

Os «Ribbon» (bons) ao redor de 45 dólares e os melhores, talvez pouco melhores que os me-

lhores dinâmicos, ao redor de 200 dólares (possuem melhor resposta a transientes).

Os «electret», apesar de o ALTEC apresentado fazer exceção, são, em geral, piores do que os Ribbon, quando custam menos de 100 dólares.

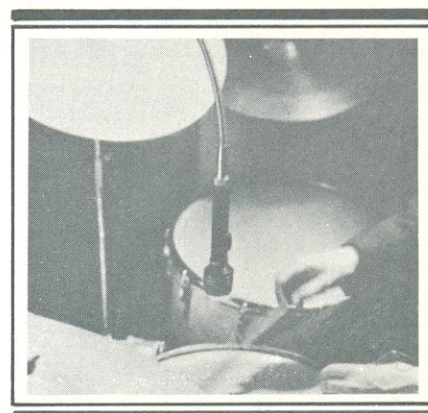
**Resumindo mais ainda:** «Um bom microfone custa de 50 a 200 dólares e um ótimo, 200 a 500 ou mais».

«Linhas diretas à mesa ou ao gravador, são melhores (e mais baratas) que os melhores microfones do mundo, principalmente quando auxiliadas por microfones, que captam as **distorções**, quando desejáveis, dos alto-falantes e dos amplificadores para instrumentos musicais e também a «ambiência» ou reverberação, etc.

## CONCLUSÃO

Já ultrapassei o número de páginas previsto para esta última lição... Seriam quase que indispensáveis os assuntos seguintes e outros ainda, para maior compreensão dos microfones — mas, pelo menos, são encontráveis nos livros e catálogos expostos nesta lição e nas anteriores.

- O balanço entre microfones.
- A resposta direcional mais explicada.
- Microfones Omnidirecionais, bidirecionais, cardioides e hipercardioides.
- Microfones altamente direcionais.
- Microfones para cancelamento de ruídos.





- Microfones para uso em TV e rádio.
- Microfones de contato.
- Microfones para estéreo.
- Características de pares coincidentes de microfones.
- Cardioides «back-to-back».
- Balanceamento para estéreo e técnicas de «close-microphone» para estéreo.
- Pré-amplificadores para microfones, linhas balanceadas, transformadores.
- Captação em instrumentos musicais, etc., etc., etc...

Caso deseje maiores detalhes sobre estes assuntos ou outros mencionados no Curso de Áudio, por gentileza, escreva para a EDITELE! É baseada no interesse por parte dos leitores que a Revista edita seus cursos e artigos.

### IMPEDÂNCIA

Um assunto, apenas, é essencial ventilar agora, no entanto.

Os microfones, como tudo o que «vem antes daquilo que vem depois» na linha dos aparelhos que compõem um sistema sonoro, tem que ter sua IMPEDÂNCIA também «casada», assunto geral que já expus em lição passada.

Os microfones dinâmicos, os mais usados, costumam ser fabricados com baixa impedância de saída, de 50 a 200 ohms e requerem linha balanceada, de três fios (dois «vivos» e um «terra» ou blindagem). Esses microfones e a linha balanceada trazem a vantagem de permitirem o uso de cabos longos, de até 30 metros e mais, sem que haja perda apreciável de resposta à alta frequência e sem que haja intro-

dução apreciável de ronco. Para usá-los, entretanto, é necessário colocar um transformador de baixa para alta impedância na ponta do cabo **que fica junto à mesa de som** ou gravador, que torna a linha balanceada em linha «desbalanceada» (com um só fio e mais o «terra»). Pode-se usar também um pré-amplificador com entrada balanceada. Como tudo isto acima custa caro (transformadores ou prês), muita gente usa microfones de alta impedância, com linhas «não» ou «des» balanceadas. Não se pode dar a estes microfones de alta impedância «alta fidelidade» como título. Os cabos maiores que três metros roubam as frequências altas, vergonhosamente, e é fadado ao insucesso qualquer prolongamento dos mesmos. Existe o recurso de usar-se um pré-amplificador ou conjunto de pré-amplificadores (quando se usa vários microfones), com entrada de alta impedância e saída de baixa impedância, **também** desbalanceada, que fica no palco e manda o sinal reforçado à mesa de som, à distância (ou ao gravador). O recurso funciona e é bom compromisso para quem quer gastar pouco e ter som de fidelidade aceitável, até 12 KHz. Os cabos dos microfones a esse pré serão curtos e os de pré à mesa, longos. Contruí duas mesas de som usando este princípio e obtive sucesso, descobrindo depois ser o mesmo sistema utilizado pela fábrica americana «Acoustic».

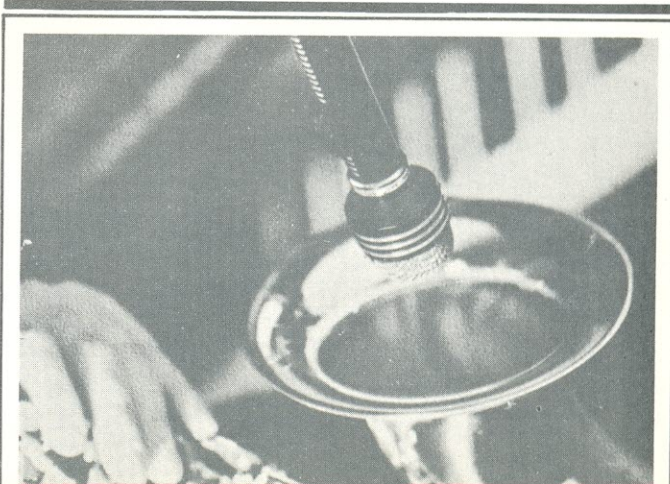
### DESPEDIDAS...

Abraços, lágrimas, emoção, etc., etc.

Peço a você, que acompanhou este curso de áudio até este glorioso final, que perdoe se as cartas enviadas à EDITELE, principalmente as dirigidas a mim, pessoalmente, deixaram de ser respondidas nestes últimos dois meses, pois, tendo me afastado da gerência, a função de respondê-las ficou para ser decidido a quem caberá, sendo possível que eu torne a desempenhá-la. Caso venha a fazê-lo, peço aos leitores que se dirigem a mim como «mestre», etc., que parem com isso e olhem um pouco para dentro de si mesmos, procurando **ali** o único Mestre verdadeiro. Eu apenas procuro servir, mesmo errando bastante, e fico a pensar se o saldo de todo o trabalho deste curso de áudio valeu realmente a pena; se pelo menos UM dos leitores aproveitou alguma coisa, ou se teria sido melhor o silêncio...

Seja como for, a paz me invade ao concluir um grupo de dez lições, tão pouco profundas em seu conteúdo que o mal por elas provocado deve ter sido também pequeno...

Ouçó minha mãe, lá na sala, ao piano... Não... Era a TV... O luar de Beethoven me traz vontade de parar, de chegar ao ponto final deste curso, com sua melancolia. Mas, não é assim que desejo concluir. Forço-me a mudar o sentimento que quase me invade, mudando, na consciência, a música para uma outra, tão querida... Forço-me a manter a paz que também desejo a você, que me acompanhou até aqui e que será o único caminho possível para um reencontro.





# NOVOS PRODUTOS

## DISPLAYS — MAN 6740, 54A, 84A

### ALTO DESEMPENHO — VÁRIAS CORES

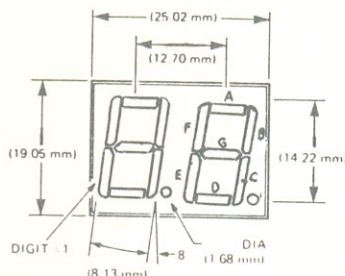
#### CARACTERÍSTICAS:

- Alto desempenho GaAsP.
- Dígitos largos — fáceis de ler.
- Modelos em catodo comum; ponto decimal à direita.
- Vermelho — disponível também em laranja. (6740)

Verde — 54A. Amarelo — 84A

- Chaveamento rápido — excelente para multiplexação.
  - Baixo consumo de potência.
  - Segmentos entalhados — minimiza "falhas" nas interseções (6740).
  - Longa duração.
  - Construção plástica em relevo.
  - Compatível com circuitos integrados diretamente.
  - Alto brilho com alto contraste.
  - Ângulo de visão — 150°.
  - Configuração padrão — double-dip lead (6740).
  - Baixa tensão direta.
  - Montagem de 2 dígitos — simplifica alinhamento (6740).
- \* quando não especificadas, as características são válidas para os 3 (três) tipos de displays.

APLICAÇÕES: Displays digitais, painéis de instrumentos, relógios digitais, TV e rádio, calculadoras (54A e 74A).



MAN  
6740



54  
84A

#### VALORES MÁXIMOS ABSOLUTOS:

	6740	54A	84A
Potência de dissipação (temp. amb. 25°C)...	800mW	400mW	400mW
Temperatura de armazenagem e operação...	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C
Corrente direta contínua — Total...	320mA	160mA	160mA
Por segmento...	20mA	20mA	20mA
Ponto decimal...	20mA	20mA	20mA
Tensão reserva — Por segmento...	5,0V	3,0V	3,0V
Ponto decimal...	5,0V	3,0V	3,0V
Tempo de soldagem...	5seg.	5seg.	5seg.

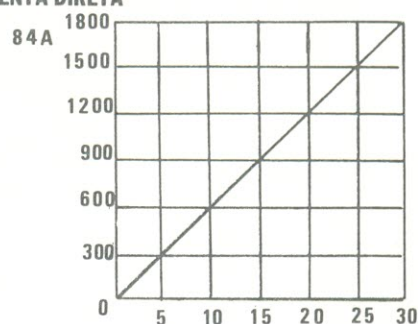
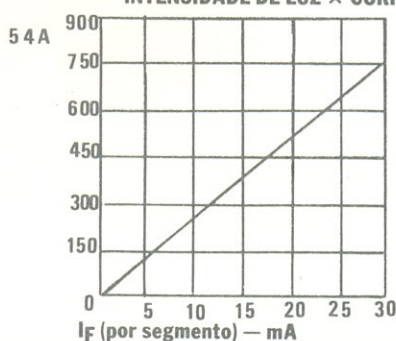
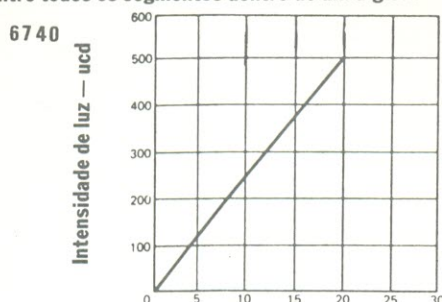
#### CARACTERÍSTICAS ÓPTICO-ELETRICAS:

	Min.	Tip.	Máx.	Teste	Min.	Tip.	Máx.	Teste	Min.	Tip.	Máx.	Teste	Unid.
Intensidade luminosa média por dígito (nota 1)	125			IF=10mA	125			IF=10mA	320			IF=10mA	ucd
Ponto decimal (nota 2)	55			"	60			"	160			"	ucd
Comprimento de onda — pico de emissão	650				565				585				nm
Largura de meia linha espectral	20				40				40				nm
Tensão direta — segmento		2,0		IF=20mA		3,5		IF=20mA		3,5		IF=20mA	V
ponto decimal		2,0		IF=20mA		3,5		IF=20mA		3,5		IF=20mA	V
Resistência dinâmica — segmento	2			I <sub>pk</sub> =100mA	17			IF=20mA	26			IF=20mA	ohms
ponto decimal	2			"	17			"	26			"	ohms
Capacitância — segmento	35			V=0	35			V=0	35			V=0	pF
ponto decimal	35			V=0	35			V=0	35			V=0	pF
Corrente reversa — segmento		100		V <sub>R</sub> =5,0V		100		V <sub>R</sub> =3,0V		100		V <sub>R</sub> =3,0V	uA
ponto decimal		100		V <sub>R</sub> =5,0V		100		V <sub>R</sub> =3,0V		100		V <sub>R</sub> =3,0V	uA

NOTAS: 1 — A intensidade luminosa média é obtida pela soma da intensidade de cada segmento e dividindo pelo total de segmentos. A intensidade não varia mais que +ou-33,3% entre todos os segmentos dentro de um dígito.

2 — Terminais imersos a 1/16" do corpo do dispositivo. Máxima temperatura de superfície é 140°C.

#### CURVAS TÍPICAS INTENSIDADE DE LUZ × CORRENTE DIRETA





# MCA 81 — CHAVE DE LIMITE

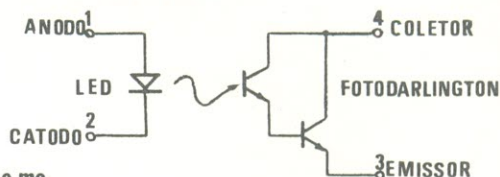
## DESCRIÇÃO:

A chave óptica de limite MCA 81 transmite luz de um diodo emissor de GaAs infravermelho sobre um detetor fotodarlington de silício. As placas semicondutoras se encontram face à face, separadas por uma camada de ar de .25 mm. O MCA 81 sente um objeto em movimento que passa através do espaço de ar. A corrente de saída opera um ST TTL diretamente.

## CARACTERÍSTICAS:

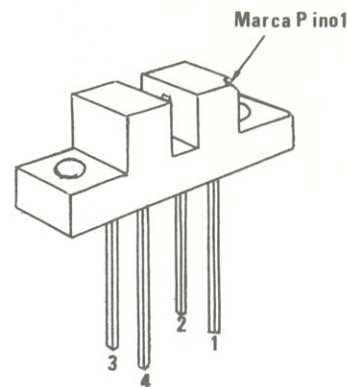
- alta sensibilidade permite interface direto com lógica TTL.
- construção modular permite modificação do encapsulamento a baixo custo de acordo com a aplicação.
- detetor de parada fornece sinal alto à razão de ruído em luz ambiente.
- plugs dentro de soquete DIP padrão.
- superfícies de referências chatas múltiplas permitem alinhamento mecânico do fluxo óptico preciso.
- ausência de lentes permite boa sensibilidade de posicionamento.
- a construção do emissor e detetor numa só peça fornece imunidade a choques térmicos, estabilidade a alta e baixa temperaturas e proteção contra choques mecânicos e vibrações.

## ESQUEMA



## APLICAÇÕES:

- posicionamento óptico de feixe de luz e monitor de velocidade usando um disco codificado digitalmente montado em fileira.
- sensor óptico de furos em papel, fita, cartão IBM ou fita magnética.
- sensor óptico de marcas no papel, fita ou cartão IBM.
- sensor de fim de fita, usando uma secção transparente de fita, uma faixa refletiva na fita ou um furo nesta.
- sensor de fim de filme para filmes não afetáveis por luz infra-vermelha.
- chave de limite para movimento mecânico tal como: chaves cam, chaves de pressão, chaves de limite de ferramenta de máquinas, chaves de pedal, chaves de segurança de interlock.
- sensor de margem para materiais em folha.
- monitor de continuidade de fibra.
- monitor de volume de fluido.
- detetor de nível de líquido opaco.



## VALORES MÁXIMOS ABSOLUTOS:

Faixa de temperatura de armazenagem.....	—65°C a +100°C
Faixa de temperatura de operação.....	—55°C a +100°C
Temperatura dos leads (10 seg. de solda).....	260°C
Dissipação de potência total.....	275mW
Tensão de isolamento entre entrada e saída.....	1500 VAC
Diodo de entrada — Corrente direta DC.....	60mA
Corrente reversa DC.....	4mA
Corrente de pico direta.....	3 A
Darlington de saída — Tensão coletor-emissor.....	30V
Corrente de coletor.....	100mA

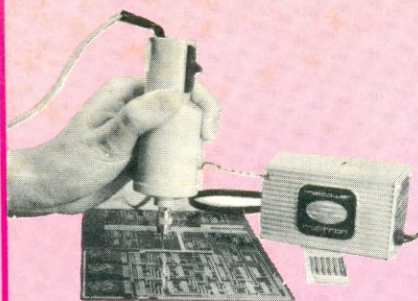
## CARACTERÍSTICAS ÓPTICO-ELÉTRICAS:

DIODO DE ENTRADA —	Símbolo	Min.	Tip.	Máx.	Unid.	Cond. de Teste
TENSÃO DIRETA	$V_F$		1,25	1,5	V	$I_F=20mA$
TENSÃO REVERSA DE RUPTURA	$BV_R$	3,0	25		V	$I_R=10 \mu A$
CORRENTE LEAKAGE REVERSA	$I_R$		01	10	$\mu A$	$V_R=3V$
CAPACITÂNCIA DE JUNÇÃO			50		pF	$V_F=0$
DARLINGTON DE SAÍDA —						
TENSÃO DE SATURAÇÃO	$V_{CE(sat)}$		0,8	1,0	V	$I_C=1,6mA, I_F=50mA$
TENSÃO DE RUPTURA DE COLETOR	$BV_{CEO}$	30	55		V	$I_C=1mA, I_F=0$
TENSÃO DE RUPTURA DE EMISSOR	$BV_{ECO}$	5	7		V	$I_C=100 \mu A, I_F=0$
CORRENTE DARK	$I_{CEO}$		5	100	nA	$V_{CE}=5V, I_F=0$
CORRENTE LEAKAGE LUZ AMBIENTE		.36		ms	ms	$V_{CE}=5V, R_L=1K$
TEMPO DE SUBIDA	$t_r$			ms		
CORRENTE LEAKAGE LUZ AMBIENTE			2		$\mu A$	$V_{CE}=5V, I_F=0$
TEMPO DE SUBIDA	$t_r$	.36			ms	$V_{CE}=5V, R_L=1K$
TEMPO DE DESCIDA	$t_f$	.3			ms	$V_{CE}=5V, R_L=1K$
TEMPO DE TURN-ON	$t_{ON}$	.15			ms	$I_F=40mA$
TEMPO DE TURN-OFF	$t_{OFF}$	.2			ms	$I_F=40mA$
RAZÃO DE TRANSF. DE I DC	CTR	4	8		%	$I_F=16mA, V_{CE}=5V$





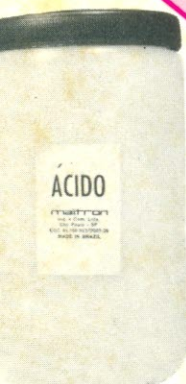
REF. 151  
MULTIPROVADOR  
MALIPROBE



REF. 157  
CAIXA DE 6 BR P/A MALIDRILL



REF. 152a  
MALIGRAF (PINCEL)



REF. 159  
PERCLORETO FÉRRICO (1 k)



REF. 160a  
PRATEX  
(PRATEADOR P/  
CIRC. IMP.) 100 ML



REF. 158  
PERCLORETO  
FÉRRICO (200 G)



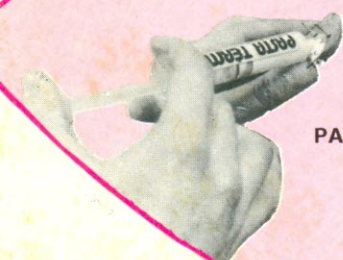
REF. 160  
PRATEX  
(PRATEADOR P/  
CIRC. IMP.) 10 ML



REF. 156 MALIKIT MK III

A  
VENDA  
NA FILCRES  
IMP. REPR.  
LTDA.

RUA AURORA, 165  
CEP 01209 -  
CAIXA POSTAL 18.767  
TEL: 221-4451, 221-3993  
S.P.



REF. 154  
PASTA TÉRMICA



REF. 152  
MALIGRAF (NORMÓGRAFO)





NATIONAL  
SEMICONDUCTOR



Tecnologia da Era  
Espacial em  
semicondutores  
apresenta



um novo  
distribuidor  
no Brasil:



FILCRES IMPORTAÇÃO E  
REPRESENTAÇÃO LTDA.  
RUA AURORA, 165 — S. PAULO