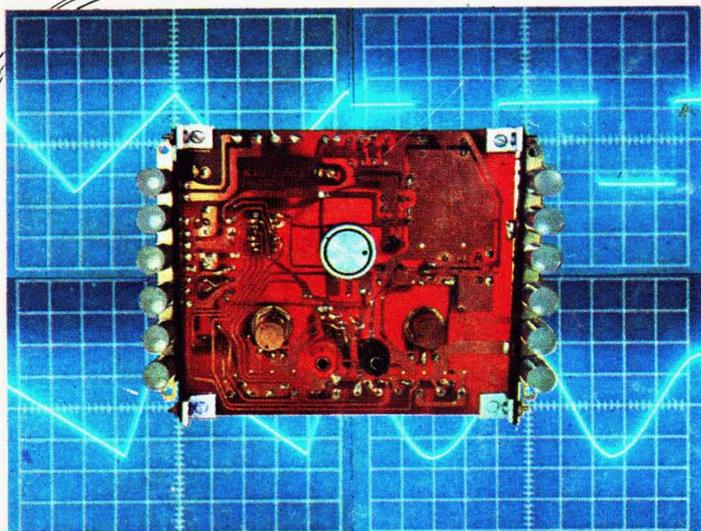


NOVA ELETRONICA

N.º 7 — AGOSTO — 77

COM SUPLEMENTO

Revista BYTE



GERADOR DE FUNÇÕES



NOVO TACÔMETRO DIGITAL

- TIRISTORES NA INDÚSTRIA
- POR DENTRO DO TRANSISTOR — SEÇÃO DO PRINCIPIANTE

FONTE 12-14 V-5A PARA PX E TOCA-FITAS



- PROGRAMAÇÃO DE MICROCOMPUTADORES — 7.ª LIÇÃO
- AUDIO — 6.ª LIÇÃO
- TÉCNICAS DIGITAIS — 1.ª LIÇÃO

CURSOS

Manaus, Santarém, Hio Branco, Altamira, Duja vista, Macapá, Porto Velho (via aerea): Cr\$ 33,00



Diretor Responsável
e Superintendente

LEONARDO BELLONZI

Gerente Administrativo
e de Produção

CLÁUDIO C. DIAS BAPTISTA

Assessor Técnico e Redator

JULIANO BARSALI

Desenhos

CARLOS W. MALAGOLI

Past-up

JOÃO BATISTA RIBEIRO F.º

CONSULTORIA TÉCNICA:

Cláudio C. Dias Baptista

Geraldo Coen

Joseph E. Blumenfeld

Juliano Barsali

Ko Ming Cho

Leonardo Bellonzi

CORRESPONDENTE

EM NEW YORK

Guido Forgnoni

Composição:

J.G. Propaganda

Rua Santo Amaro, 608

Impressão:

Cia. Lithographica Ypiranga

Rua Cadete, 209

DISTRIBUIÇÃO NACIONAL:

Abril S.A. Cultural e Industrial

R. Emílio Goeldi, 575

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

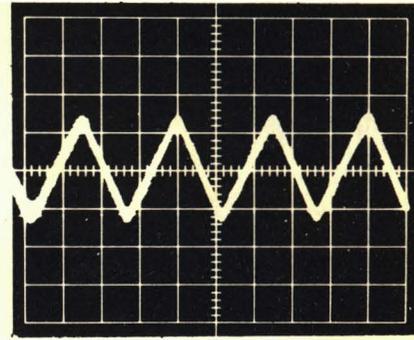
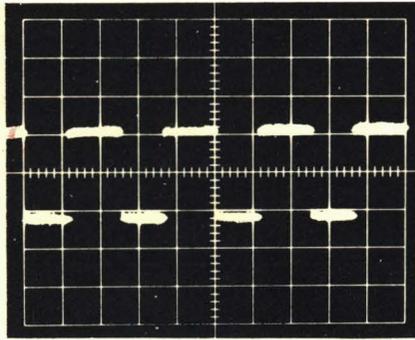
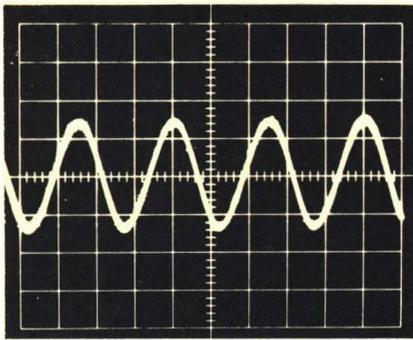
CX. POSTAL 30.141

01000 — S. Paulo — SP

Registro n.º 9.949-77 P153

SUMÁRIO**2/2****GERADOR DE FUNÇÕES****13/13****EDITORIAL****14/14****O NOVO TACÔMETRO DIGITAL****28/28****FONTE PX****36/36****O TIRÍSTOR E SUA APLICAÇÃO À INDÚSTRIA****42/42****NOVOS PRODUTOS****44/44****LEIA NO PRÓXIMO NÚMERO****45/45****ENGENHARIA — OS FABRICANTES DE «DISPLAYS» DIGITAIS PROCURAM REFINAR SUAS TECNOLOGIAS****54/54****A PRANCHETA DO PROJETISTA (IDEIAS DO PROJETISTA)****58/58****CURSO DE ÁUDIO — LIÇÃO 6****66/66****(SEÇÃO DO PRINCIPANTE) POR DENTRO DO TRANSÍSTOR****73/73****SUPLEMENTO BYTE CURSO DE PROGRAMAÇÃO DE MICROCOMPUTADORES — LIÇÃO 7****79/79****SISTEMA TERMINAL DE VÍDEO TTV 3216 — 4.ª PARTE****84/84****CURSO DE TÉCNICAS DIGITAIS — LIÇÃO 1**

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 didática. 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 seis edições (veja as páginas internas).



GERADOR DE FUNÇÕES GF-5

KO MING CHO

Quantas vezes você já se deparou com o problema de não ter um gerador de funções à mão?

No caso dos aficionados de áudio, a resposta à frequência e a curva de distorção de um equipamento de som não podem ser levantadas sem um gerador de ondas senoidais e quadradas.

Para os técnicos de reparação, nada melhor que um gerador destes para injetar um sinal em um determinado circuito, para depois seguir este sinal ao longo do mesmo, facilitando a localização do estágio defeituoso.

Para quem está envolvido com circuitos digitais, um gerador de ondas quadradas ou de pulsos, com baixa frequência, é bastante prático, pois permite observar a lógica dos circuitos, através de um osciloscópio, um voltímetro, um analisador lógico, ou até mesmo um simples LED.

Como se vê, o gerador de funções é um aparelho praticamente indispensável ao laboratório eletrônico mas, infelizmente, o seu preço nem sempre está ao alcance do amador e, às vezes, nem mesmo do profissional. Por outro lado, a construção de um gerador de funções de boa qualidade é geralmente complexa, sendo obrigatório o uso de componen-

tes de precisão, os quais não são nada fáceis de se obter.

O nosso gerador GF-5 surgiu para eliminar todos estes problemas; apresenta apenas três vantagens, que, aliás, são mais que suficientes: boa qualidade, baixo custo e montagem simples.

Mas agora chega de apresentações e vamos entrar no assunto mais esperado, que trata do funcionamento deste aparelho.

Baseado no integrado 8038 da Intersil, este gerador fornece ondas senoidais, triangulares, quadradas, além de rampas (ondas dente-de-serra) e pulsos, em uma faixa de frequências de 0,1 Hz a 100 kHz.

Em sua saída, podemos obter até 5 volts pico a pico, com ajuste para nível de CC (offset), e uma corrente de até 50 mA, a uma impedância de saída de 50 Ω ; possui ainda a vantagem adicional de ser protegida contra curto-circuitos.

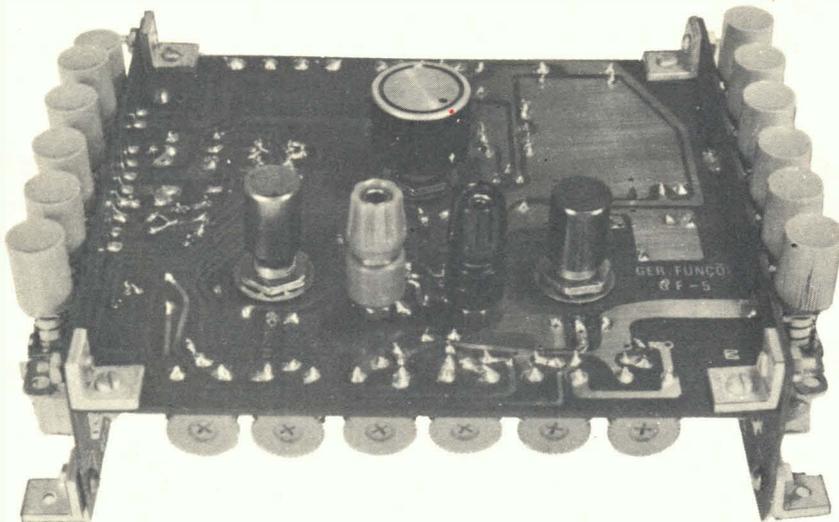
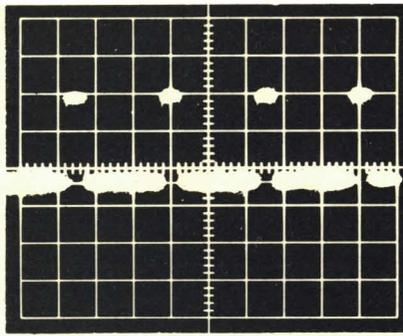
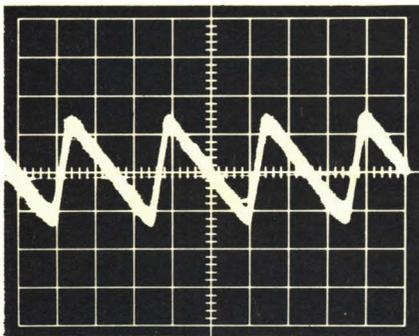
A amplitude varia em menos de ± 1 dB, em qualquer frequência e forma de onda. A distorção da senóide está abaixo de 1% de 20 a 20000 Hz.

O tempo de subida da onda quadrada e do pulso é menor que 0,25 μ s. E a precisão no ajuste de frequência é de 1%, na faixa calibrada, e melhor que 5%, nas demais faixas.

FUNCIONAMENTO DO GF-5

O esquema do circuito é apresentado na fig. 1. Você vai pensar, provavelmente: «Mas é só isso?» Bem, o circuito é simples porque quase todas as formas de onda são geradas pelo circuito interno do integrado CI1 (8038 — fig. 2a).

Este circuito integrado fornece as três formas de onda básicas, ou seja, quadrada, triangular e senoidal. Os pul-



sos e as rampas não passam de ondas quadradas e triangulares, respectivamente, com simetria modificada, bastando, para isso, mudar a duração das duas fases de cada ciclo do sinal. O 8038 é um circuito integrado do tipo monolítico e, além de produzir as três formas de onda citadas, apresenta a possibilidade de ajustes externos de simetria.

O seu diagrama de blocos ocupa a fig. 2b e vamos nos basear nele para explicar como são produzidos os três sinais básicos.

A forma de onda realmente básica do 8038 é a triangular, sendo que as outras duas são geradas a partir desta. E de que maneira o integrado dá origem a um sinal triangular? Como todos sabem, se fizermos passar uma corrente positiva constante através de um capacitor, a tensão neste cresce proporcionalmente com o tempo, gerando, assim, uma rampa crescente (fig. 3a). Do mesmo modo, uma corrente negativa, através do mesmo capacitor, produz uma rampa decrescente (fig. 3b). A forma triangular, no 8038, é gerada com base neste princípio; siga o raciocínio através da fig. 2b: quando a tensão do capacitor C estiver abaixo de $1/3 V_{cc}$ (isto é, um terço da tensão de alimentação), o comparador 2 vai detec-

tar esta condição e vai mudar o estado do «flip-flop»; este, por sua vez, comanda a chave eletrônica CH, comutando-a para a posição «carga». Assim, a corrente I da fonte de corrente constante 1 (FC1) vai passar pelo capacitor C, originando a rampa de subida. A tensão sobre o capacitor subirá linearmente com o tempo, até atingir $2/3 V_{cc}$. Nesta condição, o comparador 1 vai «perceber» este valor de tensão, mudando novamente o estado do «flip-flop»; a chave CH será comutada, então, para a posição «descarga». Sabendo-se que a fonte de corrente 2 (FC2) «puxa» uma corrente constante igual a $2I$, o capacitor será descarregado com uma corrente I (pois FC1 continua fornecendo uma corrente I), e a tensão no ponto 10 decrescerá, formando a rampa de descida. Logo que a tensão no capacitor cair a $1/3$ de V_{cc} , o ciclo se repetirá.

A forma triangular gerada desta maneira passa por um estágio de saída, de onde a obtemos, para aproveitamento. A saída do «flip-flop» também passa por um estágio de saída e fica sendo nossa onda quadrada. E a onda senoidal? À primeira vista, pode parecer que seria suficiente passar uma das formas anteriores por um filtro; porém, isto não é conveniente, pois a amplitude de saída

do filtro depende da frequência. A solução encontrada pelo fabricante é, aparentemente, um tanto estranha mas, na prática, deu ótimos resultados. A conversão é feita a partir da onda triangular, alternando-se o ângulo da rampa em pontos escolhidos (ou seja, variando o ângulo de inclinação da reta), durante a carga e a descarga do capacitor. Este processo dá a impressão de imprecisão, a princípio, mas o resultado final é excelente, pois permite que a amplitude da senóide fique constante ao longo da faixa de frequências, que seja proporcional à amplitude da onda triangular e sempre em fase com esta, tudo isso com um mínimo de distorção.

A geração dos pulsos e das rampas é elementar, bastando para isso, alterar o valor das correntes fornecidas pelas duas fontes, FC1 e FC2, controláveis externamente, por meio de resistores.

Logicamente, o tempo de carga e descarga do capacitor C depende também de sua capacitância. Com o controle deste valor, podemos escolher o período de cada ciclo e, conseqüentemente, a frequência. E, como característica adicional, o 8038 possui um modulador FM, que permite variar a frequência de saída, por intermédio de uma tensão de controle. Em nosso circuito, utilizaremos estes dois tipos de controle: mudança no valor do capacitor, para a escolha da faixa de frequências e modulação FM, para o ajuste fino, em cada faixa.

Estas são as funções executadas pelo integrado 8038, o CI1 no circuito da fig. 1; deus para perceber que ele é a «alma» do circuito, não é? O integrado CI2, um amplificador operacional 741, tem apenas o trabalho de amplificar os sinais gerados por CI1 e de proteger a saída contra curto-circuitos.

VAMOS AOS DETALHES

Explicado o funcionamento geral, passaremos a descrever o circuito detalhadamente, e também a apresentar alguns cálculos, uma vez que estes auxiliam em uma melhor compreensão do circuito.

Para os leitores mais experientes, os cálculos apresentados talvez sejam supérfluos, já que a configuração do circuito é bastante simples, mas consideramos que poderão vir a ser úteis, principalmente para quem desejar introduzir modificações no circuito do gerador.

Descrição e cálculos relativos ao circuito

Para ajuste de simetria, feito através dos pinos 4 e 5 de CI1, temos as seguin-

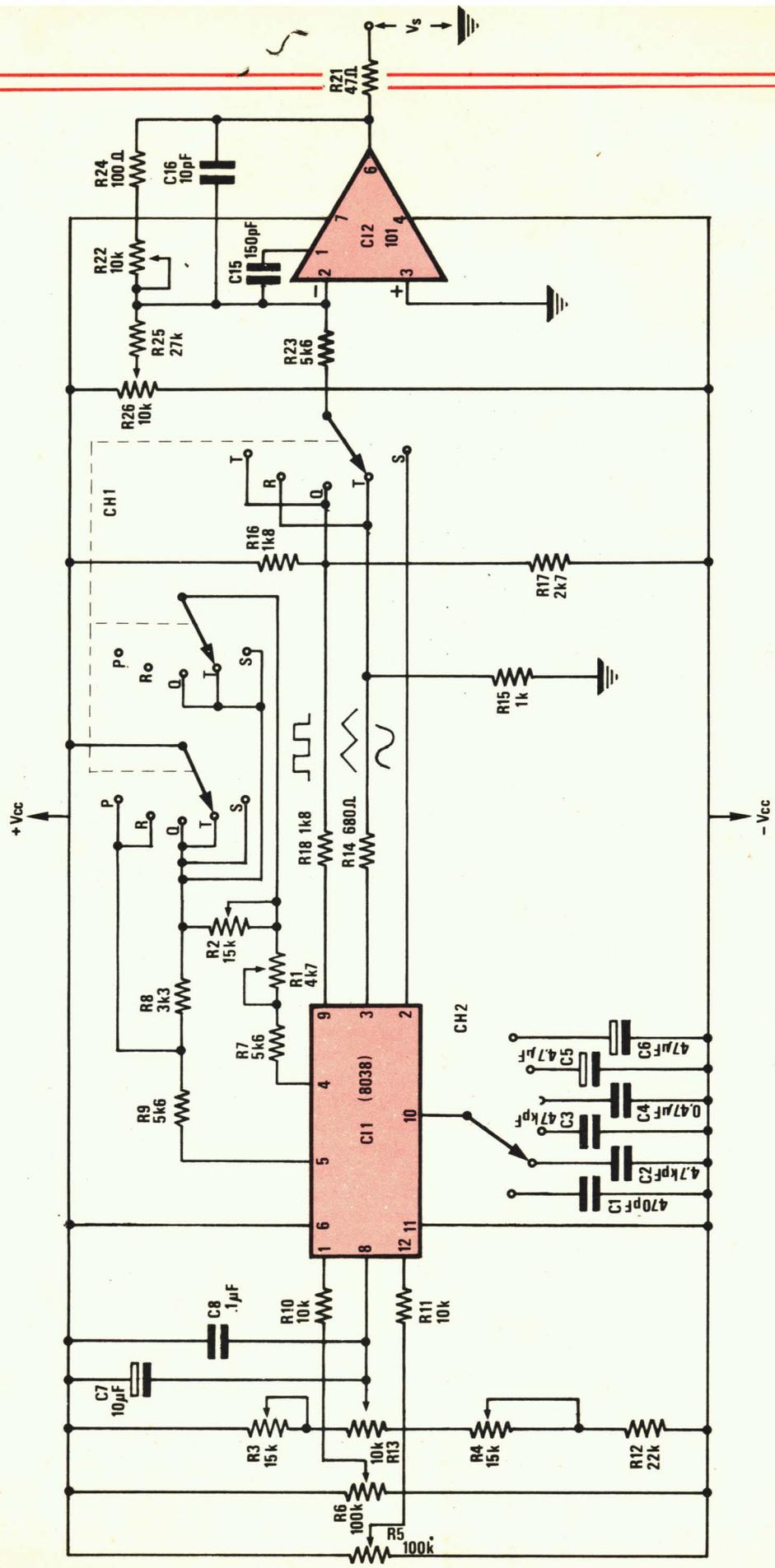


FIGURA 1

tes equações fornecidas pelo fabricante:

$$t1 = 5/3 R_A \cdot C \quad (1) \text{ e } t2 = 5/3 \frac{R_A \cdot R_B \cdot C}{2R_A - R_B} \quad (2)$$

onde t1 é o tempo de subida da onda triangular e t2 é o tempo de descida da onda triangular.

Temos, ainda, que: $f = \frac{1}{t1 + t2}$

ou seja, a frequência do sinal triangular é igual ao inverso do período, o qual nada mais é que a soma dos tempos de subida e descida do sinal, em cada ciclo.

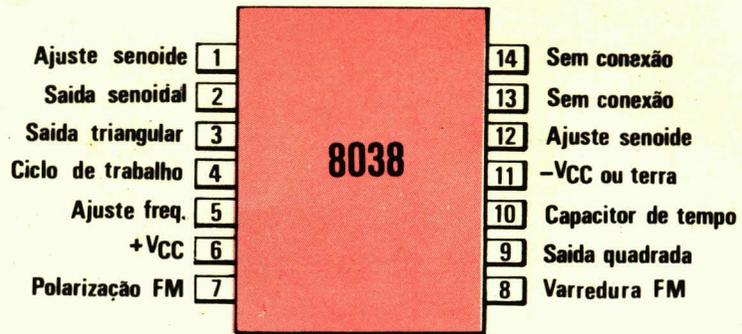


FIGURA 2a

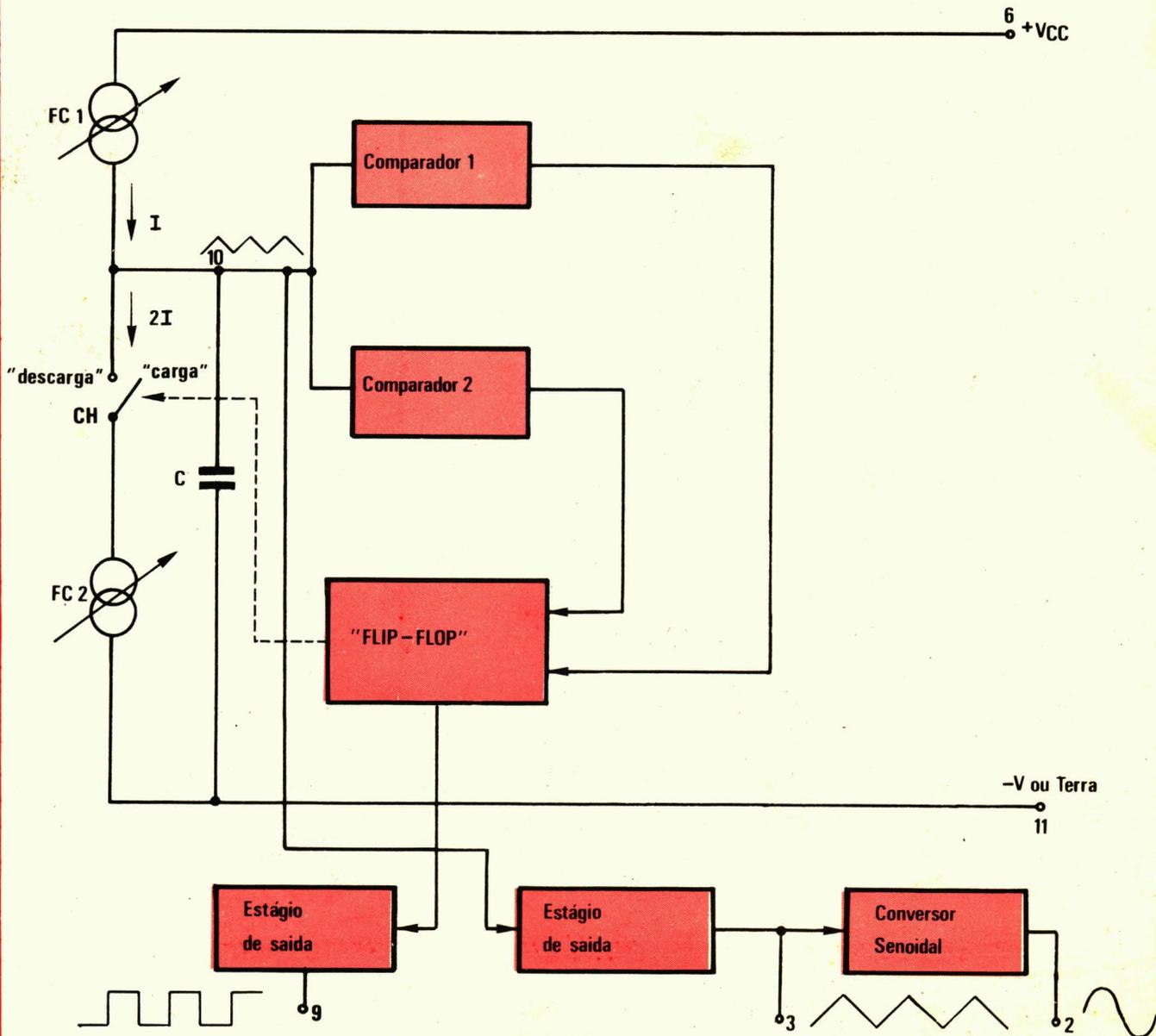


FIGURA 2b

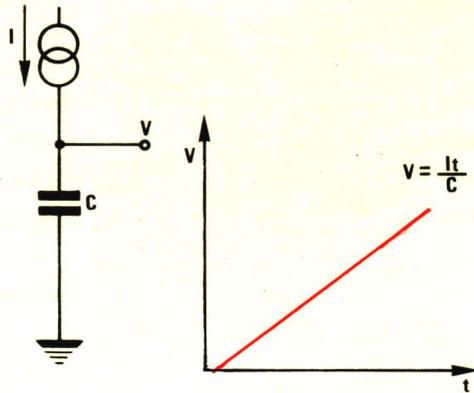


FIGURA 3a

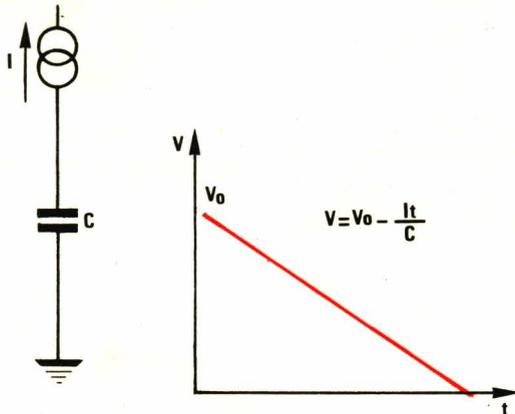


FIGURA 3b

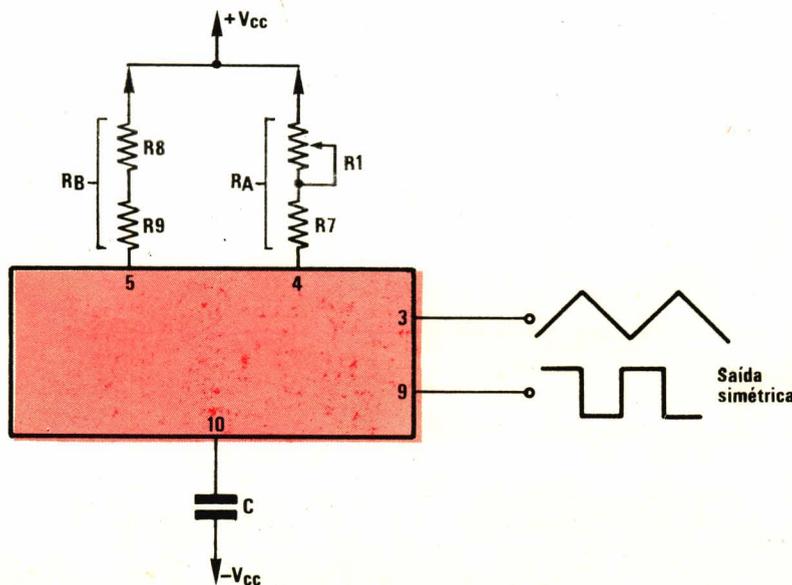


FIGURA 4a

Deste modo, manipulando as equações, temos:

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2} = \frac{1}{5/3 R_{AC} \left(1 + \frac{R_B}{2R_A - R_B}\right)} \quad (3)$$

Daqui se vê que a simetria e a frequência estão intimamente relacionadas. Mas, por enquanto, vamos ignorar a parte de controle de frequência, concentrando-nos no que se refere à simetria.

Estando a chave seletora do gerador em uma das posições de ondas simétricas (senoidal, triangular ou quadrada), o resistor R2 vai permanecer fora do circuito, pois está curto-circuitado; as conexões apresentarão o aspecto da *fig. 4a*. A partir das equações (1) e (2), considerando-se que uma onda simétrica tem tempos iguais nos dois semiciclos ($t_1 = t_2$), teremos que:

$$R_A = \frac{R_A \cdot R_B}{2R_A - R_B} \rightarrow R_A = R_B \text{ ou seja, } R_8 + R_9 = R_1 + R_7$$

Escolhendo $R_8 = 3k3$, $R_9 = 5k6$, $R_7 = 5k6$ e R_1 , um potenciômetro de $4k7$, que providencia o ajuste, obteremos uma boa simetria.

No caso de ondas assimétricas (pulsos e rampas), o que precisa ser feito é a alteração do ciclo de trabalho sem, no entanto, modificar a frequência. Na *fig. 4b*, aparece a configuração da mesma parte do circuito, quando a chave seletora está comutada para as posições de rampa (R) ou pulsos (P). O ciclo de trabalho fica alterado e o potenciômetro R2 está encarregado da calibração da frequência, mantendo-a igual a das ondas simétricas.

Vejamos agora o procedimento para o **controle de frequência**. Como já vimos, a frequência é uma função do capacitor de tempo. Usando capacitores desde 47 kpF até 47 uF (C1 a C6), conseguiremos as seis faixas de frequências desejadas (de $0,1 \text{ Hz}$ a 100 kHz).

Consegue-se o ajuste fino, através de modulação FM, ao aplicar uma tensão CC ao pino 8 de C11. O divisor de tensão formado por R3; R4, R12 e R13 desempenha tal função, sendo que R3 limita a frequência mínima e R4, a máxima frequência de cada faixa. Os capacitores C7 e C8 impedem que qualquer ruído eventual surja no pino 8, o que poderia causar uma intermodulação.

Calibração nas ondas senoidais: Como já foi visto, a senóide, neste circuito, é produzida sinteticamente, por meio da variação da inclinação da rampa, na onda triangular. A distorção resultante, que é pequena, pode ser minimizada por ajustes externos ligados aos pinos 1 e 12 de C11. Em nosso caso, isto é executado por dois divisores de tensão, R6 e R10,

ligados ao pino 1, e R5 e R11, ao pino 12.

O estágio de saída é composto por um operacional do tipo 101, na configuração de um amplificador inversor, realimentado.

Antes de prosseguirmos, há um certo detalhe a ser considerado, que é o fato de integrado 8038 fornecer amplitudes diferentes para cada forma de onda ($\pm 0,33 V_{cc}$ para triangular, $\pm 0,22 V_{cc}$ para senoidal de $\pm 0,9 V_{cc}$ para a quadrada). Devido a tais diferenças, providências devem ser tomadas, a fim de que a saída de C12 apresente a mesma amplitude para todas as formas de onda. Veremos mais adiante que providências são essas.

Vejam os, por ora, como funciona este amplificador: na fig. 5 está representado esquemabásico de um amplificador inversor. Do mesmo modo que em nosso circuito, a entrada não inversora do operacional (E2) fica conectada diretamente à terra, e o sinal de entrada é injetado em RA, que faz parte do elo de realimentação.

Quais são as correntes envolvidas no circuito? Observando a fig. 5, vê-se que são três: I1, I2 e IE. Analisando o caminho das correntes, chegamos às seguintes fórmulas, em relação ao ponto P:

$$I1 = \frac{V_s \cdot E1}{R_B} \quad I2 = \frac{V_c \cdot E1}{R_A}$$

Somando agora as correntes em P, vamos obter:

$$\frac{V_s \cdot E1}{R_B} + \frac{V_c \cdot E1}{R_A} + I_E = 0$$

Considerando o amplificador ideal (isto é, com impedância de entrada infinita), teremos também: $E1 = E2 = 0$ e $I_E = 0$

Simplificando, então, a equação (4):

$$\frac{V_s}{R_B} + \frac{V_c}{R_A} = 0 \Rightarrow V_s = -\frac{R_B}{R_A} V_c$$

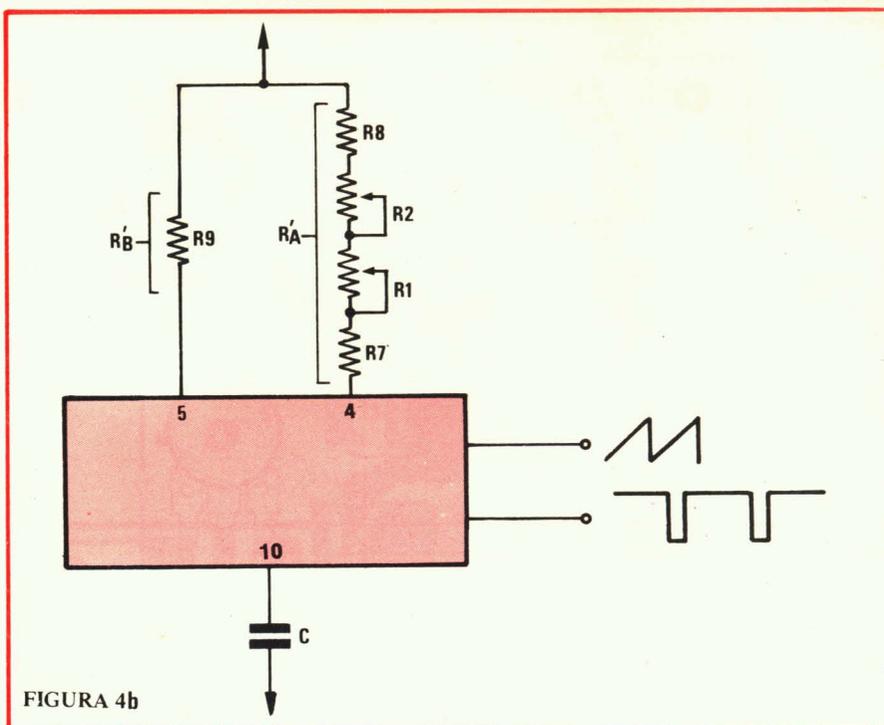


FIGURA 4b

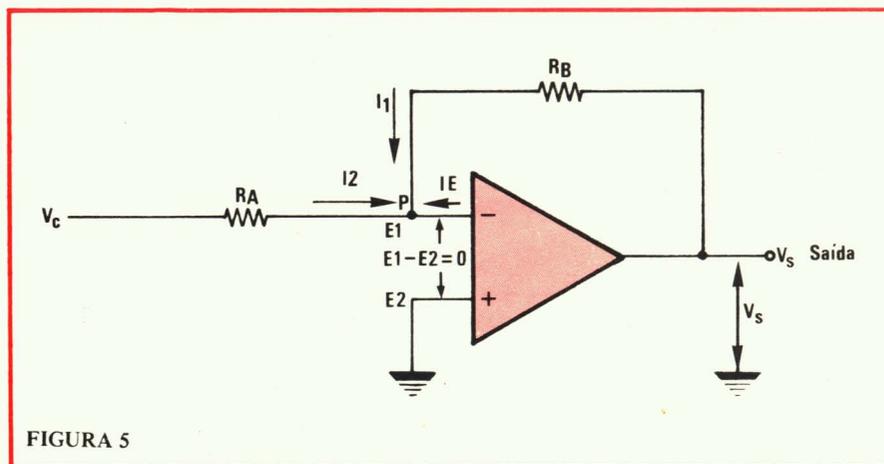


FIGURA 5

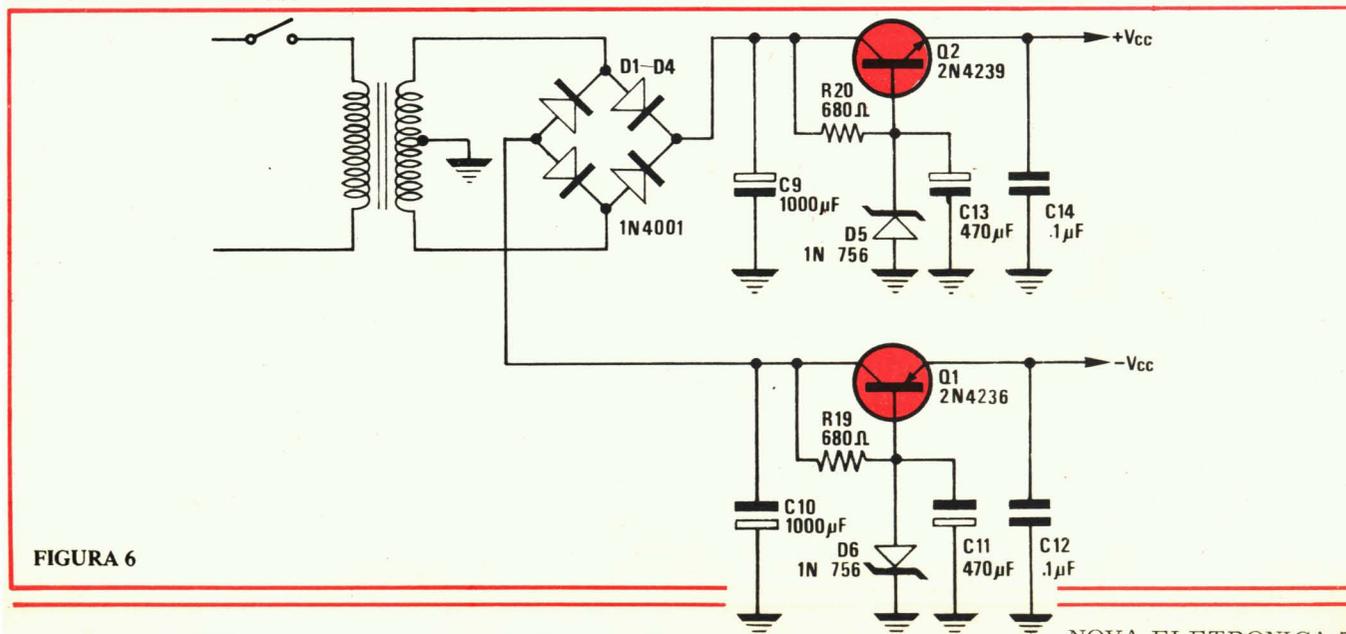


FIGURA 6

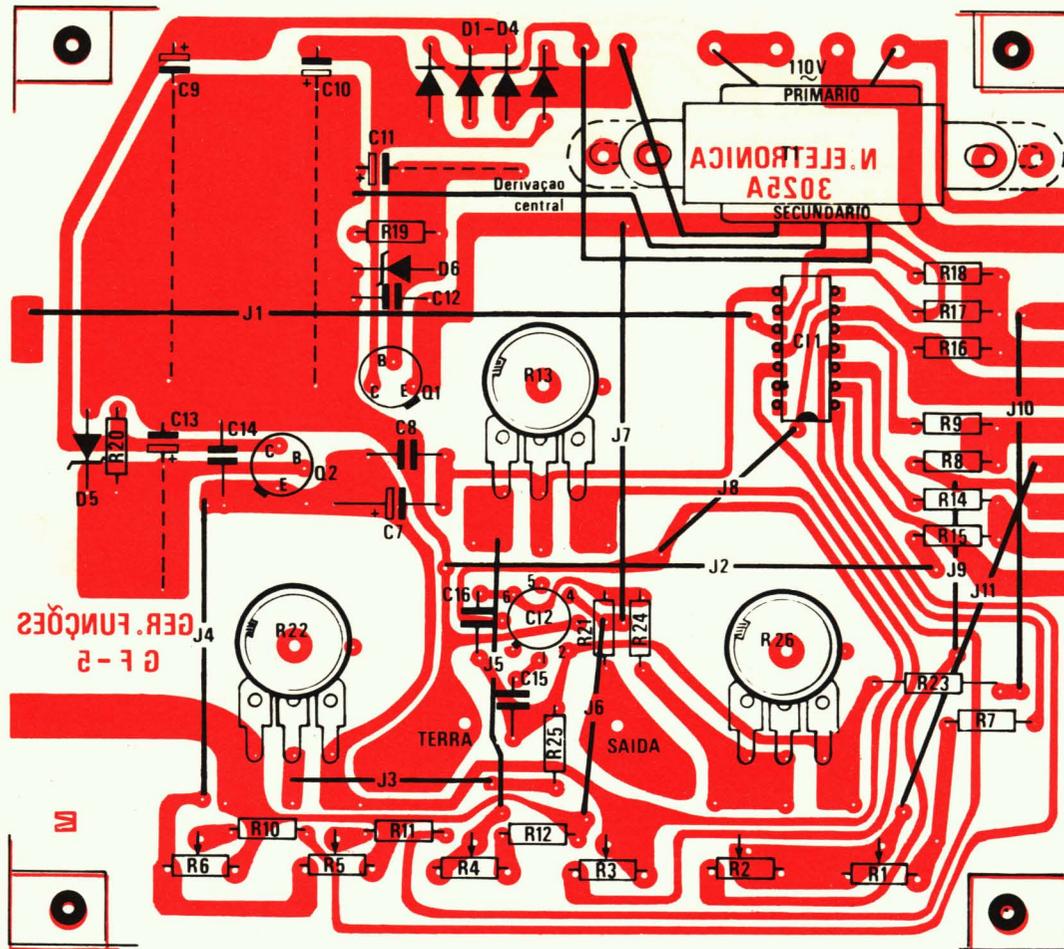


FIGURA 7

Concluimos, portanto, que o ganho é igual a $-RB/RA$.

Outra coisa que vale a pena observar é que o ponto E1, apesar de não estar conectado à terra, possui um potencial nulo e funciona, deste modo, como um terra virtual.

Levando em conta esses dados e cálculos, saberemos o que fazer para que todos os sinais apareçam com a mesma amplitude na saída. O sinal senoidal é amplificado diretamente, com um ganho de 2, aproximadamente; a onda triangular deve sofrer uma redução no divisor de tensão formado por R14 e R15; a saída de ondas quadradas, no C11, é de coletor aberto e sendo assim, foram empregados os resistores R16, R17 e R18 que, além de conectarem o coletor ao positivo, convenientemente, reduzem o nível do sinal até a amplitude adequada.

Ajuste de «offset» (nível de corrente contínua na saída do gerador): Estabelecemos o «offset» na faixa de $-2,5$ V a $+2,5$ V, na saída do amplificador opera-

cional (C12). Para que isto fosse possível, usamos o potenciômetro R26 como divisor de tensão e fixamos o ganho através de resistor R25.

Vejamós a fórmula correspondente a esta parte:

$$V_{off\ max} = V_{cc} \times \frac{R_{24} + R_{22}}{R_{25}} = 2,5\ V$$

quando o cursor de R26 estiver em contato com V_{cc} .

Impedância de saída = 50 Ω : Esta impedância existe graças ao resistor colocado em série com C12 (R21), de 47 Ω .

Fonte de alimentação: A alimentação para o sistema descrito é providenciada por uma fonte regulada, simétrica, muito simples. Para a alimentação positiva, a tensão é regulada pelo transistor Q2, cuja base está ligada a um zener de 8,2 V (D5). Assim, a tensão do emissor de Q2 fica então fixa por este zener, uma vez que o transistor está na configuração de seguidor de emissor.

A alimentação negativa é análoga à positiva.

MONTAGEM

Visto e analisado o circuito, vamos passar à sua montagem, sem mais demora.

Apesar de ser o circuito razoavelmente simples, sua montagem prática poderia tornar-se bastante complicada, devido à grande quantidade de fiação exigida para a conexão das chaves comutadoras de faixas e formas de onda. Seria praticamente impossível evitar erros de ligação se fossem utilizadas chaves rotativas para tal função, sem falar na capacitância dos fios, que iria distorcer consideravelmente o sinal. Para contornar este problema, empregamos, no GF-5, chaves de teclas e distribuímos a montagem em três placas, sendo a principal para a maioria dos componentes (3025A) e as duas secundárias (3025 B e C), para os dois conjuntos de chaves. Assim, as chaves comutadoras, como tam-

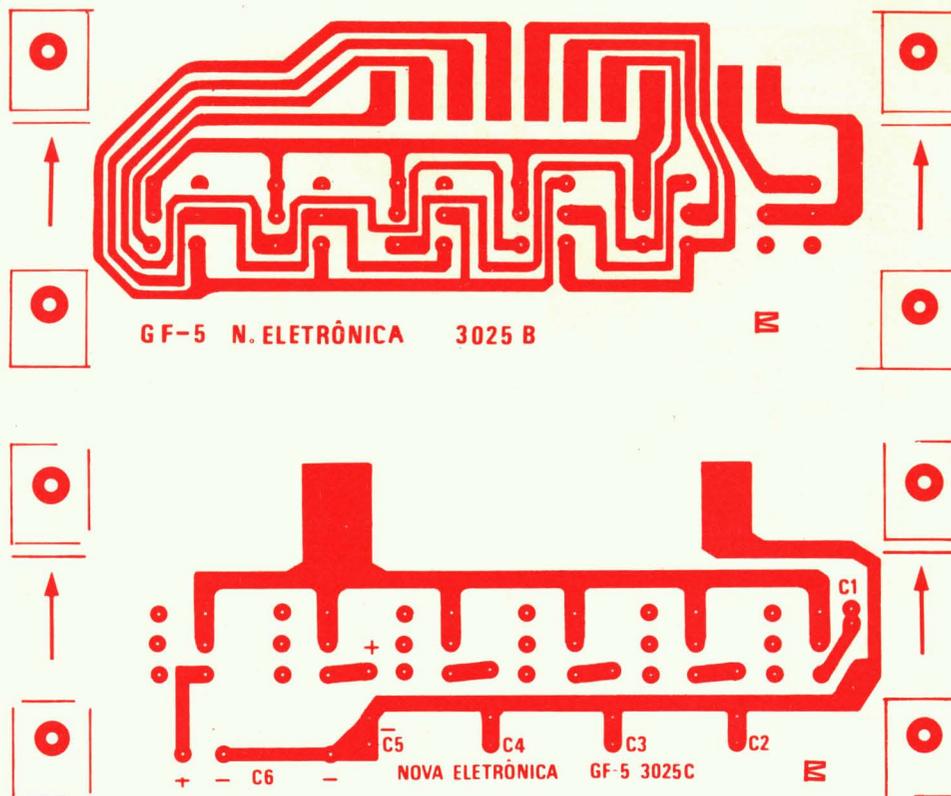


FIGURA 8

bém os potenciômetros e os bornes de saída, foram fixados diretamente às placas, não havendo necessidade de «puxar» nenhum fio, e reduzindo ao mínimo a possibilidade de erros.

Para montar o circuito, aconselhamos que as instruções dadas a seguir sejam observadas, assim como as figuras 7 e 8, onde estão representadas a placa principal e as placas secundárias, respectivamente, com todos os componentes desenhados em seus lugares.

— Antes de mais nada, dê uma limpeza na placa 3025A (a placa principal). Feito isso, ligue todos os «jumpers» (são 11, ao todo) com **fios encapados**; eles estão desenhados na fig. 7 e com as denominações de J1 a J11, para que sejam melhor visualizados. Corte os fios no tamanho certo e solde-os bem esticados, para evitar curtos. Terminada a soldagem dos «jumpers», conte-os para se certificar de que não se esqueceu de nenhum.

— Coloque todos os resistores em seus lugares e solde-os. Faça o mesmo com os diodos e os capacitores, tomando muito cuidado com suas polaridades (consulte, no final do artigo, a seção de identificação de componentes). Note que, em certos pontos (para os capacitores C9, C10, C11 e C13) a placa aceita

capacitores tanto para montagem vertical como horizontal.

— Monte agora os transistores Q1 e Q2 (consulte novamente a seção de identificação de componentes, para identificar os terminais dos transistores). Cuidado para não invertê-los.

— Instale os integrados na posição correta (de novo, a seção de identificação...) e solde-os com um ferro de ponta fina e baixa potência (30 W, aproximadamente). A seguir, é a vez dos trimpots; monte-os e solde-os devidamente.

— Coloque agora o transformador. O primário é o lado que possui dois fios. Ao ligar o secundário, deve-se soldar a derivação central (o fio do centro) à terra, conforme o desenho da placa; muita atenção, pois uma inversão de fios nessa parte pode causar danos ao circuito.

— Os potenciômetros viriam a seguir, pela ordem; porém, antes de montá-los sobre a placa, corte o eixo de todos, até uma altura ideal (2 cm, aproximadamente).

— Agora sim, instale os potenciômetros, e com os eixos saindo pela face cobreada (veja detalhe na fig. 9). Observe que a placa aceita tanto o tipo miniatura como os tipos maiores de potenciômetro (para os de tipo miniatura, há um furo para orientar e «travar» o poten-

ciômetro). Fixados os potenciômetros, solde seus terminais à placa com o auxílio de fios soldados aos furos correspondentes (detalhe ilustrado na fig. 10).

— Solde as linguetas dos bornes na placa e, em seguida, monte os próprios bornes, o mais elevado possível em relação à placa. Pode-se conseguir isto através da colocação de porcas entre a placa e o borne (fig. 11).

Verifique muito bem se não há locais, nesta placa, com solda fria ou filetes unidos acidentalmente com pingos de solda; vamos às placas 3025B e 3025C.

— No que se refere à placa 3025B, basta soldar a chave de teclas, na posição correta (é fácil saber a posição cor-

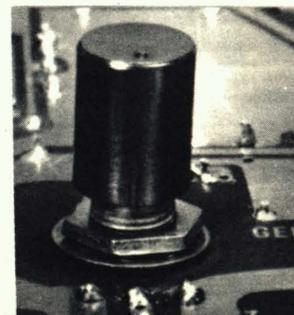


FIGURA 9

reta: a «cabeça» das teclas deve apontar no mesmo sentido da seta desenhada na face cobreada da placa). Existe ainda um pequeno detalhe, mas muito importante, contudo: não empurre demais os ter-

minais da chave em seus orifícios, pois, caso contrário, os botões encostarão na placa e as teclas não se movimentarão convenientemente. Uma boa maneira de evitar esse problema é a de soldar a

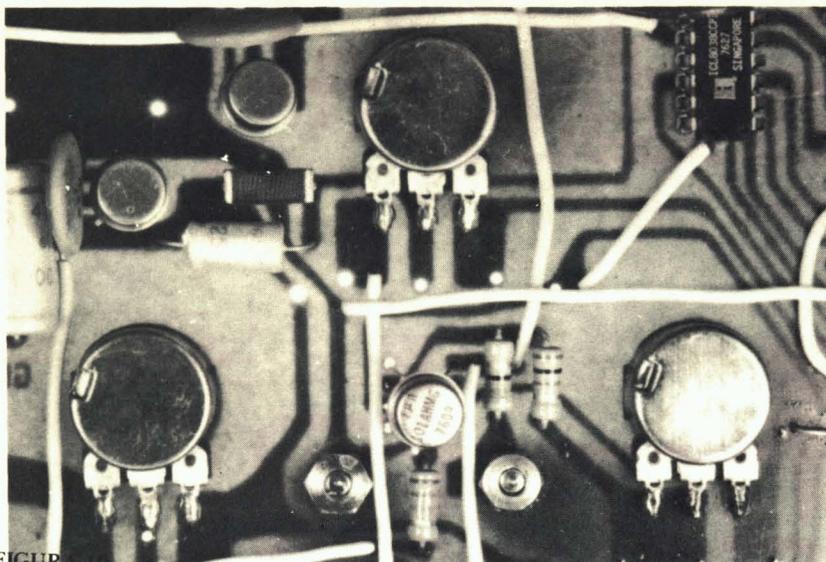


FIGURA 10

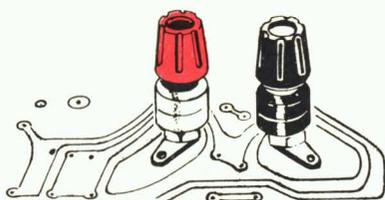


FIGURA 11

chave com os respectivos botões inseridos nas teclas; deste modo, pode-se determinar a altura correta para a montagem da chave.

— Monte, agora, os capacitores C1 a C6 na placa 3025C e solde-os; as polaridades estão indicadas na própria placa. Depois, solde a outra chave de teclas, da maneira já descrita na placa 3025B.

Chegando a este ponto, é hora de juntar as três placas:

— Parafuse as duas placas menores (3025B e 3025C) à placa principal (3025A) através das 4 cantoneiras perfuradas, de acordo com a figura 12. Como se vê pela

figura, as duas placas secundárias ficam perpendiculares em relação à placa principal, com as chaves de teclas voltadas para fora, e os filetes coincidentes, para soldagem posterior. Não deixe nenhuma folga na junção entre placas, para assegurar, mais tarde, uma boa soldagem e, portanto, uma boa conexão entre elas.

— Solde agora os 10 filetes da placa 3025B com os seus correspondentes na placa principal; muito cuidado nessa operação, evitando que a solda escorra pela junção, e provoque curtos. Para uma melhor orientação, siga o detalhe da fig. 12. Pode soldar agora os dois filetes da placa 3025C com os correspondentes na placa principal, seguindo as mesmas instruções.

— Por último, resta conectar o cordão de alimentação à placa principal, no ponto indicado 110 V, próximo ao transformador.

A montagem está concluída; verifique, antes de ligar o aparelho, os seguintes itens:

- a) — Se nenhum «jumper» foi esquecido;
- b) — A polaridade dos diodos e dos capacitores;
- c) — Se não houve inversão dos transistores;
- d) — A posição dos integrados;
- e) — Se a derivação central do transformador está conectada à terra;
- f) — Novamente, se não há nenhuma solda fria ou filetes unidos acidentalmente por pingos de solda.

Confira a aparência geral de sua montagem com a foto da figura 13, onde mostramos o nosso protótipo. Se tudo estiver correto, podemos passar à fase de calibração do gerador.

CALIBRAÇÃO

— Para poder calibrar o gerador, é necessário, em primeiro lugar, identificar a função de cada uma das teclas das chaves e também, dos potenciômetros e trimpots; juntamos tudo isso na fig. 14, de tal maneira que possa servir tanto para a calibração do aparelho, como para seu uso normal.

— Coloque todos os trimpots e potenciômetros na posição intermediária. Ligue a saída do gerador a um osciloscópio e comute a chave de formas de onda para a onda triangular; comute a chave de faixas de frequência para a faixa de 1 kHz/10 kHz. A tela do osciloscópio deve, naturalmente, exibir uma forma de onda; caso tal não aconteça, desligue imediatamente o aparelho e retorne aos itens de verificação.

— Ajuste a simetria da forma de onda por meio do trimpot R1.

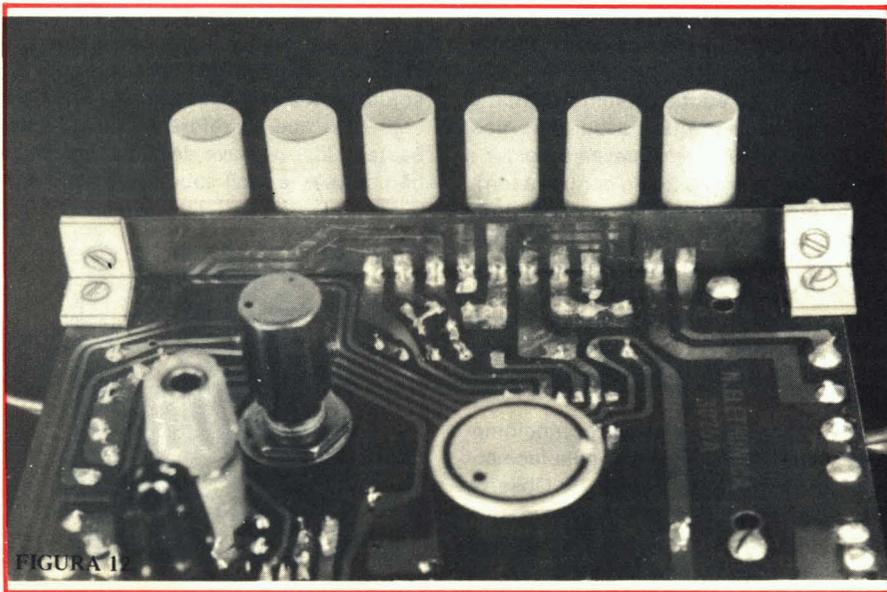


FIGURA 13

RELAÇÃO DE COMPONENTES

R1 — trimpot 4,7 kohms
 R2, R3, R4 — trimpots 15 kohms
 R5, R6 — 100 kohms
 R7, R9, R23 — 5,6 kohms
 R10, R11 — 10 kohms
 R12 — 22 kohms
 R13, R22, R26 — 10kohms (potenciômetros)
 R14, R19, R20 — 680 ohms
 R15 — 1 kohm
 R16, R18 — 1,8 kohm
 R17 — 2,7 kohms
 R21 — 47 ohms
 R24 — 100 ohms
 R25 — 27 kohms
 C1 — 470 pF — disco ou schiko
 C2 — 4,7 kpF — disco ou schiko
 C3 — 47 kpF — disco ou schiko
 C4 — 0,47 μ F — disco
 C5 — 4,7 μ F — 10 V
 C6 — 47 μ F — 10 V
 C7, C11, C13 — 470 μ F — 10 V
 C9, C10 — 1000 μ F — 16 V
 C12, C14, C8 — 0,1 μ F — disco
 C15 — 150 pF — disco
 C16 — 10 pF — disco
 D1 a D4 — 1N 4001
 D5, D6 — 1N 756
 Q1 — 2N 4236
 Q2 — 2N 4239
 CI1 — 8038
 CI2 — LM 101 ou μ A 101
 T1 — transformador 110:9+ 9V- 200mA
 CH1, CH2 — chaves de teclas
 2 bornes de saída, vermelho e preto (com uma porca a mais)
 1 cabo de alimentação com «plug»
 3 placas de circuito impresso — Nova Eletrônica n.º 3025A, B e C.
 3 «knobs» para os potenciômetros
 8 cantoneiras de alumínio
 18 parafusos 1/8", cabeça chata; 16 porcas 1/8"

1 caixa, com parafusos
 1 m de fio encapado para os «jumpers»
 3 m de solda trinúcleo

— Continuando na onda triangular, gire o potenciômetro de ajuste de faixa por meio do trimpot R4. Gire, então, o potenciômetro de ajuste de frequência totalmente para a esquerda, e calibre a frequência mínima da faixa, através do trimpot R3.

Repita tal operação várias vezes, a fim de obter maior precisão. Pressione as demais teclas de frequência, para verificar o ajuste das outras faixas, mas calibre apenas **uma** delas; caso você tenha preferência por alguma das faixas (a mais utilizada, por exemplo), calibre o gerador para essa faixa, somente.

— Comute a chave de formas de onda para a função senóide, e minimize a distorção da onda com a ajuda dos trim-

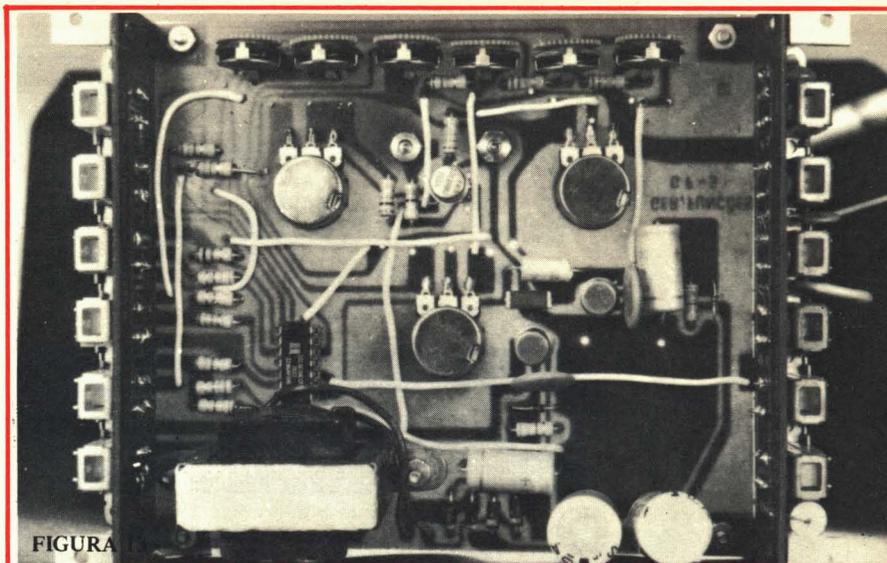


FIGURA 13

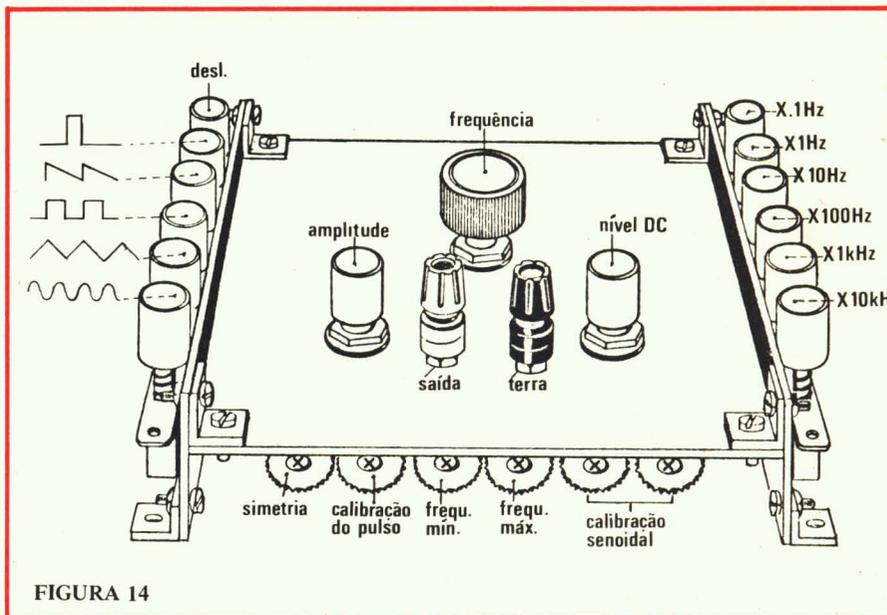


FIGURA 14

pots R5 e R6; este ajuste pode ser realizado com o uso de um distorciômetro, se for disponível, ou então, visualmente, pela tela do osciloscópio.

— A seguir, comute a chave de formas de onda para a função rampa e calibre o trimpot R2, para que a frequência desta onda seja igual à da triangular.

— Finalmente, teste todas as funções, em todas as faixas de frequência. O gerador deve apresentar as formas de onda vistas na capa deste número e no início deste artigo; essas fotos foram tiradas da tela de um osciloscópio e as formas de onda foram extraídas do nosso protótipo do gerador GF-5.

Estando o gerador em perfeitas condições de funcionamento, falta apenas instalá-lo em uma caixa apropriada. Para isso, parafuse, antes de tudo, as outras 4 cantoneiras nos cantos inferiores das placas secundárias; de acordo com a fi-

gura 13; estas peças irão fixar o conjunto do gerador à sua caixa.

Na figura 15, temos a vista explodida de montagem do gerador em sua caixa. Observe como é simples e prática esta montagem: o gerador é fixado sobre uma chapa base, por meio das cantoneiras de que já falamos; em seguida, tendo sido retirados os «knobs» dos potenciômetros, basta encaixar a parte superior sobre o gerador + chapa base, recolocar os «knobs» em seus lugares, e pronto! A caixa já vem com uma escala calibrada em torno do eixo do potenciômetro de ajuste de frequência, com a indicação de 1 a 10. Para se ler o valor de frequência em cada faixa, é só multiplicar um determinado fator pelos números da escala. Por exemplo: para leituras na primeira faixa, que abrange de 0,1 Hz até 1 Hz, multiplica-se os números da escala por 0,1; para leituras na última faixa, que vai de 10

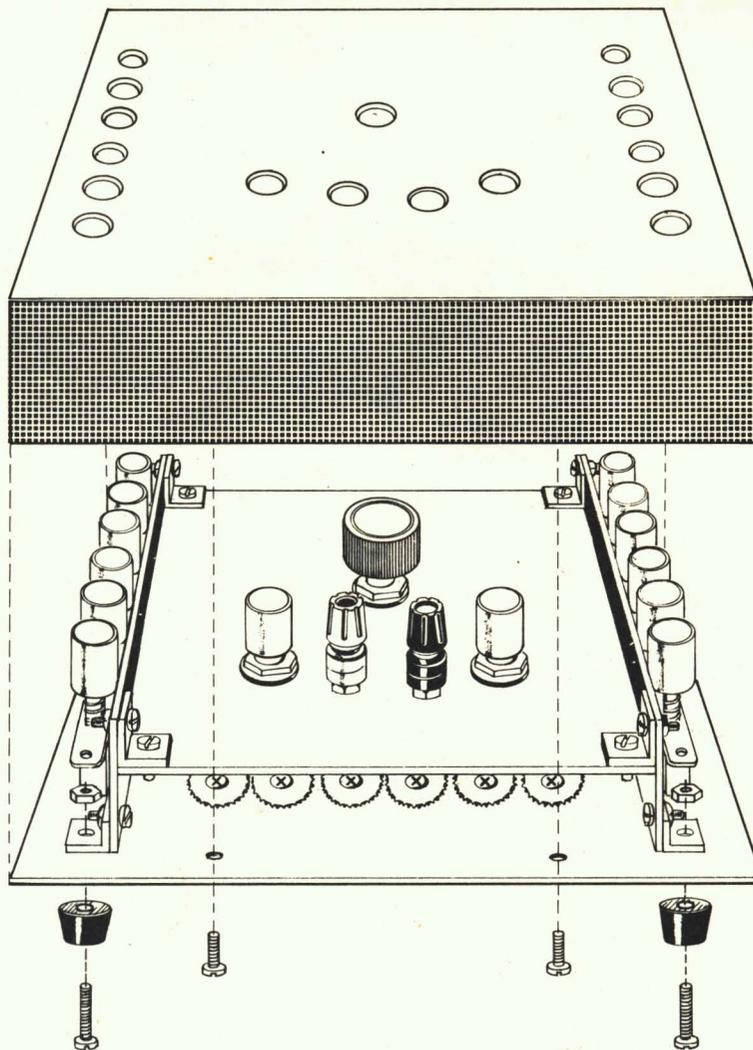


FIGURA 15

kHz até 100 kHz, o fator de multiplicação é 10 000.

Bem, seu gerador está montado, calibrado e com uma bela aparência. Que é que você está esperando para estreá-lo em seu laboratório ou bancada?

CONCLUSÃO

Como viram, tanto o circuito como a montagem são bastante simples.

Além disso, o GF-5 é realmente versátil e pode fornecer sinais para qual-

quer aplicação. Modificações podem ser facilmente introduzidas no circuito, bastando um razoável conhecimento de eletrônica. Enfim, com um GF-5 à mão, você tem o direito de se orgulhar em possuir um instrumento à altura de qualquer profissional.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO GF-5

Produz 5 funções: senoidal, triangular, quadrada, pulsante e rampa.

Gama de frequências: de 0,1 Hz a 100 kHz, dividida em 6 faixas — 0,1 Hz a 1 Hz; 1 Hz a 10 Hz; 10 Hz a 100 Hz; 100 Hz a 1 kHz; 1 kHz a 10 kHz e 10 kHz a 100 kHz.

Nível de saída: 5 volts pico a pico.

Distorção na senóide: abaixo de 1%, de 20 a 20 000 Hz.

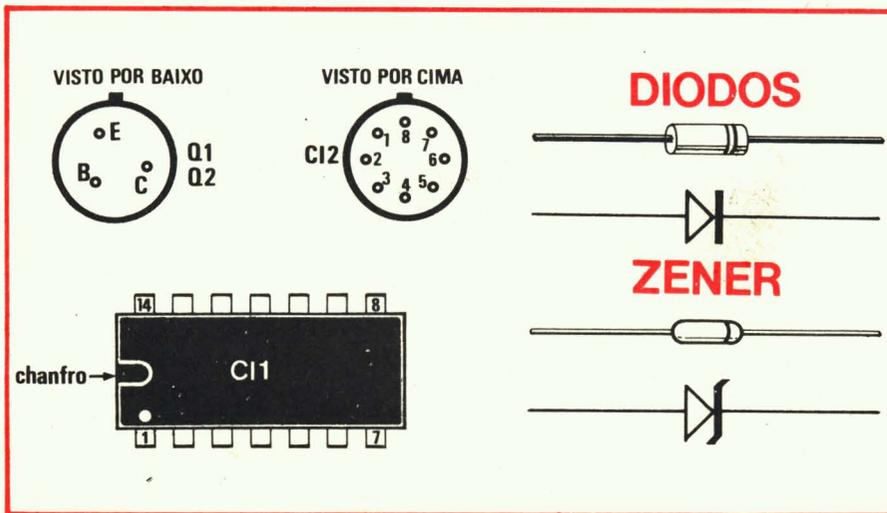
Precisão no ajuste de frequência: 1% na faixa calibrada e 5%, nas demais.

Impedância de saída: 50 ohms.

Máxima corrente de saída: 50 mA

Ajuste de «offset»

Saída protegida contra curtos.



EDITORIAL



1.ª parte:

Lembram-se daquela coisa GRANDE que iria acontecer na Nova Eletrônica n.º 7?! É a própria NOVA ELETRÔNICA que cresceu!

O novo formato da revista, anteriormente com 18 x 26,5 cm e agora 21 x 27,7 cm, permite maior aproveitamento do espaço, das páginas, o que resulta em benefício para o leitor.

Outras vantagens do novo formato são: a possibilidade de se publicar esquemas maiores, em uma só página e evitar correr risco de má interpretação na região média entre duas páginas quando tínhamos que usar duas; a lombada da revista fica mais estreita, facilitando a abertura e a leitura na parte interna; a produção da revista é simplificada — o que reverterá em benefício ao leitor com nova surpresa para muito breve!

Além de tudo isso, o novo formato admitirá mais crescimento ainda, pois, quando a Nova Eletrônica chegar novamente ao limite de número de páginas, estará então com muito mais matéria ainda.

Some-se maior detalhe nas fotos, que agora podem ser maiores, manutenção do preço a Cr\$ 25,00, mais facilidade em encadernação e outras vantagens menores e teremos conseguido o «impossível» — superamos a Nova Eletrônica! Com uma NOVA ELETRÔNICA mais nova ainda e MAIOR.

oOo

2.ª parte:

Informamos que em breve estará nas bancas, a capa para encadernação dos seis primeiros números da N.E. Estarão também, em forma de livro, já encadernadas, à venda conforme anúncio que em breve será publicado na própria revista. Aguarde!



O NOVO TACÔMETRO DIGITAL

Você já ficou sabendo, no primeiro número de Nova Eletrônica, das vantagens de se ter um tacômetro no automóvel. Ficou sabendo, também, das vantagens que apresenta o tacômetro digital sobre o analógico (com ponteiro). Tudo isto está descrito no artigo «Um Tacômetro Digital de Precisão», com a parte teórica publicada no número 1 e a parte prática, de montagem, na número 2.

Seguindo a evolução da Nova Eletrônica, vamos introduzir, em kit, nosso segundo tacômetro, que é, indiscutivelmente, um aperfeiçoamento, tendo sido eliminados os problemas apresentados pelo anterior.

Nosso primeiro tacômetro foi um sucesso: resultou como o kit mais procura-

do, entre todos os que já lançamos. À medida, porém, que mais e mais pessoas adquiriam este kit, íamos notando o surgimento de certos problemas, revelados por vários montadores. Descobrimos, assim, que a montagem oferecia dificuldades ao pessoal pouco afeito a esse tipo de «hobby»; que, após ser testado em diversos modelos de carros nacionais, pelos próprios montadores, chegamos à conclusão que é muito sensível a ruídos, devido às diferentes distribuições da parte elétrica, de veículo para veículo, e à falta de blindagem por parte da própria caixa do tacômetro.

Deste modo, surgiu o NOVO tacômetro digital: sem montagens complicadas, sem ajustes críticos e **sem** problemas

quanto a ruídos. O circuito, desta vez, foi reunido em uma só caixa, de alumínio, a ser instalada no painel do veículo, oferecendo uma blindagem perfeita contra ruídos e uma aparência mais elegante e profissional. A montagem dos componentes é feita em duas placas de fibra de vidro, dupla face, e com furos metalizados. A fibra de vidro é um material muitas vezes melhor que o fenolite, para confecção de circuitos impressos, devido às suas superiores características de isolamento elétrica; e a técnica dos furos metalizados é um processo avançado que elimina a necessidade, em placa de dupla face (isto é, com o cobreado nas duas faces), de soldagens em ambas as faces da placa, bastando fazê-lo em apenas um dos lados. Veremos

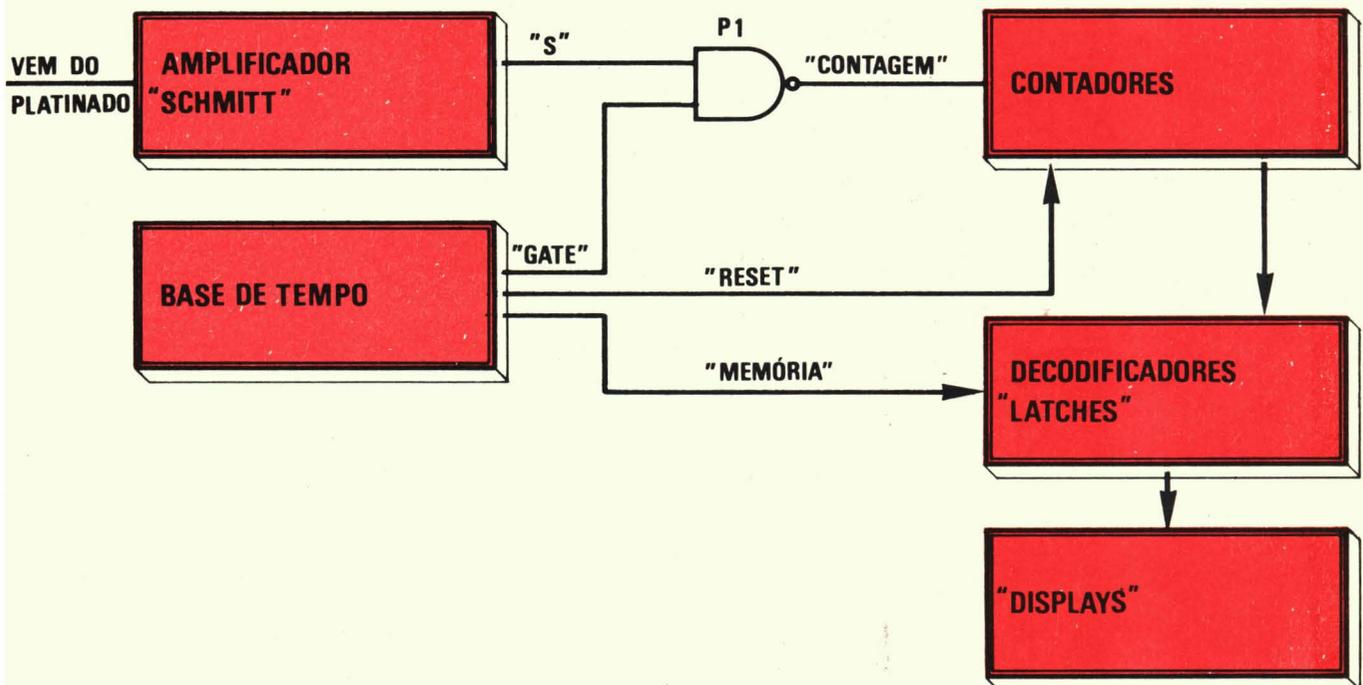


FIGURA 1

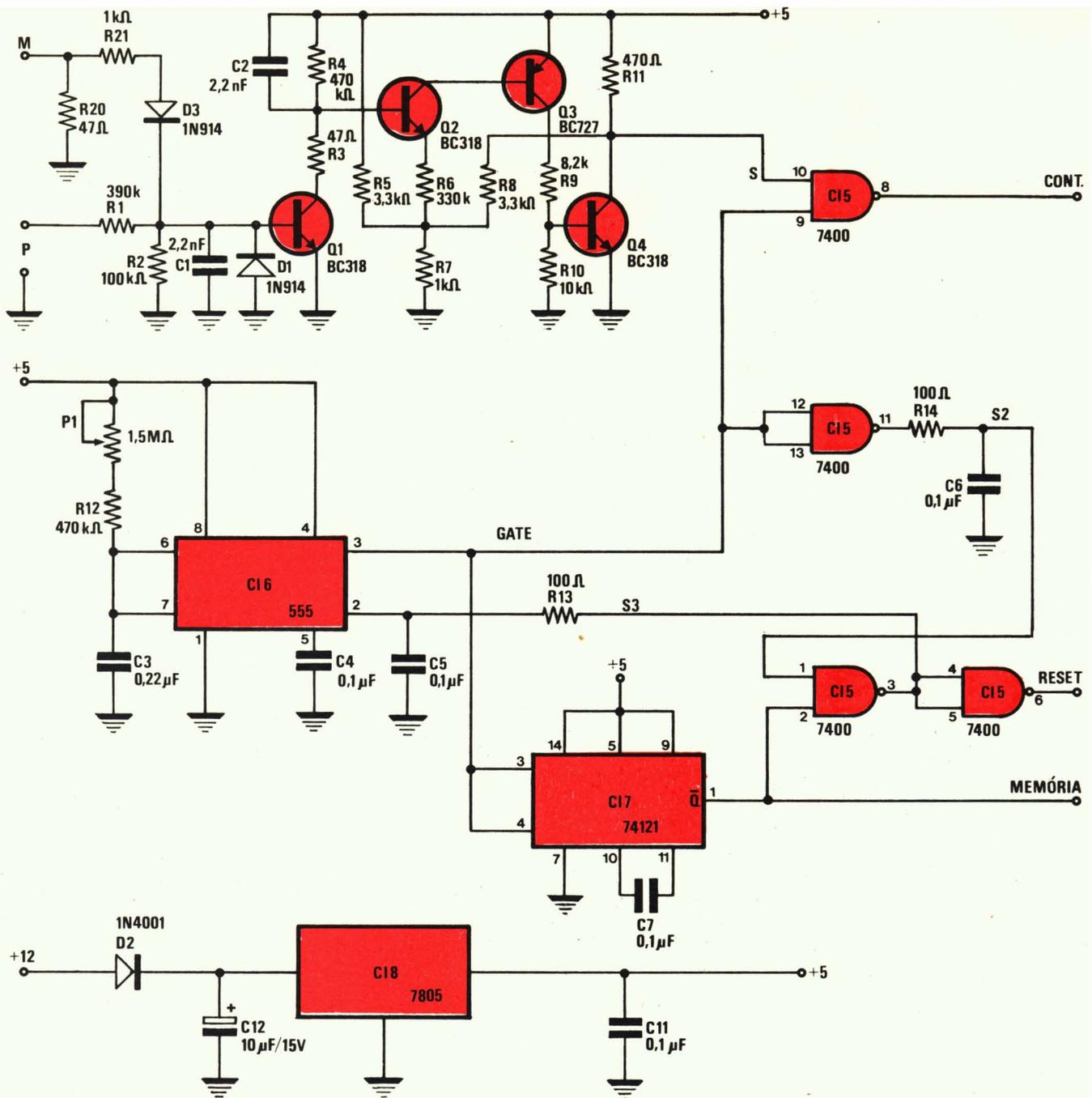


FIGURA 2

isto mais detalhadamente durante a parte de montagem do aparelho. Por enquanto, vamos examinar o novo tacômetro mais detidamente.

Princípio de funcionamento

Um tacômetro ou conta-giros conta o número de rotações (ou giros) por minuto, do motor, expresso em RPM. Para medir o número de rotações do motor, vamos contar a quantidade de vezes que

o platinado se fecha, por minuto. Em um motor de 4 tempos e 4 cilindros, por exemplo, ele se fecha duas vezes em cada rotação do mesmo.

Se tomarmos a tensão que aparece na saída do platinado, teremos um sinal alternado, cuja frequência é proporcional às rotações do motor. Em outras palavras, o tacômetro ou conta-giros é basicamente um frequencímetro.

O funcionamento, em blocos

Já vimos o que faz um tacômetro, em linhas gerais; vejamos agora como o nosso aparelho, em particular, executa essa função. Observe o diagrama de blocos da figura 1: o sinal vindo do platinado é amplificado e quadrado, para que se torne compatível com os circuitos de lógica TTL (bloco «amplificador» e «schmitt trigger»); a seguir, passa por uma porta P1, que é controlada por um si

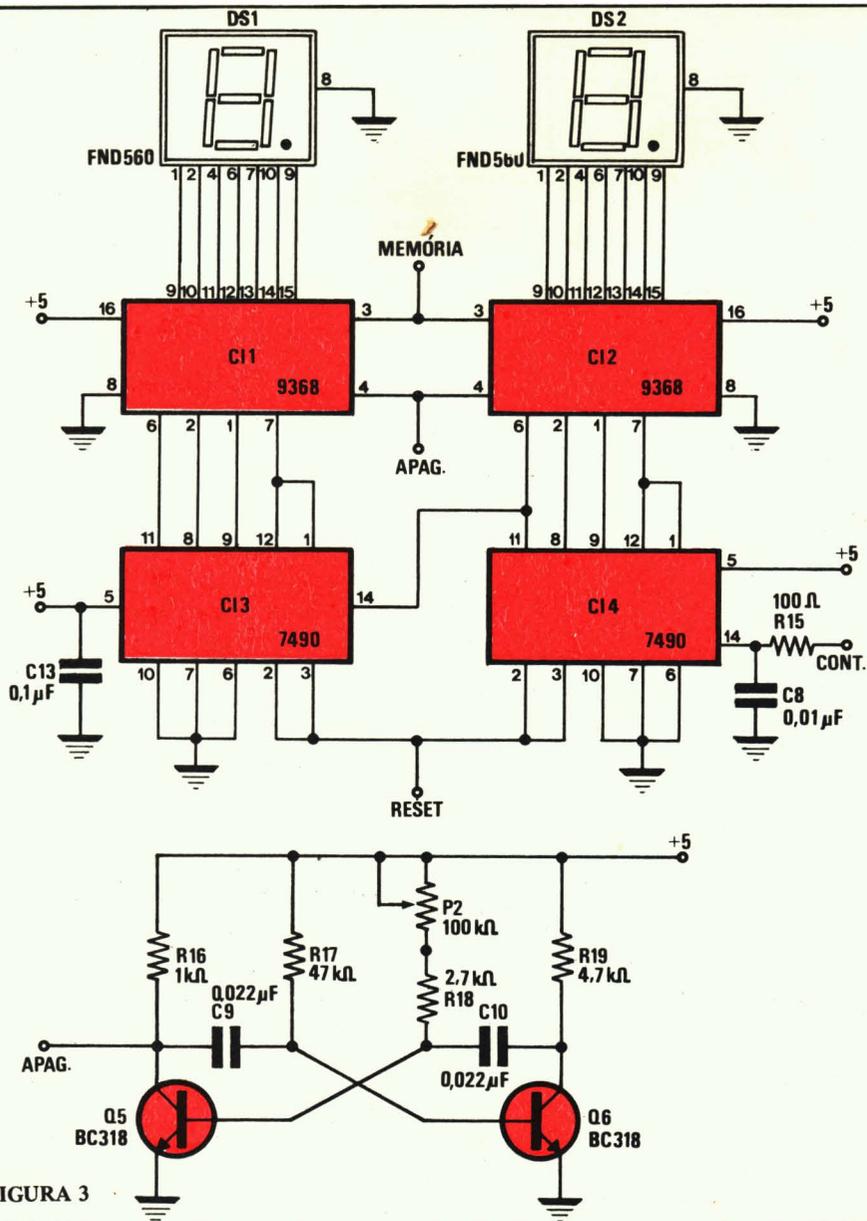


FIGURA 3

nal «gate», vindo do bloco «base de tempo»; continuando seu caminho, é enviado ao bloco «contadores».

Suponhamos o seguinte exemplo: em primeiro lugar, surge um sinal de «reset», vindo do bloco «base de tempo», que vai zerar os contadores. Logo em se-

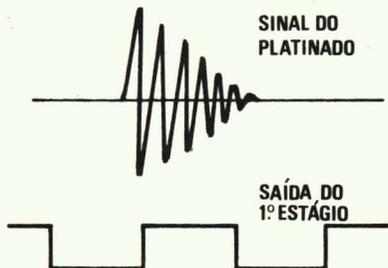


FIGURA 4

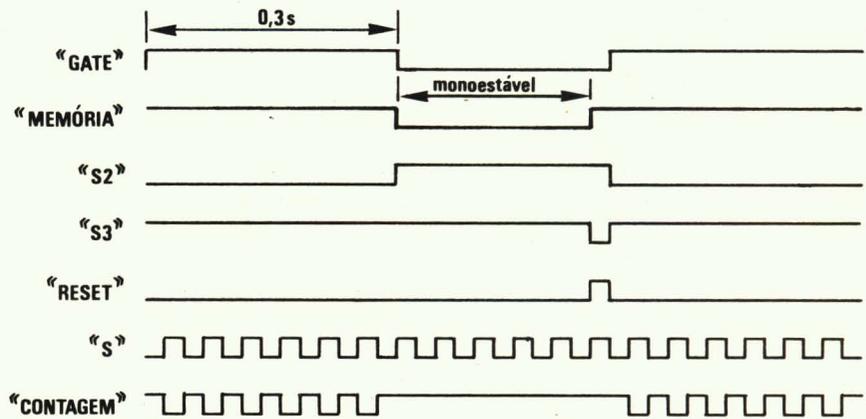


FIGURA 5

guida, o sinal «gate» vai ao nível «1», permitindo a passagem do sinal do platina-do (S) para os contadores, que então, empreendem a contagem. Após um certo tempo, o sinal «gate» volta a «0», impedindo a passagem dos pulsos do platinado. Imediatamente após, surge, vindo também do bloco «base de tempo», um pulso «memória», cuja função é a de transferir o conteúdo dos contadores aos «displays». Todo o ciclo reinicia com o reaparecimento do pulso «reset».

Pelo que podemos perceber, os «dis-plays» vão indicar o número de pulsos que passaram durante o tempo em que o sinal «gate» esteve no nível «1». Por exemplo, se este sinal permaneceu durante um minuto no nível «1», e o contador atingiu a contagem de 6000, sabemos que o platinado fechou-se 6000 vezes durante esse minuto, o que equiva-le a 3000 rotações do motor, no mesmo espaço de tempo.

Agora, imaginemos que, ao invés de termos o sinal «gate» em «1», durante um minuto, ele permanecesse nesse estado durante 0,6 segundos (1 minuto/100), apenas; em tal circunstância, o contador alcançaria a contagem de $6000/10 = 60$, ou seja, teríamos que efetuar o cálculo $60 \times 100/2 = 3000$ para poder ler os «dis-plays» diretamente em RPM, com base na fórmula $RPM = \text{contagem} \times 100/2$. Mas, para evitar a divisão por 2, o que é mais conveniente, o sinal «gate» será deixado ao nível «1» por 0,3 segundos, somente; isto vai implicar numa con-tagem duas vezes menor que a anterior (ou seja, para 6000 fechamentos do plati-nado, teremos uma contagem de 30 nos contadores). Assim, a leitura, em RPM, será a quantidade indicada pelos «dis-plays», multiplicada por 100 ($RPM =$

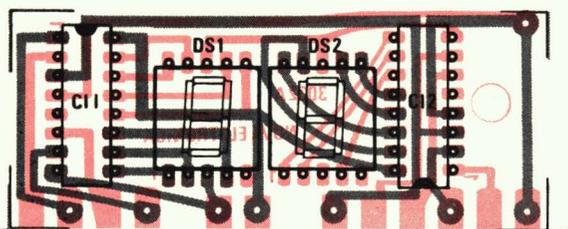
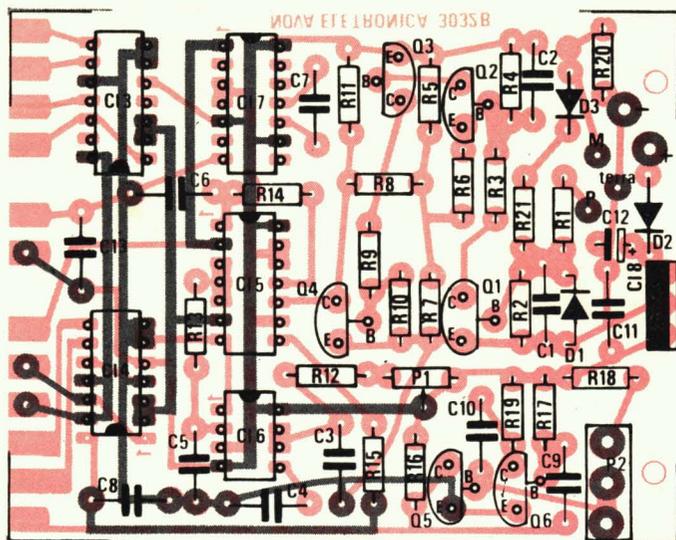


FIGURA 6

contagem $\times 100$), como era feito em nos so primeiro tacômetro.

Descrição do circuito

Familiarizados que estamos, a essa altura, com o tacômetro, através de seu diagrama de blocos, será fácil compreender, agora, o funcionamento do circuito.

Siga as figuras 2 e 3: o estágio formado pelos transistores Q1, Q2, Q3 e Q4 formam o bloco «amplificador/schmitt»,

que fornecem na saída um sinal compatível com a lógica TTL, empregada nos estágios posteriores (fig. 4).

C16 é um integrado 555, ligado como um oscilador astável; supondo que o terminal «gate» esteja em «1», o capacitor C3 começará a se carregar. Neste meio tempo, o sinal do platinado (S) estará passando pela porta NAND (pino 10 de C15), em direção aos contadores. Decorrido o tempo de 0,3 s, a tensão sobre o capacitor C3 chegará ao limite de dispa-



FIGURA 7

Relação de componentes

- R1 — 390 kohms
- R2 — 100 kohms
- R3, R20 — 47 ohms
- R4, R12 — 470 kohms
- R5, R8 — 3,3 kohms
- R6 — 330 kohms
- R7, R16, R21 — 1 kohm
- R9 — 8,2 kohms
- R10 — 10 kohms
- R11 — 470 ohms
- R13, R14, R15 — 100 ohms
- R17 — 47 kohms
- R18 — 2,7 kohms
- R19 — 4,7 kohms
- Obs.: todos os resistores são de 1/8 W.
- P1 — trimpot 1,5 Mohms
- P2 — potenciômetro 100 kohms linear
- C1, C2 — 2,2 nF
- C3 — 0,22 μ F
- C4, C5, C6, C7, C11, C13 — 0,1 μ F
- C8 — 0,01 μ F
- C9, C10 — 0,022 μ F
- C12 — 10 μ F/15 V
- C15 — 7400
- C16 — 555
- C17 — 74121
- C18 — 7805
- DS1, DS2 — FND 560

- Placas de circuito impresso n.º 3032A e B — Nova Eletrônica — dupla face — fibra de vidro — furos metalizados
- Fios para conexão à bateria do veículo
- Cabo blindado para ligação ao platinado
- Eixo extensor para o potenciômetro, com «knob» especial
- Caixa completa, com visot em acrílico vermelho, painel traseiro, pé de fixação, parafusos para a fixação do conjunto do tacômetro.

ro de C16, fazendo com que o terminal «gate» passe para o nível «0»; C3, em consequência, será descarregado.

No instante em que o terminal «gate» é levado a «0», ocasiona o disparo do monoestável C17, levando o terminal «memória» ao nível «0», o qual, por sua vez, provoca a transferência do conteúdo dos decodificadores para os «displays».

Após um certo tempo, o terminal «memória» volta ao estado «1», cessando a transferência; o terminal S3 é levado, então, para «0», e o terminal «reset» joga um pulso positivo aos contadores, provocando seu zeramento. Neste ponto, os contadores e os decodificadores estão prontos para receber

uma nova série de pulsos do platinado. Todo o processo recomeça quando o terminal «gate» volta a «1» e o capacitor C3 é novamente carregado.

Verifique e acompanhe todo o ciclo, através da fig. 5, onde estão representados os níveis dos respectivos terminais, relacionados entre si e com as durações correspondentes.

Na fig. 3, temos o conjunto formado pelos contadores, decodificadores e «displays», além de um circuito multivibrador a transistores, que será visto mais adiante. C13 e C14 são dois contadores tipo BCD, isto é, recebem pulsos na entrada (pino 14) e apresentam, nas saídas (pinos 11, 8, 9, 12), a contagem desses pulsos, em codificação BCD (decimal codificado em binário). Em nosso caso, eles contam durante 0,3 s e depois são zerados por meio de seus pinos 2 e 3, pelo sinal «reset», para poderem iniciar uma nova contagem. C14 efetua a contagem das unidades e C13, das dezenas, uma vez que o tacômetro possui dois dígitos em seu mostrador.

C11 e C12 são os decodificadores correspondentes; sua função é transformar a contagem na saída dos contadores (que aparece sob a forma BCD) em uma série de níveis, de maneira que os «displays» possam apresentar aquela contagem sob a forma de números, formados por segmentos luminosos (LED's). Além disso, através de seu pino 3 (que recebe o sinal «memória»), os decodificadores «congelam», ou seja, paralisam suas saídas, para apresentar uma leitura nos «displays», a espaços de tempo determinados pelo sinal «memória».

DS1 e DS2 são «displays» de sete segmentos, formados por LED's, e apresentam uma leitura que, ao ser multiplicada por 100, fornece a rotação do motor, em RPM. DS2 é responsável pelas unidades e DS1, pelas dezenas. Lembrese, porém, que ao multiplicar a leitura por 100, o número em DS2 passará a ser centena e o número em DS1 será milhar; por exemplo: imagine uma leitura de 27 no mostrador, onde o 7 está na casa das unidades e o 2 está na casa das dezenas. A leitura em RPM, porém, é igual a $27 \times 100 = 2700$, onde agora o 7 está na casa das centenas e o 2, na casa dos milhares.

Resta-nos ver, por último, a função de Q5 e Q6. Eles formam, juntamente com alguns resistores e capacitores, um multivibrador astável, o qual controla a intensidade luminosa dos «displays». Isto é conseguido ao se aplicar um nível «baixo» ao pino 4 dos decodificadores, que vai então zerar as saídas, mas sem «apagar» o conteúdo dos mesmos. O multivibrador aplica este nível «baixo»

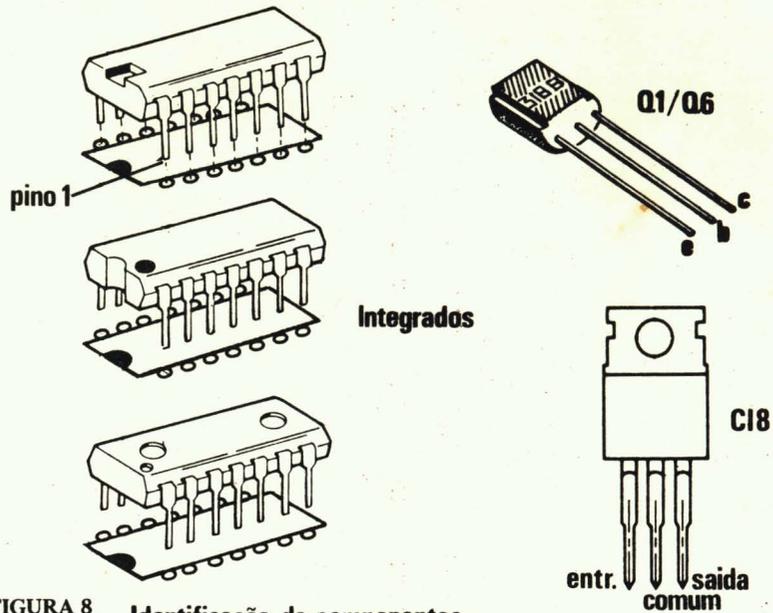
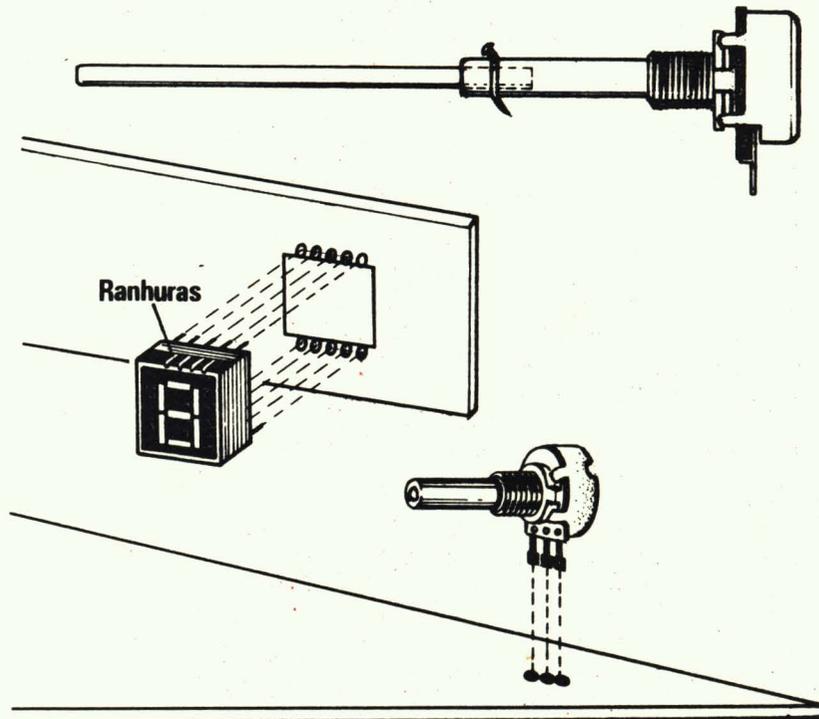


FIGURA 8 Identificação de componentes

aos decodificadores a uma frequência que faz com que os «displays» acendam e apaguem a uma velocidade não percebida pelo olho humano; ao se variar tal

frequência, os «displays» poderão estar mais vezes apagados que acesos, o que para nós dará a impressão de um mostrador com luz mais débil; se, por outro



Detalhe de montagem do potenciômetro e dos displays

FIGURA 9

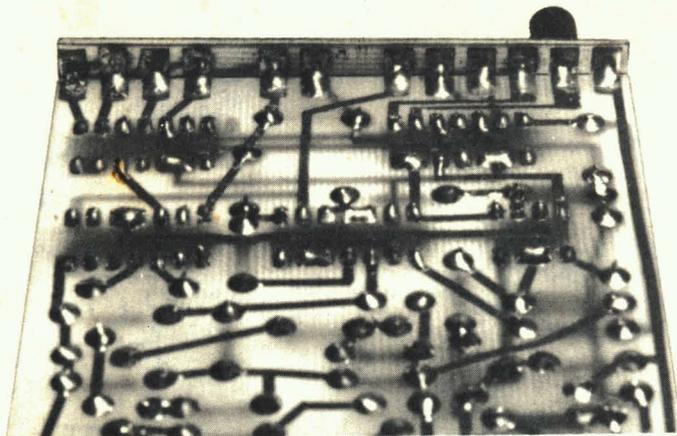


FIGURA 10

lado, os «displays» permanecerem a maior parte do tempo acesos, o mostrador nos parecerá mais luminoso.

Temos ainda no circuito do tacômetro o circuito integrado CI8, que é um regulador/estabilizador de tensão. Ele forma um circuito, na fig. 2, juntamente com os capacitores C11 e C12, que estabiliza a tensão de todo o circuito do tacômetro, recolhendo os 12 volts da bateria do automóvel e entregando ao circuito os 5 volts necessários para o funcionamento dos integrados TTL, utilizados no aparelho.

Montagem

Como em todo início de montagem, apresentamos as placas onde são montados os componentes; como se vê, na fig. 6, o circuito é montado sobre duas

placas de fiação impressa. A placa menor contém os «displays» e os decodificadores, apenas, e a placa maior acolhe todo o restante do circuito. A figura representa ambas em tamanho natural e com a silhueta dos componentes desenhados sobre elas, do mesmo modo como são feitas as placas fornecidas com o kit.

Como dissemos no início do artigo, as placas são feitas em fibra de vidro e possuem dupla face, ou seja, filetes de cobre nas duas faces. Em circuitos desse tipo, normalmente, seria preciso soldar os terminais de certos componentes pelos dois lados da placa, para dar continuidade ao circuito; no nosso caso, porém, este problema foi eliminado, graças à técnica dos furos metalizados. Esta técnica consiste em

revestir as paredes internas dos furos com uma fina película de cobre, de maneira a unir os filetes das duas faces da placa (fig. 7). A soldagem, feita apenas em um dos lados, é suficiente, pois o circuito será completado pelas paredes do furo metalizado. Evita-se, assim, casos aborrecidos de não funcionamento de circuitos, por esquecimento de soldagem de terminais, em um dos lados da placa.

Podemos dar início, então, à parte de montagem dos componentes; comece soldando todos os resistores na placa maior (n.º 3032B).

Passa, em seguida, aos capacitores; pode soldá-los em qualquer posição, a não ser o capacitor C12, que é eletrolítico e tem polaridade. Observe a indicação "+", no corpo do capacitor, e faça-a coincidir com a indicação "+", na placa do tacômetro.

É a hora dos integrados; antes de começar a montá-los, veja que na placa maior existem integrados com 8 pinos (CI6) e com 14 pinos (CI3, CI4, CI5 e CI7); mais tarde, ao montar os componentes na placa menor, você vai notar que os integrados sobre ela possuem 16 pinos (CI1 e CI2). Mas, qualquer que seja o número de pinos do integrado, valem os desenhos da fig. 8. Ela representa três soluções diferentes, encontradas por diversos fabricantes, para se identificar a pinagem desses componentes; deste modo, os integrados em seu kit podem vir com qualquer dessas indicações, dependendo do fabricante que os forneceu.

Os integrados devem ser montados na placa como ilustra a fig. 8, com as indicações no mesmo lado dos desenhos em meia-lua. Solde seus terminais rapidamente, sem demorar muito em cada um deles; utilize um ferro de soldar com a ponteira bem limpa e com potência não superior a 30 W.

Monte agora os transistores, seguindo os desenhos impressos na placa e a identificação de terminais da fig. 8. Instale a seguir o trimpot P1.

Solde o regulador de tensão (CI8) sobre a placa, com a parte metálica voltada para fora (em todo caso, dê uma olhada nas fotografias de montagem, ao longo do artigo, para se certificar da montagem deste componente). Seu corpo deve ficar um pouco elevado em relação à placa, porque, como você deve ter visto nas fotografias, o painel traseiro do tacômetro vai servir de dissipador para este integrado, e seu furo de fixação precisa estar à altura do furo correspondente, no painel.

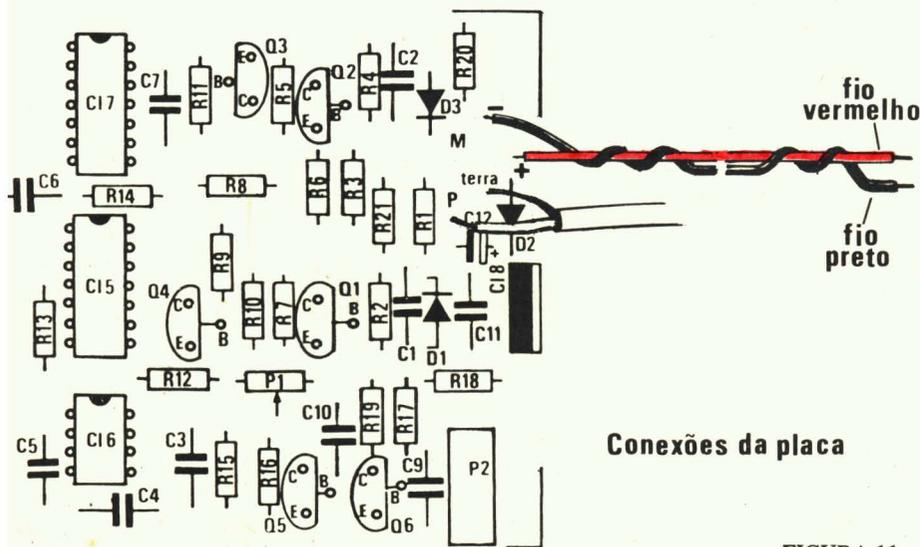


FIGURA 11

Por último, ficou o potenciômetro de controle de luminosidade; outra coisa que você deve ter notado nas fotos é que o potenciômetro está localizado em um dos extremos da placa 3032A, distante do mostrador frontal do aparelho. Sendo assim, para fazer com que se pudesse alcançá-lo pela frente, acoplamos a seu eixo uma barra extensora de PVC, que se estende para fora do mostrador, e em cuja extremidade será encaixado um «knob». Esta explicação serviu para fazer ver que o potenciômetro deve ser fixado com o corpo também elevado da placa, para que a barra extensora seja facilmente introduzida em seu orifício, no mostrador (veja detalhe desta montagem, na fig. 9). A barra é encaixada em um furo no eixo do potenciômetro, após a montagem deste, e depois esta junção deve ser «travada» com um pedaço de fio de cobre, inserido em um orifício (fig. 9).

A montagem da placa maior está concluída, mas seria bom proceder a uma vistoria geral, para controle de qualidade e verificar se nada ficou de fora da placa e se todas as conexões estão corretas.

Pegue a placa menor (n.º 3032A), e solde sobre ela os decodificadores e os «displays». Os integrados você já aprendeu a reconhecer e a montar; os «displays» também não têm nenhum segredo: basta respeitar sua posição correta de montagem, tal como se vê na fig. 9, com as ranhuras voltadas para o lado superior da placa 3032A.

Neste ponto, estando todos os componentes em seus lugares e na posição correta, podemos unir as duas placas. Elas vão ficar perpendiculares entre si, a placa maior «deitada» e a placa menor «em pé» (a ilustração na entrada do artigo dá uma boa «dica» sobre o aspecto final da montagem). Para facilitar ainda mais esta parte, evitamos utilizar um só fio que fosse, para interligar as placas; a união foi feita pela soldagem das duas placas entre si, como mostra a fig. 10.

O seu tacômetro, agora com as montagens «internas» completadas, precisa das montagens «externas»; estas são constituídas por quatro soldagens apenas, dos fios de alimentação e de sinal, à placa (fig. 11). Estes fios, mais tarde, serão cortados no comprimento mais adequado ao tipo e modelo de seu carro.

Prossigamos com a montagem; daqui para a frente, ela só será composta por fixação de peças. Em primeiro lugar, você deve fixar o painel posterior ao conjunto do tacômetro, conforme a fig. 12, usando os espaçadores fornecidos com o kit. Em seguida, é só unir o regulador com o painel traseiro, através de um pa-

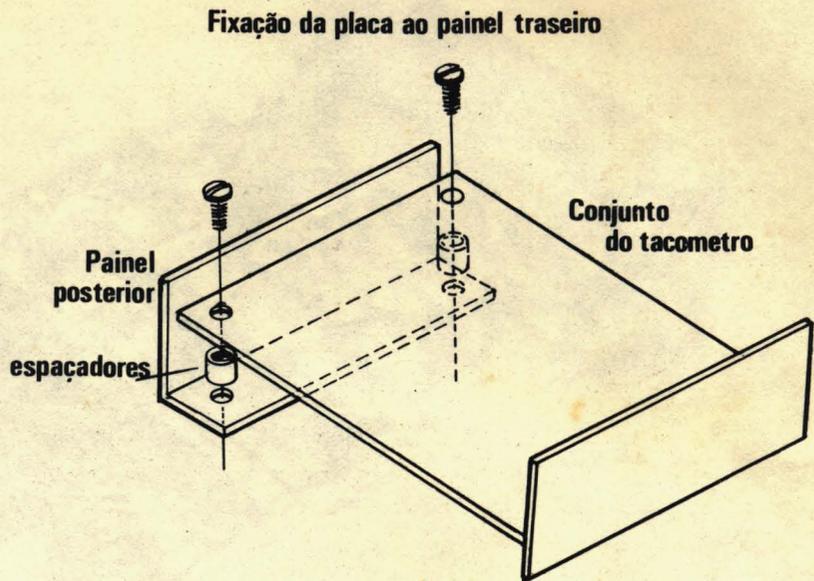


FIGURA 12

rafuso. Como você deve se lembrar, o painel serve como aleta dissipadora de calor para o regulador; guie-se pela fig. 13.

Bem, parece que esta etapa da montagem está terminada; confira novamente a colocação de todos os componentes, verifique todas as soldagens e todas as conexões. A fig. 14 pode ajudar: ela representa o tacômetro neste estágio de montagem.

Deixe as placas de lado, por algum tempo, e vamos lidar com a caixa do

tacômetro; a caixa você já viu, na entrada do artigo, pronta, faltando apenas instalar o circuito em seu interior. Mas, para se chegar lá, ela precisa ser montada. Deste modo, apanhe a carcaça da caixa e prepare-se para fixar a base ou pé de sustentação.

O tacômetro oferece mais uma vantagem: você tem liberdade de escolher a posição em que a base vai ser fixada; se você parafusá-la próxima à parte traseira da caixa, o resultado será um grande vão livre por baixo da mesma e um grande

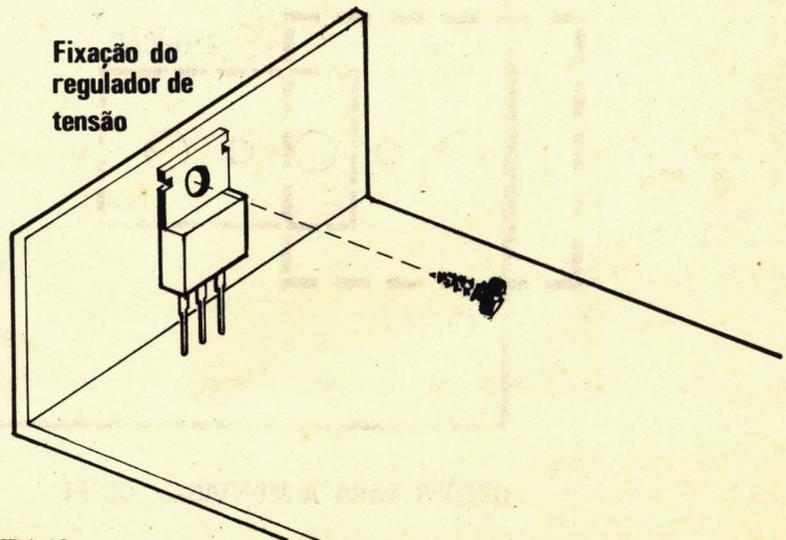


FIGURA 13

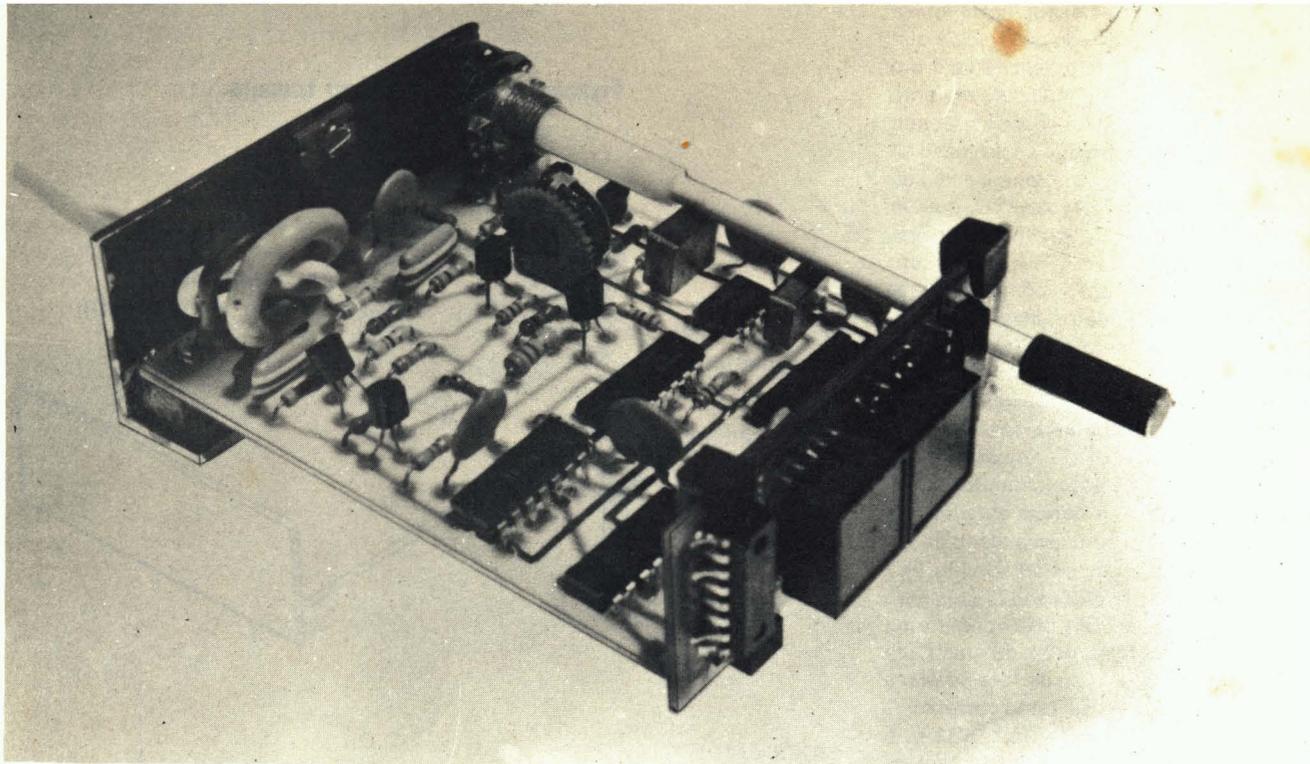


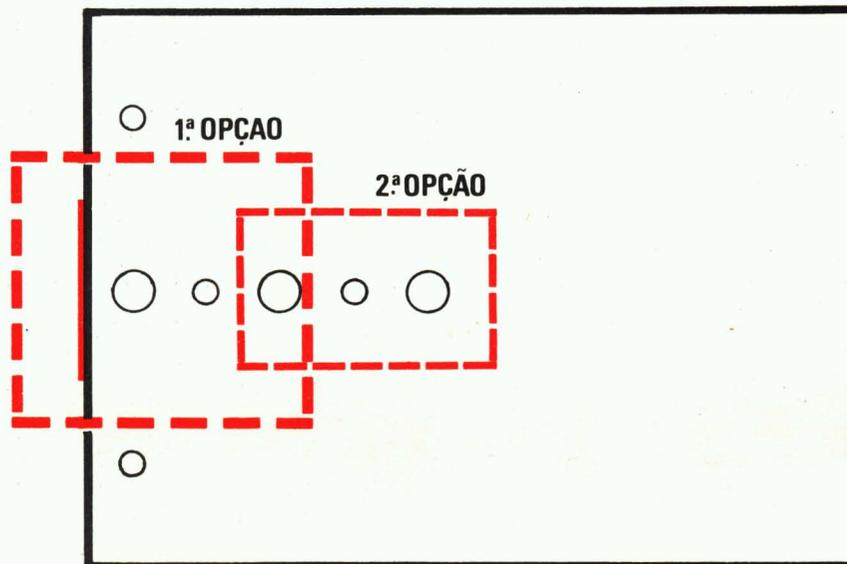
FIGURA 14

ângulo de visão do mostrador, isto é, você vai poder variar bastante o ângulo de visão do mostrador, para cima ou para baixo, pois a base tem um pescoço mó-

vel. Se, por outro lado, você preferir instalar o pé mais próximo ao centro da carcaça, você terá o mesmo ângulo de visao e uma montagem de aparência

mais estável. Siga as orientações das figs. 15 (opção de montagem) e 16 (montagem sendo executada), e você não terá problemas. Em caso de dúvida sobre a

Caixa Vista por baixo



OPÇÕES PARA A MONTAGEM DO PÉ

FIGURA 15

posição da base, experimente as duas montagens, para escolher a que mais lhe agrada.

A caixa só precisa agora do filtro de acrílico, para ficar igual à ilustração da entrada. A fig. 17 mostra como fixá-lo na caixa, sob pressão.

O circuito e a caixa do tacômetro estão montados e prontos; seria apenas questão, agora, de juntá-los e instalá-los em seu automóvel. Mas, como o tacômetro é adaptável a todo modelo de motor, deve-se proceder antes a uma calibração no mesmo, para que suas leituras seja compatíveis com o número de cilindros e tempos de seu carro. Esta calibração poder ser feita em sua casa mesmo, pois é bastante simples. Tudo o que você precisa são os 110 V/60 Hz da rede e uma bateria, com uma tensão entre 5 e 12 volts. As conexões estão representadas na fig. 18: os fios vermelho e preto, que são da alimentação do tacômetro, devem ser ligados ao positivo e ao negativo da bateria, respectivamente. O cabo blindado, responsável pelo transporte do sinal do platinado ao tacômetro, será ligado aos 110 V/60 Hz da rede (neste caso, seria aconselhável não conectar o cabo diretamente à tomada, devido ao perigo de choques, e sim utilizar um transformador isolador entre a rede e o tacômetro; mas, desde que se tome o devido cuidado, durante o teste, de evitar as partes do aparelho que carregam esta tensão, não há problemas, e o teste pode ser efetuado diretamente à rede).

Feitas as conexões da maneira correta, o tacômetro pode ser calibrado, de acordo com a tabela da fig. 19; a coluna da esquerda indica o tipo de motor de seu veículo, isto é, o número de tempos e cilindros do mesmo, enquanto a coluna da direita dá a leitura para a qual se deve ajustar o tacômetro, com os 60 Hz da rede em sua entrada (a frequência da rede simula, aqui, a frequência de fechamento do platinado). O ajuste é feito girando-se o potenciômetro P1, até se obter a leitura correta nos «displays» do tacômetro. Observe que o nosso tacômetro não é adequado para motores diesel, de acordo com a tabela.

Se o seu tacômetro funcionou conforme o esperado e foi facilmente calibrado, pode começar a instalar o circuito no interior da caixa; caso contrário, se o «display» não acendeu, ou se não houve possibilidade de calibração, desligue a bateria e os 110 V, e verifique novamente, com cuidado, todos os passos da montagem, como a colocação correta dos integrados e transistores, soldas



FIGURA 16

frias ou pontos sem solda, e assim por diante.

A montagem do seu aparelho estará terminada ao se inserir o conjunto de placas no interior da caixa; esta parte representa uma evolução, em relação ao primeiro tacômetro, pois é realmente muito simples de se executar. Basta introduzir as placas por trás da caixa, que é aberta, e fixar o conjunto por meio de dois parafusos auto-atarraxantes, como explica a fig. 20. O painel traseiro das placas vai servir para «tapar» a abertura da caixa, como se vê na figura.

A fig. 21 dá uma vista de perfil desta montagem, sendo observada como se a caixa estivesse cortada; lá se pode ver o detalhe de fixação das placas ao painel traseiro, do regulador ao painel, e do conjunto do circuito à caixa.

Finalmente, ai está: você acabou de montar um tacômetro digital. Sabemos que você deve estar ardendo de vontade de testá-lo em seu carro, por isso não vamos demorar muito. Na fig. 22, estão as ligações a serem feitas; o melhor, neste caso, é fazer, primeiramente, uma ligação provisória, sem escolher demais

Fixação do filtro de acrílico

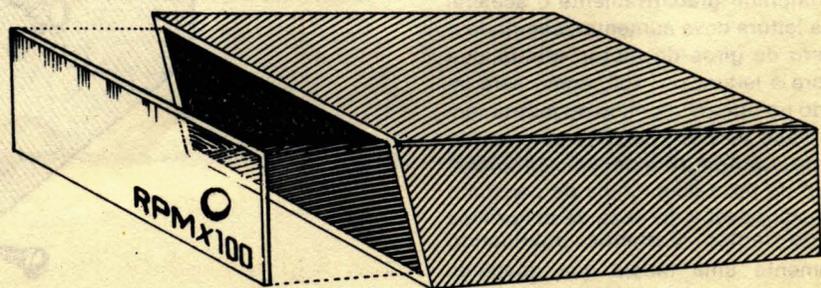
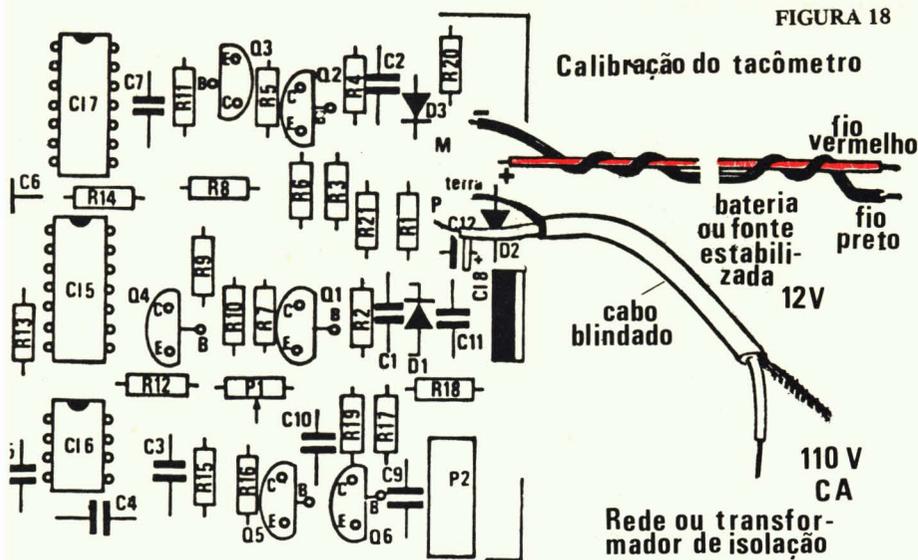


FIGURA 17



carros nacionais com várias faixas de suas respectivas rotações. Ela será bastante útil para quem montou também o NOVO tacômetro digital.

ATENÇÃO: No caso de veículos equipados com ignição eletrônica — Recebemos várias cartas de montadores do primeiro tacômetro, sobre a possibilidade de conectá-lo a automóveis equipados com ignição eletrônica. Respondemos às cartas, aconselhando sobre pequenas modificações com as quais o tacômetro poderia ser empregado também nestes casos.

Com este segundo modelo de tacômetro, para evitar a espera de respostas por parte de leitores com ignição em seus carros, resolvemos dar aqui um conselho: este novo tacômetro **pode** ser utilizado em **qualquer** veículo, com ou sem ignição, sem sofrer modificação alguma em seu circuito; o esquema de

TIPO DE VEÍCULO	LEITURA DO TACÔMETRO RPM
cilindros/tempos	
4/4	
2/2	18
6/4	
3/2	12
8/4	
4/2	9
motor diesel	não é adequado

FIGURA 19

os lugares por onde vão passar os fios, e coisas assim. Os fios podem ser ligados ao motor e passados por fora do carro mesmo, pela porta aberta ou janela, para que o tacômetro possa ser apoiado no painel. A ligação fornecida é válida para veículos com o negativo no chassi e com bateria de 6 ou 12 volts.

Feito isto, é só dar a partida no motor e verificar o desempenho do tacômetro; em marcha lenta, ou seja, sem se tocar no acelerador, ele deve fornecer uma leitura praticamente constante, isto é, apenas com uma pequena variação nos números indicados pelos «displays». Ao se comprimir gradativamente o acelerador, a leitura deve aumentar, seguindo o número de giros do motor. Multiplique sempre a leitura por 100, como está indicado no filtro de acrílico do instrumento, e você terá as rotações por minuto que lhe permitirão manter seu automóvel dentro da faixa econômica de consumo de combustível e da faixa de maior vida útil do motor. Estamos publicando novamente uma tabela que apareceu juntamente com o nosso primeiro tacômetro, no número 2 da Nova Eletrônica. Esta tabela relaciona os principais

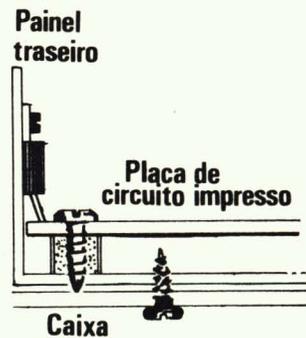


FIGURA 20

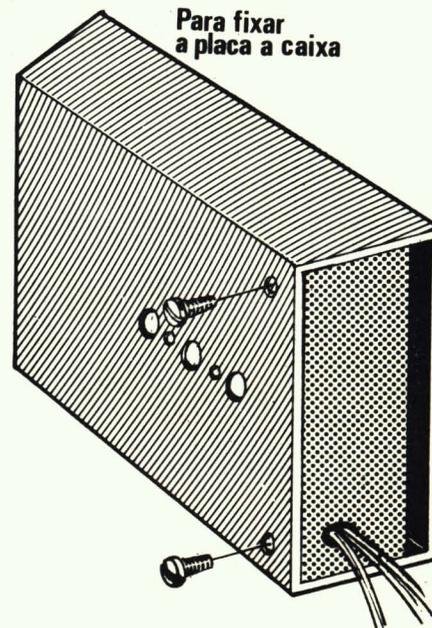
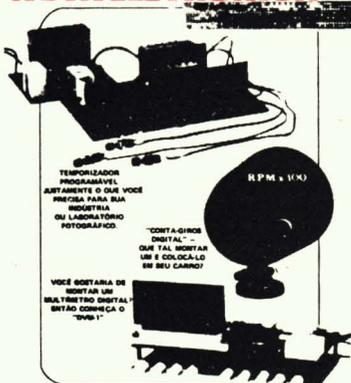


FIGURA 21

BRINDE



NOVA ELETRONICA



ASSINATURA DA NOVA ELETRÔNICA



Você pode ser assinante de NOVA ELETRÔNICA!

Para isso, basta nos enviar toda a página seguinte, completamente preenchido, acompanhado de um cheque visado pagável em S. Paulo ou vale postal a favor de EDITELE — Editora Técnica Eletrônica Ltda. — Caixa Postal 30 141 — 01000 — S. Paulo — SP

- VANTAGENS:**
- você receberá, mensalmente, em sua residência, sem nenhuma preocupação, os exemplares que antecipadamente pagou (12 números)
 - você receberá, inteiramente grátis, como **BRINDE**, um dos dois úteis e originais manuais acima. Esta oferta é válida somente por noventa dias!
 - você será dos primeiros a receber nossas promoções (catálogos, informações técnicas, etc.) **Sempre que houver novidade**
 - você poderá tomar a assinatura a qualquer momento

ASSINATURA (12 números). . . . Cr\$ 320,00

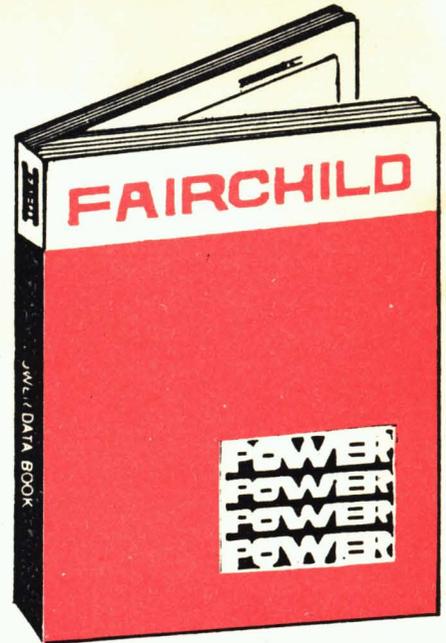
"PREENCHA O FOLHETO NAS COSTAS DESTA PAGINA"

AVISO AOS FUTUROS ASSINANTES:

TODA REQUISIÇÃO DE ASSINATURA QUE CHEGAR ÀS NOSSAS MÃOS ATÉ O DIA _____ DE CADA MÊS, PASSARÁ A RECEBER A REVISTA A PARTIR DAQUELE MÊS. AS REQUISIÇÕES RECEBIDAS APÓS AQUELA DATA, SERÃO CONSIDERADAS A PARTIR DO MÊS SEGUINTE.

MUDANÇA DE ENDERÊÇO

PEDIMOS AOS ASSINANTES QUE MUDAREM DE ENDERÊÇO, QUE NOS COMUNIQUEM O MAIS RÁPIDO POSSÍVEL, PARA PODERMOS ATUALIZAR NOSSO ARQUIVO E ENVIAR AS REVISTAS AO LOCAL CORRETO.



DESEJO RECEBER COMO BRINDE P/ASSINATURA DA NOVA ELETRONICA

CCD MOS } **ESCOLHA UM**
 POWER

À EDITELE – Editora Técnica Eletrônica Ltda.
 C. Postal 30 141
 01000 – S. Paulo – SP

Em anexo estou-lhes remetendo a importância de Cr\$ 3 2 0 0 0 para pagamento da assinatura de 12 números de NOVA ELETRÔNICA, a partir da próxima edição posta em circulação, em

Cheque visado n.º _____ contra o Banco _____
 Vale Postal n.º _____

Receberei, como BRINDE, inteiramente grátis, um dos exemplares acima.

 NOME

 ENDEREÇO

 NUMERO _____ APTO. _____ BAIRRO _____

 CEP _____ CIDADE _____ EST. _____

DATA _____/_____/19____ Assinatura _____

AVISO PARA OS ASSINANTES QUE PRETENDEM REMETER VALE POSTAL:

COMO O CARREIO NÃO PERMITE QUE OUTROS PAPÉIS SEJAM ENVIADOS NO MESMO ENVELOPE DO VALE POSTAL, PEDIMOS AOS QUE USAREM TAL FORMA DE PAGAMENTO QUE ENVIEM, AO MESMO TEMPO, OUTRO ENVELOPE, CONTENDO NOSSO FOLHETO DE ASSINATURAS.

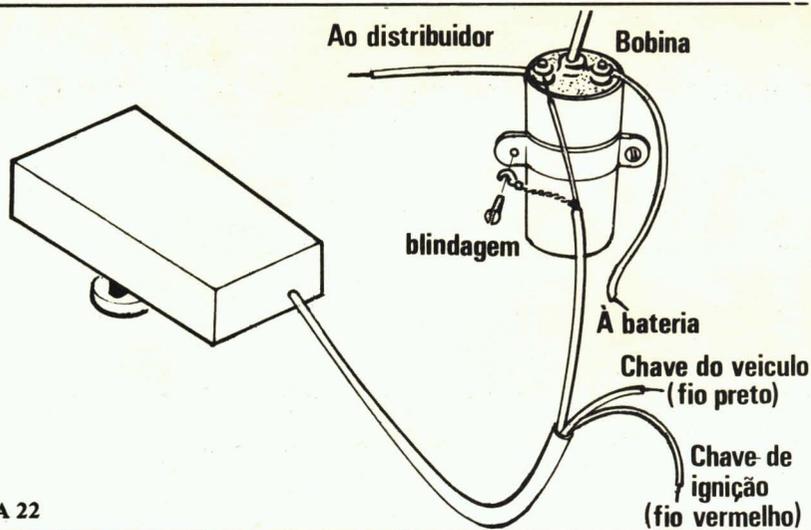


FIGURA 22

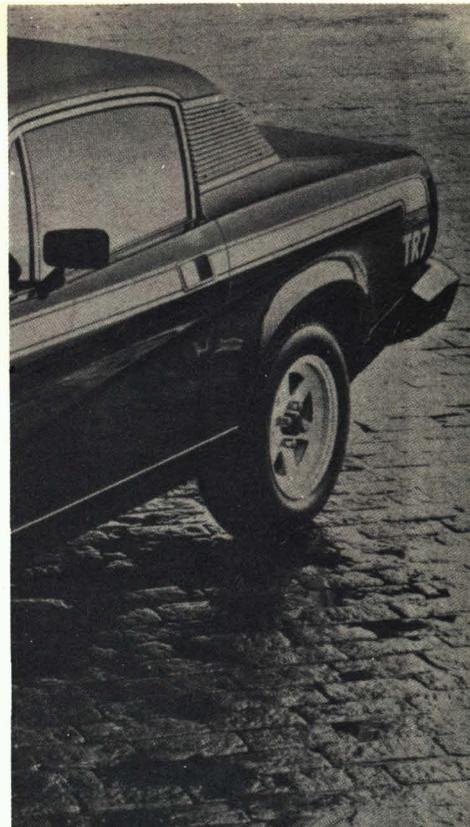


TABELA I — ROTAÇÕES DE ALGUNS VEÍCULOS NACIONAIS

Nota: Os dados constantes desta tabela foram obtidos e confirmados nas concessionárias respectivas; referem-se a motores originais de fábrica, isto é, sem «envenenamentos»; de outros motores não nos foi possível conseguir as informações necessárias.

MARCA E MODELO	RPM			
	máxima	torque máx.	faixa econômica	potência máxima
Galaxie 3 016 cm ³	5.000	2.600	2.400—2.800	4.600
Galaxie 4.458 cm ³	4.800	2.400	2.200—2.600	4.400
Maverick 8 cilindros	5.000	2.400	2.200—2.600	4.600
Maverick 6 cilindros	4.800	2.000	1.800—2.400	4.400
Corcel	6.000	3.600	3.200—3.800	5.400
Volkswagen Sedan 1.300 cm ³	4.800	2.000	2.600—3.000	4.000
Volkswagen Sedan 1.500 cm ³	4.800	2.200	2.400—2.800	4.000
VW Brasília 1.600 cm ³	5.000	2.200	2.400—2.800	4.200
VW, TL e TC 1.600 cm ³	5.000	2.600	2.200—2.600	4.200
Volkswagen Passat 1.600 cm ³	5.000	2.600	2.200—2.600	4.200
Volkswagen Passat 1.500 cm ³	6.200	3.000	3.600—4.000	5.600
Chevrolet Opala 2.500 cm ³	5.000	2.800	2.400—2.900	4.500
Chevrolet Opala 4.100 cm ³	5.000	1.600	1.500—2.300	4.500
Chevrolet Chevette	6.000	3.200	3.000—3.800	5.800
Dodge Dart e Charger	5.500	2.400	2.400—2.800	4.400
Dodge 1.800	7.000	3.200	3.300—3.700	4.800

conexão com o motor vale para os dois casos.

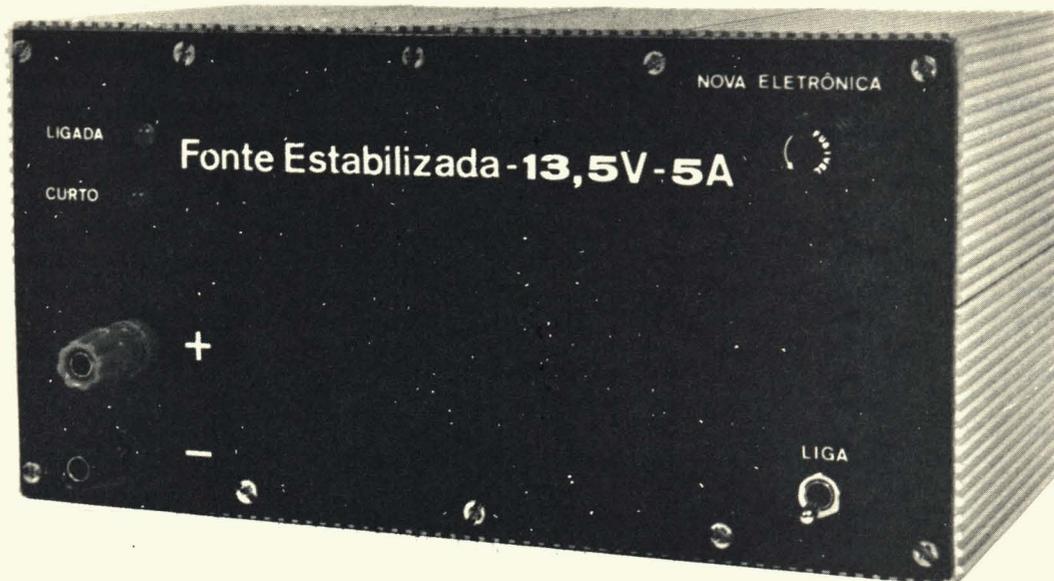
Bem, pense agora em uma maneira prática de instalar o tacômetro em seu carro. O aparelho propriamente dito pode ser fixado em cima do painel, por meio de parafusos (naturalmente, esta parte fica em aberto, de acordo com o modelo do carro e a sua imaginação). Os fios, caso o motor seja frontal, serão curtos e virão diretamente do motor ao painel; sendo motor traseiro, uma solução é passá-lo por baixo do tapete, até o painel.

Conclusão

Tentamos melhorar em tudo, neste nosso NOVO tacômetro digital. O circuito é melhor, mais confiável; possui um controle de luminosidade do «display» mais evoluído; sua entrada é protegida; possui uma aparência mais elegante; seu circuito é montado sobre placas melhores, que facilitam a montagem; sua montagem é bem mais simplificada; pode ser utilizado, inclusive, em automóveis dotados de ignição eletrônica. Procuramos até mesmo evoluir no texto explicativo, com mais instruções, mais ilustrações e publicando **todo** o artigo em um só número, incluindo teoria e montagem. Este aparelho só pode lhe dar grandes satisfações.

FONTE PARA A FAIXA DO CIDADÃO — 13,5 V/5 A

Uma boa notícia para os PX que sempre quiseram uma boa fonte estabilizada para operar seus transceptores: a Nova Eletrônica está lançando, em kit, uma fonte feita de encomenda para tais casos. Utiliza a mais avançada técnica (possui um integrado regulador de tensão), é superestabilizada, apresenta pouquíssimo «ripple» (sem perigo de introduzir ruídos no rádio, portanto), sua tensão de saída pode ser variada numa faixa de 12 a 14 Volts e, além de tudo isso, pode fornecer até 5 ampères de saída, com proteção e indicação contra sobrecargas e curtos. É de montagem facilíma, pois contém poucos componentes (o integrado faz praticamente todo o serviço) e todos eles já vêm inclusos no kit. É a substituta ideal da bateria, na bancada.



Sendo uma substituta perfeita da bateria de automóvel, esta fonte pode ser útil, não só ao pessoal dos 27 MHz, como também a todos que desejarem ter, em casa, aparelhos usados normalmente em automóveis, como toca-fitas, auto-rádios, com uma alimentação semelhante e confiável.

FUNCIONAMENTO

Temos, na figura 1, o circuito comple-

to da fonte; ela consiste de uma fonte convencional, de onda completa, formada por T1, D1, D2 e C1.

Observe que o transformador T1 tem, em seu primário, possibilidade para conexão tanto em 110 como em 220 V, bastando para isso, uma pequena variação na ligação dos dois enrolamentos primários (esta parte será vista durante a explicação de montagem, mais à frente).

Ligado a esta fonte simples, há um estágio regulador, formado pelo circuito integrado CI1, basicamente, que é regulador/estabilizador de tensão; seu circuito equivalente e pinagem estão na figura 2.

Para aumentar a capacidade de corrente de saída deste integrado, foi conectado a ele um circuito darlington, constituído pelos transistores de potência Q1 e Q2.



Os resistores R4, R5 e o potenciômetro R10 formam um divisor de tensão ajustável, que permite variar a tensão de saída entre 12 e 14 V. Por seu lado, os resistores R2, R3 e R8 compõem o circuito de limitação de corrente. R8 é o sensor de corrente; quando a queda de tensão sobre ele chega a um nível pré-determinado (1,6 V), o circuito limitador interno

de C11 entra em funcionamento, impedindo que a corrente de saída se eleve.

No momento em que esta condição ocorre, o transistor Q3 entra em condução, acendendo o LED D4, que alerta a chegada da corrente de saída ao limite.

Uma outra característica interessante desta fonte é a de manter a corrente de curto (corrente de saída com o circuito limitador em ação) abaixo da corrente máxima, reduzindo, assim, a dissipação sobre os transistores Q1 e Q2. Veja, na fig. 3, o gráfico tensão \times corrente, e observe o percurso da corrente, até a condição de curto-circuito; sendo a corrente de curto menor que a corrente máxima, dá-se o nome de «fold back» a este tipo de limitação.

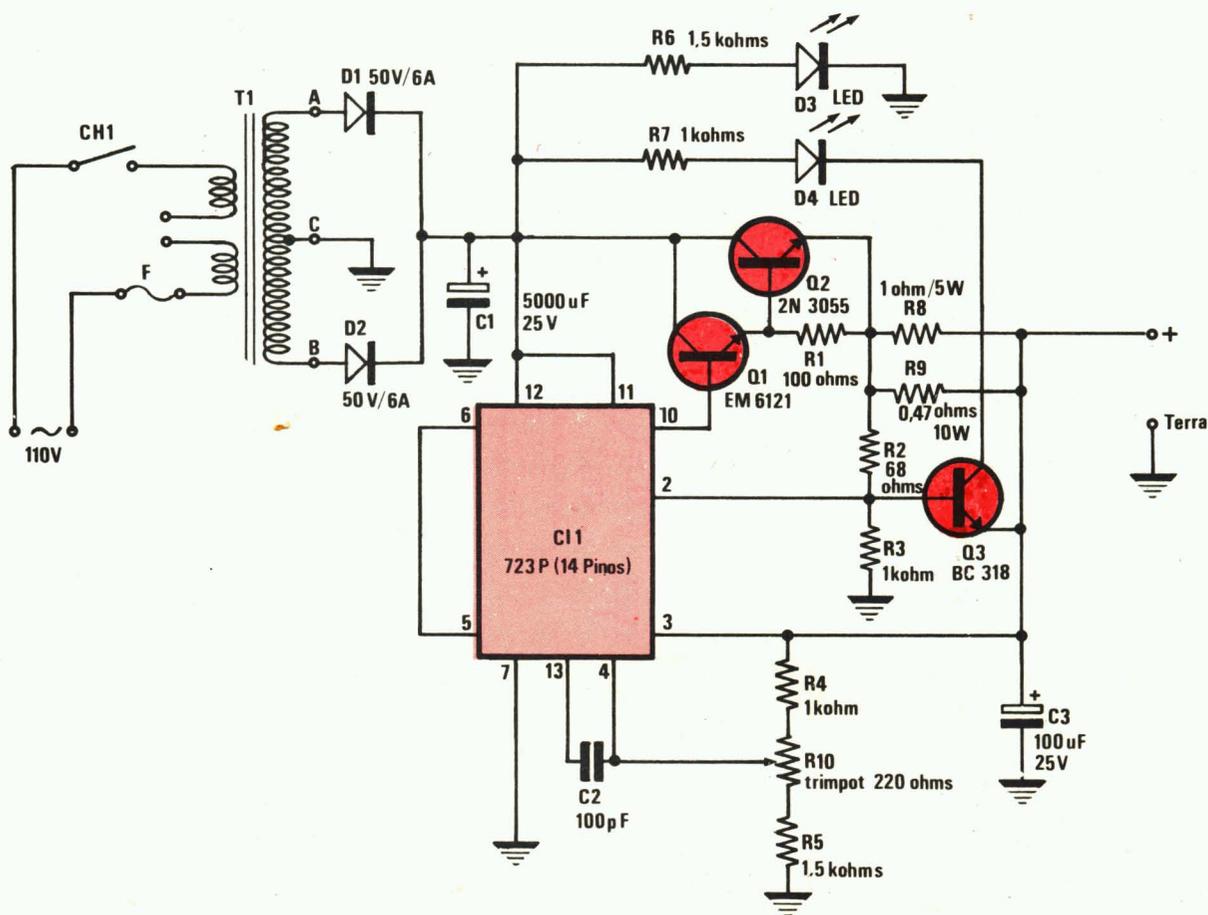


FIGURA 1

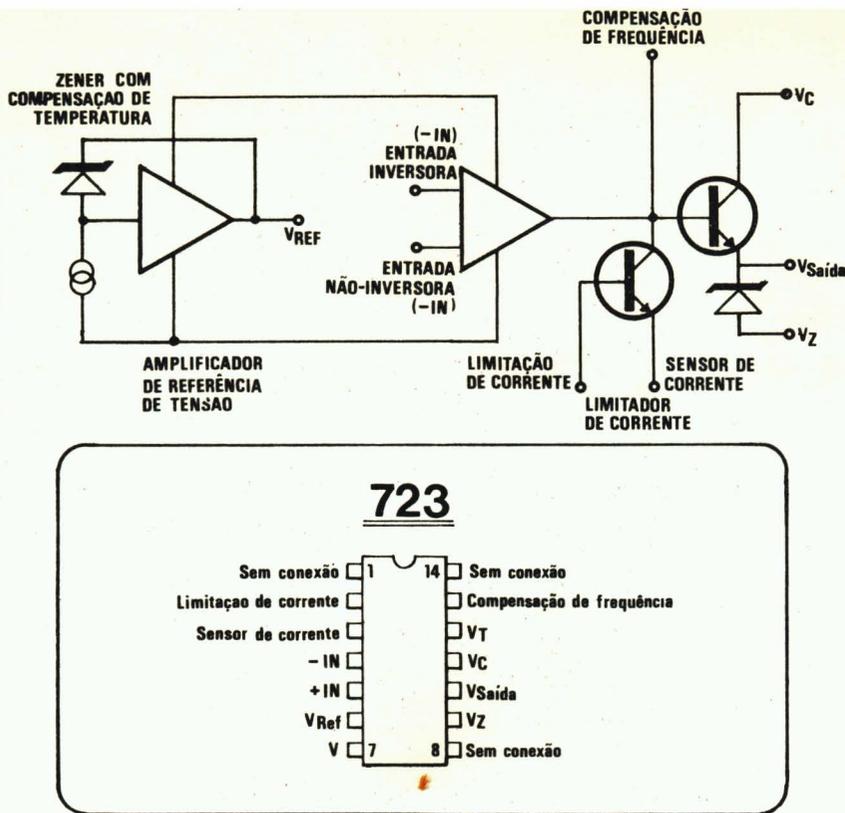


FIGURA 2

Solde, em seguida, o integrado C11, sem demorar demasiadamente com o ferro sobre seus terminais (observe, também, o lado correto de montagem deste componente).

Fixe e solde, agora, os dois diodos retificadores (D1 e D2), na posição correta.

Os LED's D3 e D4 podem ser soldados a seguir. Um detalhe, porém: lembre-se de fixá-los a uma distância de 8 mm da placa, aproximadamente, para que depois seus terminais possam ser dobrados para o lado de fora da placa e sobressaiam no painel da fonte.

Esta é uma maneira prática de evitar fios de ligação entre os LED's e o circuito impresso.

Chegamos, neste ponto, a uma parte mais delicada, que é a soldagem dos bornes de saída à placa de circuito impresso. A figura 5 ilustra o resultado final desta montagem. Existe, entretanto, uma certa seqüência a respeitar: coloque cada um dos bornes em seu lugar e prenda-os com um pedaço de fio de cobre (esmaltado, de preferência); só

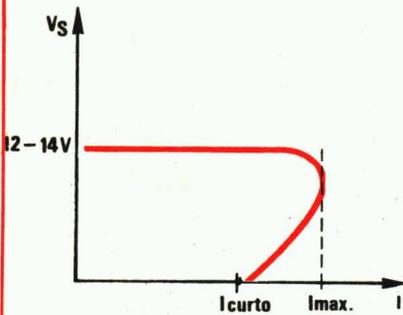


FIGURA 3

Por último, temos o diodo D3, que serve apenas como piloto da tensão retificada.

Como se pode ver, o circuito da fonte é bastante simples e eficiente; a montagem é também de fácil execução, mas deve-se tomar o devido cuidado com certos detalhes importantes. Com o auxílio de nossas instruções, porém, não haverá problemas.

MONTAGEM

O desenho da placa, com os componentes impressos sobre ela, está na figura 4.

Comece a montagem, como sempre, pelos resistores (não monte o resistor R9, por enquanto, pois ele será fixado no lado cobreado da placa, em paralelo com R8; daremos informações a respeito um pouco mais à frente).

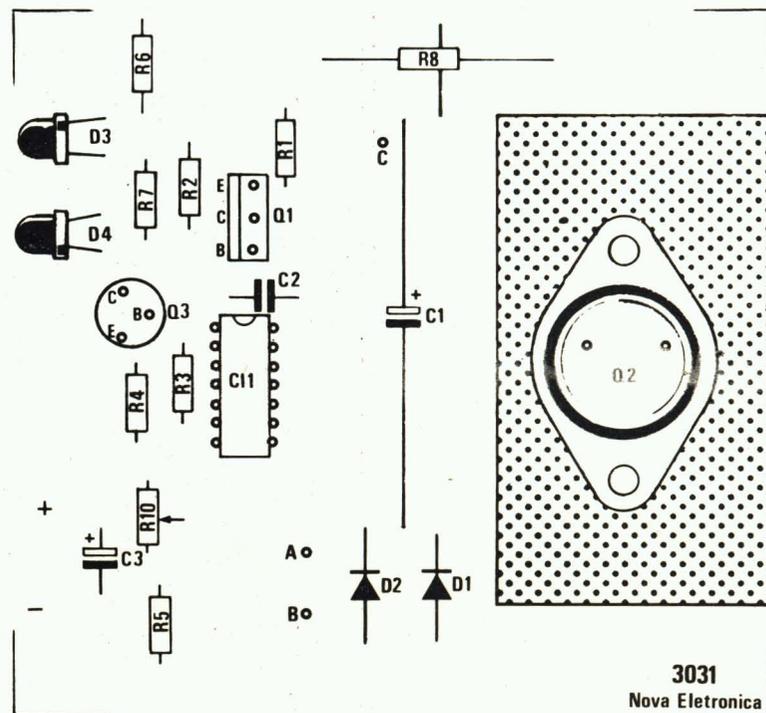


FIGURA 4

3031
Nova Eletônica

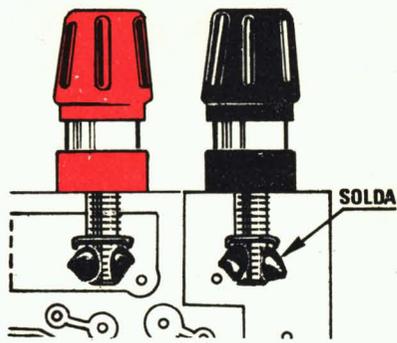


FIGURA 5

então, solde a parte rosqueada dos bornes à parte cobreada da placa, como se vê na figura. Terminada a soldagem, mantenha os fios de amarração, pois eles dão maior rigidez à montagem dos bornes.

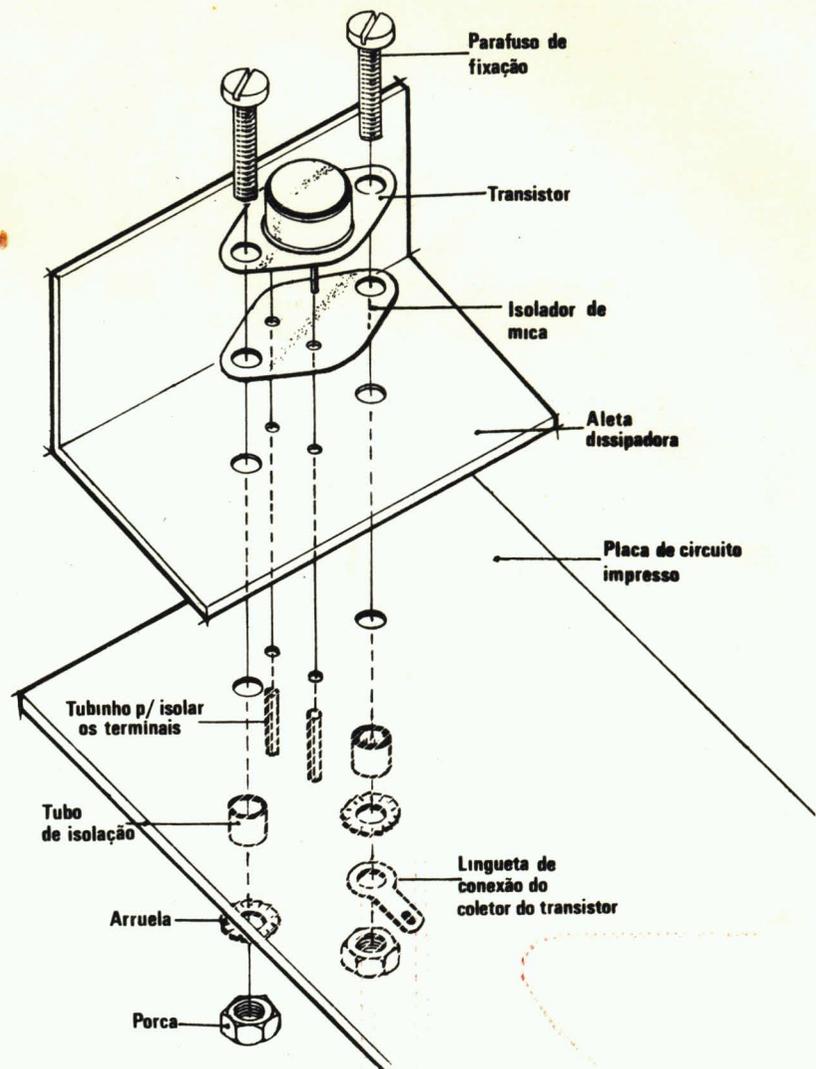
O transistor Q2, sendo o que suporta toda a corrente de carga em seu coletor, necessita de um bom dissipador que restrinja sua temperatura a um nível suportável. Para tal, ele é montado sobre uma aleta metálica, que posteriormente será fixada à chapa traseira da caixa da fonte. Deste modo, a própria caixa da fonte irá agir como dissipador para este transistor; mas, por outro lado, o transistor deve ficar eletricamente isolado da caixa, o que vai tornar sua montagem um pouco mais complexa. A fig. 6 fornece todos os detalhes para esta montagem, incluindo a mica isolante que deve ficar entre o transistor e a aleta de alumínio, e as capas isoladoras para os terminais do mesmo.

Pode se dedicar aos outros componentes da placa, agora. Primeiramente, solde os transistores Q1 e Q3, com bastante atenção, para não inverter a ligação de seus terminais. A seguir, solde os capacitores, sendo que C1 por último. E, por fim, fixe o trimpot R10 no lugar que lhe é devido.

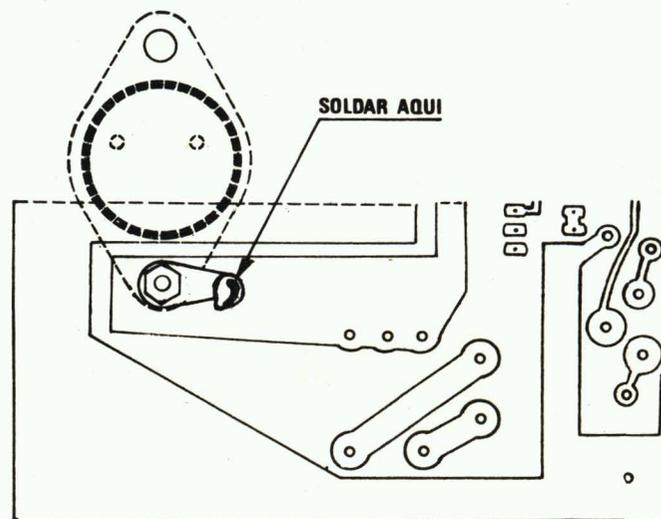
Sobrou, para completar a montagem, o resistor R9 que, como já vimos, precisa ser montado a uma certa distância da superfície da placa, nos mesmos terminais onde está localizado o resistor R8 (veja a fig. 7).

A montagem dos componentes sobre a placa de fiação impressa está terminada; é sempre bom, ao se chegar neste ponto, fazer uma vistoria geral no que já foi feito, e verificar cada componente e cada conexão.

Você e seu circuito estão prontos para as ligações externas à placa, ou seja, com o fusível (ou, mais precisamente, com o porta-fusíveis), com o interruptor liga-desliga, com o transformador e



DETALHE DE SOLDAGEM DA LINGUETA



PLACA DA FONTE, VISTA PELO LADO COBREADO

FIGURA 6

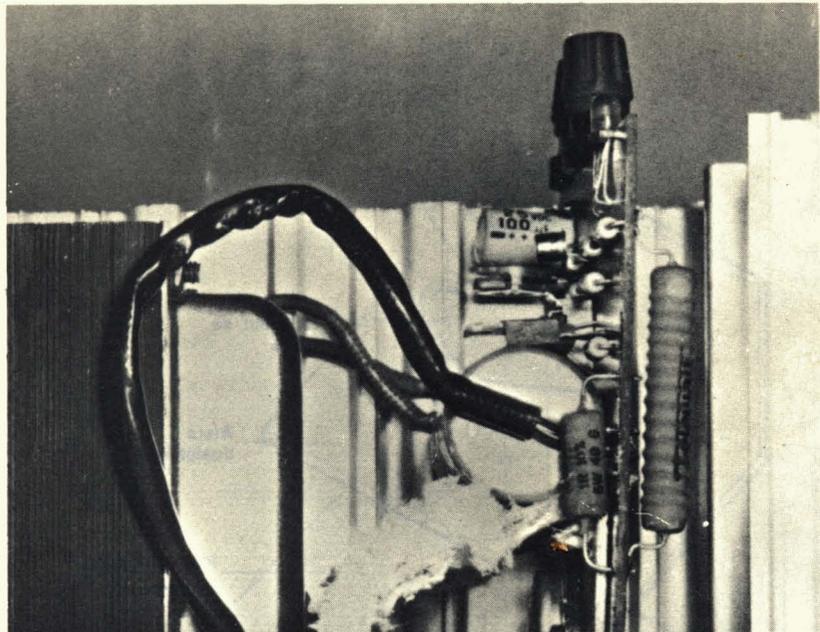


FIGURA 7

com o cordão de alimentação. Siga a fig. 8 e não haverá problemas.

Como você deve ter percebido, pelo esquema da fig. 1, o transformador de alimentação do circuito tem, em seu primário, a possibilidade de conexão para 110 ou 220 volts; a figura 9 ensina como fazer as ligações entre os fios do primário, para as duas opções (atenção: isole muito bem todas as ligações feitas com os fios do transformador).

A partir de agora, vamos nos envolver com a caixa onde serão instaladas todas as partes componentes da fonte. É uma caixa modular, em alumínio, fácil de montar; os módulos, após encaixados, formam, em suas junções, furos com rosca interna, prontos para receber parafusos auto-atarraxantes. Por meio desses furos e parafusos, serão fixadas duas chapas à caixa, mantendo todo o conjunto unido e firme. Uma destas chapas será o painel frontal da fonte, onde se encontra o porta-fusíveis, o interruptor, os dois LED's e os bornes de saída.

Na figura 10, temos uma visão da caixa quase que totalmente montada, com

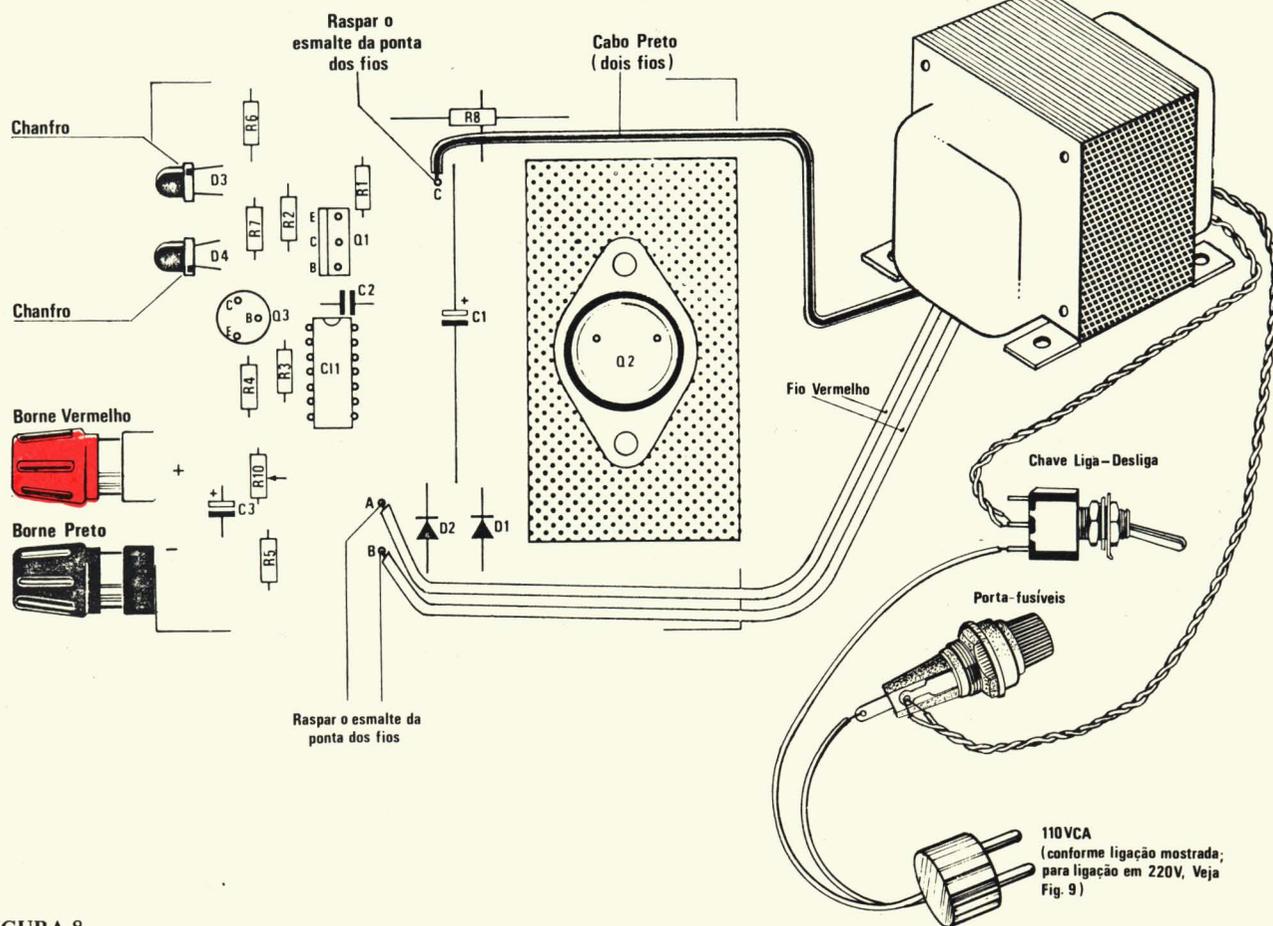


FIGURA 8

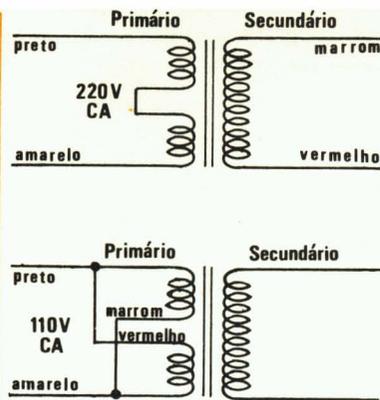


FIGURA 9

Relação dos componentes

- R1 - 100 ohms
- R2 - 68 ohms
- R3, R4, R7 - 1 kohms
- R5, R6 - 1,5 kohms
- R8 - 1 ohm/5W
- R9 - 0,47 ohms/10 W
- R10 - trimpot 220 ohms
- Obs.: todos os resistores são de ¼ W, a não ser onde especificado.
- C1 - 5000 uF - 25 V
- C2 - 100 pF
- C3 - 100 uF - 25 V
- Q1 - EM 6121
- Q2 - 2N 3055
- Q3 - BC 318
- CI1 - 723P (14 pinos)
- D1, D2 - diodos retificadores 50 V/6 A
- D3 - LED vermelho
- D4 - LED verde
- T1 - transformador 110/220 V - 16 + 16 V, 3 A
- F - fusível 1 A + porta fusível
- CH1 - interruptor simples 110 V/2 A
- Placa de circuito impresso nº. 3031 - Nova Eletrônica.
- Aleta de alumínio para o transistor
- Acessórios para a montagem do transistor (isolador de mica, porcas, parafusos, arruelas, isoladores dos terminais).
- Cordão de alimentação
- Parafusos e porcas para a fixação do transformador e da aleta à caixa
- Pedaco de folha de amianto
- Caixa modular de alumínio, com os respectivos parafusos de montagem
- Solda trinúcleo - 3 m

o transformador já fixado em seu interior e a placa de fiação impressa ainda por ser fixada.

Nas figuras 11 e 12, a montagem foi completada e está sendo mostrada por dois ângulos, para que não haja dúvidas quanto à sua realização.

Vale a pena observar dois detalhes nestas figuras: a fixação da aleta refrigeradora à chapa posterior da caixa e o pedaco de amianto colocado entre o transistor Q2 e o capacitor C1; esta providência tornou-se necessária devido ao calor liberado pelo transistor, que poderia vir a danificar o capacitor.

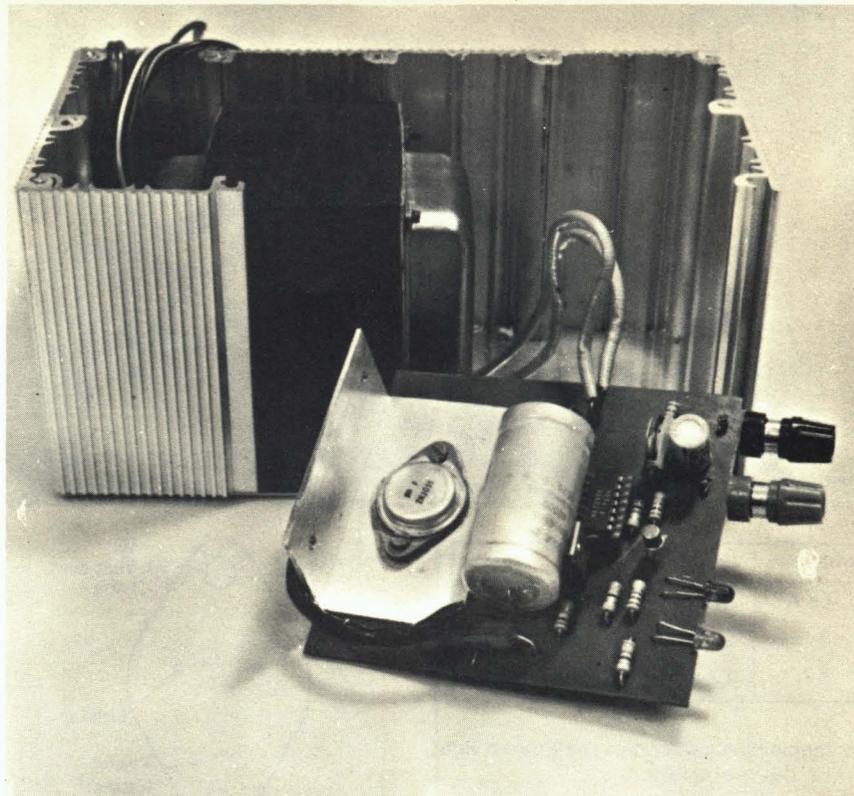


FIGURA 10

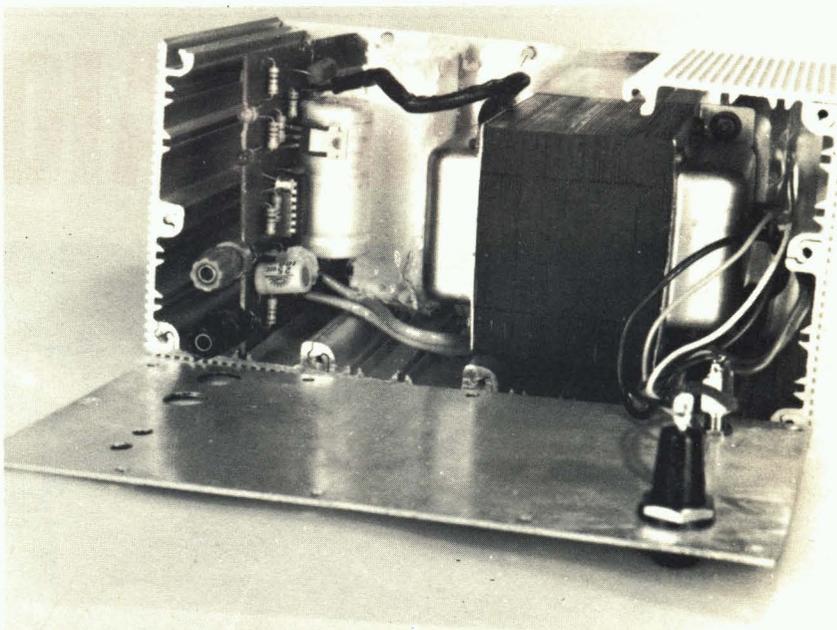


FIGURA 11

Tudo o que resta a fazer agora é fechar a caixa e usar a fonte; antes, contudo, você deve calibrá-la para a tensão que melhor lhe convém, entre 12 e 14 volts. É só conectar a saída da fonte a um voltímetro e ajustar o trimpot R10 para a tensão desejada.

Observação: Há duas outras opções de corrente máxima de saída para a fon-

te, além dos 5 ampères nominais. «Jogando» com os valores de R8 e R9, pode-se conseguir as correntes máximas de 3 A e 1,6 A, de acordo com o que diz a tabela da figura 13. Veja que, no caso de 1,6 e 3 A, usa-se apenas um dos resistores, o que elimina a necessidade de se montar um deles na face cobreada da placa de fiação impressa.

Orientação durante toda a montagem

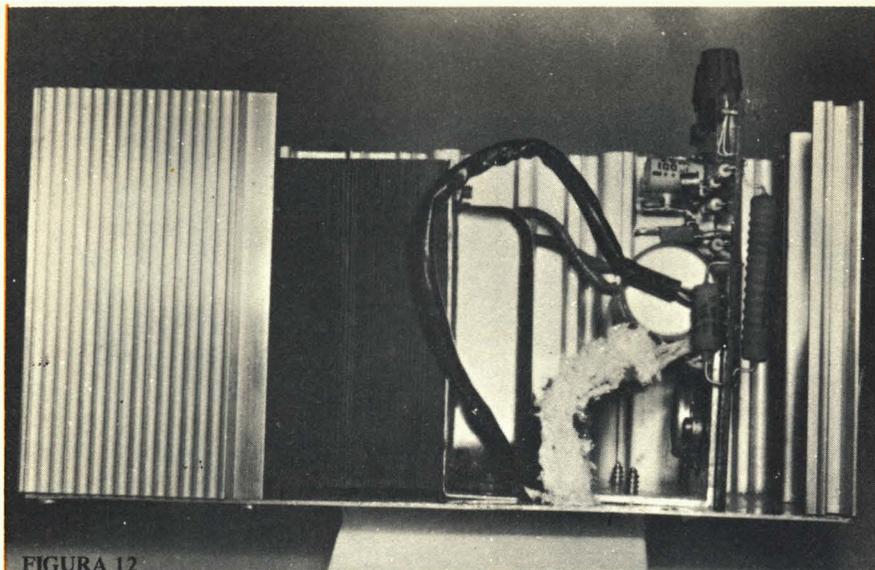


FIGURA 12

dos componentes, a fig. 14 deve ser seguida para que você tenha certeza de ter soldado os transistores, diodos, integrados e LED's na posição correta.

CONCLUSÃO

Chegamos ao final do artigo sobre a fonte. Use-a como quiser, quer seja você um PX ou um entusiasta de áudio, que deseja «curtir» o som de seu toca-fitas em casa. Garantimos que seus 27 MHz ou seu som vão «fluir» tão bem como se estivessem ligados à bateria de seu carro.

Características

- Tensão de saída: 12 a 14 volts
- Limite de corrente: 5/3/1,6 A
- Corrente de curto: 2,2/1,5/0,75 A
- Regulação: 1%, com carga de 0 a 5 A
- «Ripple»: sem carga - 80 uV
2 A - 10 mV
4,2 A - 130 mV

Imáxima	Icurto	R8	R9
1,6 A	0,75 A	1 ohm	—
3 A	1,5 A	—	0,47 ohms
5 A	2,2 A	1 ohm	0,47 ohms

potencia dissipada pelos resistores: veja lista de materiais.

FIGURA 13

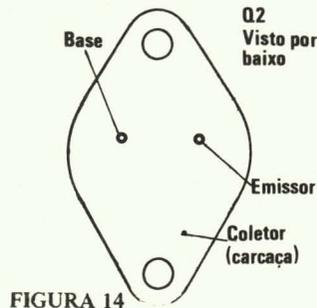
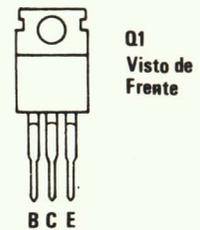
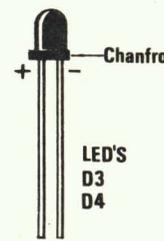
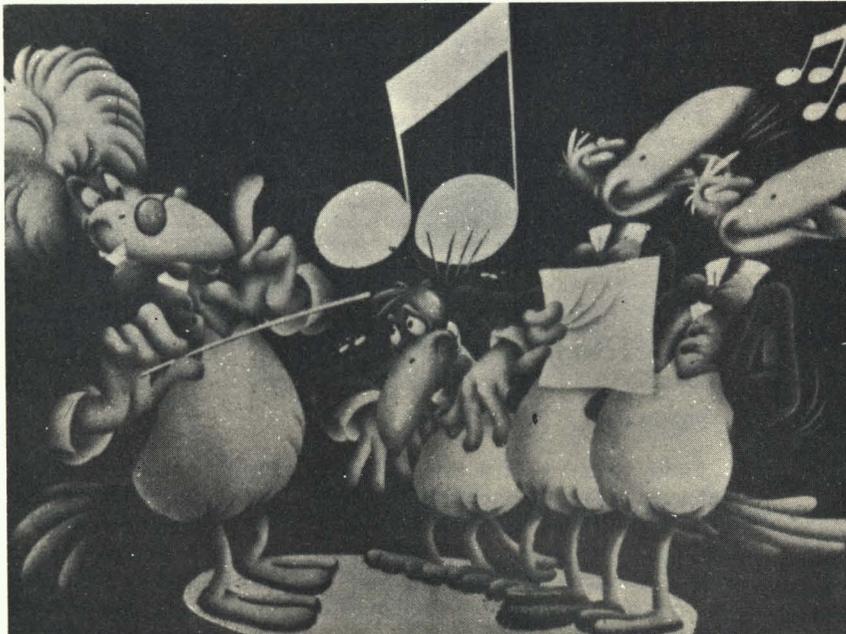


FIGURA 14



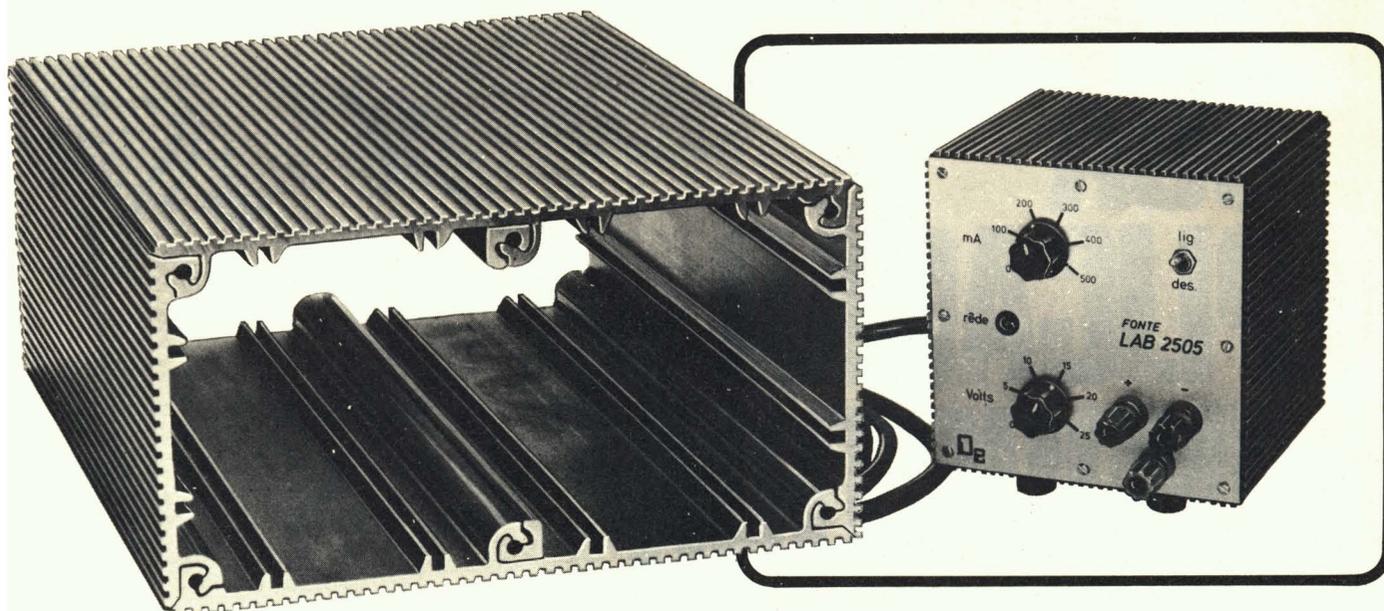
O SOM MAIOR



casa del vecchio DE ANGELO SÉRGIO DEL VECCHIO

Comércio e Importação de Instrumentos Musicais
Equipamentos p/ salões, boites, fanfarras e conjuntos musicais.

DESELECTRON APRESENTA AS CAIXAS MAGICAS PARA SUA INDUSTRIA ELETRONICA



JÁ A VENDA NAS SEGUINTE LOJAS
DO RAMO:

RIO DE JANEIRO

J. BEHAR & CIA. LTDA. — Rua República
do Líbano, 46 — Centro
LOJAS NOCAR S/A. RÁDIO ELETRICIDADE
— Rua da Quitanda, 48 — Centro
REI DAS VÁLVULAS ELETRÔNICAS LTDA.
— Rua da Constituição, 59
ELETRÔNICA PRINCIPAL
— Rua República do Líbano, 41 — Centro

NITEROI

RÁDIO E PEÇAS NITEROI LTDA.
— Rua Visconde de Sepetiba, 320

BELO HORIZONTE

CSA — REPRESENTAÇÕES E COMÉRCIO
LTDA. — Av. Augusto de Lima, 1113
loja 102 — Galeria Chaves

ABC PAULISTA

RÁDIO ELÉTRICA SANTISTA
— Rua Cel. Alfredo Flaquer, 110
Santo André

SÃO PAULO

FORNECEDORA ELETRÔNICA FORNEL
— Rua Santa Ifigênia, 304 — Centro
RÁDIO EMEGE S/A
ELETRÔNICA ZONA SUL
— Rua Luiz Goes, 793
COMPONENTES CASTRO
— Rua Timbiras, 301
ELETRÔNICA SANTANA
— Rua Voluntários da Pátria, 1453

Os Kits Minibox (Patente Requerida) são caixas modulares em alumínio extrudado o que garante leveza, resistência e fácil acabamento, a seu gosto. O seu design avançado permite rapidez e flexibilidade na montagem, permitindo a total racionalização.

Especifique Kits Minibox.

É uma questão de confiança.

KITS

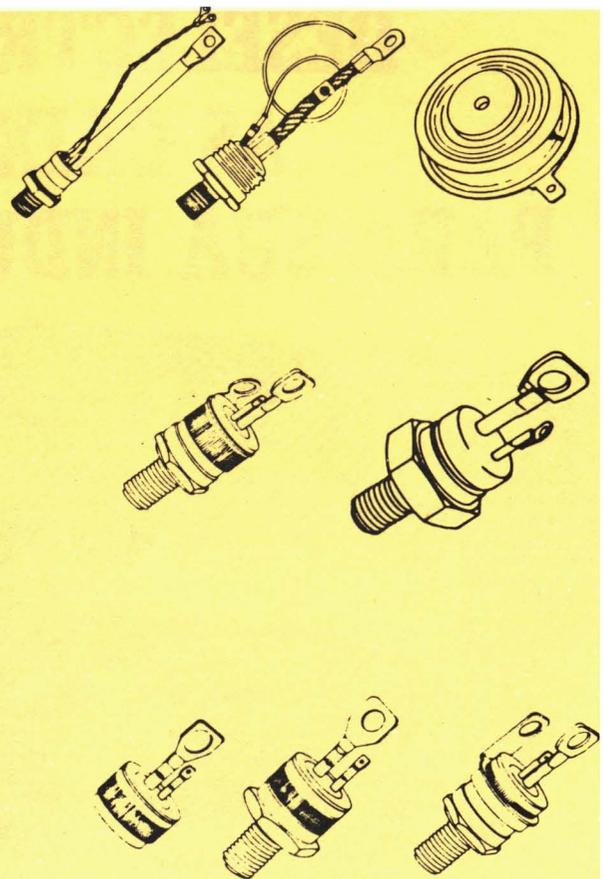


um produto

DESELECTRON ELETRONICA LTDA.

DESENVOLVIMENTO EM ELETRÔNICA
São Paulo: Rua Castro Alves, 403
Fones: (011) 279-5519 e 270-0035

O TIRISTOR E SUA APLICAÇÃO À INDÚSTRIA



O QUE É UM TIRISTOR

O nome «tiristor» é definido como «um dispositivo semicondutor biestável, contendo três ou mais junções, que pode ser chaveado de um estado de corte para um estado de condução, e vice-versa» (definição do I.E.C. — International Electrotechnical Commission). Percebe-se, assim, que o termo «tiristor» se refere a uma família de dispositivos semicondutores; este termo, porém, é também empregado para um tipo particular de tiristor — o **retificador controlado de silício**, mais conhecido como **SCR**, membro mais popular e usado da família.

Modelo de dois transistores: O SCR convencional é formado por uma estrutura do tipo PNP; tal estrutura pode ser melhor visualizada, se for representada como uma interligação de dois transistores, um deles do tipo PNP e o outro, NPN, formando um par em realimentação regenerativa, como na figura 1.

De uma forma não matemática, podemos explicar o funcionamento do SCR através deste modelo. Supondo que não haja corrente de porta (base de Q2), e também que Q1 esteja bloqueado, teremos que, devido à ausência de

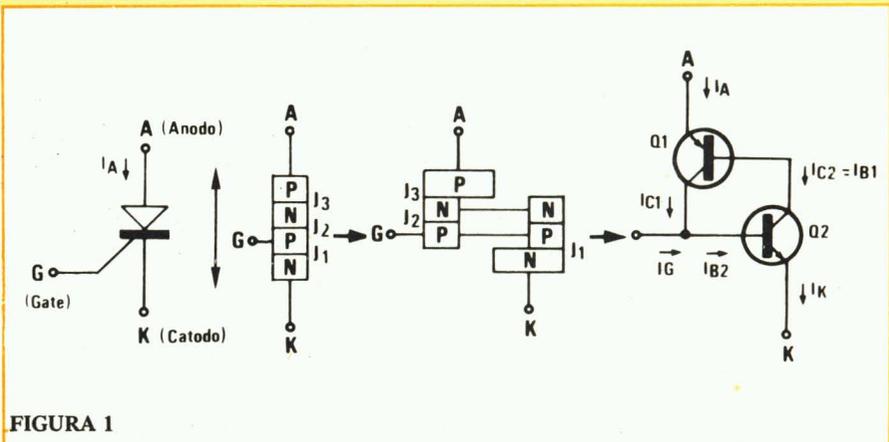


FIGURA 1

corrente no coletor de Q1, o transistor Q2 também estará em corte, e juntos, funcionam como uma chave aberta. Se introduzirmos uma certa corrente pela porta, Q2 entrará em condução, «puxando» uma corrente da base de Q1, fazendo com este conduza, igualmente. Uma vez iniciada a condução, não há mais a necessidade de existir a corrente de porta, já que a corrente de base de Q2 é fornecida pelo coletor de Q1, e a corrente de base de Q1 é fornecida pelo coletor de Q2 (isto é, uma realimentação mútua).

Essa condição de condução se mantém por si mesma, portanto, e o único

méio de interrompe-la, seria a diminuição da corrente, que pode ser feita através de uma tensão nula ou negativa, aplicada entre anodo e catodo do dispositivo.

A explicação dada é uma simplificação não-matemática, servindo apenas para uma melhor visualização. Mesmo assim, podemos chegar, através dela, a algumas conclusões importantíssimas:

- a) A corrente de porta serve somente para inicializar a condução do SCR. Logo, não há a necessidade de mantê-la, depois que cumpriu sua parte; o SCR pode e é geralmente acionado por um **pulso**, aplicado à porta.

A idéia mais difundida sobre os tiristores é a que estes dispositivos são apenas uma versão eletrônica das chaves mecânicas e dos relés. Como em todas as generalizações, isto é apenas uma meia verdade, e pensar nos tiristores nestes termos é simplesmente fechar uma porta que poderia resolver muitos problemas antes considerados insolúveis, ou de solução dispendiosa. Falando em termos práticos, a adoção dos tiristores representaria, em muitos casos, a solução ideal, poupando o tempo e o dinheiro gastos nas experiências frustradas. Infelizmente, devido à relativa juventude dos tiristores e ao conceito simplista citado, os SCR's e TRIAC's não entraram em cena, na eletrônica, o tempo suficiente para que todas as suas vantagens sejam apreciadas, muito menos, exploradas. Este artigo pretende dar uma pequena apresentação destes versáteis dispositivos, assim como um breve resumo de suas aplicações industriais; deste modo, os tiristores, frequentemente considerados apenas curiosidades eletrônicas, serão reabilitados.

1ª PARTE

KO MING CHO

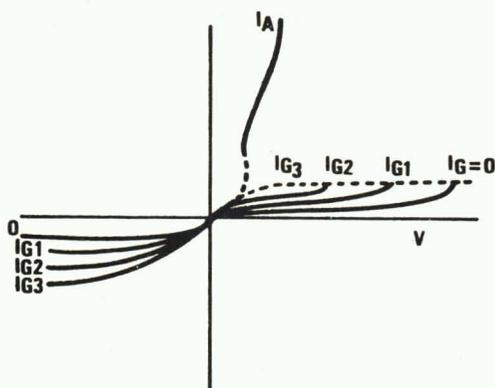


FIGURA 2

- b) Uma vez em condução, os dois transistores entram em saturação, comportando-se como dois diodos; deste modo, o SCR em condução é equivalente a um diodo diretamente polarizado.
- c) Assim que é inicializada, a condução se mantém por si mesma, através de sua realimentação PNP.
- d) O único meio de «tirar» o SCR do estado de condução é o de diminuir a sua corrente, na ausência de corrente de porta e/ou aplicar uma tensão nula ou negativa entre anodo e catodo.

Vejamos, agora, uma análise mais matemática, baseada no mesmo modelo:

Temos, para a seção PNP (transistor Q1):

$$I_{C1} = \alpha_1 I_A + I_{CB01} \quad (1)$$

E para a seção NPN (transistor Q2):

$$I_{C2} = \alpha_2 I_K + I_{CB02} \quad (2)$$

E, além disso, temos:

$$I_K = I_A + I_G \quad (3) \text{ e } I_A = I_{C1} + I_{C2} \quad (4)$$

Através da eliminação de I_A e I_K , chegamos ao seguinte:

$$I_A = \frac{\alpha_2 I_G + I_{CB01} + I_{CB02}}{1 - (\alpha_1 + \alpha_2)} \quad (5)$$

Sendo o fator α dependente da corrente, resulta que, para pequenas correntes de porta, o fator de amplificação é pequeno, $(\alpha_1 + \alpha_2) \ll 1$, o tiristor se comporta como um transistor PNP com baixo ganho, e dizemos que ele está no estado bloqueado ou de corte.

Vamos supor, agora, a aplicação de uma corrente de porta tal que faça com que $\alpha_1 + \alpha_2 = 1$, ou seja, o denominador da relação (5) vá a zero. Isto quer dizer que a corrente I_A irá tender ao infinito, correspondendo à condução da junção PNP. Quando isto ocorre, o coletor de Q1 fornece a corrente necessária a Q2, o que dispensa a presença da corrente de porta. A figura 2 mostra o comportamento do SCR, em função da corrente de porta.

Para «cortar» um SCR, isto é, para tirá-lo do estado de condução, é preciso que a sua corrente de anodo I_A seja inferior a um mínimo I_H , chamado corrente de manutenção (holding), quando as condições de condução não são mais satisfeitas, sem a corrente de porta. Naturalmente, uma tensão inversa, aplicada ao SCR, também irá levá-lo ao corte, pois neste caso não haverá corrente entre o anodo e o catodo.

A análise do modelo de dois transistores é bastante conveniente, já que

expressa, com boa aproximação, o comportamento do SCR e serve para tirarmos outras conclusões. Entre elas, destaca-se que o ganho de um transistor é baixo quando a sua base for grande, sendo por isso que o transistor PNP, em um SCR, possui uma base tão grande.

Sem esquecer os outros membros da família, vamos ver o TRIAC e o DIAC. Podemos considerar um TRIAC como sendo dois SCR ligados em antiparalelo, e o DIAC, como um TRIAC com a corrente de porta nula (fig. 3).

MÉTODOS DE DISPARO

Já vimos que o disparo é provocado pela elevação dos ganhos α_1 e α_2 , que são dependentes da corrente de base; logo, um aumento desta corrente, nos transistores, causaria o disparo. Este aumento pode ser provocado pela elevação da temperatura da junção, por uma alta tensão aplicada diretamente ao tiristor no estado de bloqueio, por uma rápida subida da tensão aplicada, e, naturalmente, pela conexão de uma fonte de corrente à porta. O método de disparo através da porta é o mais amplamente utilizado, mas antes, falaremos sobre os outros meios, não-conventionais, desde que estes podem causar disparos indesejáveis.

1) — **Disparo pela corrente de fuga:** À medida que a temperatura da junção cresce, o mesmo acontece com a corrente de fuga. Eventualmente, se a temperatura da junção continuar a crescer, a corrente de fuga irá tornar-se suficientemente grande para iniciar a condução. A uma certa temperatura crítica (abaixo da temperatura máxima da junção), o tiristor não conseguirá manter uma tensão elevada entre seus terminais.

2) — **Disparo pela variação excessivamente rápida da tensão:** Este efeito, conhecido como efeito da velocidade, deve-se à capacitância da junção, inicialmente polarizada no sentido inverso. O nosso modelo de dois transistores fica, neste caso, com a configuração da figura 4. Com uma aplicação brusca da tensão, fazemos passar uma certa corrente dV/dt , pelo capacitor. Se esta corrente for suficiente para estabelecer a condição de disparo, o SCR conduz, mesmo que I_G (corrente de porta) seja nula. Se considerarmos que, quanto maior a área da junção, maior é a capacitância, o efeito da velocidade seria mais acentuado nos tiristores de potência.

3) — **Disparo pela tensão elevada:** Uma tensão excessiva aplicada a um tiristor em corte causa seu disparo. Este efeito não é normalmente usado como

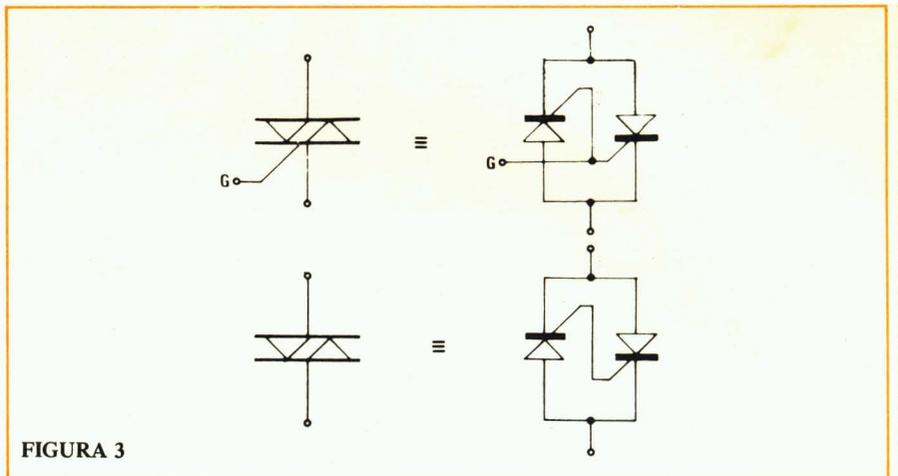


FIGURA 3

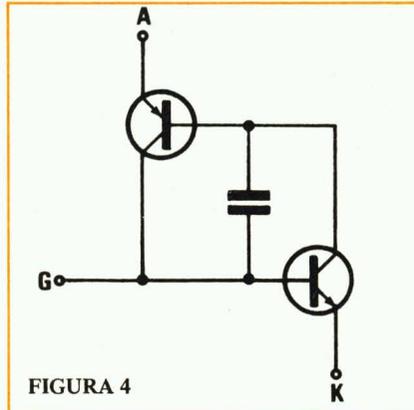


FIGURA 4

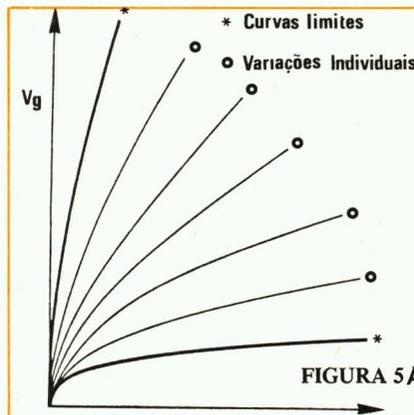


FIGURA 5A

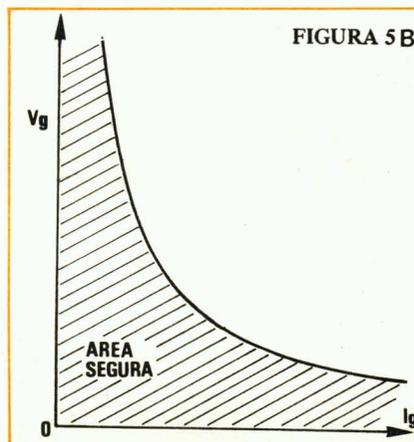


FIGURA 5B

método de disparo (pelo contrário, a maioria dos projetos de circuito tenta evitar sua ocorrência), apesar de que isto pode se tornar uma vantagem. Por exemplo, quando os tiristores de avalanche são conectados em série, é inerente ao projeto que os mesmos possam entrar em condução desta maneira, sem serem destruídos pela sobrecarga de tensão. Este é o método comumente usado para disparar os DIAC's uma vez que estes componentes não possuem o terminal da porta (ou seja, têm a corrente de porta nula).

Todos estes efeitos, como já foi dito, podem causar disparos, muitas vezes indesejáveis. São características próprias dos tiristores e não desvantagens. O fato de uma determinada característica ser vantajosa ou não, depende do projetista, pois ele pode sempre aproveitar um destes efeitos para alguma aplicação prática. Por isso, é sempre conveniente lembrar: uma característica que aparenta ser altamente desvantajosa em uma certa aplicação, pode se tornar a chave da solução, em outros problemas.

4) — **Disparo através da porta:** Este é o método de disparo mais largamente utilizado e é o mais conhecido entre todos já citados, pois pode apresentar um meio de controle independente da tensão aplicada ao tiristor. Considerando o SCR como o representante dos tiristores, nele concentraremos nossas atenções, e com pequenas alterações, a análise se estenderá aos outros dispositivos da família.

— **característica da porta** — Como uma primeira aproximação, a junção porta-catodo de um SCR atua como um diodo PN. Exibindo uma variação maior que a das junções normais de diodos, o gráfico $V_g \times I_g$ é geralmente apresentado com duas curvas limites — uma superior e outra, inferior — com todas as variações individuais compreendidas en-

tre elas (fig. 5a). Além disso, a dissipação máxima da junção impõe uma restrição: sendo $V_{gmax} \times I_{gmax} = P_{max}$ (potência máxima dissipada) uma constante, no gráfico $V_g \times I_g$ obteremos uma hipérbole. A área abaixo da curva P_{max} é a região de operação segura (fig. 5b); juntando em um só gráfico as curvas das figs. 5a e 5b, obteremos uma área de disparo (fig. 5c).

Isto ainda não é tudo. Devemos respeitar um nível mínimo de tensão, pois um nível muito baixo provocaria uma incerteza de disparo, devido ao pequeno número de cargas na junção. Pela mesma razão, há um nível mínimo de corrente de porta, variável com a temperatura.

A resultante é a figura 6, onde temos a área de certeza de disparo; qualquer ponto localizado nessa região irá disparar o SCR, com certeza.

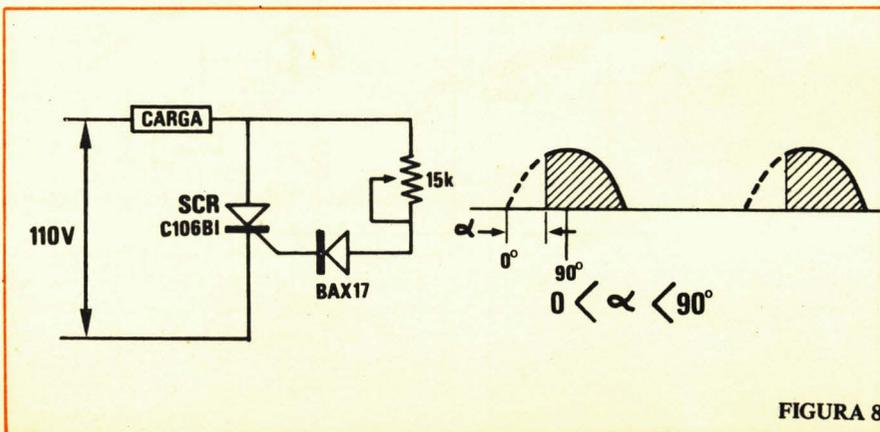
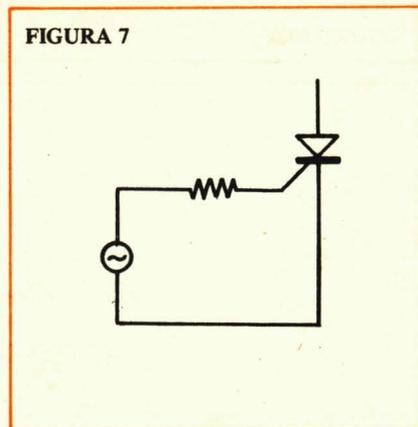
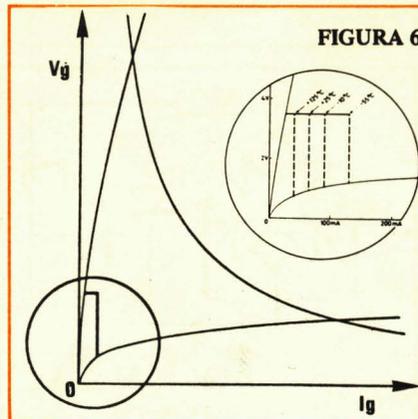
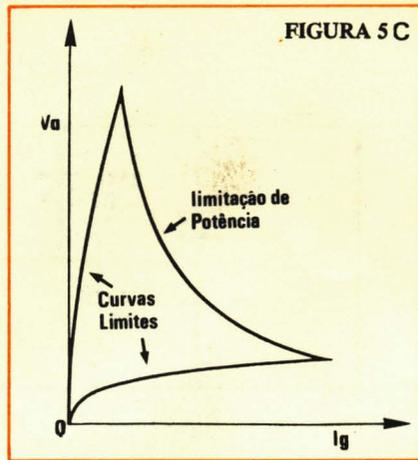
A figura 7 representa o circuito típico para o disparo do SCR; neste caso, a solução é bastante simples, bastando dimensionar o resistor de porta, de maneira a fazer com que a curva $V_g \times I_g$ «caia» no interior da região segura, da qual falamos.

UM POUCO DE TRIAC

O TRIAC (ou tiristor bidirecional) pode ser considerado como dois SCR's, ligados em antiparalelo. Logo, os métodos de disparo já apresentados — corrente de fuga, subida abrupta e sobretensão — podem ser utilizados no TRIAC.

O disparo através da porta é um pouco diferente, uma vez que o TRIAC conduz nos dois sentidos; portanto, para ocasionar o disparo, é suficiente que V_g se localize entre as duas tensões dos terminais do TRIAC.

O método de corte do TRIAC também difere daqueles usados para o SCR; ao contrário deste, que pode ser cortado com uma tensão inversa, o TRIAC não é



interrompido, já que conduz em ambos os sentidos. Para cortar um TRIAC, é necessário manter em zero a tensão entre os seus terminais (ou mantê-la suficientemente pequena, para que a corrente caia abaixo da de manutenção), durante um certo período.

A vantagem do TRIAC sobre o SCR é a sua bidirecionalidade e a desvantagem, é justamente essa dificuldade em ser cortado.

VOLTANDO AO SCR

Vejam, agora, alguns circuitos elementares empregando SCR's, para compreender melhor sua potencialidade. O circuito da fig. 8 é um simples controle de fase, servindo para controlar luminosidade, potência e até mesmo a velocidade de um motor. Fornece uma fase desde zero (potência plena) até 90° (meia potência) da onda da tensão de anodo, e funciona do seguinte modo:

À medida que a tensão cresce, pelo semiciclo positivo, a tensão na junção porta-anodo vai crescer também, assim como a sua corrente, limitada, porém, pelo potenciômetro. No momento em que a tensão e a corrente entrarem na área de disparo, o SCR conduz, e a carga recebe toda a tensão da rede; a condução se mantém durante todo o semiciclo positivo. Assim que a tensão entrar em seu semiciclo negativo, o SCR será bloqueado, entrando em corte, automaticamente. O processo é reiniciado no próximo semiciclo positivo. Como o potenciômetro controla a corrente de porta, podemos controlar a fase, entre a condução total ($\alpha = 0$) e a meia condução ($\alpha = 90^\circ$). O diodo serve para proteger a junção porta-anodo, no semiperíodo negativo.

Este circuito só permite um controle até 90° , porque a corrente de disparo está em fase com a tensão da rede. E é evidente que, se o SCR não disparar na tensão máxima (com a corrente máxima de porta), que se dá justamente aos 90° da senóide, não iria disparar em uma tensão menor, o que ocorre após os 90° .

Para permitir o controle até 180° , utilizamos o circuito da fig. 9. Com o auxílio de um capacitor, que é carregado até o ponto de disparo do SCR, num tempo determinado pela constante RC, conseguimos um controle de potência, desde zero até a condução total. O diodo D2 se presta a descarregar o capacitor, após o disparo do SCR.

Os dois circuitos anteriores apresentam uma limitação: conduzem apenas nos semiperíodos positivos; isto pode ser resolvido ao se colocar uma ponte retificadora em ambos, como mostram as

figuras 10a e 10b. O funcionamento é o mesmo, só que, desta vez, o SCR conduz nos dois semiciclos. Aparentemente, porém, surge uma dúvida: uma vez que, na entrada, há agora uma onda retificada, parece que o SCR nunca será reversa; então, o SCR não entraria em corte e conduziria sempre? Não, não é bem assim. Lembre-se que existe um instante, a cada ciclo da onda retificada, em que a tensão vai a zero. Um pouco antes e um pouco depois deste instante, a tensão é baixa, implicando numa corrente menor que a de manutenção, que provoca o bloqueio do SCR.

Esta manobra com a ponte retificadora é confiável para uma carga resistiva, pois, neste caso, o período de não-condução do SCR é de aproximadamente 57 ms, para uma tensão de 120 V. Mesmo assim, para motores e outras cargas reativas, o tempo para cortar o SCR é menor, e devemos tomar as devidas precauções, antes de optar por este sistema.

Os circuitos apresentados até aqui são elementares, mas serviram para mostrar as vantagens do SCR em controle de potência. Devido à facilidade de disparo e à sua grande capacidade tensão-corrente, o SCR, em particular, e os tiristores, em geral, são altamente convenientes para aplicações industriais. Exemplos típicos são as fontes chaveadas, sistemas de controle de velocidade, sistemas de controle de motores, inversores, ciclo conversores, etc.

Continuando, vejamos mais um circuito para controle de fase. Os três primeiros circuitos disparam o SCR com uma corrente que aumenta com a tensão; conforme dissemos, a junção porta-anodo do SCR é um diodo, um tanto variável e, como resultado disso, o controle de fase torna-se impreciso, ficando dependente da temperatura e da variação individual do tiristor.

Um circuito mais preciso está desenhado na fig. 11. Neste caso, o conjunto R1, C, Q1 e RB1 forma o circuito de disparo, que nada mais é, senão um oscilador de relaxação (o resistor RD limita a tensão da rede para esta parte do circuito). O funcionamento é simples: no ciclo positivo, o capacitor C é carregado através de R1 e a tensão em seus terminais aumenta de acordo com a constante de tempo R1C. Quando a tensão de disparo do transistor unijunção Q1 é atingida, este entra em condução, e o capacitor se descarrega, num pico de corrente, pelo emissor do UJT, disparando o SCR. No restante, o funcionamento é análogo ao dos circuitos anteriores. Note que o oscilador está sincronizado

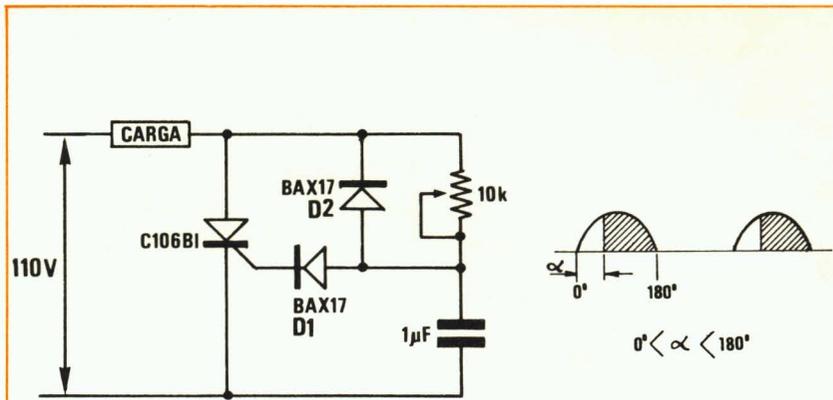


FIGURA 9

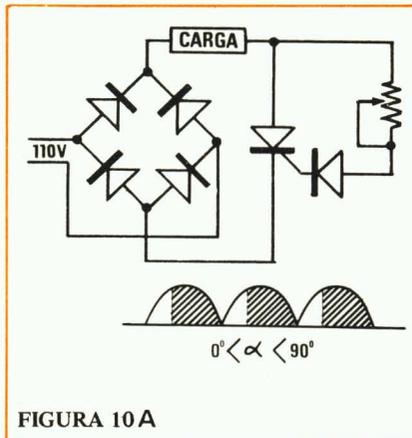


FIGURA 10 A

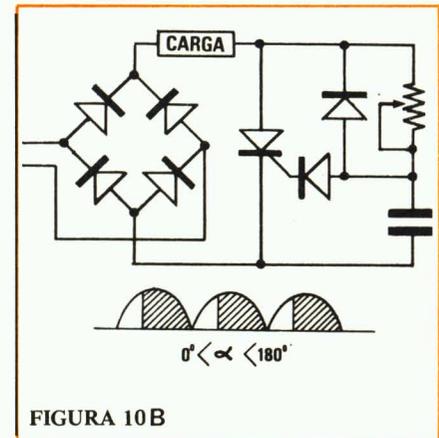


FIGURA 10 B

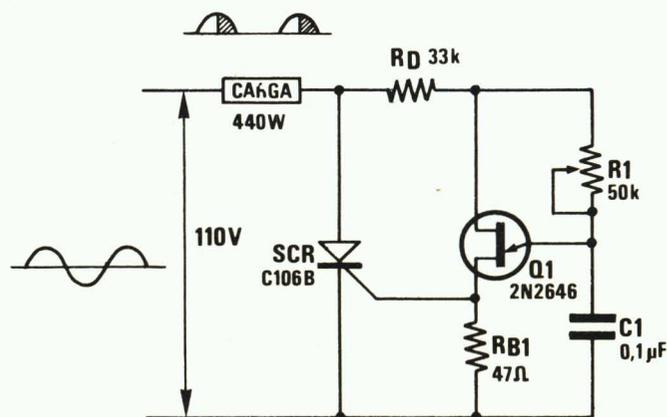


FIGURA 11

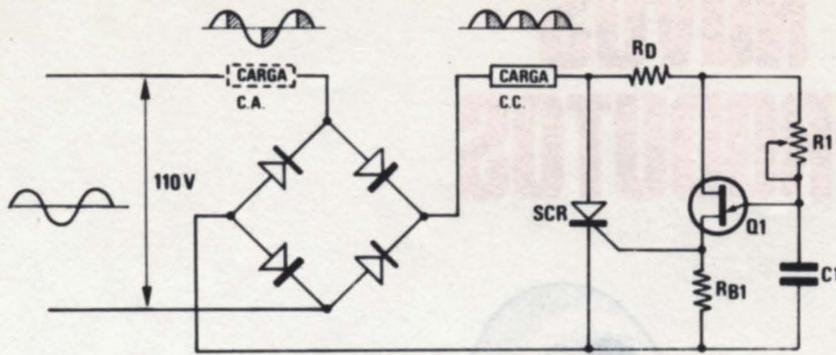


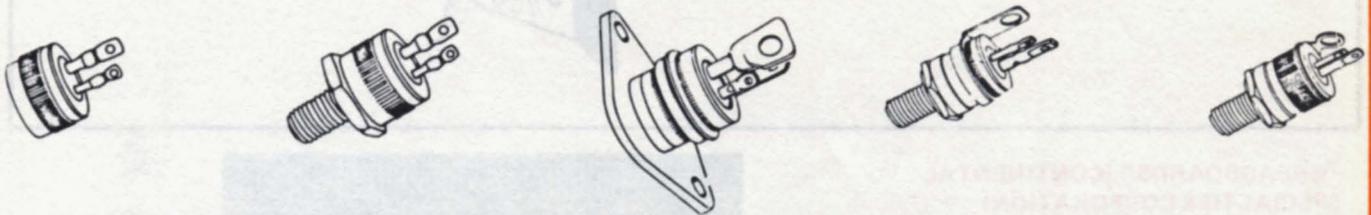
FIGURA 12

com a rede, uma vez que é alimentado por ela.

Mas, este circuito conduz apenas durante o semiciclo positivo; o emprego da ponte de diodos volta a resolver o problema, fornecendo, assim, uma onda retificada através da carga (fig. 12). Podemos, também, colocar a carga antes da ponte, com a vantagem de permitir a passagem de uma corrente alternada pela mesma (o que pode ser feito, aliás, com os circuitos anteriores).

Encerramos aqui esta primeira parte, cujo objetivo principal foi apresentar as características básicas dos tiristores. Nos próximos artigos introduziremos algumas aplicações mais sofisticadas, juntamente com outras características, ainda não discutidas. Aguarde!!

(continua no próximo número)



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 Castro Alves, 403 - Aclimação - Fones: (011) 279-5519 270-0035

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 - Loja 102 - Galeria Chaves - Fone: (031) 337-9476.

Ribeirão Preto: Sr. Paulo Garde - Rua Monsenhor Siqueira, 352 - Fone: (0166) 34-2715.

DISTRIBUIDOR

FAIRCHILD

Deselectron

desenvolvimento em eletrônica

NOVOS PRODUTOS

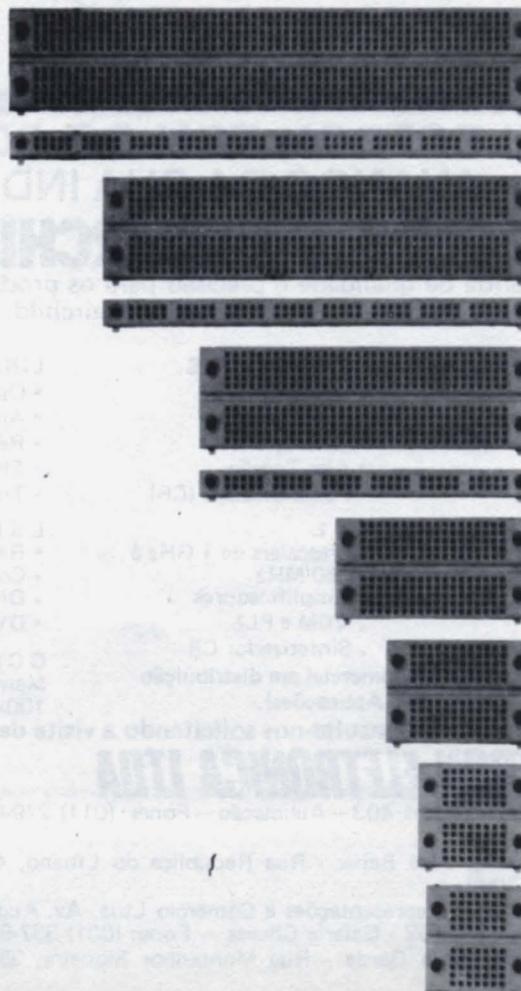


"BREADBOARDS" (CONTINENTAL SPECIALTIES CORPORATION)

São novos soquetes para montagem de circuitos, principalmente projetos e protótipos, pelo fato de eliminarem totalmente o uso de solda, com a consequente possibilidade de reaproveitar várias vezes os mesmos componentes, sem o perigo de danificá-los por meio do calor. Além disso, o circuito pode ser facilmente modificado, durante o projeto, pela adição e redução de componentes. Todas as interligações são efetuadas através de fios encapados, de bitola 22 a 30 AWG.

Os "breadboards" são fabricados em diversos modelos e tamanhos (desde 70 até 590 pontos de conexão) e tem ainda a vantagem de serem expandíveis, pela conexão mecânica dos soquetes, através de encaixes chamados de "snap-lock", pelo fabricante. Esta particularidade permite adaptar o conjunto de "breadboards" a qualquer circuito.

O bom contato mecânico e elétrico é assegurado por contatos feitos de uma liga prata/níquel e o corpo dos soquetes é confeccionado em plástico resistente, mesmo a altas temperaturas; possuem, ainda, furos nas extremidades, para montagem em qualquer superfície.



MULTÍMETRO DIGITAL (DATA PRECISION)

Modelo 175

Novo modelo compacto e leve de multímetro digital, com uma larga faixa de medições e operando com baterias recarregáveis de níquel-cádmio. Abrange as seguintes funções: tensão CC e CA, corrente CC e CA (com 5 escalas em cada) e resistência fora e dentro de circuitos (com 6 escalas); possui polaridade automática e o «overrange» (excesso de leitura nas escalas) é de 100%, em todas as escalas.

Como características adicionais, salientam-se a rejeição de modo comum praticamente infinita e 0,1% de precisão em todas as faixas.

Vem acompanhado de seu conjunto de baterias, carregador, pontas de prova, garras jacaré, fusíveis de reserva e manual de instruções, em uma bolsa portátil.



Volts CC

limite das escalas	«overrange»	resolução
±100,0 mV	±199,9	100 μV
±1,000 V	±1,999	1 mV
±10,00 V	±19,99	10 mV
±100,0 V	±199,9	100 mV
±1000 V	±1000	1 V

Impedância de entrada: 10 M Ω
Precisão: 0,1%

Volts CA

limite das escalas	«overrange»	resolução
100,0 mV	199,9	100 μV
1,000 V	1,999	1 mV
10,00 V	19,99	10 mV
100,0 V	199,9	100 mV
1000 V	500	1 V

Impedância de entrada: 10 M Ω em paralelo
com 75 pF, ou menos

Precisão: 30 Hz	— 1%
50 a 500 Hz	— 0,4%
5 kHz	— 1%
50 kHz	— 3%

Corrente CC

limite das escalas	«overrange»	resolução
±100,0 μA	±199,9 A	0,1 μA
±1,000 mA	±1,999 mA	1 μA
±10,00 mA	±19,99 mA	10 μA
±100,0 mA	±199,9 mA	100 μA
±1000 mA	±1999 mA	1 mA

Corrente máxima: 2 A

Precisão: 0,3%

Corrente CA

limite das escalas	«overrange»	resolução
100,0 μA	199,9 A	0,1 μA

1,000 mA	1,999 mA	1 μA
10,00 mA	19,99 mA	110 μA
100,0 mA	199,9 mA	100 μA
1000 mA	1999 mA	1 mA

Corrente máxima: 2 A

Precisão: 30 Hz	— 1,5%
50 Hz a 10 kHz	— 0,75%
50 kHz	— 3%

Resistência

limite das escalas	«overrange»	resolução
100,0 Ω	199,9	100 m Ω
1,000 k Ω	1,999	1 Ω
10,00 k Ω	19,99	10 Ω
100,0 k Ω	199,9	100 Ω
1000 k Ω	1999	1 k Ω
10,00 M Ω	19,99	10 k Ω

Precisão: de 0,1 a 0,2% em todas as escalas

Características funcionais

Razão de leitura: 2,5 leituras por segundo

Polaridade: autopolaridade

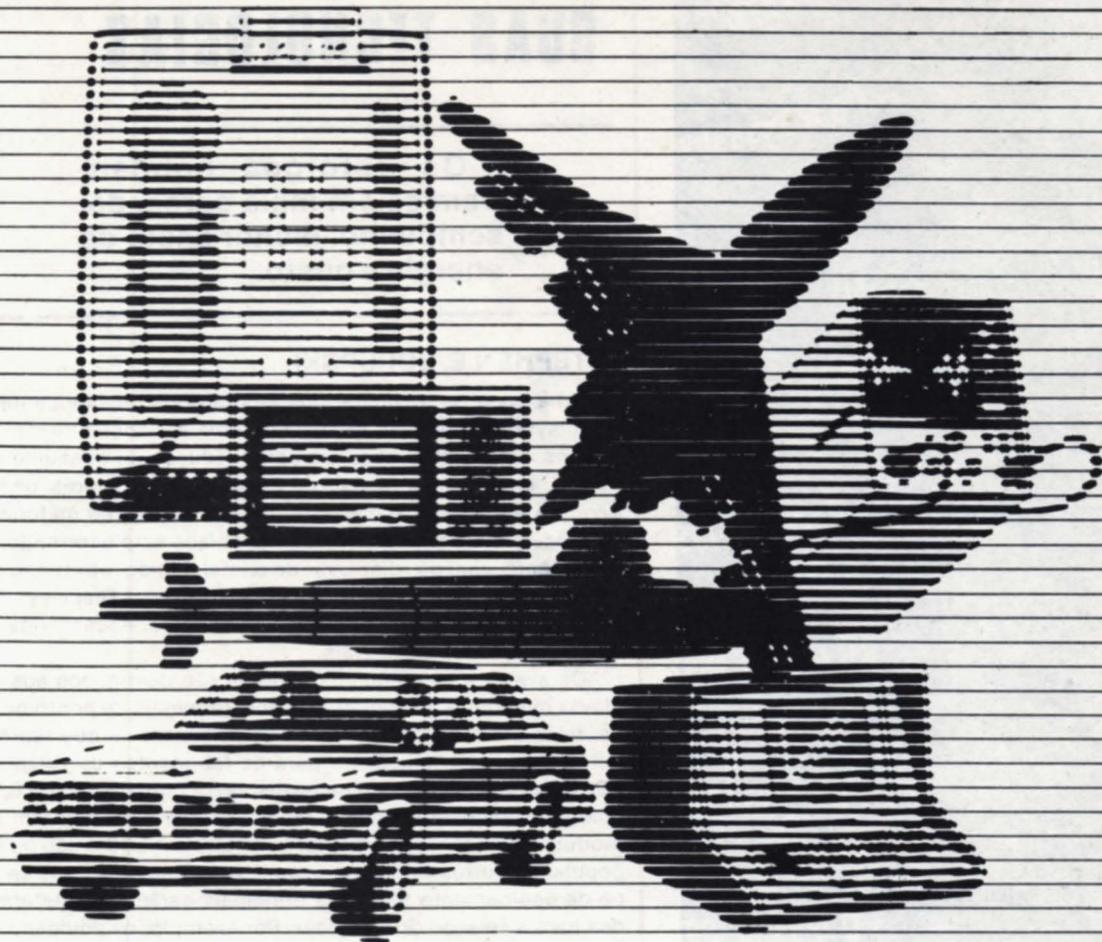
Indicação de excesso de leitura: apagamento de todos os dígitos, exceto o sinal e o ponto decimal.

Consumo: 0,6 watts, com bateria

Indicação de baixa tensão na bateria: o ponto decimal pisca 2,5 vezes por segundo, 10 minutos antes da hora de recarga.

Dimensões e peso

14 cm de largura, 4,5 cm de altura e 9 cm de profundidade; 625 gramas.



Quando lançamos o primeiro número de Nova Eletrônica, tínhamos consciência de estarmos dando um passo à frente, no sentido de atender a um público situado em nível técnico, até então inexplorado pelas publicações de nosso ramo. Obtivemos pleno sucesso, com frutos para ambas as partes — editor e leitor.

Hoje, apesar de lastreados por uma constante pesquisa junto aos leitores, a nos indicar maior preferência quantitativa em direção ao nível técnico do principiante — já atendido pela seção especial, aberta no número passado — daremos novo passo à frente, com a tentativa de cobrir mais uma lacuna nas publicações técnicas brasileiras. Existe um tipo de público, que não pode ser

ignorado, representado pelos engenheiros eletrônicos, que sentem a falta de publicações periódicas, com informações atualizadas, em nossa língua, e com linguagem técnica, mas sem a aridez e o peso de textos teóricos.

Este é o novo passo, portanto. Parte de nosso espaço, cuidadosamente delimitado para não deixarmos de atender ao leitor que já nos acompanha, será especialmente aberto ao engenheiro.

Estamos certos de atendê-los com os dois artigos que se seguem, extraídos, com os devidos direitos, da conceituada revista *Electronics International*. Outros artigos se seguirão, mantendo o mesmo nível e a mesma atualização.

ras portáteis e já podem ser encontrados em tamanhos maiores. Os «displays» incandescentes podem gerar qualquer cor, com a filtragem apropriada, assim como os tipos eletromecânicos, que precisam apenas de umas tintas de cores diferentes.

As cores dos LED's

O brilho vermelho de um «display» de LED's pode ser encontrado em quase todo tipo de instrumento digital. Comparados aos outros tipos de «display», estes dispositivos em estado sólido são seguros e rápidos e se adaptam a muitos dos circuitos de alimentação integrados, disponíveis comercialmente. Mas, o mais importante é que, sendo uma fonte ativa de luz, podem ser usados em ambientes escuros.

Eles têm seus problemas, contudo. Necessitam de uma corrente de manutenção significativa — 10 mA por segmento, aproximadamente — o que pode descarregar em pouco tempo a bateria de um equipamento portátil. Além disso, sofrem também de «ofuscamento», sob a luz direta do sol. Nos últimos anos, presenciemos o lançamento de diodos de alta eficiência, a introdução de cavidades refletoras de menor custo, no lugar da construção de segmentos por preenchimento com epóxi, e o crescente uso das «barras», que são grupos de dígitos montados em uma placa de circuito impresso, reduzindo o custo por dígito (fig. 1).

Devido ao fato do vermelho ser a cor envolvida nestes casos, é pouco provável que o problema do «ofuscamento» seja completamente resolvido. Maiores correntes de condução podem ajudar, assim como os filtros apropriados, mas os melhoramentos, no futuro, serão «os ganhos dos sistemas, a não ser que alguém cruze com alguma coisa maravilhosa», na opinião de Thomas Brandt, gerente-geral e vice-presidente da divisão de optoeletrônica da Fairchild Camera and Instrument Corp.

Existe uma certa preferência, agora em elevação, por outras cores que não o vermelho, com «displays» amarelos e laranja encontrados sob o nome de vários fabricantes. Tais diodos custam, em geral, quase 30% a mais e necessitam de 50% mais corrente para poderem funcionar, em relação aos diodos vermelhos. Os diodos verdes ainda esperam para causar impacto, embora as aplicações automotivas sejam uma esperança.

Maiores eficiências

Os diodos de maior eficiência, confeccionados com substratos de fosfeto de Gálio, ao invés de arsenieto-fosfeto de Gálio, estão reduzindo as correntes de condução em 50%. O fosfeto de Gálio é um material transparente, portanto a luz, transmitida para baixo, a partir da junção, pode ser refletida para cima, dobrando o brilho percebido pelo observador. O arsenieto de Gálio é um substrato opaco, que absorve essa luz.

O truque na produção de «displays» de LED's, segmentados, para produzir dígitos, está em converter a fonte de luz de um LED, que é um ponto de luz, em um segmento longo, sem que o ponto seja notado pelo observador. Existem dois métodos: usar um material de «espalhamento» tal como um tubo de epóxi, acima do diodo, para suavizar sua luz e trazê-la à superfície, ou empregar uma cavidade de ar e revestir suas paredes com material refletor.

O tubo de luz é o mais antigo dos dois recursos, mas é quase 25% mais caro, em relação ao outro. Mas ele realmente proporciona um ângulo de visão mais amplo porque apresenta uma superfície de emissão uniforme. E, também, alguns «displays» que utilizam refletor de ar não são selados tão bem como os dispositivos com tubo de luz, e qualquer partícula de pó ou outra contaminação depositada sobre a superfície de reflexão vai reduzir a luz emitida. Mais ainda, o último estágio, em muitas operações de montagem, consiste em mergulhar a placa completa em uma solução de limpeza, a qual pode contaminar as

paredes. No entanto, alguns fabricantes argumentam que o brilho é aumentado pelo processo de reflexão pelo ar.

As «barras», que estão se tornando cada vez mais populares, utilizam a técnica de reflexão no ar para seus grupos de dígitos pré-montados, e podem reduzir o custo por dígito em 20%. Outras economias resultam do manuseio reduzido durante a montagem de instrumentos e de inventários menores. Os produtores de LED's tomaram a tarefa de fazer combinar as cores dos dígitos, nas «barras», para que os usuários não tenham que manter diferentes estoques, com cores compatíveis.

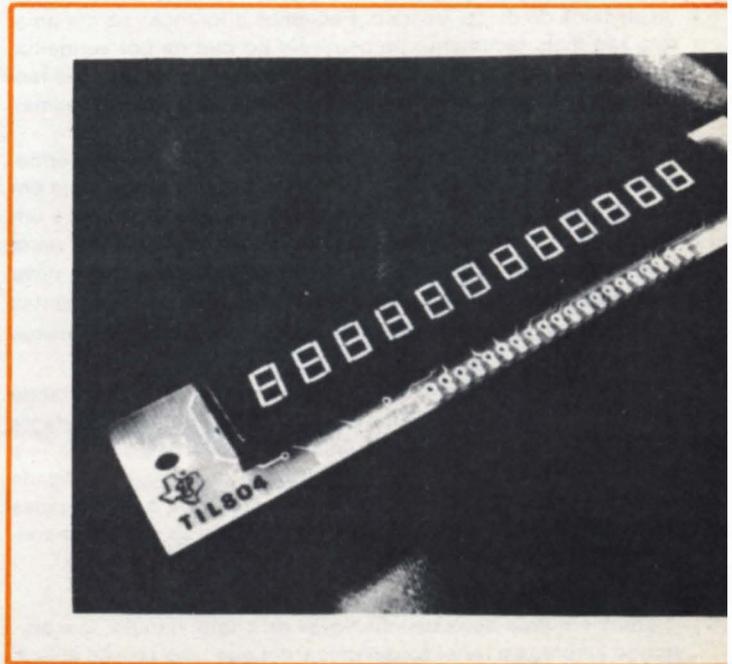
A única desvantagem, naturalmente, é o fato de que se um dos dígitos for inutilizado, toda a «barra» deve ser substituída. Mas os fabricantes especificam que a economia no preço básico, montagem e inventários é bastante vantajosa, se comparada ao custo de defeitos pouco frequentes.

A montagem dos diodos

Um problema de fabricação que surge, no caso das «barras», é a manutenção das tolerâncias de montagem para diodos individuais. Para serem efetivos realmente, os diodos devem ser colocados bem no interior da entrada da cavidade do refletor. Com diodos medindo 15 mils quadrados, aproximadamente (mil = milésimo de polegada), significa que a tolerância de montagem deve ser da ordem de 2 mils, normalmente. A flexão da placa de circuito impresso, expansão térmica e outros efeitos mecânicos podem mover os diodos. Quando a unidade refletora for fixada, ela pode encontrar um diodo fora de centro e com parte de seu corpo sob uma das orlas das paredes do refletor. A montagem poderia, então, prejudicar o diodo.

Há um fator facilmente subestimado, que é a especificação do filtro adequado para uma melhor legibilidade e aparência dos LED's. «Muitos produtores estão reduzindo a eficiência de seus produtos em 30 a 50%, devido ao uso do filtro inadequado», diz Mike Bender, gerente de marketing em optoeletrônica na Texas Instruments Inc., em Dallas. Houve casos, de acordo com ele, em que um filtro determinado foi usado por dois anos em um

Fig. 1 — A «barra» de LED's — Os custos dos «displays» com diodos emissores de luz caem com o encapsulamento de vários dígitos numa placa de circuito impresso, montando-se os diodos diretamente na placa. Este «display» da Texas Instruments Inc contém 12 dígitos de LED's a sete segmentos, cada um com 0,27" de altura.



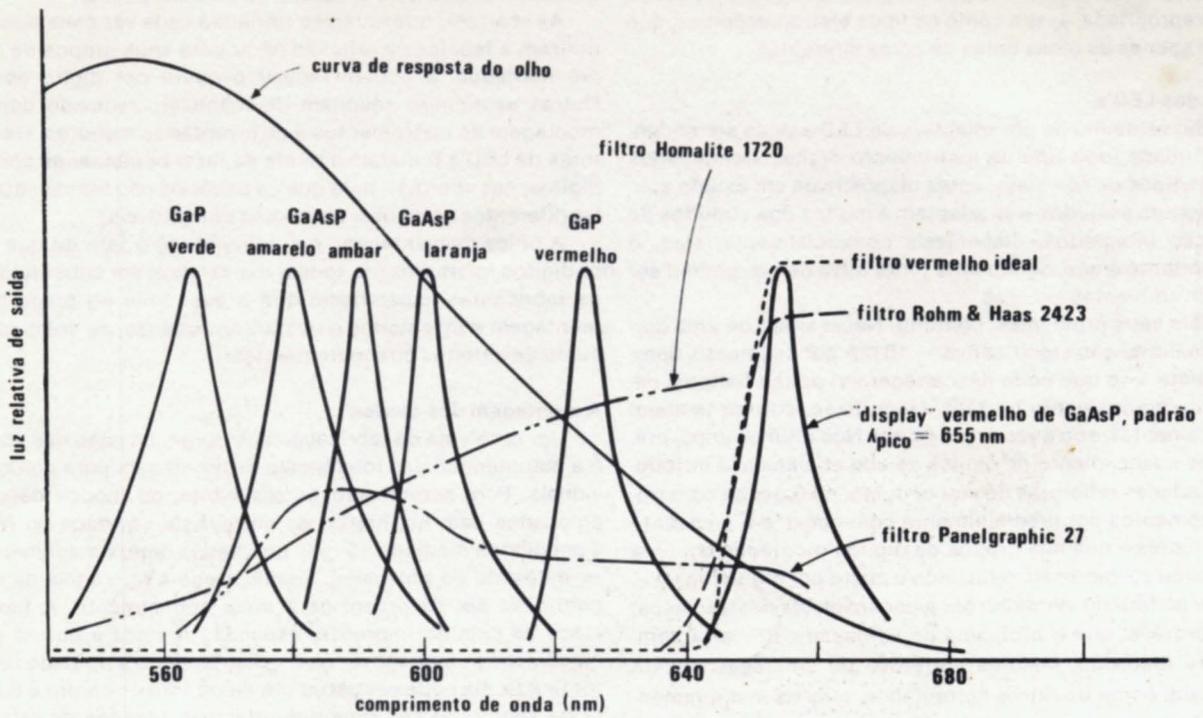


Fig. 2 — Seleção dos filtros — Os «displays» de LED's necessitam do filtro apropriado, para lhes assegurar o máximo brilho. Este gráfico, desenvolvido pela Texas Instruments, mostra os comprimentos de onda de pico, gerados por vários diodos e as características de filtros comerciais que podem ser usados, para cada tipo de diodo.

produto, e o projetista aparentemente não percebeu que os diodos mudaram durante esse período de tempo.

Os comprimentos de onda dos LED's

Os diodos de hoje têm, na verdade, tolerâncias muito melhores no que se refere a comprimento de onda. A causa dessas mudanças é o esforço do fabricante para melhorar a uniformidade de saída do diodo amarelo. Pequenas diferenças na cor amarela são mais facilmente perceptíveis do que na cor vermelha. Os fabricantes, portanto, foram obrigados a aprimorar suas tecnologias. Assim que esta tarefa foi levada a termo, as mesmas técnicas foram aplicadas aos diodos vermelhos.

Dois anos atrás, o comprimento de onda dos diodos vermelhos estaria numa faixa entre 50 e 75 angstroms, mas, hoje em dia, ele se localiza, normalmente, entre 25 e 30 angstroms, e um filtro que era o ideal, capturando um dos extremos da velha faixa, pode não possuir suficiente transmissão para a nova situação. Como consequência, uma quantidade de fabricantes de «displays» está especificando o filtro particular a ser usado em cada caso (fig. 2).

Os LCD's, é evidente, são «displays» passivos, necessitando uma fonte externa de luz. Eles empregam uma potência bastante reduzida — da ordem de microampères para cada segmento — e podem ter suas dimensões aumentadas com mais facilidade que os demais, embora tamanhos maiores que 0,6 polegadas não sejam ainda um fator significativo. Devido ao seu baixo consumo, começam a ser utilizados em instrumentos portáteis.

Os dois tipos de LCD

Existem dois tipos de «displays» de cristal líquido. O mais antigo emprega a reflexão dinâmica, em que uma tensão aplica-

da causa uma turbulência no material do cristal líquido, tornando-o refletivo. O outro é o tipo de efeito de campo ou nemático torcido (twisted nematic), onde uma tensão aplicada muda a maneira de como o material gira a polarização da luz. Neste caso, com polarizadores nas partes frontal e traseira, a luz pode ser absorvida e os dígitos tomarão forma no painel do «display».

O método de efeito de campo é o mais utilizado atualmente, desde que é mais rápido e requer menor tensão de alimentação, consumindo menos. Ele precisa, porém, de um polarizador, o que representa um problema considerável de funcionamento seguro, pois o material empregado em sua confecção é suscetível à degradação, sob uma condição de umidade elevada.

Todos os polarizadores para LED's de efeito de campo usam uma suspensão de iodo em uma fina folha, com espessura inferior a 1 mil, que é laminada em um filme suporte de celulose-acetato-butarato, de 5 mil de espessura. Este «sanduiche» é laminado no topo do LCD.

A absorção de umidade é a causa de defeitos nos polarizadores. Para os relógios de pulso, onde a umidade relativa situa-se entre 50 e 60%, o polarizador de iodo é apropriado. Para o uso industrial, uma camada adicional de proteção, laminada, foi idealizada para resguardar da umidade o polarizador de iodo, e está sendo usada em vários dispositivos.

Entretanto, a firma Polaroid Corp, de Cambridge, Mass., introduziu novamente um material chamado polarizador K, que substitui o iodo com uma estrutura mais complexa, para remover pequenas moléculas que podem se difundir sob condições de umidade. Segundo a Polaroid, vários produtores testaram este material e demonstraram interesse.

«É um bom polarizador, mas muito difícil de se produzir», conforme um dos pesquisadores da Polaroid. É mais caro, pois

envolve uma conversão química do polímero (o material esteve em produção até 3 anos atrás, quando uma falta de procura levou a companhia a deixá-lo de lado).

Os polarizadores restringem o ângulo de visão dos LCD's de efeito de campo em 45° de cada lado da vertical. Tal ângulo, porém, pode ser aumentado pelo uso de um vidro suporte menos espesso, de acordo com Jim Yamasaki, gerente de marketing de produtos da Beckman Instruments, em Fullerton, Califórnia. Quanto mais fino o vidro, melhor será a superposição de sombra e imagem. Para obter este vidro suporte de 0,010 a 0,012 polegadas de espessura, a firma Beckman emprega técnicas desenvolvidas na produção de potenciômetros, afirma Yamasaki.

O trabalho dedicado aos melhoramentos

Quase todos os produtores de ambos os tipos de LCD's estão tentando melhorar a velocidade de comutação e aumentar a faixa de temperaturas onde os dispositivos possam funcionar. A velocidade e a temperatura estão intimamente relacionadas — o cristal líquido diminui sua velocidade de comutação, à medida que a temperatura aumenta (fig. 3).

Há, ainda, uma faixa limitada de temperatura, ao longo da qual os materiais se comportam como cristais líquidos. Grande parte dos materiais de efeito de campo funciona desde um ponto de fusão, a -10°C , até um ponto de aclaramento, a 65°C . Só mais recentemente, alguns fabricantes anunciaram materiais que vão operar além do ponto de congelamento dos sólidos.

Já existe, contudo, uma nova família de cristais líquidos que poderá melhorar a resposta com a temperatura. Os laboratórios EM, de Elmsford, em Nova York, um associado de E. Merck, de Darmstadt, na Alemanha Ocidental, está finalizando o preparo do material, chamado fenilciclohexano (PCH). A firma diz que o PCH será ao menos duas vezes mais rápido que os materiais convencionais, a baixas temperaturas; a 0°C , um «display» típico tem um atraso e uma subida, no momento em que é ligado, de

380 ms, e um tempo de apagamento, ao ser desligado, de 270 ms. O material possui também uma maior resistência à oxidação e estabilidade de ultravioleta, assim como um ângulo de visão mais amplo, de acordo com a firma produtora. O ponto de fusão é de -6°C , o que não é tão baixo quanto o de outros materiais, mas a vantagem da velocidade a baixa temperatura é importante. O ponto de aclaramento localiza-se nos 70°C , um pouco mais acima dos outros.

Os materiais de reflexão dinâmicos foram desenvolvidos para trabalhar ao longo de faixas bem mais extensas, apesar de serem muito lentos a baixas temperaturas. A divisão de Tecnologia Aplicada da Itek Corp., de Sunnyvale, Califórnia, por exemplo, tem um material de reflexão dinâmica que exhibe propriedades dos cristais líquidos desde -55°C até 80°C . No limite inferior desta faixa, seu tempo de subida é da ordem de centenas de segundos, mas ele realmente opera como um cristal líquido, naquele ponto.

Embora muito trabalho esteja em curso para melhorar o desempenho dos LCD's perto de 0°C , um método mais simples talvez seja aquecer o «display». Ao menos dois dos fabricantes de aquecedores elétricos tipo filme estão colaborando com os produtores de LCD's, para desenvolver aquecedores que serão fixados no reverso dos «displays». Um problema a ser resolvido é a frequência com que o calor é transmitido ao «display» (o vidro é suscetível a choques térmicos, que podem destruir o selo). Outros problemas são as ligações elétricas para o circuito de controle de temperatura e o ajuste do consumo mais adequado do aquecedor, se o mesmo for utilizado, digamos, em um instrumento portátil.

Aquecedores para os LCD's

As companhias Photofabrication Technology Inc., de Londonderry, N.H., e Minco Products Inc., de Minneapolis, Minn.,

Fig. 3 — A temperatura e os LCD's — Os «displays» de cristal líquido possuem tempos de resposta que variam de acordo com a temperatura. Os dados sobre o material de reflexão dinâmica provêm da divisão de Tecnologia Aplicada da Itek Corp., enquanto as curvas para os materiais de efeito de campo foram fornecidas pela Liquid Xtal Displays.

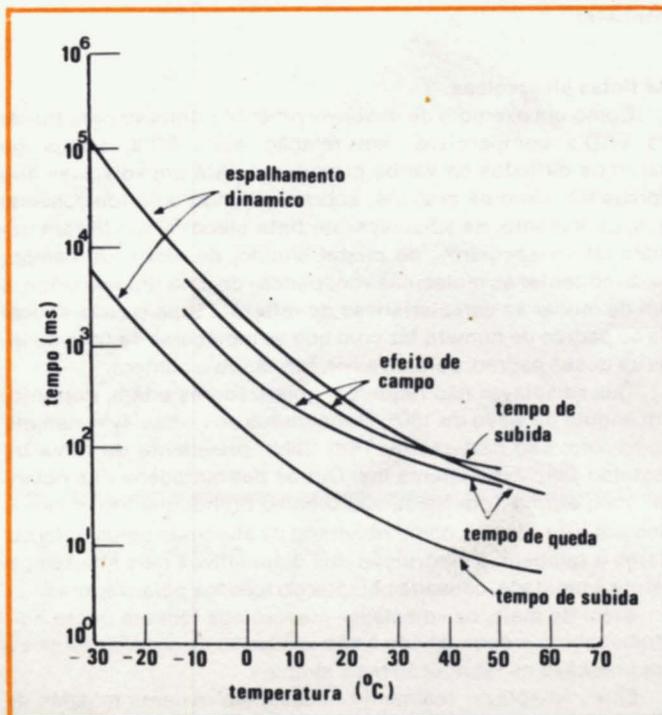
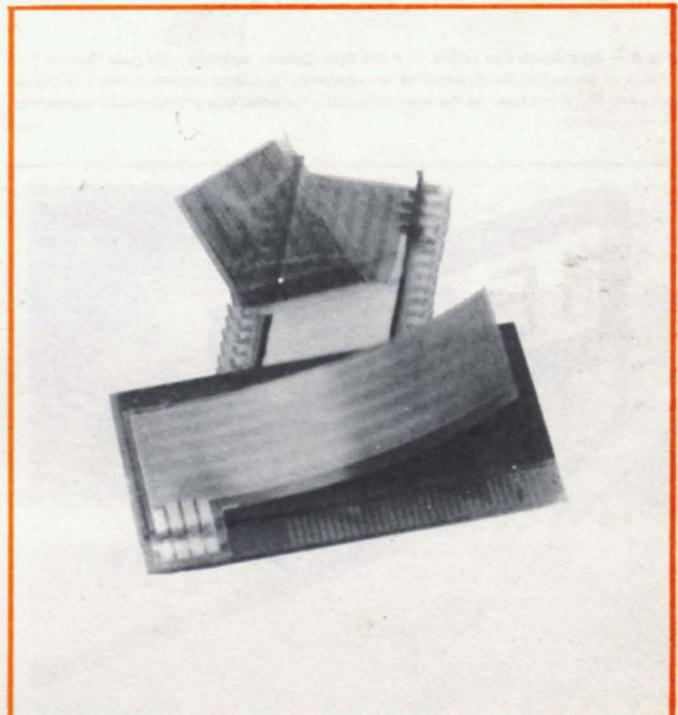


Fig. 4 — Aquecedores para os LCD's — Os aquecedores tipo filme estão sendo desenvolvidos para serem aplicados na face posterior dos «displays» de cristal líquido, a fim de elevar sua temperatura até o ponto onde a velocidade de comutação é aumentada. Estes são aquecedores típicos pela firma Process Technology Inc.



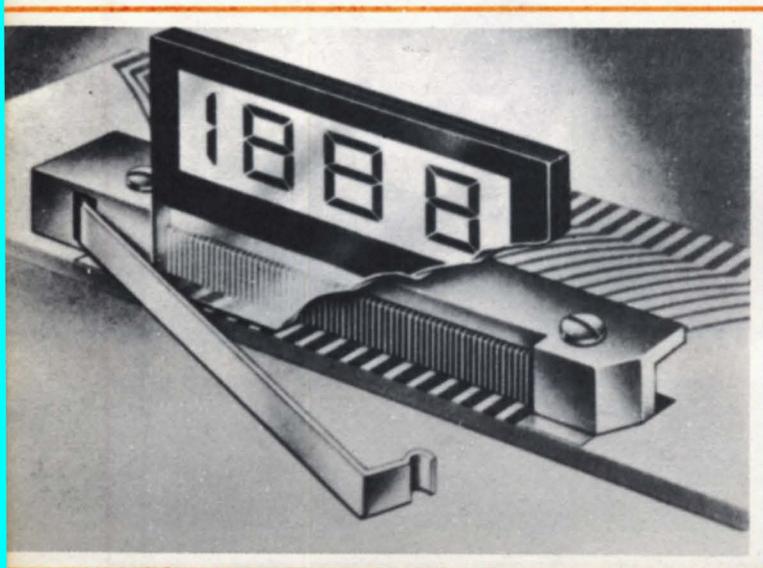
dizem que são capazes de converter seus aquecedores padrão tipo Kapton, desenvolvidos para manter encapsulamentos de circuitos integrados a temperaturas constantes, em um formato que funcionará com os cristais líquidos. O gerente-geral, Russ Howe, afirma que o aquecedor da Photofabrication é feito através da gravação de dois padrões resistivos em uma folha de liga de níquel que é colada a uma base fina de Kapton (fig. 4). Um dos padrões é o aquecedor; o outro serve como um detector resistivo de temperatura. A liga de níquel possui um coeficiente positivo de temperatura de $0,5\%/^{\circ}\text{C}$ e pode, portanto, ser usada para detectar temperatura.

Um simples amplificador operacional CA3049, da RCA, pode detectar a variação de temperatura do circuito detector e, então, alimentar o aquecedor. Howe afirma ainda que testes provaram que os aquecedores permitem leituras em um multimetro digital portátil, 15 segundos após um esfriamento a -40°C . Sem o aquecedor, seria necessário um intervalo de meia hora, até que o «display» pudesse se aquecer o suficiente para fornecer leituras.

Praticamente todos os produtores de LCD estão concentrando esforços para desenvolver cristais líquidos que possam ser multiplexados. As razões são simples: se cada dígito tem sete segmentos, então um conjunto de 5 dígitos com 5 vírgulas vai necessitar 40 fios de conexão, sem o uso de multiplexação, o que resulta em um encapsulamento caro. Se os segmentos correspondentes de cada dígito forem interligados internamente e ativados apenas por um momento, o total de terminais será de apenas oito, mais as linhas de habilitação para cada dígito.

Ainda mais importante, é que «a multiplexação poupa diversos pinos no circuito «driver», onde o número de pinos influi diretamente no custo de um circuito encapsulado», diz Jerry Gross, o gerente de vendas de LCD's na firma Hamlin Inc. Ele afirma ainda que é mais barato para o usuário ligar os dígitos em paralelo externamente, ao invés de tentar economizar pinos no «display». «Podemos chegar aos limites de tamanho e espaçamento dos dígitos e segmentos se precisarmos fazer as ligações para multiplexação no interior do «display», para poupar pinos». Um dos problemas em multiplexação de LCD's é que os circuitos devem manipular sinais CA. Caso uma quantidade significativa de corrente contínua esteja presente no sinal, o «display» vai reagir eletroquimicamente e será inutilizado em pouco tem-

Fig. 5 — Montagem dos LCD's — A tira tipo «Zebra», aperfeiçoada pela Tecknit Inc., efetua as conexões do conector de um «display» de cristal líquido. A tira é fabricada em camadas alternadas de material condutor e isolante, que providencia o alinhamento do conector.



po. O sinal que chega ao «display» deve ser tão simétrico quanto possível, contendo a menor quantidade possível de tensão contínua (a Weston Instruments, por exemplo, permite apenas 25 mV de sinal CC no sinal total do «display» usado em seu multimetro portátil modelo 1900).

Um problema mais básico de multiplexação está na curva de tensão de limiar do material de cristal líquido. Ela não possui uma curva definida mas, ao contrário, fornece uma transição suave da condição de não-transmissão para transmissão plena. Fica difícil, então, evitar que os dígitos que deveriam estar «apagados» permaneçam parcialmente ativados.

Além do mais, a velocidade de comutação do material precisa ser aumentada, pois os dígitos são ativados e desativados a uma frequência maior, em multiplexação. Os tempos de subida de 100 ms, atuais, devem ser melhorados para quase 30 ms, de acordo com muitos dos fabricantes de «displays».

Gross afirma que a Hamlin resolveu os problemas de limitar e velocidade em um certo material LCD. De acordo com ele, a companhia desenvolveu um fluido que pode multiplexar 4 dígitos, ao longo de uma faixa de temperaturas de 0 a 40°C (o mesmo fluido pode ser usado para quatro dígitos com entradas individuais, para uma faixa maior de temperatura: de -10 a 60°C). A firma não recebeu encomendas de vulto para seus «displays» multiplexados, embora tenha distribuído uma quantidade razoável de protótipos.

Existem muitos fabricantes de «displays» de cristal líquido, grandes e pequenos, e não há muita padronização entre seus produtos. Em encapsulamento, por exemplo, a tira chamada «Zebra» (fig. 5), está sendo amplamente utilizada em relógios do tipo LCD; esta tira é produzida pela Tecknit Inc., e está recebendo adesões para uso em aparelhos LCD, maiores. Porém, os encapsulamentos tipo «dual-in-line» também são muito comuns. Numa tentativa de estabelecer alguma ordem, o Conselho de Dispositivos Eletrônicos (Joint Electronics Device Council) formou uma comissão, sob a direção de John Dunn, da firma Applied Materials Inc. A comissão instituiu cinco subcomissões, para análise dos métodos de teste, termos e definições, tamanhos e configurações, polarizadores, adesivos, transflectores e refletores e métodos de testes ambientais e de funcionamento confiável.

As tintas pleocróicas

Como um exemplo de desenvolvimento intensivo para tornar os LCD's competitivos, em relação aos LED's, temos os esforços dirigidos de vários produtores para um «display» que apresente números brancos, sobre um fundo colorido. Chamados, geralmente, de «displays» de tinta pleocróica, utilizam um material «hospedeiro», de cristal líquido, de efeito de campo, para reorientar as moléculas «hóspedes» de uma tinta colorida, a fim de mudar as características de reflexão. Uma tensão aplicada ao padrão de número faz com que as moléculas de tinta no interior desse padrão, percam a cor, formando o número.

Tais «displays» não requerem polarizadores e têm, portanto, um ângulo de visão de 180° , comparados aos «displays» nemático-torcido; são palavras de Tom Saldi, presidente da firma Integrated Displays Systems Inc. Outras desvantagens dos polarizadores, afirma Tom Saldi, são o baixo brilho, quando observados por luz refletiva, como resultado da absorção pelos polarizadores e também, a destruição dos dispositivos pela alta temperatura e umidade, causada pelas descolorações dos polarizadores.

Além do mais, os «displays» pleocróicos têm um custo potencialmente menor, devido à não-utilização de polarizadores e a um processo de fabricação mais simples.

Estes «displays» realmente necessitam maiores tensões de alimentação — 8 volts, em relação aos 3 V dos dispositivos de

TUDO, DE A a Z

Da mesma maneira que os «displays» numéricos estão em franco desenvolvimento, devido ao crescimento da integração em larga escala, na área digital; também os «displays» alfanuméricos, largamente utilizados. Estes vão mostrar as informações de controle geradas por microprocessadores, assim como resultados numéricos.

A maioria das tecnologias de «displays» podem ser adaptadas aos alfa-numéricos, por matrizes de pontos no formato 5 por 7, ou pelo método da segmentação. O «display» de matriz de pontos, por descarga de gás, batizado de «Self-Scan» pela Burroughs Corp., por exemplo, está sendo utilizado em muitos terminais de computador. Os fabricantes de LED's oferecem há tempo as matrizes de pontos, e os alfanuméricos com LED's estão sendo providenciados. Os «displays» de cristal líquido estão disponíveis em ambas as formas, matriz de pontos ou segmentos múltiplos. Até mesmo os «displays» fluorescentes serão encontrados dentro em breve, produzidos pela NEC America Inc., num formato de matriz de pontos. E os «displays» alfanuméricos eletroluminescentes estão em fase de desenvolvimento.

No que se refere a LED's, a Hewlett-Packard apresentou, recentemente, um «display» tipo matriz de pontos, de 4 caracteres, chamado HSDP2000 e com caracteres de 0,15" de altura. A eletrônica interna alimenta a série de LED's, realiza a decodificação, reduzindo o número de pinos do encapsulamento e também o circuito externo. Os antigos conjuntos de LED's requeriam ambas as conexões, «X» e «Y», com um número substancial de pinos, afirma Michael Shannon, engenheiro de marketing de produtos, em optoeletrônica.

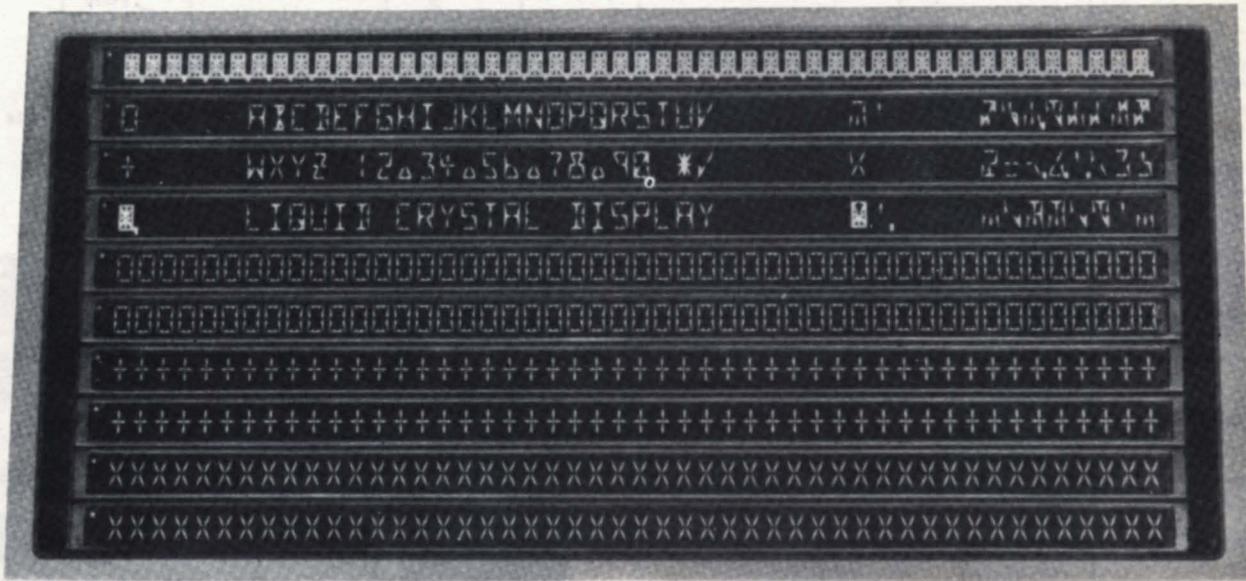
Um outro tipo de «displays» alfanuméricos utilizando LED's é representado pela série DL1416, da Litronix Inc. Ainda em desenvolvimento, estes dispositivos serão alfanuméricos de 16 segmentos cujos caracteres terão 0,16" de altura. Haverá um total

de 4 caracteres por encapsulamento, o qual incluirá também uma memória semicondutora de óxido metálico complementar (complementary-metal-oxide-semiconductor memory) e um decodificador («driver»).

A divisão de Tecnologia Aplicada da Itek Corp. entregou recentemente à firma Computing Devices Co., de Ottawa, no Canadá, um painel de cristal líquido contendo 480 caracteres, para ser empregado em um sistema de controle de artilharia de campo computadorizada. O «display» (representado na foto) usa um material de cristal líquido tipo reflexão dinâmica, para formar caracteres de 14 segmentos e 0,3" de altura. Os caracteres são encapsulados à base de 4 por polegada. Cada segmento é endereçado independentemente, através de pinos de conexão, que se estendem da parte traseira do painel. Um registrador de deslocamento (shift register) estático, tipo série a paralelo, usando tecnologia CMOS, controla o painel e manipula dados a uma frequência de até 5 MHz.

A companhia Phosphor Products Ltd., de Dorset, na Inglaterra, está confeccionando protótipos de «displays» eletroluminescentes, com 256 caracteres e 64 caracteres, que serão postos à prova pelos correios britânicos. Esta mesma firma já fabricou um «display» de 200 por 300 linhas (1250 caracteres) para o Ministério da Defesa de seu país e está agora trabalhando em conjunto com as indústrias Smiths, para produzir «displays» para painéis de automóveis.

Os «displays» eletroluminescentes da Phosphor Products, que trabalham em corrente contínua, são baseados em fósforos em pó de sulfeto de zinco, dopados com cobre policristalino e manganês. A cor básica é a laranja, mas as cores verde e azul estão sendo trabalhadas. Os «displays» protótipo operam até -12°C , e os modelos de laboratório já desceram até -40°C , e subiram até 70°C . A comutação normal alcança um tempo de 2 microssegundos por ponto ou, um ritmo de renovação de quase 2,5 ms, para o «display» de 256 caracteres.



efeito de campo — mas são rápidos.

A companhia de Tom Saldi está obtendo tempos típicos de comutação da ordem de 120 ms para subida (até o acendimento

dos dígitos) e 150 ms para a descida (até o apagamento dos dígitos), que são tempos normais de outros LCD's. As três combinações de cor mais comuns, produzidas pela companhia são o

branco sobre púrpura (vinho), branco sobre preto e branco sobre azul.

Uma outra firma, a Optel Corp., está concentrando suas pesquisas para aumentar a vida útil de seus «displays» pleocrômicos, já que as tintas tendem a falhar, após uma longa exposição à luz. E a firma Beckman Instruments também produziu unidades coloridas empregando tintas pleocrômicas mas, segundo Yamasaky, «o tempo de vida útil ainda não está satisfatório e não podemos obter dígitos perfeitamente brancos».

Os dispositivos FLAD

Um desenvolvimento recente e digno de nota surgiu de um laboratório da Alemanha Ocidental: é o FLAD (fluorescent-activated display), o «display» fluorescente. Inventado no Instituto para Física de Estado Sólido Aplicada, em Friburgo, possui o mesmo baixo consumo exibido pelos LCD's, mas com uma intensidade luminosa bem superior à de um «display» de LED's, especialmente para ambientes com alto nível de iluminação. E, além disso, o dispositivo pode produzir dígitos de qualquer cor do espectro, entre o verde e o vermelho.

Basicamente, o novo «display» é um LCD. Consiste de um fino painel de plexiglass, dopado com moléculas orgânicas fluorescentes (fig. 6). Em frente ao painel, existe uma célula de cristal líquido. A luz ambiente, ao adentrar o plexiglass, excita as moléculas e a luz fluorescente resultante é emitida pelos segmentos de que consistem os números e caracteres do «display». Os segmentos transmitem a luz fluorescente quando uma tensão está aplicada.

O FLAD está agora em fase de protótipo na Siemens, AG, e nos EUA, a Optel Corp. já está trabalhando sobre ele. A produ-

ção na firma de Munique vai iniciar no quarto trimestre, primeiramente para os relógios tipo despertador, operados por bateria.

Os «displays» de descarga de gás tomaram nova vida, desde os dias populares das válvulas Nixie (que ainda estão sendo produzidos pela National Electronics, em Geneva, Ill.). Existem, pelo menos, três maiores fabricantes: a Burroughs Corp., divisão de componentes eletrônicos; a Beckman Instruments Inc., divisão de operações de «displays» de informação; e a Pantek Corp.

O maior problema, ao utilizar estes dispositivos é, sem dúvida, a alta tensão necessária para iniciar a descarga e fazer com que os segmentos brilhem com sua característica luz laranja. «A questão da tensão de alimentação é o atributo menos compreendido nos «displays» a gás», diz Bob Kuntz, gerente de marketing na divisão de «displays» de informação da Beckman Instruments. Apesar de serem precisos 170 V para ativar as válvulas, existem métodos de se polarizá-las, de modo a reduzir bastante a tensão. Dependendo da aplicação, 28 a 30 V são ideais, e um dos modelos pode operar com 12 a 14 V, afirma Bob.

O brilho do gás

Mesmo com o problema da alta tensão, muitos usuários preferem os «displays» de gás, devido à sua aparência. Nos dispositivos da Beckman, por exemplo, os catodos elevados permitem que o brilho envolva os segmentos, fornecendo um caracter mais uniforme e auxiliando a preencher os espaços entre segmentos. Horst Seperant, gerente de marketing na firma Analogic Inc., fabricante de instrumentos de painel, digitais, calcula que quase a metade de sua produção utiliza «displays» de gás, principalmente devido à preferência dos clientes.

OS TIPOS DE «DISPLAYS»		
Tipo	Requerimentos típicos de alimentação	Comentários
diodos emissores de luz	5 V, 10 mA CC	<ul style="list-style-type: none"> • cores: vermelha, laranja e verde • caracteres até 0,6" de altura
Cristal líquido de efeito de campo	10 Vpp, 1 uA	<ul style="list-style-type: none"> • comutação reduz velocidade a baixas temperaturas (150 mS a 25°C, normalmente) • requer iluminação • ângulo de visão limitado • vida útil do polarizador afetada pela umidade • caracteres até 2" de altura
Descarga de gás	180 V, 2 mA por segmento	<ul style="list-style-type: none"> • faixa de temperatura limitada (de 0 a 65°C) • cor laranja amplamente aceita • caracteres até 0,8" de altura
Fluorescente a vácuo,	18 V, 1,3 mA por dígito (necessárias também alimentações de filamento e grade)	<ul style="list-style-type: none"> • brilho azul esverdeado agradável • outras cores possíveis com filtros • caracteres até 1" de altura
Incandescente	4,5 V, 24 mA por segmento	<ul style="list-style-type: none"> • qualquer cor com filtro • excelente luminosidade • caracteres até 1" de altura
Eletromecânico	28 V, 400 mA por segmento	<ul style="list-style-type: none"> • memória inerente; sem consumo contínuo • «display reflexivo, requer iluminação ambiente • caracteres até 1" de altura

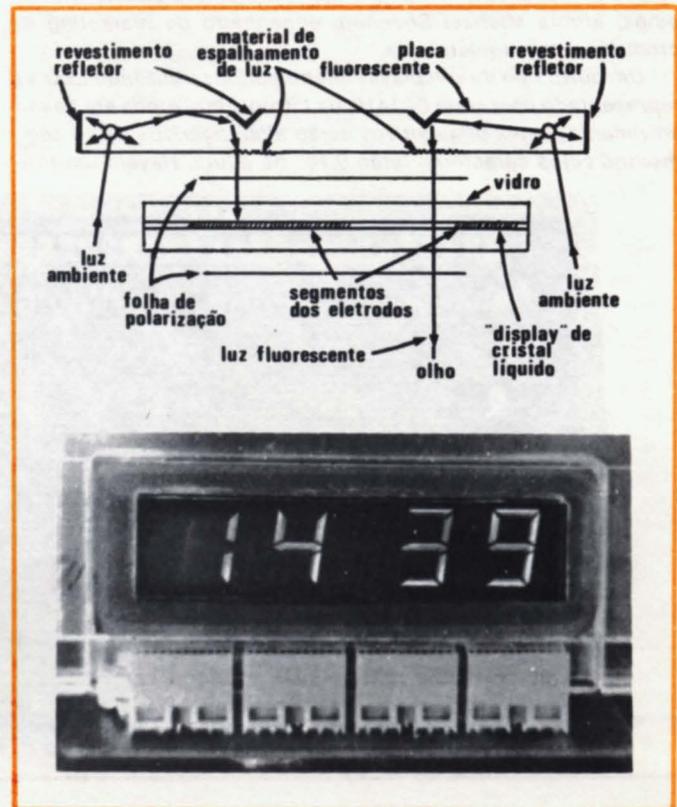


Fig. 6 — FLAD — Os «displays» fluorescentes, em desenvolvimento na Siemens AG, e também na Optel Corp., utilizam um material de cristal líquido para controlar a luz que atinge um material fluorescente, o que fornece um «display» de alta luminosidade.

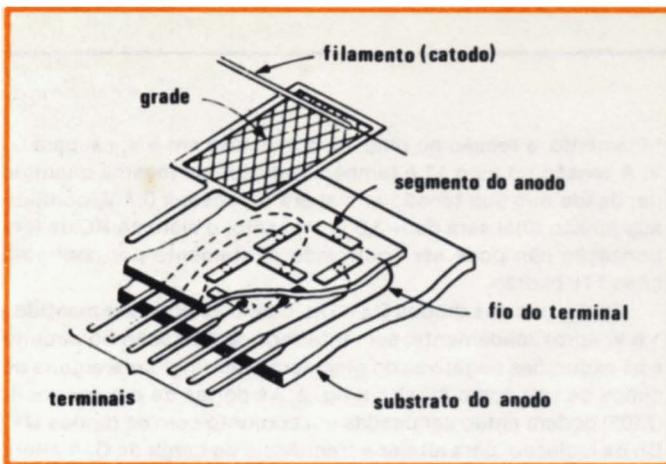


Fig. 7 — Os «displays» fluorescentes a vácuo — O dígito básico da técnica fluorescente a vácuo, possui um catodo, como fonte de elétrons, uma grade de controle e segmentos do anodo, revestidos com um composto fluorescente. Os elétrons, ao se chocarem com os segmentos polarizados do anodo, produzem um brilho azul esverdeado.

Não havia, anteriormente, circuitos integrados adequados que servissem de «drivers» para estes «displays», mas agora a Dionics Inc., está produzindo um tipo de «driver» integrado. Alguns usuários, contudo, ainda preferem «drivers» com transistores discretos de alta tensão, porque precisam ser convencionados da confiabilidade dos circuitos integrados a tensões tão altas.

Os «displays» fluorescentes a vácuo, feitos no Japão, com sua luz familiar verde azulada, vista em muitas calculadoras, tiveram sua produção aumentada recentemente, nos Estados Unidos, pelas duas maiores fontes: a NEC America Inc. e a Futaba Industries of America. Os dígitos maiores vão tornar os «displays» mais atrativos para aplicações automotivas, instrumentos e pontos de venda.

A construção dos «displays» fluorescentes

Os dispositivos são basicamente iguais a uma válvula triodo a vácuo encapsulada em vidro — com catodo, grade e anodo — onde o anodo é segmentado e revestido com um material fluorescente de óxido de zinco para formar o «display» (fig. 7). O aquecimento do filamento produz elétrons que se chocam com os segmentos de anodo, polarizados positivamente, dando origem à emissão de luz.

Deve-se aplicar, também, uma tensão positiva na grade do dígito escolhido (o que permite a multiplexação dos dígitos, pois uma tensão negativa pode «apagar» o dígito, mesmo se os segmentos do anodo estiverem energizados). Assim, como as válvulas a gás, estes dispositivos pedem mais de uma tensão. Mas, no caso dos «displays» fluorescentes a vácuo, as correntes e tensões envolvidas são muito menores. Um carácter de 0,6" requer uma tensão no catodo de 3 V, a 75 mA; na grade, 18 V a 8,5 mA; e no anodo, 18 V a 15 mA (recentemente, a firma Dionics introduziu uma série de circuitos integrados isolados por dielétricos para alimentar os «displays» fluorescentes, a vácuo).

Como em outros dispositivos, os fabricantes estão tentando tornar estes mais eficientes — com um fósforo melhor — a fim de reduzir as necessidades de alimentação e alongar sua vida útil.

A construção de «displays» incandescentes, como o Numitron da RCA, desenvolveu-se consideravelmente. Como tais «displays» usam um bulbo de vidro com filamentos em seu interior, para formar os segmentos dos números, não se destinam a condições ambientais mais severas. Mas, de acordo com a RCA, seus laboratórios têm dirigido pesquisas a uma cúpula

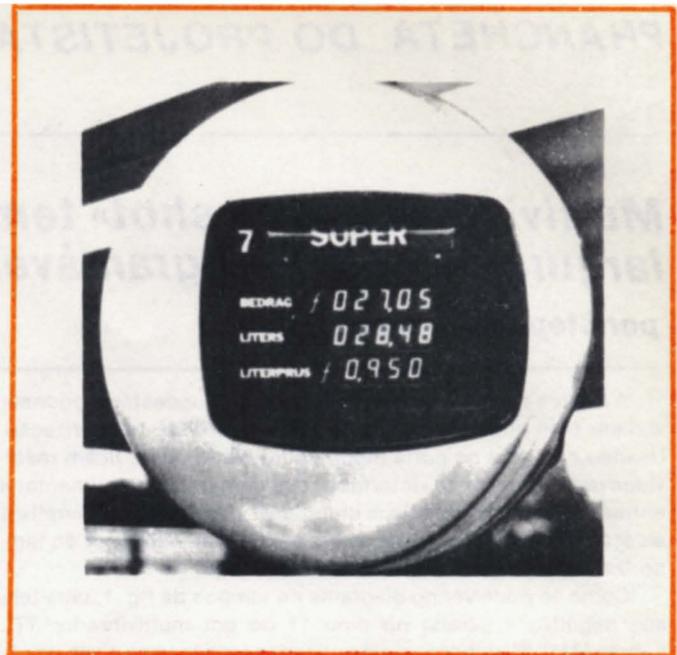


Fig. 8 — O «display» eletromecânico — Este «display» eletromecânico da Ferranti-Packard aparece nas bombas de gasolina européias. Os segmentos individuais são controlados por eletroímãs. Assim que ativados, mantém a posição desejada, sem introdução de energia.

redonda, cuja finalidade é a de aumentar a resistência do bulbo e também, para aperfeiçoar a estrutura de suporte dos segmentos.

Estes dispositivos requerem, normalmente, 4,5 V por segmento e 24 mA, aproximadamente. Entretanto, diz a RCA que a série DR 2200, de tensão menor, cuja produção foi suspensa há quase um ano atrás, foi reprojetaada e está passando por testes de durabilidade. Prometem, para estes componentes, 2,5 V e 14 mA, por segmento.

As maiores vantagens dos «displays» incandescentes são seu alto brilho (que também pode ser facilmente controlado) e possibilidade de uma seleção praticamente ilimitada de filtros coloridos. Sua construção plana permite um amplo ângulo de visão. E opera ao longo de uma extensa faixa de temperaturas, de —50 a 125°C, desde que eles são sua própria fonte de calor.

Usando os DIPs

Os «displays» incandescentes segmentados também estão disponíveis em DIPs (dual-in-line packages — encapsulamentos de dupla fileira de pinos), de 14 a 16 pinos, com as unidades de caracteres de 0,47" da firma Electronic Engineers Inc. (esta companhia oferece, provavelmente, a maior variedade de «displays» na indústria, incluindo LED's, LCD's, por descarga de gás, incandescentes de projeção posterior e incandescente segmentados).

Finalmente, existem os «displays» eletromecânicos, onde os segmentos são movidos por ação eletromagnética, para mudar sua face colorida ou pintada. São semelhantes aos «displays» exteriores de grandes dimensões que utilizam, por exemplo, discos amarelos em uma matriz de 5 por 7.

A Ferranti-Packard, de Toronto, no Canadá, por exemplo, fornece «displays» de sete segmentos e 1 polegada de altura, que requerem um pulso de ativação de 28 V, com 400 mA para «escrever», e —400 mA, para «apagar» (fig. 8). No entanto, não há necessidade de energia de retenção, pois os segmentos são mantidos em seu lugar por ímãs permanentes, até que sejam impulsionados novamente.

Multivibrador «one-shot» tem largura de pulso programável

por Stephen C. Armfield

A largura de pulso de um multivibrador monoestável pode ser variada pelo controle digital de seu sistema de temporização. Usando circuitos de porta modificados por diodos, ficam resolvidos os problemas de «interface» que surgem, ao se alimentar a entrada RC com dispositivos unipolares, enquanto se permite a seleção dos resistores ligados em paralelo ao capacitor de temporização, para controlar seu tempo de carga.

Como se pode ver no diagrama de tempos da fig. 1, uma tensão negativa é gerada no pino 11 de um multivibrador TTL padrão (74121), embora sejam aplicadas tensões positivas de alimentação ao dispositivo. Como consequência de um sinal de ga-

tilhamento, a tensão no pino 10, que estava em 5 V, cai para 0,7 V. A tensão no pino 11 é também reduzido da mesma quantidade; desde que sua tensão inicial era de apenas 0,7 V, contudo, sua tensão final será de -3,6 V. Portanto, o sistema RC de temporização não pode ser controlado diretamente por configurações TTL padrão.

Com o uso dos diodos D_A e D_B , o pino 10 pode ser mantido a 1,6 V, aproximadamente, sem interferir na operação do circuito, e as excursões negativas do pino serão restringidas a alguns décimos de volt como mostra a fig. 2. As portas de coletor aberto (7405) podem então ser usadas em conjunto com os diodos D_1 a D_n de isolamento, para alterar a frequência de carga de C. A alteração é efetuada ativando-se as entradas digitais (I_1 a I_n) desejadas, que permitem a condução através dos diodos de

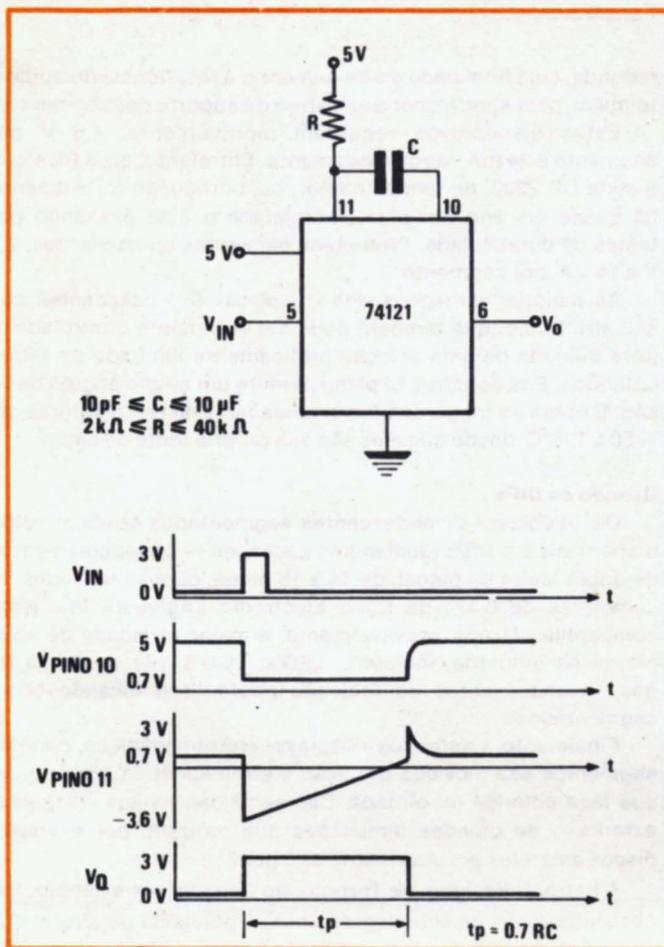


Fig. 1 — configuração padrão — Os circuitos TTL não podem controlar, sozinhos e diretamente, o ciclo de trabalho de um «one-shot», devido a uma tensão negativa que é gerada no terminal de temporização, durante a operação normal. A redução desta tensão a um nível baixo permite o ajuste da largura de pulso.

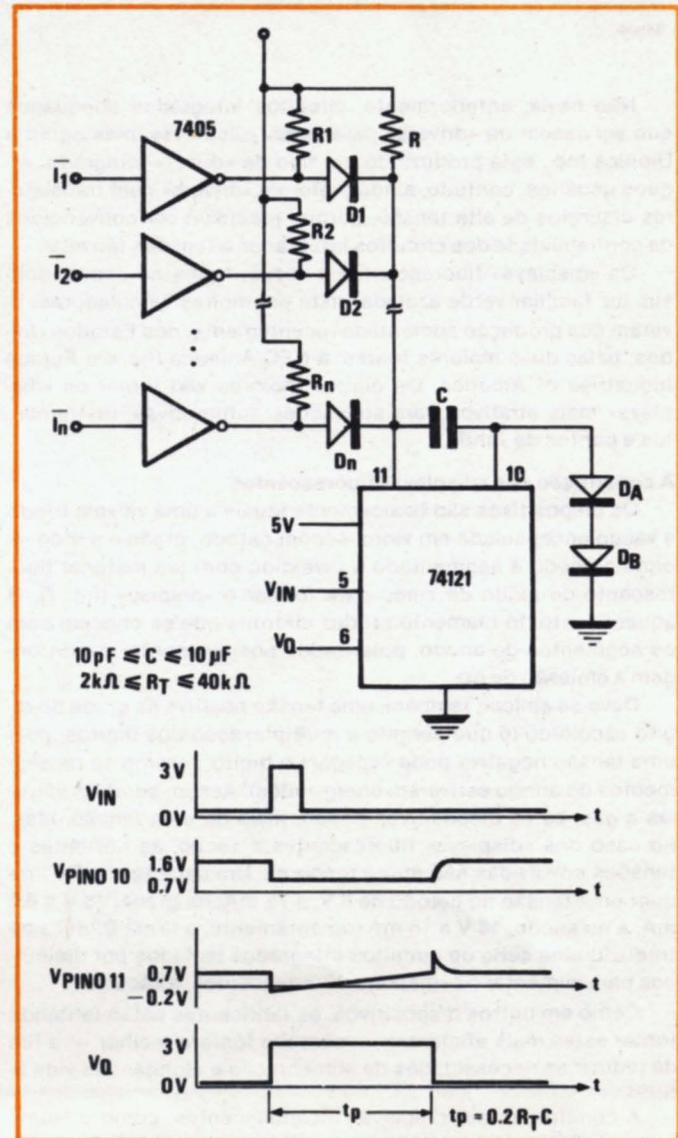


Fig. 2 — variação da largura de pulso — Os diodos D_A e D_B «grameiam» o pino 10 do «one-shot», e permite que a lógica TTL controle e comande o ciclo de trabalho. Ativando os diodos de isolamento D_1 a D_n , a frequência de carga de C é alterada, providenciando uma escolha de tempos para ciclo de trabalho.

isolação e, conseqüentemente, a modificação da resistência pelos resistores «shunt» de R1 a Rn. A resistência equivalente é igual a:

$$1/RT = 1/R1 + I1(1/R1) + I2(1/R2) + \dots + In(1/Rn)$$

onde I1 a In podem ser iguais a 1 ou 0, correspondendo aos esta-

dos lógicos 1 ou 0.

A corrente requerida pelos diodos de «grampeamento» DA e DB é de 20 mA, sendo fornecida por um transistor interno do multivibrador. Se a elevação no consumo pode ser tolerada, este multivibrador «one-shot» torna-se um bom auxiliar em muitas aplicações digitais.

Rede LC controlada por resistor dirige um discriminador sintonizável

por John W. Newman

Um único potenciômetro é capaz de ajustar os circuitos de sintonia fixa que determinam as frequências de marcação e espaço em um discriminador chaveado pelo deslocamento de áudio-frequência (audio-frequency-shift-keyed discriminator). Isto pode ser realizado, fazendo com que o potenciômetro controle a corrente de realimentação que passa pelo indutor, em cada combinação LC. Esta sintonia calibrada de um só controle é uma vantagem quando a recepção de qualquer par de vários deslocamentos bastante usados se tornar necessária, pois os filtros de marcação e espaçamento não devem ser ajustados individual e repetidamente, por um frequencímetro ou qualquer outro instrumento.

Uma análise de Laplace de um circuito sintonizado alimentado por corrente irá mostrar a dependência da frequência de ressonância, em relação à quantidade de realimentação. O circuito sintonizado da fig. 1 possui uma função de transferência igual a:

$$A(s) = \frac{S + RL}{S_2 + R_L S + 1}$$

A realimentação causada pelo segundo amplificador é igual a:

$$B(s) = \frac{K}{S_2 + R_L S + 1}$$

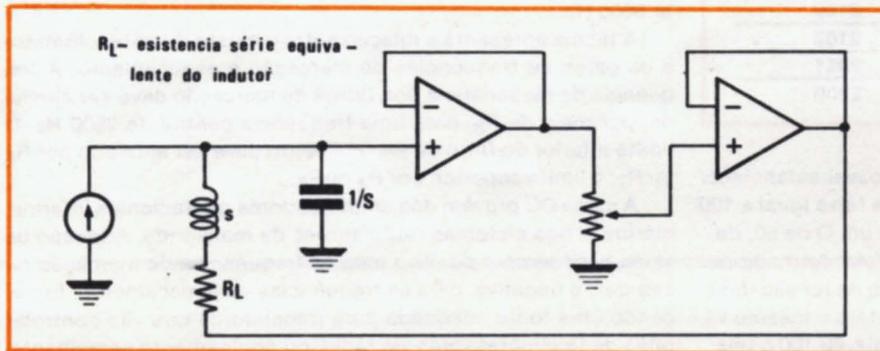


Fig. 1 — análise de corrente — A frequência de ressonância do circuito sintonizado é afetada, não só pelos valores de L e C, como também pela magnitude da corrente de realimentação pelo indutor. O potenciômetro pode controlar o ganho do amplificador e, portanto, a frequência de ressonância. O circuito é mais simples de se analisar, porém fornece resultados semelhantes aos da rede do discriminador controlado por tensão, descrito no texto.

onde K é o ganho do amplificador, função do ajuste do potenciômetro, podendo exibir valor negativo ou positivo. A função de transferência completa é, então:

$$H(s) = \frac{S + RL}{S_2 + R_L S + 1 - K}$$

O denominador desta equação, que é da maior importância nesta análise, tem a seguinte forma:

$$S_2 + (AQ)S + \omega_2$$

onde A é uma constante, Q é a seletividade do circuito ou fator de mérito, e ω é a velocidade de fase do circuito. Observa-se, portanto, que $\omega = (1 - K)^{1/2}$. Isto implica que a largura de faixa e o ganho do circuito são variáveis independentes.

A análise da malha de realimentação que contém um circuito sintonizado impulsionado por uma fonte de tensão é algo mais complicado, mas os resultados são similares. Para o «driver» de tensão da fig. 2, a função de transferência é aproximadamente igual a:

$$H(s) = \frac{(S + RL)}{R_4 [S^2 + S(R_L + 1/R_4 + 1/R_5) + 1 \pm K]}$$

onde o fator velocidade de fase é o mesmo, mas o valor de Q depende muito dos resistores R1 e R2, e o valor de K depende de R3.

A determinação de R1, R2 e R3 é muito importante para a otimização do circuito, em relação a Q e à resposta a transientes. Após limitar o sinal de 2—3 kHz de entrada através do primeiro amplificador operacional, o sinal de saída de 14 volts deve ser reduzido pela metade pelo divisor de tensão constituído por R1 e R2. Este processo irá evitar que uma quantidade excessiva de sinal seja enviada aos estágios subsequentes, contendo dois circuitos sintonizados idênticos, com impedância equivalente Zx. Além disso, a saída CC do circuito é função da relação entre a frequência de marcação e espaçamento e a frequência de cada circuito sintonizado (e, portanto, de Zx, R1 e R2).

Um fator Q de 100 deve ser esperado, na condição sem carga (sem realimentação), a 2500 Hz, de cada circuito sintonizado,

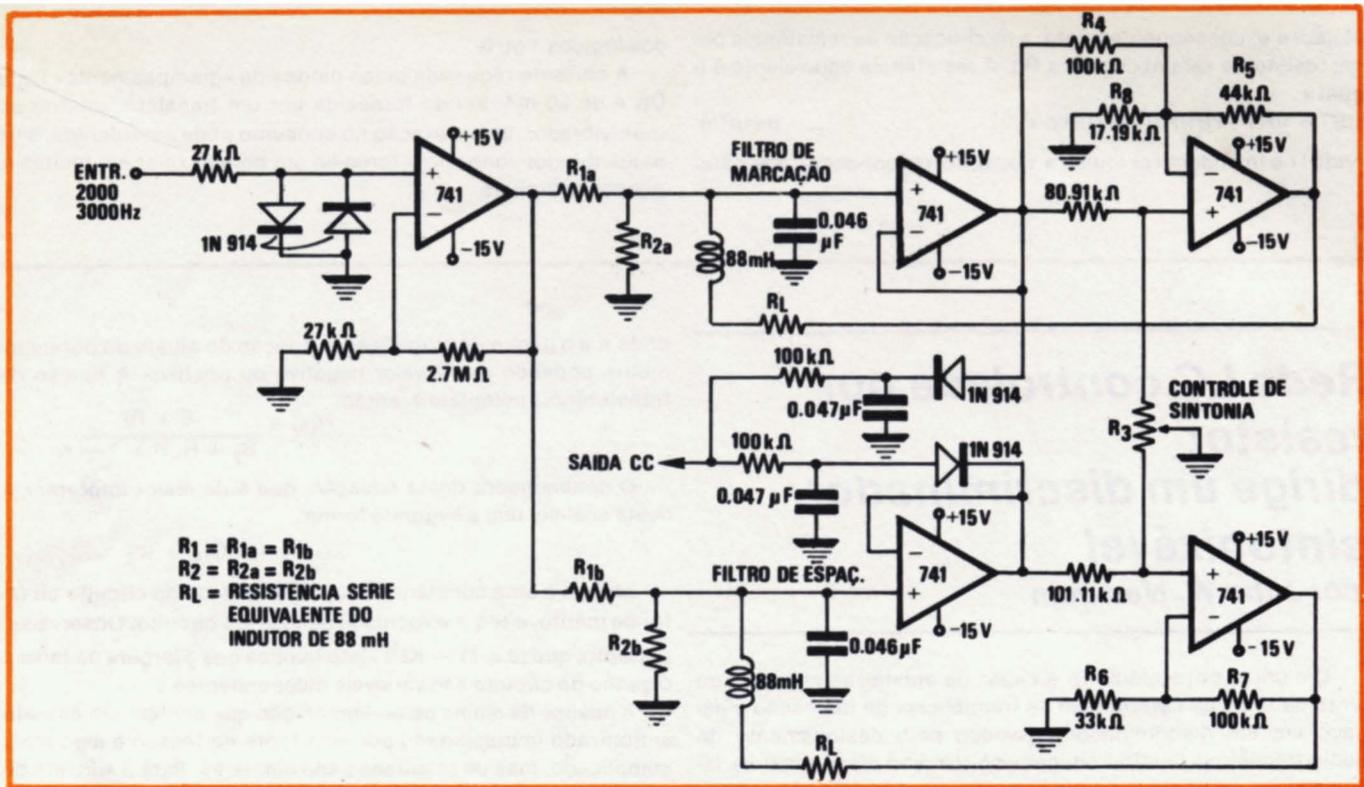


Fig. 2 — uma rede discriminadora — Os filtros sintonizados por resistores fornecem um ajuste de um só controle, para frequências de marcação e espaçamento. Os deslocamentos podem ser ajustados continuamente, de zero a 1 kHz, com uma frequência central de 2500 Hz, e são linearmente proporcionais ao ajuste do potenciômetro.

DISCRIMINADOR SINTONIZADO POR RESISTOR

Rotação do potenciômetro (%)	Frequência (Hz)	
	marcação	espaçamento
0	2500	2500
10	2549	2451
20	2598	2401
30	2647	2352
40	2697	2302
50	2747	2252
60	2797	2202
70	2847	2152
80	2897	2102
90	2949	2051
100	3000	2000

desde que Z_x seja igual a 138 200 ohms. É razoável estabelecer um fator Q de 25, em carga, com uma largura de faixa igual a 100 Hz. O resistor R_2 foi selecionado para produzir um Q de 50, de modo que a impedância equivalente, em paralelo, formada por Z_x , R_1 e R_2 , reduza o fator a 25 e realize a divisão de tensão desejada. Então, R_2 será igual a 138 200 ohms e R_1 terá o mesmo valor da combinação em paralelo de Z_x e R_2 , ou seja, 69 100 ohms.

A frequência de ressonância dos filtros de marcação e espaçamento é diretamente determinada por R_3 . Com o cursor do potenciômetro em seu valor mínimo de resistência, medida a partir da junção do resistor de 101 kohms com a entrada não inversora

do operacional, o ganho sem inversão do filtro de marcação é de 0,44, o que anula o ganho com inversão de 0,44 do estágio amplificador subsequente. Portanto, a frequência de ressonância de marcação permanece em 2500 Hz. A realimentação pelo circuito ressonante de espaçamento é zero, e sua frequência de ressonância também é 2500 Hz. Com o aumento de R_3 , o ganho com inversão do filtro de marcação torna-se maior que o seu ganho sem inversão e a frequência de ressonância de marcação é elevada. O sinal de realimentação através do circuito ressonante de espaçamento reduz a frequência de ressonância de espaçamento. O máximo sinal de entrada disponível em R_3 é igual a 0,09 vezes o sinal de saída; com este ajuste, o ganho do amplificador operacional é 4. A menor frequência ressonante fica então $(1 - 0,36)^{1/2} (2500) = 2000$ Hz. Por outro lado, o filtro de marcação tem uma frequência máxima de $(1 + 0,44)^{1/2} (2500) = 3000$ Hz.

A tabela apresenta a relação entre o ajuste do potenciômetro e os pares de frequências de marcação e espaçamento. A frequência de ressonância dos filtros de marcação deve ser ajustada, por meio de R_8 , para uma frequência central de 2500 Hz. O limite inferior do filtro de espaçamento deve ser ajustado por R_6 ou R_7 ; o limite superior, por R_4 ou R_5 .

A saída CC provém dos amplificadores operacionais intermediários, e dos sistemas retificadores de meia onda. A tensão de saída será sempre positiva para as frequências de marcação recebidas, e negativa, para as frequências de espaçamento, fornecendo uma fonte adequada para transistores que vão controlar relés de teleimpressoras via rádio, ou equipamento semelhante. A rejeição dos sinais de marcação e espaçamento fora de frequência é excelente. Os pares de frequências de marcação e espaçamento podem estar a 100 Hz de «distância» entre si, e o circuito, mesmo assim, ainda terá um bom desempenho.

Extraído e traduzido do número de 7 de julho de 1977 da revista *Electronics International*.

CURSO DE AUDIO

INTRODUÇÃO

Observe a foto de meu equipamento, na introdução deste artigo. Por que um equipamento tão sofisticado?

A resposta a este "por que" está dentro de nós mesmos. Mil conjecturas, mil explicações, incluindo o famoso termo "status" poderão ser pronunciados.

Quem gosta daquilo que faz, no entanto, conhece uma resposta melhor... Criamos, inventamos, aperfeçoamos, desmanchamos... fazemos outra vez... Esta não é, então, a própria história de nossas vidas? Fazemos assim porque fomos e continuamos a ser feitos, nós mesmos, também assim! Porque sentimos assim, porque vemos que é assim ao nosso redor e dentro de nós; porque, lá no fundo, sabemos que deve ser assim...

— Por que?...

Bem... Cá estamos "Lá" outra vez e, aqui, Lá não podemos chegar. Voltemos para cá e deixemos os porques para lá...

LIÇÃO 6

INTRODUZIDOS

Introduzidos que estamos, passemos a recapitulação costumeira. Na revista nº 6, conversamos sobre

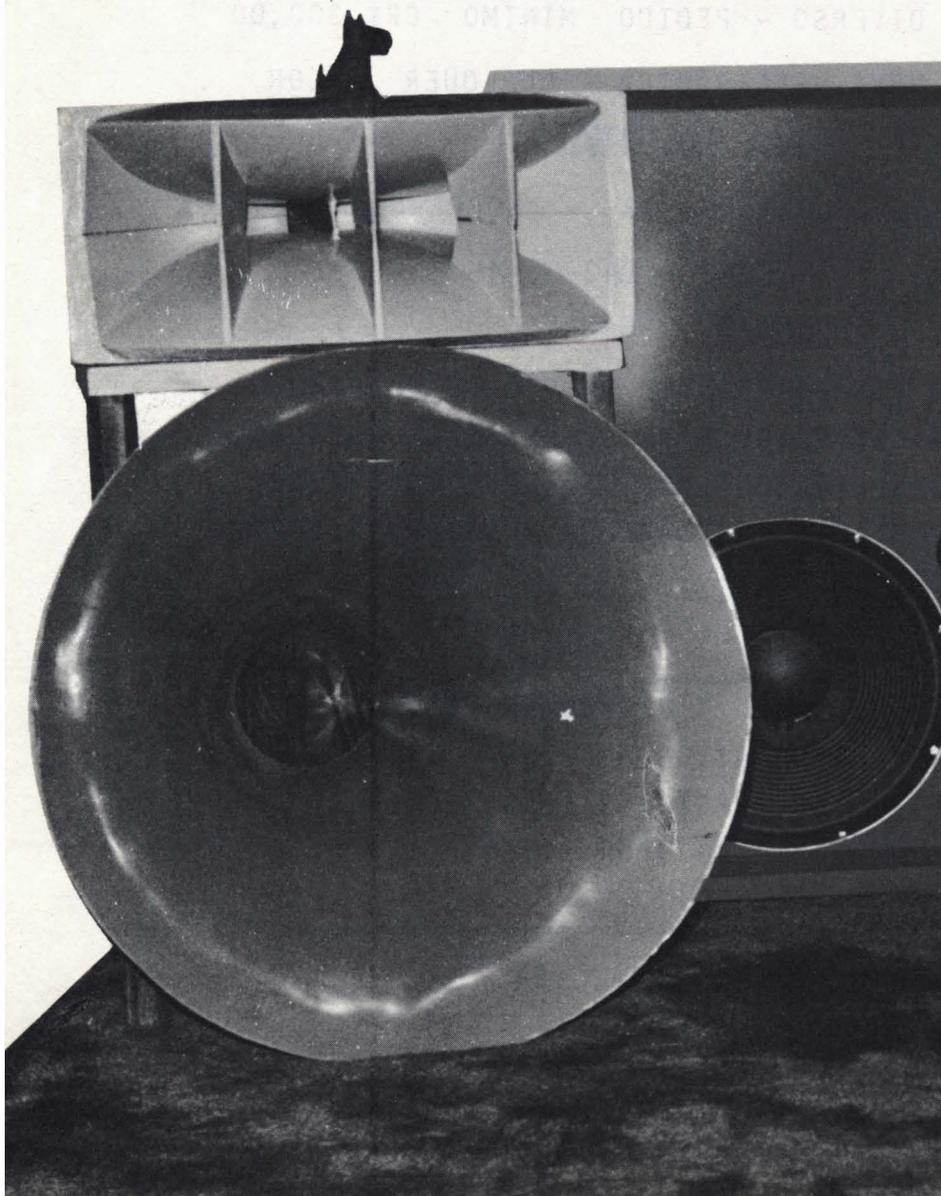
- LOUDNESS
- O OUVIDO HUMANO
- A INTENSIDADE SONORA E NOSSO OUVIDO
- DECIBEL
- ALTOFALANTES
- LOUDNESS.
- A IDADE E A PERDA DA AUDIÇÃO - VIAGEM NO TEMPO
- FON
- SON
- EXPERIMENTO

Antes de prosequir esta leitura, faça um esforço e procure lembrar-se sem olhar a revista nº 6, de cada ponto importante relacionado aos ítems acima. Sei que é maçante forçar a cabeça neste processo e eu mesmo "daria uma olhada"... É útil no entanto recordar para reter. É só uma vez por mes, certo?!

DECIBEL

Várias vezes, até com ajuda das balinhas de goma de minha filha, abordei este assunto. Não creio tê-lo esgotado e volto para, finalmente, deixar a coisa em pratos limpos.

Já expliquei que a sensibilidade do nosso ouvido não é linear e que obedece a uma escala "logarítmica". Isto quer dizer que, quando ouvimos um



som de nível muito fraco, nosso ouvido é muito sensível às menores variações na intensidade desse som. Quando o nível geral é alto, no entanto, a energia acrescentada ou subtraída à que estamos "ouvindo" deverá ser muito maior para que haja percepção da variação no nível sonoro.

O decibel, visto como já expus, tem muita relação com muita coisa mas você ainda não sabe exatamente para que serve. Como é meu costume, vou mostrar a visão geral da coisa antes, para descer depois, aos detalhes. Perdoe-me se não o fiz logo no início.

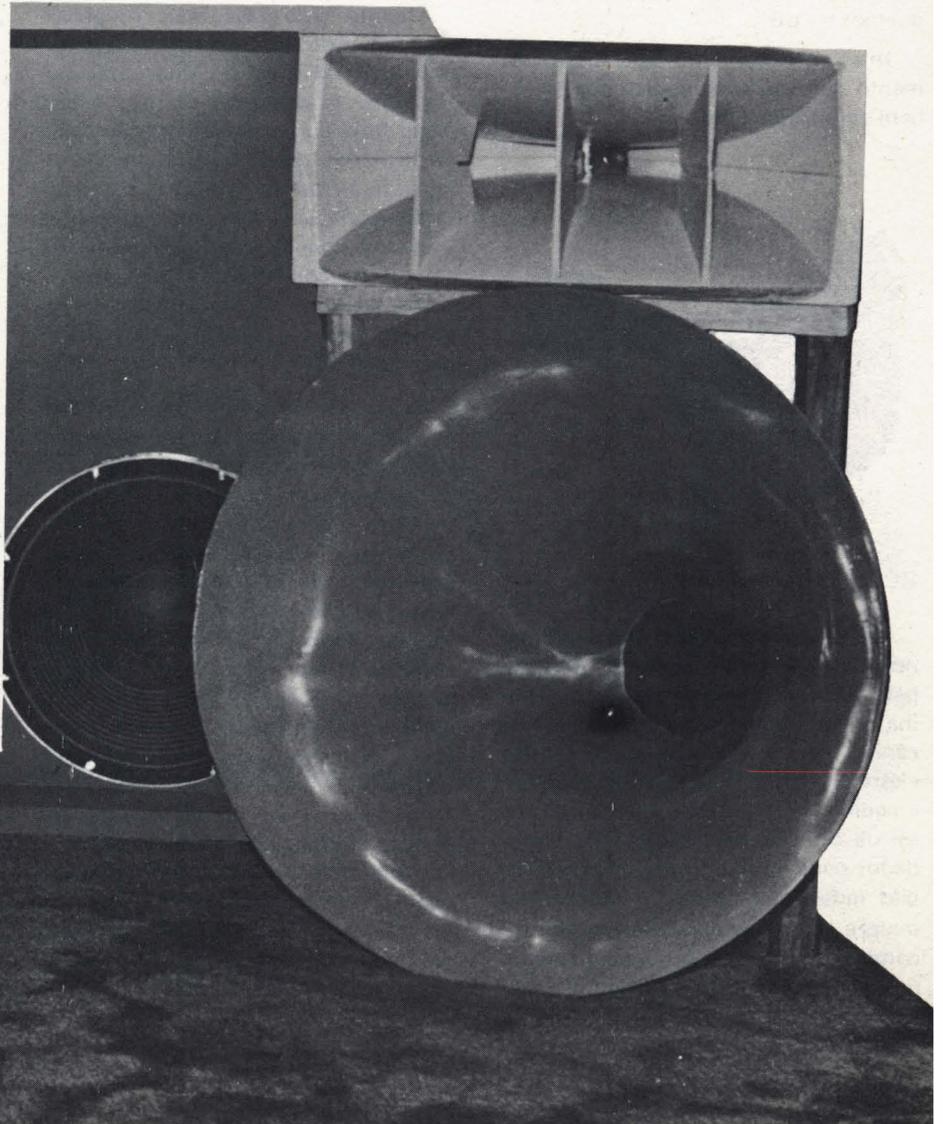
Na prática é importante conhecer o decibel como ferramenta muito útil em áudio.

Imagine, em primeiro lugar, todo um sistema de som, em uma sala, reproduzindo música e você ouvindo. Pronto? No conjunto de fenômenos e equipamentos que o cercam e em você mesmo, há vários lugares onde o decibel será útil. Em primeiro lugar, note que há duas espécies de sinais envolvidos com a reprodução do som. Uma, é elétrica, é o "sinal" elétrico ou melhor, a variação nas energias elétricas que percorreu o sistema. O decibel servirá para medir essas grandezas elétricas e compará-las. O "volume" ou nível de reprodução, a quantidade de reforço ou atenuação nos graves e nos agudos, as tensões elétricas variando a cada estágio de seu sistema de som, a potência elétrica desses estágios, todas estas grandezas serão medidas e comparadas usando-se o "decibel".

A outra espécie de sinal que você perceberá é **acústica**, isto é, é o som como pressões e depressões no ar que o envolve — e esta espécie de sinal terá sua potência (medida em SPC ou NIS) comparada e analisada, também com o auxílio do "decibel". Disto tudo, você pode ver que o "decibel" "está em todas" — é uma maneira prática de me-

dir as grandezas relacionadas com o som e é prática por ser baseada na própria maneira pela qual você ouve o som, isto é, é feita sob medida para o ouvido humano. É prática, também, por permitir o uso da soma onde seria normalmente necessário usar a **multiplicação** (ou a porcentagem, que dá na mesma), evitando cálculos que, se

A FOTO MOSTRA O SISTEMA DE SOM QUE CONSTRUI PARA OUVIR MÚSICA EM CASA. LINDO NÃO? E O SOM DELE É MAIS LINDO AINDA...



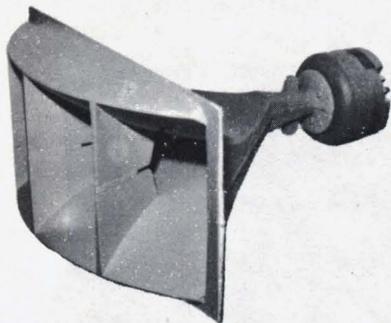
alguns genios como um amigo que possui acham tão fáceis quanto os de soma e subtração, não são considerados tão simples pela maioria das pessoas... Aconselho-o a adotar, pois, o decibel como algo com que terá de viver se deseja progredir em áudio. Mesmo porque, é muito utilizado por quem entende do assunto; aparece em quantos catálogos e artigos existem sobre áudio e pronto!

Em primeiro lugar, comece a aplicar o decibel ("dB" daqui p/ frente), antes de saber matematicamente como funciona.

Na verdade, poucas vezes é necessário saber o que está acontecendo matematicamente. Como todo mundo estuda o dB, antes, pela matemática, até depois, (quando consegue) perceber a utilidade prática, e a facilidade em usá-lo, muitos ficam pelo caminho cheio de números e desistem cedo demais, ou levam anos, como eu levei, para descobrir a grande ferramenta que tinham em mãos.

Vamos a um exemplo, pois — apliquemos o "dB".

Imagine novamente aquele equipamento de som. Agora, parte por parte, bem detalhadamente.



RELAÇÃO, SINAL/ RUÍDO

Comece a observar o disco girando no prato e a agulha vibrando, forçada pelo sulco. A pequena vibração da agulha produz uma pequena energia, mecânica que é transformada em energia elétrica dentro da cápsula que contém a agulha. Esta pequena energia elétrica sai da cápsula pelos cabos (fios) blindados para evitar a penetração de energias indesejáveis (ruído e ronco), mas sempre um pouquinho destas últimas consegue penetrar e se somar a energia útil. O próprio disco já tem gravada

com a música, uma outra pequena quantidade de ruído. Como medir essa proporção entre sinal útil, isto é, a variação na energia elétrica que representa o som e o sinal indesejável ou ruído? Os números, se usados "ao natural" dariam uma enorme quantidade de zeros, pois, mesmo sendo a energia vinda da cápsula muito pequena, a energia do ruído é milhares de vezes menor. A maneira correta é usar o dB. Dizemos que, entre o nível do sinal e o nível do ruído existiu "65dB" de diferença. Aquele pequeno ruído captado após a cápsula, medimos em "dB" também. Basta reduzir a diferença sinal-ruído de 65 para 62 dB tivemos um ruído extra de + 3dB.

O sinal, muito fraco, passará agora por uma pré-amplificação, onde principalmente os graves que são captados do disco com menor nível que os agudos deverão ser compensados. (Suponhamos que a cápsula utilizada seja do tipo magnética) A esta compensação chamamos "equalização" e medimos em dB os seus valores.

Quanto mais grave, mais compensação e mais dB de "ganho" ou de multiplicação do nível do sinal serão necessários. A compensação dos graves segue uma curva de equalização, chamada RIAA, da qual voltaremos futuramente a tratar em detalhe. Essa curva relaciona cada frequência, de graves e agudos, com a quantidade necessária em dB de compensação para que os graves saiam ao mesmo nível que os agudos após a referida pré-amplificação equalizadora.

Após esta pré-amplificação, o nível do sinal deverá estar já com um valor padronizado, será mantido constante durante toda a sequência de pré amplificadores e modificadores de som do sistema. Existem vários níveis padrão para esse valor suponhamos que, em nosso caso, o nível padrão adotado seja de "0dBm", "0dBm" é um valor convencional e fixo para a energia elétrica e vale 0,775 Volts, sobre uma carga de 600 Ω, com 1 mW de potência. É muito mais fácil dizer "0dBm", não? O sinal havia sido pré-amplificado num máximo de 40 dB quanto aos graves; dizemos então que estava a -40 dbm antes da pré amplificação, enquanto que o ruído estava a -40 + (-62) = -102 dBm. Na pré amplificação, sempre imperfeita, novo ruído foi introduzido — que atingiu +2dBm.

Chegamos pois a um valor de $-62 + 2 = -60$ dBm na nossa relação sinal/ruído. Como "alta-fidelidade residencial" é passável, mas não maravilhosa esta relação. (lembra-se da lição sobre loudness?).

CLIPPING — "HEAD ROOM"

Nosso pré amplificador, como qualquer aparelho eletrônico, possui um limite para o nível de sinal, que quando atingido, aparece forte aumento na distorção — chamamos nível de ceifamento ou de "clipping". Não é apenas no nível de clipping que aparece distorção. Quanto mais nos avizinharmos dele, maior o aumento na distorção. Devemos portanto, dar uma folga entre o nível médio do sinal, ou o nível médio dos valores máximos do sinal (picos) e o nível de clipping. Esta folga, em geral, para bom equipamento deve ser de + 18 a + 20 dB. Isto quer dizer que o sinal poderá aumentar (20 dB) dez vezes sua tensão antes de vir a ser ceifado. A relação entre esse máximo sinal e o ruído seria então $60 + 20 = 80$ dB. Note pois, que a tensão de 0,775 V deverá atingir 7,75 V neste pré-amplificador. Sobre uma carga de 600 Ω, são raros os pré amplificadores capazes de produzir os 7,75 V. Em geral o conseguem sobre cargas de impedância ou resistência maior (10 KΩ). Nosso pré é, pois, muito bom!

A próxima etapa a ser atravessada pelo sinal elétrico é o pré equalizador, onde existe o "loudness", o "volume", controle de graves e o de agudos. Antes de chegar aí, vou contar a você algo importante.

TENSÃO e POTÊNCIA - LEI DE OHM - CONFUSÕES

Existe, você poderá ter percebido, uma maneira muito fácil de se fazer confusão a respeito do dB e que nada tem de problemática em ser compreendida. Quando me referi a uma folga de 20 dB equivaler a "10 vezes" a tensão do sinal, você poderia ter gravado em sua memória que "20 dB são sempre iguais a 10 vezes". Cuidado! Isto é verdade, quando se calcula os valores de TENSÃO de um sinal. Não é verdade, quando se calcula os valores de POTÊNCIA desse mesmo sinal. A tensão tem uma relação com a potência, muito bem definida. Tensão, Resistência e



Ampères são três valores que se relacionam na lei mais básica que deve ser conhecida por todos que se envolvem com eletrônica — a "LEI DE OHM". Quando se conhece dois destes valores, o terceiro sempre será um resultado fixo. Resultante será também a potência. As duas pequenas fórmulas que deverá conhecer são:

$$I = \frac{E}{R} \text{ e } P = I \times E$$

I = intensidade de corrente, em amperes

E = tensão, em volts

R = resistência, em ohms

P = potência, em watts

Vejamos um exemplo: Temos um sinal em nosso pré, de 0,775 V e a "carga" que o circuito subsequente ao pré oferece é de 600 Ω. Substituindo na lei de OHM, temos

$$I = \frac{E}{R} \therefore I = \frac{0,775}{600} \therefore I = 0,012916A$$

A potência será, pois, $P = I \times E$

$$P = 0,00129 \times 0,775$$

$$P = 0,000999 \text{ watts}$$

$$P = 0,001 \text{ W ou } 1 \text{ mW.}$$

Se aumentarmos 20 dB a tensão, teremos esta tensão aumentada, como já disse, 10 vezes. Ora, pela aplicação das fórmulas temos:

$$I = \frac{E}{R} \therefore I = \frac{7,75}{600} \therefore I = 0,0129A$$

A potência será, pois,

$$P = I \times E$$

$$P = 0,00129 \times 7,75 = 0,0999 \text{ watts,}$$

$$0,1 \text{ watts.}$$

É fácil notar que a potência não subiu apenas 10 vezes com um aumento de 10 vezes a tensão, mas subiu $0,1 \div 0,001 = 100$ vezes. Vemos pois, que "+ 20 dB" em **tensão** querem dizer "10 vezes", mas, os **mesmos** "+ 20

dB" em **potência**, terão produzido um aumento de 100 vezes! Daí a confusão quando se decora valores de "dB por número de vezes". Deve-se decorar "dB por número de vezes em tensão" e também decorar "dB por número de vezes em potência" (ou fazer toda a conta e só decorar um dos dois grupos de valores). Na prática convém decorar **AMBOS** os grupos. Os valores mais comuns de todos são — decore já! + 6 dB em tensão = 2 vezes". "+ 3 dB em potência = 2 vezes".

CONTINUANDO

Passando do pré da cápsula magnética ao pré equalizador, vemos que este pré deverá ter uma folga de + 20 dB sobre o sinal máximo médio de 0 dBm ou 0,775 V. Esta folga de + 20 dB é, aqui, muito mais necessária ainda pois, se bem que o amplificador lá no fim da cadeia de nosso sistema normalmente não precise de mais que 0,775 V para chegar ao máximo da potencia, muitos pré-amplificadores possuem o controle de volume **após** os controles de tonalidade. Isto quer dizer que, mesmo reduzindo pelo controle de volume o nível máximo do sinal que chegará ao amplificador a, em qualquer hipótese, 0,775 V; os controles de tonalidade poderão fazer que este sinal chegue a, por exemplo, + 10 dB sobre 0,775 V, e isto quer dizer 3 vezes a tensão, ou seja 2,325 V, "lá dentro" do pré amplificador e antes do controle de volume.

Suponha ter sido este o caso voce desejou aumentar os graves, pois a gravação estava muito pobre neste aspecto, e girou o controle de graves do ponto médio (0dB) para o ponto que indica "+ 10 dB". Os graves estarão saindo do pré a 2,325 V

e seu amplificador distorcendo terrivelmente pois o máximo que aceita é 0,775 V, os "0dB".

Deverá, pois, reduzir o volume, do ponto "0dB", ao ponto "-10dB" — Terá compensado o reforço de 10 dB nos graves e o amplificador estará recebendo os graves a 0,775 V. Os agudos e médios, que não sofreram reforços e foram atenuados pelo controle de volume também em 10dB, ficaram nivelados a - 10 dB, tiveram a tensão dividida por 3, ou seja; 0,25833 volts.

Como voce estava ouvindo o amplificador ao máximo volume e chegaram visitas, foi necessário reduzir o volume. Não desejando faze-lo com o controle de volumes mas sim com o "loudness", para evitar a falta de graves após a redução, girou o controle de loudness, que estava em 0dB para -20 dB. Isto produziu uma queda nos médios e agudos de 20 dB, enquanto que os graves continuaram ao redor de 0dB. Já atenuados 10 dB anteriormente, a atenuação total ficou sendo 10 + 20 = 30 dB.

Vê como é fácil usar dB?!

Existem mil outros casos onde aplicar o dB — controles de "PAN", filtros redutores de ruído, etc.

Poderemos desejar saber o que aconteceu a **potencia** de seu amplificador, quando mexeu nos controles.

Basta usar as fórmulas da lei de OHM e verá as enormes diferenças de **potencia** envolvidas em cada pequeno ajuste de um controle qualquer de seu sistema de som. Tres dB apenas representarão diferenças de $\frac{1}{2}$ ou 2 x a potencia; 6 dB já serão 4 vezes a potencia; qualquer controle de tonalidade atua mais que 10 dB — e 10 dB alterarão dez vezes a potencia!

Imagine que desejará um dia possuir ou construir um sistema de som capaz de acrescentar aos graves máximos de seu atual sistema de som a mesma diferença que percebe hoje quando aumenta 10 dB no controle de graves. Terá que construir um sistema 10 vezes mais potente!!! Incrível — mas é a PURA VERDADE! Daí não ser tanto exagero ter equipamento em casa capaz de produzir mais de 1000 watts não? Muita gente nos USA já usa isso em suas casas. Eu também estou por aí...

Imagine então se um altofalante tem 10 dB a menos de eficiência que outro! Isto acontece **frequentemente!** Procure dados a respeito, pois, ao comprar alto-falantes...

DECIBEL ESMIUÇADO..

Convém voce parar um pouco de ler, ir esticar as pernas, tomar um café ou coisa parecida porque o caso vai começar a ficar mais sério...

Seria bem difícil chegar ao que já expliquei se tivesse começado com o que vou explicar agora. Não fará mal — se não quiser, não entenda o que vou explicar — ou melhor, entenda mas não retenha a explicação. Entenda uma vez, guarde na memória onde procurar estes dados quando precisar deles e pronto. Bastará saber bem o que já expus até aqui.

Já descansou? Prossigamos, pois ...

Um "decibel" é uma décima parte de um Bel, unidade da escala logarítmica que corresponde a sensibilidade de nosso ouvido. O decibel é mais usado que o Bel.

BEL e DECIBEL

O Bel é o logarítmo da relação entre dois níveis de potência

$$B = \log \frac{P_1}{P_2}$$

O decibel é dado por

$$dB = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$$

P_1 e P_2 são dois valores quaisquer de potência que nos interessa comparar...

- é fácil verificar que as fórmulas acima não possuem níveis absolutos, mas servem para comparar quaisquer valo-

res. São "relativos" os níveis comparados, pois.

Existem, como já disse, várias convenções a respeito de uma fixação da escala de decibéis.

Em **acústica**, "OdB", como dei em lição anterior, corresponde a 10^{-16} Watts/cm². É uma medição de potência acústica, de SPL, de **pressão** no ar.

Em **eletricidade**, OdB pode ser, como já expus nesta lição, convencionalmente como 0,775 V sobre impedância de 600 Ω, com 1mW de potência. Chamamos então o OdB de "OdBm".

Outra convenção muito usada para o "OdB" é o valor 1,73 V, sobre impedância de 500 Ω e com uma potência de 6 mW portanto. Esta convenção usa o símbolo de "OdB" mesmo.

A fórmula que relaciona a "impedância" com a potência nos permite usar valores de tensão e não de potência quando trabalhamos com decibéis. É seguinte:

$$P = \frac{V^2}{Z}$$

P em Watts;
V em Volts RMS;
Z em OHMS.

IMPEDÂNCIA

A proposito, convém informar que "impedância" é a mesma coisa que "resistência" — mas é a resistência medida em função de uma corrente **alternada** e não contínua. Variando-se a frequência da corrente alternada, cada circuito eletrônico oferece uma variação na resistência a passagem dessa corrente. Um altofalante de 8 OHMS, oferece 8 OHMS de resistência a 400 Hz, mas, a outra frequência, a resistência será diferente de 8 OHMS. Um altofalante, colocado em uma caixa acústica diferente terá a impedância variando conforme uma **curva**, diferente em cada caso. Um pré amplificador, um amplificador, um fone de ouvido, um altofalante, tudo enfim, possui, pois, uma "impedância", que oferece a passagem da corrente alternada. Essa impedância deverá ter a **frequência** especificada, pois, para ser um valor bem definido. Esta é **outra** grandeza muito usada e que causa, por este motivo exposto, muita confusão entre os interessados em audio. Um altofalante de

"8 OHMS" medido por um ohmímetro, dá qualquer coisa menos "4 OHMS" na medição! É que 8 OHMS é a resistência que o altofalante oferece a passagem de uma determinada frequência! Um "tweeter" de 8 OHMS dará medições mais diferentes ainda! As frequências em que são efetuadas as medições devem ser especificadas, pois, ou subentende-se que o foram a 400Hz apenas.

VOLTANDO ao dB

O nível zero da escala de dB, o de 1,73 V, é calculado como segue:

$$V = \sqrt{P \times Z}$$

$$V = \sqrt{0,006 \times 500}$$

$$V = \sqrt{3}$$

$$V = 1,73 \text{ volts.}$$

Para calcular níveis diferentes de OdB, procedemos assim:

$$dB = 10 \log \frac{P_1}{P_2}$$

$$P_2 = 0,006 \text{ (nesta convenção).}$$

$$dB = 10 \log \frac{P_1}{0,006}$$

Para achar 20 dB, por exemplo, fazemos a substituição do dB por 20:

$$20 = 10 \log \frac{P_1}{0,006}$$

$$2 = \log \frac{P_1}{0,006}$$

Procuramos o "antilogarítmo" de 2 e obtemos 100

$$\text{Temos então } 100 = \frac{P_1}{0,006}$$

$$P_1 \cong 0,6 \text{ Watts.}$$

$$\text{A tensão será } V = \sqrt{0,6 \times 500}$$

$$V = 17,3 \text{ volts.}$$

Não é minha intenção (nem eu seria normalmente capaz sem me socorrer de mil livros) ensinar matemática. As fórmulas estão aí para quem quiser. Passo a fornecer uma tabela, bem mais útil que as fórmulas.

RÉGUA DE CÁLCULOS PARA DECIBÉIS!

Melhor ainda que tabela, passo a

fornecer uma régua de cálculo para decibéis nas diferentes convenções! Monte-a de acordo com o desenho anexo, colando a folha da revista (ou uma fotocópia se não quiser danificar sua Nova Eletrônica) num cartão ou cartolina e terá uma ferramenta muito útil para cálculos com decibéis. Não é necessário fazer um daqueles comentários sobre as vantagens que a Nova Eletrônica proporciona ao leitor, não?... O leitor percebe!

Para calcular qualquer valor em dB em qualquer das escalas fornecidas, basta ajustar o nível "OdB" pelo furinho correspondente aquela escala — e os resultados são lidos diretamente na régua!

Finalizo, enfim a questão "decibéis". Espero ter fornecido dados suficientes.

Como tenho ainda algum espaço neste artigo, passo agora a novo assunto. Descanse, monte a régua, faça experimentos com ela. Após se familiarizar bem com seu uso, muitas vezes verá que lhe será útil no futuro.

São 11,59 horas. Daqui a 1 minuto irei almoçar e logo retornarei para redigir o resto deste artigo do nosso curso de audio. A propósito, temos já um bocado de páginas até hoje, não?! Juntando tudo, em breve poderemos ter um livro sobre audio!

ENERGIA e INTENSIDADE

Deve lembrar-se das lições anteriores, onde vinha explicando dados básicos sobre o som. Voltando a estes dados, já exposta agora a teoria da esteofonia, o loudness e o decibel, temos alguns conceitos a estudar; a **energia** de uma fonte sonora por exemplo. A energia de uma fonte sonora depende da **amplitude** da vibração; quanto maior esta amplitude, maior a **potência**, ou saída da energia por segundo. A intensidade sonora (o famoso NIS ou SPL) é medida por esse motivo como sendo a energia acústica passando pela unidade de área por segundo. Não basta, entretanto, haver energia na fonte sonora, no objeto que vibra. É necessário que exista acoplamento satisfatório entre o objeto que vibra e o ar que está ao redor, para que este vibre também. Se o objeto em vibração é de dimensões reduzidas em relação ao comprimento de onda que está ligado a sua



X

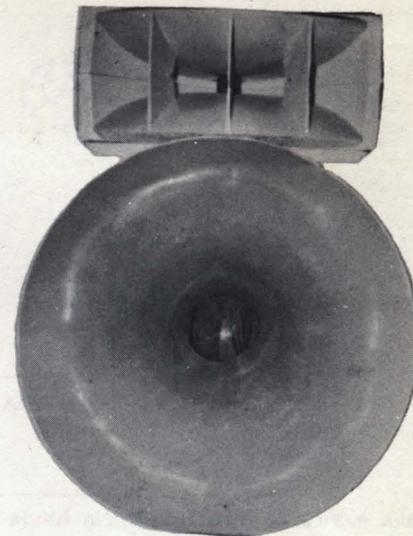


FIGURA 1

vibração, transfere muito pequena parte de sua energia ao ar que o circunda. O ar apenas corre ao redor do objeto sem que se formem ou se propaguem **pressões** (que são o som) por este ar.

Uma corda, por exemplo, presa em dois pontos de apoio fixos, pode ter este tipo de problema de transferência de energia. Um diapasão — a mesma coisa. Um altofalante — também!... (fig. 1)

RESSONANCIA

Se apoiarmos um cavalete onde está presa a corda a uma tábua, a vibração da corda se transmite a esta e, da tábua, ao ar. Com isto a corda vibrará por tempo menor mas o som, no ar, será mais forte. A energia da corda foi transferida ao ar. Quanto mais próxima da frequência fundamental de vibração da corda estiver a frequência de vibração da tábua, melhor será transferida a energia da corda. As tábuas, folhas de metal e outros painéis, não tem aparentemente, frequência de ressonância, mas há as frequências que predominam.

Nos instrumentos musicais, as caixas de ressonância e seus painéis, são feitos com formatos bastante irregulares, justamente para que todas as frequências geradas pelas cordas sejam irradiadas por igual, ou através de um dado padrão de eficiência desejado, o que colore o som caracteristicamente. Os painéis das caixas de ressonância dos instrumentos não tem, no entanto, dimensões próximas dos comprimentos de onda mais graves. Eles ressoam,

na verdade, mais em conjunto com as "harmônicas" da corda, que com as fundamentais.

SOBRETONS

Os conceitos que estou transmitindo são todos eles tão ligados a natureza do som, que se torna desnecessário aqui explicar uma "visão geral" da coisa". A visão geral, o foco do interesse, nestes casos, é o próprio conceito explicado em sua íntima relação com aquilo que chamamos de "SOM".

Quando uma corda de instrumento musical vibra, ou pele de bumbo numa bateria, ou o ar dentro de uma flauta, existem várias frequências de vibração que compõe o som que produzem, mais elevadas que a frequência "fundamental". Chamamos "sobretons" a estas frequências mais altas. Existe, as vezes, e as vezes não existe relação harmonica entre os sobretons e a fundamental. Em alguns casos, como os sinos por exemplo, a frequência mais baixa nem sequer é chamada de fundamental, devido à dificuldade em relacionar os sobretons em algum padrão harmonico. Os cimbais ou triângulos, produzem uma grande quantidade de sobretons harmonicos e não harmonicos, enquanto que os tambores, dão uma fundamental forte à qual somam sobretons não harmonicos. (fig. 2)

HARMONICOS, CORDAS VIBRANTES

Por falar em harmonicos, estas são as frequências mais altas que são multi-

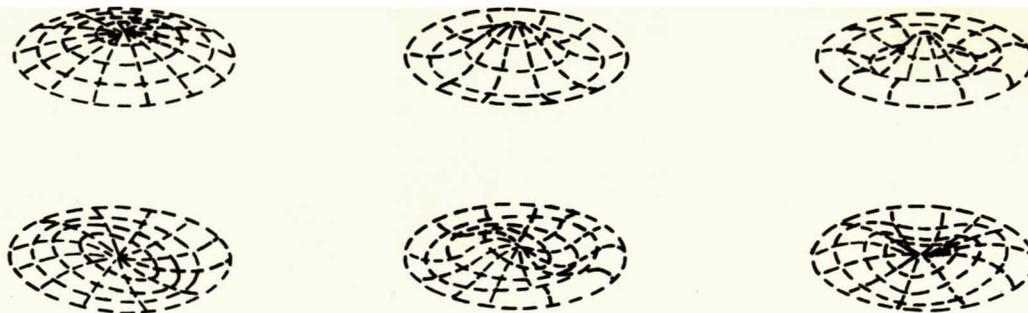


FIGURA 2 Vibrações de um tambor ou membrana circular presa pela borda. Estas vibrações não são harmônicas.

plos exatos de uma frequência fundamental. Este fenómeno acontece nas cordas, onde todos os sobretons são harmônicos de uma frequência fundamental mais baixa.

Quando tocamos uma corda próximo a um dos pontos onde se apoia, tanto os harmônicos pares quanto os ímpares são excitados.

Quando tocamos a corda exatamente em seu centro, somente os harmônicos ímpares são excitados, pois todos os harmônicos pares possuem um "nó" ou ponto de vibração nula no meio da corda.

Quando tocamos a corda a 1/7 de seu comprimento, produz-se o 7º harmônico, o que é desejável musicalmente, pois este 7º harmônico não tem relação musical com os restantes harmônicos. Esta maneira de percutir a corda é utilizada nos pianos, por

exemplo. Nas guitarras elétricas, o posicionamento dos captadores não pode ser objeto deste privilégio, pois o comprimento da corda varia durante a execução. Estes captadores podem, no entanto, ser alvo de detalhado estudo quanto ao timbre geral obtido conforme sua colocação, pois existem partes de cada corda mais frequentemente utilizadas na execução e posições mais interessantes onde colocar captadores de som. A vibração da madeira deve ser também, muito levada em consideração no posicionamento, dos captadores; é fixa em dimensões.

FORMANTES

A caixa de ressonância dos instrumentos musicais, conforme seu tamanho e sua forma dá ao som da corda ou das cordas, características especiais de "formantes". Certas faixas de fre-

quências são intensificadas, outras, reduzidas. Quando se trata de instrumentos musicais isto dá a qualidade ao instrumento. Equipamento de reprodução de áudio, no entanto deve ser livre destas ressonâncias — ou não terá boa resposta a frequências. Amplificadores para instrumentos musicais, podem ser construídos obedecendo ambos os critérios — podem ou não colorir o som, conforme a filosofia de construção e a finalidade do uso.

CONCLUSÃO

Esgotado o espaço destinado a esta lição, peço a você que estude suas duas partes principais separadamente. Use bastante a régua de SPL e faça experimentos com ela. O assunto do estudo básico do som prosseguirá na próxima lição.

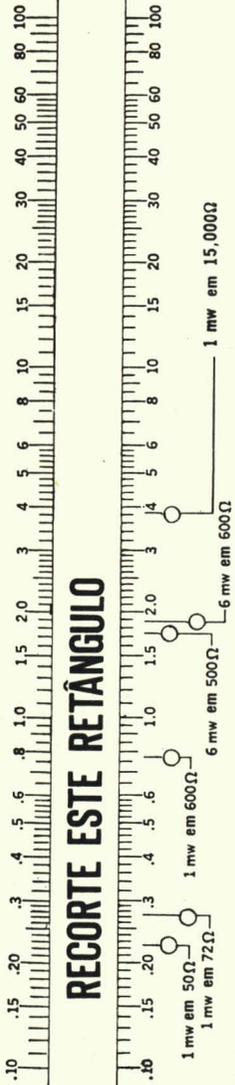


VOLTS

**NIVEL DE POTENCIA
EM dB**

**CURSO DE ÁUDIO
CCDB**

RECORTE ESTE RETÂNGULO



VOLTS - NIVEL DE POTENCIA EM dB

Fica o risco sob 0dB sempre no furo correspondente a escala de decibéis que deseja usar.

Leia nas escalas da régua a correspondência entre volts ou milivolts e decibéis. Quando deseja saber a relação entre dois níveis, anote as leituras em dB a cada nível e calcule a diferença entre elas por soma algébrica.



GUIA PARA ESCALA

GUIA PARA ESCALA

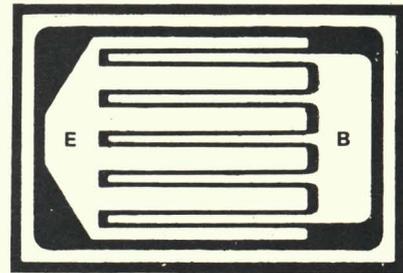
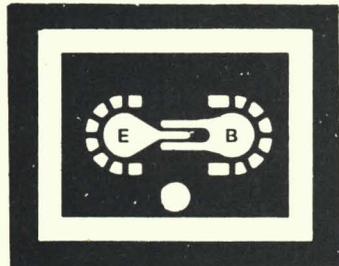
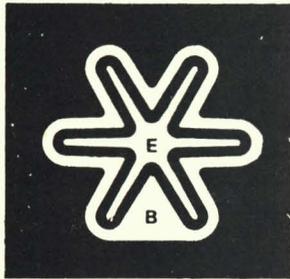
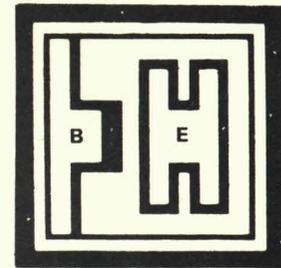
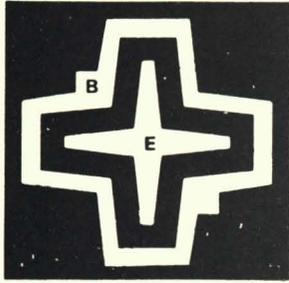
NOVA ELETRONICA

CORTAR

- COLE ESTA FOLHA SOBRE CARTÃO SEM DEIXAR BOLHAS
- RECORTE APÓS SECAR, AS 5 PARTES — FAÇA OS 6 FUROS NOS CÍRCULOS DA PEÇA 2
- COLE OS DOIS GUIAS NA PARTE 2, POR TRÁS
- COLE SOBRE ELES A PARTE 1
- ENFIE NO VÃO FORMADO A ESCALA MÓVEL, QUE DEVE CORRER LIVREMENTE
- COLOQUE UM "CLIP" OU EQUIVALENTE QUE CORRA POR FORA DA RÉGUA TODA

CORTAR

POR DENTRO DO



TRANSISTOR

VICTOR ROTBERG

No ano de 1948, cientistas da Bell Telephone Company, nos Estados Unidos, anunciaram a descoberta de um triodo semiconductor que tinha a surpreendente propriedade de controlar uma corrente elétrica entre seus eletrodos, da mesma maneira que um triodo a vácuo. O mundo científico e tecnológico foi avisado para ficar "de olho" no desenvolvimento dessa descoberta que poderia ter um alcance ainda incalculável na época, mas com possibilidades extraordinárias. Era o que hoje é conhecido como o transistor de pontas. Poucos meses depois foi produzido o primeiro transistor de junção, que rapidamente suplantou o transistor de pontas e é o tipo mais comum existente no mercado, hoje em dia.

Já em 1952 era iniciada a produção de transistores em escala comercial. Como veremos a seguir, esta não foi uma tarefa simples. As variáveis em jogo na operação de um transistor são enormemente mais complexas e delicadas que as envolvidas mesmo nos mais sofisticados pentodos a válvula. Graças a um estudo teórico realizado em paralelo, sobre a física de estado sólido envolvida nos semicondutores, foi possível compreender o relacionamento dessas variáveis e, como consequência, projetar e construir transistores eficientes com características reprodutíveis para a venda comercial. Em 1956, John Bardeen, que iniciou esses estudos, William Shockley e W. Brattain, os inventores, receberam o Prêmio Nobel de Física em homenagem a descoberta deste pequeno componente que, desnecessário enfatizar, revolucionou completamente a indústria eletrônica. Os leitores desta revista, nascidos pouco depois do fim da 2ª grande guerra, ou mais velhos, certamente se lembrarão dos volumosos e bodosos aparelhos eletrônicos operados com válvulas, e poderão compará-los com seus equivalentes, simples e compactos, da era do transistor.

Uma ironia constante na história da Humanidade é o surpreendente avanço tecnológico que se verifica nos períodos durante e imediatamente após uma guerra. Na história recente podemos citar, por exemplo, como consequência da 1a. guerra mundial o extraordinário progresso da aviação. Com a finalidade de construir aviões de combate velozes e seguros, uma grande massa de engenheiros e técnicos foi mobilizada, recebendo toda

a sorte de incentivos. Seu legado para os tempos de paz foi uma tecnologia aeronáutica de alta qualidade que por sua vez possibilitou a construção de aviões comerciais e de passageiros como conhecemos hoje. Durante a 2a. guerra mundial, a necessidade de salvar as vidas dos combatentes feridos nas frentes de batalha, sujeitos a toda uma série de doenças infecciosas, motivou as pesquisas para a produção, em larga escala, das penicilinas.

Outro exemplo notável é o dos foguetes. Desde a invenção da pólvora, pouco se tinha realizado neste campo além da construção de fogos de artifício e alguns rojões. As necessidades bélicas da Alemanha nazista, aliadas à capacidade de seus cientistas, levaram à construção das mortíferas bombas voadoras V-1 e V-2, equipadas com estabilizadores giroscópicos, capazes de atingir alvos distantes, na Inglaterra com grande eficiência. Após a guerra,

as superpotências dividiram entre si a captura desses cientistas e do formidável arsenal tecnológico que eles haviam criado. Os resultados não tardaram. Apenas uma década de paz e os soviéticos haviam lançado o primeiro satélite artificial da Terra, dando os primeiros passos da era espacial. Foguetes de grande empuxo foram construídos nos Estados Unidos, levando o Homem à lua e sondas aos planetas próximos da Terra.

Outra das consequências da 2ª grande guerra foi o desenvolvimento do radar. Esta invenção era conhecida já em meados dos anos 20, mas por não ter aplicação prática, ficou esquecida, até que a idéia de poder detectar a presença de aviões ou submarinos inimigos deu o estímulo necessário para o seu aperfeiçoamento. É bem possível que historiadores em épocas futuras tracem a origem do transistor diretamente aos esforços desenvolvidos para a construção do radar.

Os aparelhos de radar operam a partir da emissão de ondas eletromagnéticas de pequeno comprimento de onda (micro-ondas). Ao atingir um objeto metálico, as micro-ondas são refletidas de volta para a mesma antena que as enviou. Quando uma onda emitida é novamente captada, isto significa a presença de um objeto metálico qualquer (avião) cuja distância é possível calcular medindo-se o tempo que a onda leva para ir e voltar e sabendo a sua velocidade de propagação, que é a velocidade da luz. Associada a uma antena de grande poder, existem naturalmente muitos circuitos eletrônicos com amplificadores, retificadores etc. Sem entrar em detalhes sobre o funcionamento desta eletrônica, é possível compreender imediatamente uma das grandes dificuldades da operação dos circuitos utilizando diodos convencionais, a válvula. Isto é o fato de que o comprimento das ondas de radar era da ordem de centímetros, também a ordem de distância entre os eletrodos dos diodos. Como consequência, o tempo de trânsito de um elétron entre o catodo e o anodo se torna grande demais, pois, antes de atingir o anodo, a polaridade muda e a válvula não pode executar as suas funções. Para resolver este problema, foram introduzidos os diodos semicondutores em substituição

aos diodos a válvula. Nestes, o tempo de trânsito não parecia oferecer problemas pois, como foi compreendido mais tarde, a espessura da junção é várias ordens de grandeza menor que o comprimento de uma micro-onda. Assim, pela primeira vez, um componente semicondutor revelou-se indispensável numa função dentro de um circuito eletrônico. Ao mesmo tempo, foram desenvolvidos esforços no sentido de produzir diodos numa escala que satisfizesse a demanda, ainda pequena, daquela época.

Imediatamente após a guerra, a Bell Telephone Co., anteveendo as extraordinárias possibilidades do emprego das micro-ondas nas telecomunicações, manteve o impulso inicial das pesquisas com materiais semicondutores. Como já dissemos, estas pesquisas acabaram levando à descoberta do transistor e à subsequente transformação radical verificada na eletrônica. Para sermos exatos, diríamos que a indústria eletrônica da era do transistor é dotada de uma estrutura totalmente diferente da antiga. As possibilidades são imensas. O advento dos computadores eletrônicos, por exemplo, só se tornou possível graças ao transistor. Um computador construído com válvulas é em princípio possível, mas seu tamanho e consumo de energia elétrica seriam fatores que o tornariam proibitivo, mesmo em escala experimental.

Vamos, a seguir, procurar transmitir ao leitor iniciante os princípios da operação dos transistores. Para isto, será necessário explicar o funcionamento dos diodos semicondutores e também algumas noções simples da física que estarão, certamente, ao alcance de todos.

O QUE SÃO SUBSTÂNCIAS SEMI-CONDUTORAS?

A palavra semicondutor está sempre muito próxima da palavra transistor em todos os níveis da literatura, como o leitor já deve ter observado. Para compreendermos o funcionamento dos transistores será essencial estudarmos as propriedades dos materiais a partir dos quais eles são construídos, os materiais semicondutores.

Com respeito a condutividade elétrica, podemos classificar a matéria em três grandes grupos: isolantes,

condutores e semicondutores. Os isolantes possuem resistência muito alta e não conduzem, praticamente, corrente elétrica. Os condutores, por outro lado, conduzem bem correntes elétricas, havendo naturalmente diferentes resistividades para diferentes materiais. A platina, o cobre e também o alumínio são exemplos dos melhores condutores conhecidos. Devido à astronômica diferença entre o preço destas substâncias, a totalidade das redes de transmissão é construída com fiação de cobre ou alumínio.

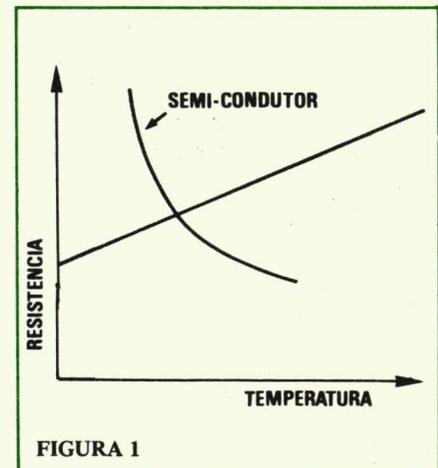


FIGURA 1

Os semicondutores ocupam um lugar intermediário entre os isolantes e os condutores e a sua resistência depende muito da temperatura ambiente. Na figura 1, comparamos a dependência com a temperatura, da resistência de um condutor e a de um semicondutor. A resistência dos condutores aumenta lentamente com o aumento da temperatura, mas estas substâncias nunca deixam de ser condutoras, mesmo no limite das temperaturas muito altas. As substâncias semicondutoras, como por exemplo o germânio, silício, selenio, óxido de cobre, galena e algumas outras, comportam-se, por outro lado, como isolantes a temperaturas extremamente baixas e como condutores cada vez melhores, à medida que a temperatura aumenta. É importante ressaltar que esta propriedade só se observa num cristal semicondutor puro. Isto significa que a presença de outros tipos de átomos, mesmo em pequenas quantidades, pode eventualmente fazê-lo comportar-se como um condutor comum. Para poder ser utilizado na confecção de um transistor, a pureza deve ser tão grande que não possa mesmo ser detectada

por métodos químicos convencionais. Assim, a presença de um átomo de impureza para cada dez milhões é ainda uma concentração elevada demais. A maior quantidade de impurezas ainda aceitável num transistor é de um átomo para cada cem milhões. Em 1952, foi inventado nos laboratórios da Bell um processo que permitia a purificação de cristais de germânio até um grau de uma impureza para cada 1000 bilhões! O preço desses cristais torna-se em consequência um pouco mais caro que o do ouro, mas,

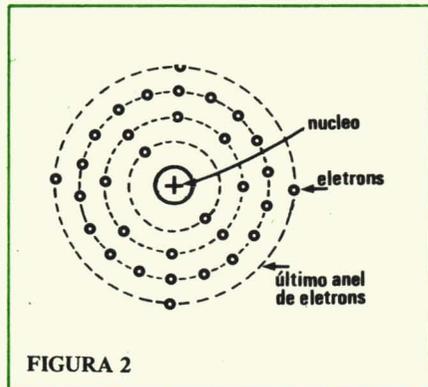


FIGURA 2

como a quantidade de germanio utilizada para construir um transistor é pequena, o preço de cada unidade oscila em torno da casa das dezenas de cruzeiros.

Passemos a examinar a maneira como os átomos de germanio interagem para formar um cristal. Na figura 2 temos uma representação esquemática de um átomo com seu núcleo e elétrons orbitais. O último (o mais externo) dos anéis de elétrons é responsável, como em todos os tipos de átomos, pelas ligações químicas com outros átomos ou com átomos da mesma espécie. No germanio e no silício, o número desses elétrons é quatro. Se este número fosse de oito, o átomo seria tão estável que não reagiria quimicamente com nenhum outro e seria encontrado na natureza em forma de gás. Seriam os chamados gases "nobres". Por outro lado, se estes elétrons não existissem teríamos também um átomo estável com as mesmas propriedades. O estudo das propriedades químicas dos elementos é extenso e por isso não nos demoraremos mais na sua descrição. O ponto importante é que as ligações entre os átomos, para formar moléculas ou cristais, se dá somente de maneira a que o último anel de elétrons seja comple-

tado para formar uma configuração estável semelhante à do gás "nobre". Para o germanio e o silício faltam quatro elétrons. No caso do alumínio, faltam cinco, pois este átomo possui apenas três elétrons no último anel.

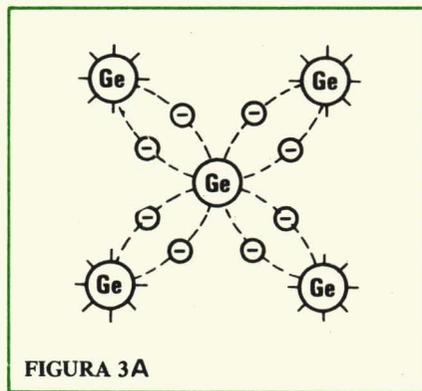


FIGURA 3A

Para o arsenico faltam três, pois ele possui cinco elétrons no último anel. O número de elétrons no último anel é chamado número de **valência**. O germanio e o silício tem valência quatro e o alumínio e o arsenico, valências três e cinco, respectivamente. Na figura 3A, vemos uma representação esquemática de um cristal de germanio. Observemos como o átomo do centro resolve o seu problema de conseguir oito elétrons para o anel externo. Ele compartilha um dos elétrons de um átomo vizinho! Como isto só traz um elétron, são necessários quatro átomos para completar os oito necessários, como o leitor poderá contar. Os átomos vizinhos tem o mesmo problema, que é resolvido da mesma maneira com outros átomos; um deles é o átomo do centro e outros três não mostrados na figura. Este arranjo se repete indefinidamente, formando o que é chamado um **cristal**. Vale ressaltar que os elétrons compartilhados ficam pertencendo a dois átomos, simultaneamente. Esta não é a solução ideal, evidentemente, porque os átomos dependem uns da presença dos outros para conseguir a estabilidade. Mas, nada na vida é perfeito. A nobreza é privilégio de poucos e os átomos comuns devem cooperar uns com os outros. Por outro lado, só a partir deles os transistores podem ser construídos.

Na verdade, em temperaturas normais, os átomos de um cristal não estão parados, mas vibram permanentemente

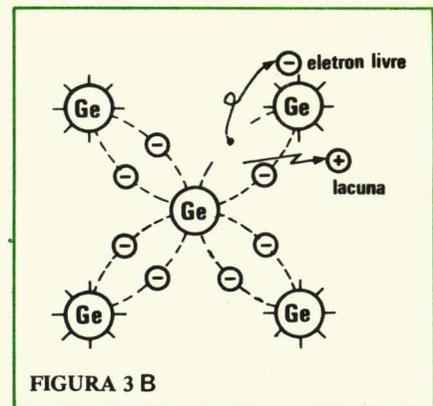


FIGURA 3 B

em torno das suas posições de equilíbrio. Para temperaturas maiores, esta vibração é maior e acaba ocasionando a ruptura das ligações entre os átomos, resultando na liberação de um elétron que poderá agora vagar pelo cristal, podendo também conduzir corrente elétrica (fig. 3 B). O número destas ligações rompidas, e portanto o número de elétrons livres, aumenta, à medida que a temperatura aumenta o que explica o fato da resistência dos semicondutores diminuir com a temperatura. A ligação que estava preenchida pelo elétron fica agora vazia ou com uma lacuna, a qual podemos imaginar como uma partícula de carga positiva. Como num cristal existem muitos átomos, existirão também muitos elétrons livres e um número de lacunas igual ao de elétrons livres. Eventualmente, um elétron pode ocupar o lugar de uma lacuna. Este processo é chamado **recombinação**.

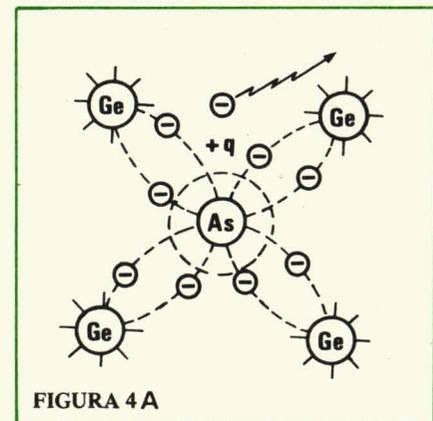


FIGURA 4 A

Para conseguir o efeito desejado de um semicondutor, utilizamos um pequeno truque. Vamos imaginar que um dos átomos de germanio do cristal seja substituído por um de outra

espécie, por exemplo o arsênio (As) cuja valência é cinco (figura 4A). Este processo de colocação de impurezas é chamado **dopagem** e deve ser feito controladamente, pois as características de um transistor vão depender diretamente da concentração de impurezas em seu meio. Ora, o arsênio possui os quatro elétrons de valência necessários aos átomos vizinhos e ainda um a mais, que não é utilizado em nenhuma ligação. Este elétron em excesso pode conduzir corrente, com a vantagem de não existir a lacuna correspondente, não podendo haver, portanto, a recombinação e o seu subsequente desaparecimento. O arsênio é chamado de impureza **doadora**, pois além de completar as ligações com os átomos de germânio, ainda doa um elétron, que se movimenta com liberdade pelo interior do cristal. Num cristal deste tipo, dopado com uma impureza pentavalente, a condução elétrica é feita pelos elétrons em excesso. Convencionaremos chamá-lo de cristal tipo **N** para lembrar que os portadores de carga são **negativos**.

Outra possibilidade interessante é fazer a dopagem com impurezas trivalentes, por exemplo o alumínio (Al). Neste caso, vai **faltar** um elétron numa das ligações. Este elétron deverá vir de outro lugar do cristal, isto é, de uma ligação normal entre átomos de germânio, rompida por efeitos térmicos. As impurezas trivalentes são também chamadas **aceita-**

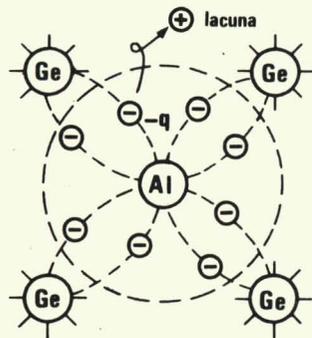


FIGURA 4 B

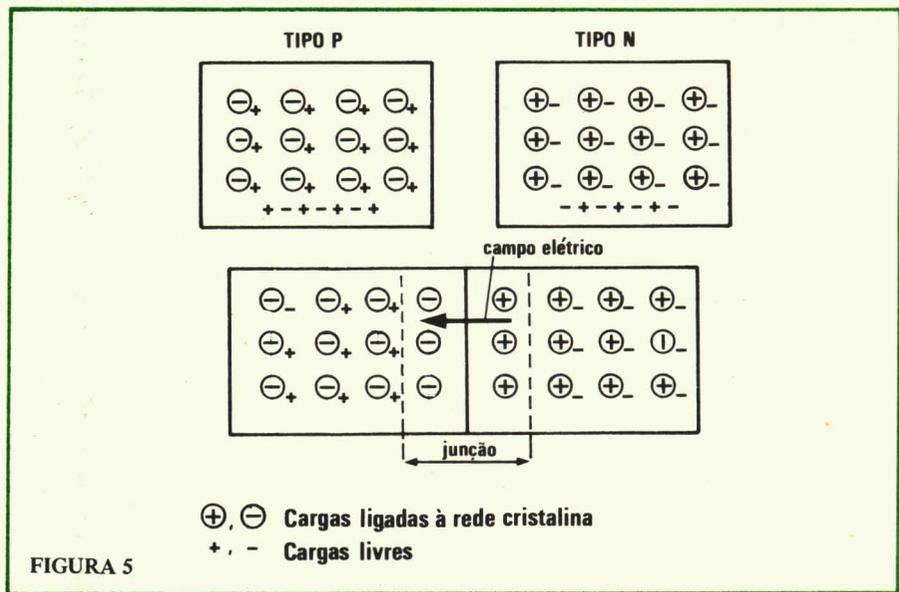


FIGURA 5

doras, porque aceitam elétrons. A situação é exatamente como no cristal de tipo N, exceto que são criadas lacunas, ao invés de elétrons, livres. Estas lacunas se movimentam como se fossem partículas de carga positiva, conduzindo corrente elétrica. O movimento de uma lacuna numa direção qualquer é eletricamente equivalente ao movimento de um elétron na direção oposta. Um cristal assim dopado será chamado tipo P (portadores de carga **positivos**), (figura 4B). Não devemos esquecer que em ambos os casos o cristal é eletricamente neutro, isto é, a quantidade de cargas positivas é exatamente igual à das cargas negativas. No cristal do tipo N, para exemplificar, aparece um elétron livre, mas o núcleo do átomo de arsênio possui uma carga positiva a mais. Enquanto os elétrons podem se movimentar à vontade, a carga positiva fica fixa junto com o átomo da impureza. A situação inversa é observada no cristal P.

COMO OPERAM OS DIODOS RETIFICADORES

Vamos estudar agora como funciona um diodo retificador. Juntemos um pedaço de cristal do tipo P com outro do tipo N como na figura 5. O que acontece? Em ambos os cristais temos cargas elétricas fixas (nos nú-

cleos das impurezas) e cargas livres, lacunas no tipo P e elétrons no tipo N. Quando juntamos os dois, uma parte das lacunas do cristal P tem agora a possibilidade de recombinar com os elétrons do cristal N. Após um período de equilíbrio teremos uma pequena região, denominada **junção**, onde existe de fato carga elétrica não neutralizada, negativa do lado P e positiva do lado N. Estas cargas não podem se recombinar pois estão fixas na estrutura cristalina. Sua presença nesta região cria uma diferença de potencial elétrico através da junção, como numa pilha comum. Dito de outra maneira, temos uma região onde existe campo elétrico. O campo, por convenção, aponta na direção da seta, das cargas positivas para as negativas. A direção do campo é a direção da força elétrica que age sobre uma carga positiva. Para uma carga negativa, a força é no sentido contrário à seta. Isto explica porque nem todas as lacunas e elétrons podem recombinar. À medida que o equilíbrio vai sendo atingido, o campo elétrico vai se tornando progressivamente mais intenso e é cada vez mais difícil para uma lacuna ou um elétron vencê-lo. Na figura 6 vemos um gráfico do potencial elétrico na região da junção, bem como o respectivo campo.

Vamos agora ligar uma bateria com o polo positivo na região P e o polo negativo na região N (figura 7).

A bateria vai diminuir a diferença de potencial através da junção, ou dito de outra forma, estabelecer um campo elétrico de direção oposta ao que havia inicialmente. Por isso, as lacunas da parte P e os elétrons da parte N vão caminhar na direção do polo negativo e positivo, respectivamente. Alguns irão certamente recombinar mas, enquanto isso, outros pares elétron-lacuna serão injetados pela bateria e o efeito resultante é a passagem de corrente elétrica pelo circuito todo. Esta corrente vale $I = V/R$ aproximadamente, se desprezarmos a resistência interna do conjunto medidor-pilha e do próprio diodo, o que é válido, se R for bem grande. Nestas condições, o diodo está polarizado **diretamente**.

Se, por outro lado, ligarmos o polo positivo na região N e o negativo na região P, o campo elétrico imposto pela bateria vai **reforçar** o campo existente na junção, ou seja, a diferença de potencial através desta vai aumentar ainda mais. Por isso, não haverá passagem de corrente pelo circuito. A polarização do diodo deste modo é chamada polarização **inversa**. Temos aqui uma boa maneira de lembrar de cabeça as regras de condução por um diodo: se ligamos o polo positivo na região P o diodo conduz. Caso contrário, ele bloqueia a passagem de corrente. Se ao invés da bateria, ligamos através do diodo uma fonte de tensão alternada, ele só permitirá circulação de corrente numa parte do ciclo. Devemos ressaltar, antes de prosseguir, que um diodo construído, ao se juntar dois pedaços de cristal com impurezas diferentes, simplesmente não vai funcionar. As duas regiões devem estar presentes num **único** pedaço de cristal. Isto se consegue dopando primeiramente um dos lados com impurezas doadoras e a seguir o outro, com impurezas aceitadoras.

Uma das limitações dos transistores que não encontra analogia nos triodos a válvula é o fato de que, mesmo submetido a uma polarização inversa, observa-se a passagem de uma pequeníssima corrente, chamada corrente inversa. Ela é devida a uma pequena fração dos portadores que conseguem, devido à acumulação de energia térmica, vencer a barreira de potencial. Esta corrente aumenta rapidamente com o aumento da tempera-

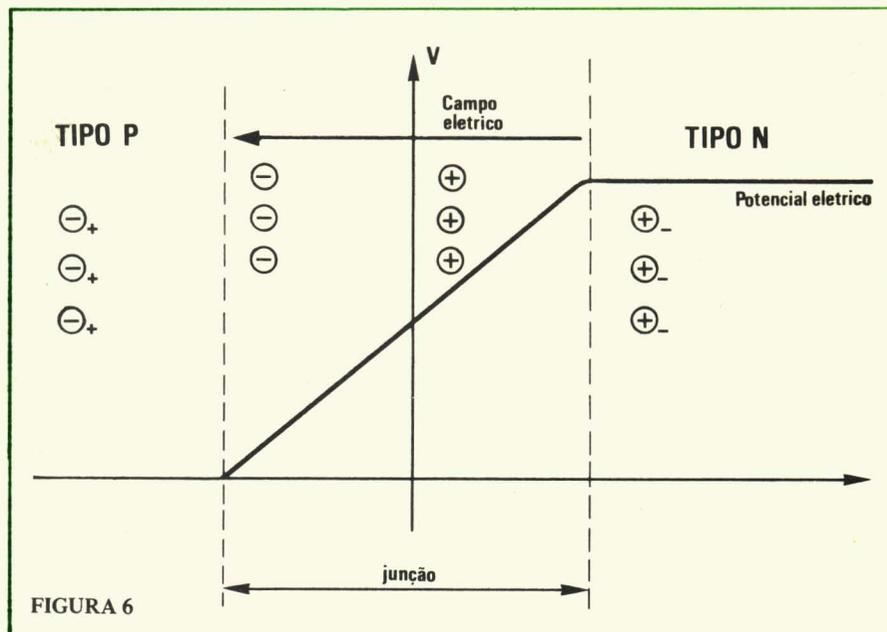


FIGURA 6

tura podendo prejudicar o rendimento dos circuitos. Este é o motivo pelo qual os grandes computadores, que contém milhares de transistores e circuitos integrados, devem funcionar em ambientes com ar condicionado e boa ventilação. O leitor talvez já tenha observado também que os rádios dos automóveis apresentam péssimo som se forem deixados muito tempo ao sol com as janelas fechadas. O motivo é o mesmo. Quando o automóvel começa a andar, a temperatura normal é rapidamente restabelecida e o rádio volta novamente a funcionar.

OS TRANSISTORES

Estamos agora em condições de compreender o processo de amplifi-

cação utilizando transistores. Um transistor é construído com duas junções de dopagem diferente num único pedaço de cristal. Na figura 8 vemos um transistor do tipo PNP. Chamaremos o cristal P da esquerda de **emissor**. A região central, N, chamaremos **base** e a região P da direita, **coletor**. Numa configuração normal, a junção emissor-base é polarizada diretamente e a corrente através do resistor R_e será dada por $I_e = V_1/R_e$. Esta é também a corrente que atravessa a base, $I_b = I_e$. A junção coletor-base é polarizada inversamente e portanto a corrente será nula através do resistor R_c ($I_c = 0$), a menos da corrente inversa, que é pequena. O campo elétrico nas duas

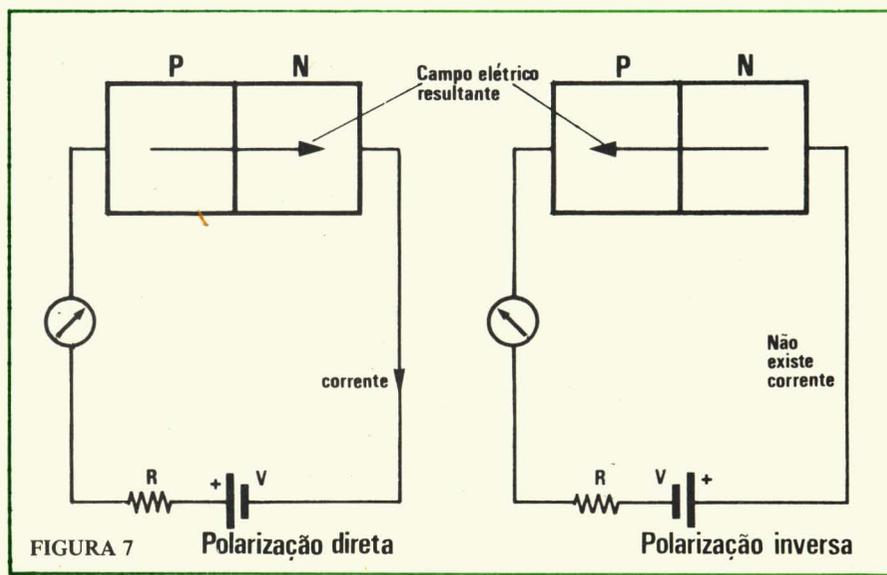
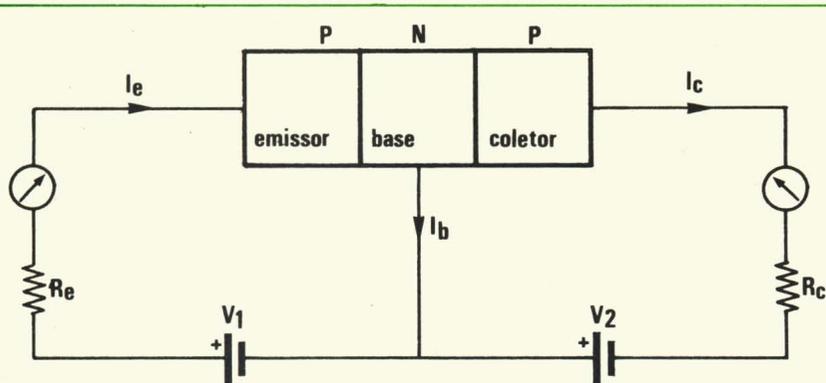


FIGURA 7

FIGURA 8



junções está indicado. Como a base é grossa demais, não haverá campo elétrico no seu interior, mas apenas através das duas junções. Vamos imaginar agora que a espessura da base seja bem pequena. As duas junções ficarão tão próximas uma da outra que não haverá, no interior da base, nenhuma região onde o campo elétrico seja nulo. Como consequência disto, a maior parte dos portadores de carga, oriundos do emissor, preferem continuar sob a ação do campo elétrico e são injetados no coletor. Este é o ponto crucial. Se a base é fina, a corrente de coletor já não será mais nula, mas será quase igual à corrente de emissor. Podemos escrever $I_C = \alpha I_E$, onde α é uma constante para cada tipo de transistor e é, em geral, um pouco menor que a unidade. A corrente de base é bem pequena e pode ser calculada, pois sabemos que a corrente injetada no coletor irá se dividir na corrente de base e na de coletor, isto é:

* $I_E = I_C + I_B$ ou $I_C/\alpha = I_C + I_B$, usando a relação acima. Daqui sai, com um pouquinho de álgebra:

$$I_C = (\alpha / 1 - \alpha) I_B \text{ ou } I_C = \beta I_B \text{ com } \beta = \alpha / (1 - \alpha)$$

Tomemos um transistor típico com $\alpha = 0,95$. O fator β será da ordem de

50, o que significa que a corrente de base será amplificada 50 vezes. $I_C = 50 I_B$. A queda de tensão sobre o resistor R_C será $I_C R_C$, o que é quase $I_E R_C$, pois I_C é praticamente igual a I_E . Sobre o resistor R_E a queda é $I_E R_E$ e portanto o ganho de tensão é

$$\frac{I_E R_C}{I_E R_E} = \frac{R_C}{R_E}$$

e será maior que 1 se R_C for maior que R_E .

Se colocarmos em série com a bateria V_1 uma pequena fonte de tensão variável, como, por exemplo, um microfone, poderemos movimentar um altofalante, na saída do coletor, o que seria impossível sem a amplificação executada pelo transistor. Se um transistor é insuficiente para isto, podemos colocar um segundo estágio, fazendo com que a corrente de coletor do primeiro transistor passe pelo circuito de base do segundo, e assim por diante.

Os transistores NPN operam segundo os mesmos princípios exatamente; apenas as polaridades são invertidas. Na figura 9 mostramos a simbologia utilizada nos circuitos eletrônicos para indicar as regiões de um transistor.

Vamos finalizar, fazendo uma rápida comparação entre os transistores

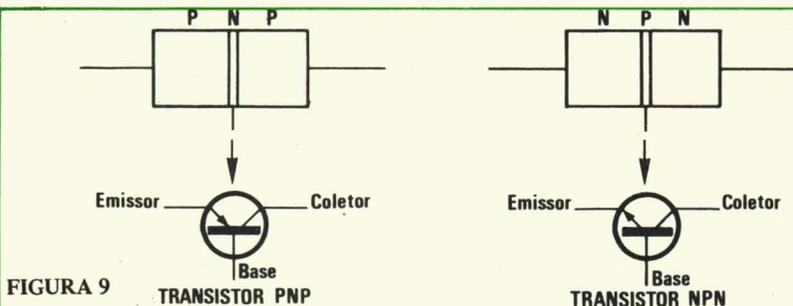


FIGURA 9

TRANSISTOR PNP

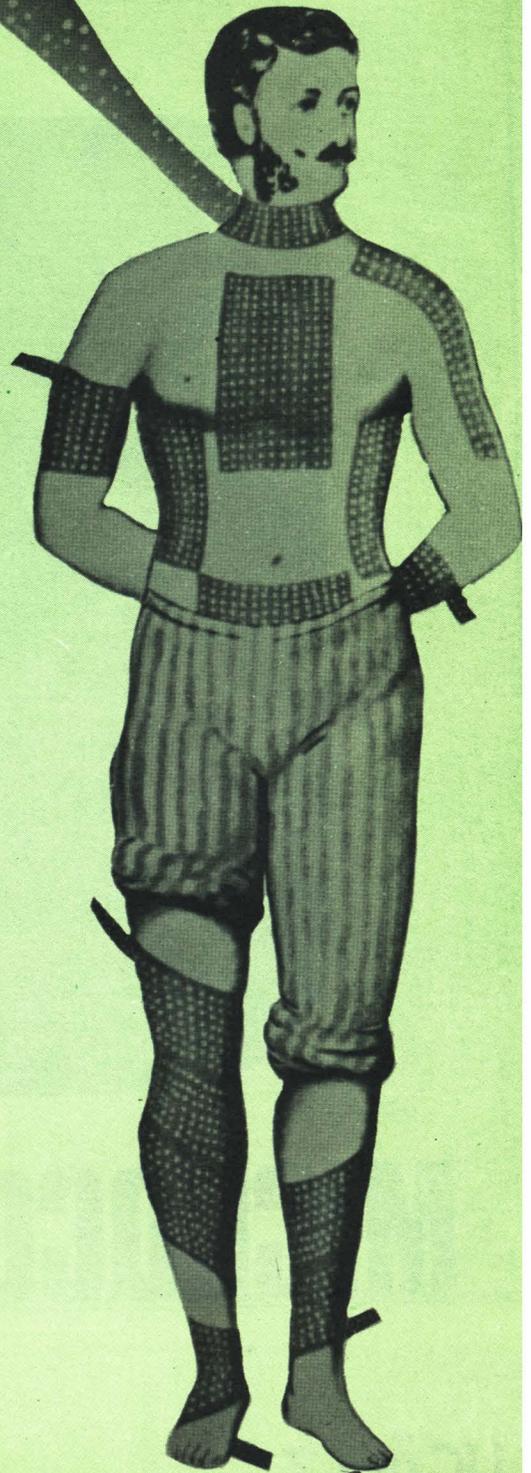
TRANSISTOR NPN

e as válvulas. A diferença mais evidente é certamente o tamanho. Na verdade o volume útil de um transistor não é muito maior que a ponta de uma agulha! Para enxergarmos o cristal de germânio e suas ligações é necessária uma lupa poderosa ou um pequeno microscópio. Os transistores comerciais são envolvidos, após a fabricação, com uma capa de plástico para proteção. No seu interior, o cristal está montado sobre um pequeno dissipador de calor. Mesmo assim, a diferença de tamanho é considerável. Por outro lado, os transistores não suportam correntes muito altas. Muitas vezes é necessária a utilização de válvulas em alguns circuitos, por este motivo. Outra limitação dos transistores, como já dissemos, é a existência da corrente inversa. Esta deve ser conhecida, em função da temperatura, para executar um projeto perfeito de um sistema qualquer. Nos circuitos muito delicados, a temperatura do ambiente deve ser controlada, o que envolve despesas adicionais na instalação. Não é necessário insistir no fato de que, apesar destas pequenas desvantagens, os transistores são mais práticos e em consequência, preferidos para a maioria das aplicações. Por último, devemos comparar o consumo de energia para a operação das válvulas e transistores. As válvulas exigem o aquecimento de um catodo, o que é feito por um filamento que consome uma notável quantidade de energia elétrica. Nos transistores, por outro lado, não existe um equivalente do filamento. Eles não precisam ser aquecidos para funcionar e por isso, com exceção de uma pequeníssima potência desperdiçada devido à resistência intrínseca (própria) do cristal, não consomem energia elétrica para sua operação. Numa época em que as atenções estão voltadas para o excessivo consumo das nossas já escasseantes reservas energéticas, o transistor dá uma grande contribuição. Alguns analistas políticos já sugeriram que a 3ª guerra mundial será motivada pela necessidade que as nações, tanto desenvolvidas, como em desenvolvimento, tem do petróleo para movimentar o seu parque industrial. Vamos torcer para que o aperfeiçoamento de novas fontes de energia possa ser efetivado desta vez sem o grande flagelo da guerra.

*As fórmulas não são indispensáveis para o perfeito entendimento do texto

SUPLEMENTO

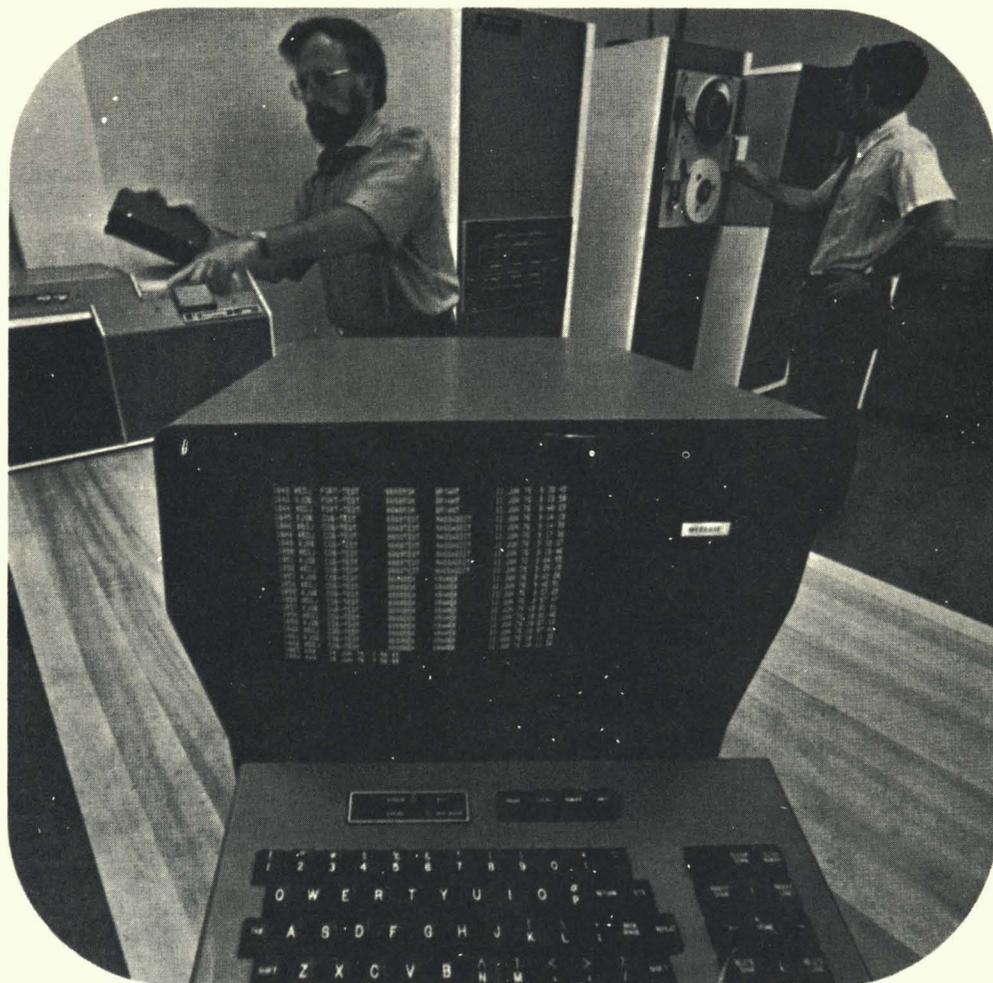
**Revista
BYTE**



Salvador Daguí

CURSO

PROGRAMAÇÃO DE



MICROCOMPUTADORES

LIÇÃO 7

GERALDO COEN

Veremos hoje, na parte **PROCESSADOR**, as últimas instruções do 8080: as instruções de entrada/saída (INPUT/OUTPUT) e as instruções que trabalham com interrupções. Na parte **PROGRAMA**, desenvolveremos exemplos de rotinas de I/O e de interrupção. Finalmente, na parte **COMPUTAÇÃO**, estudaremos as ferramentas para teste de programas.

PROCESSADOR

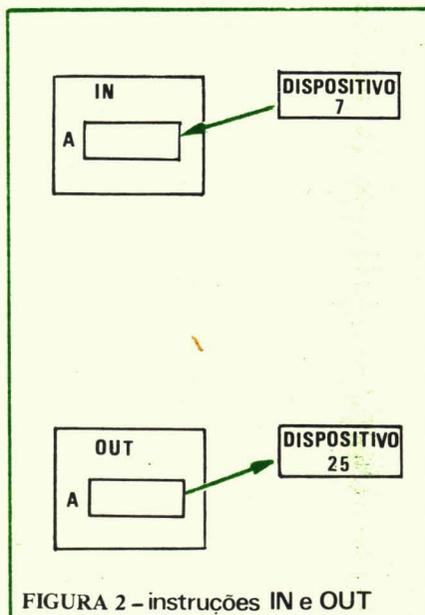
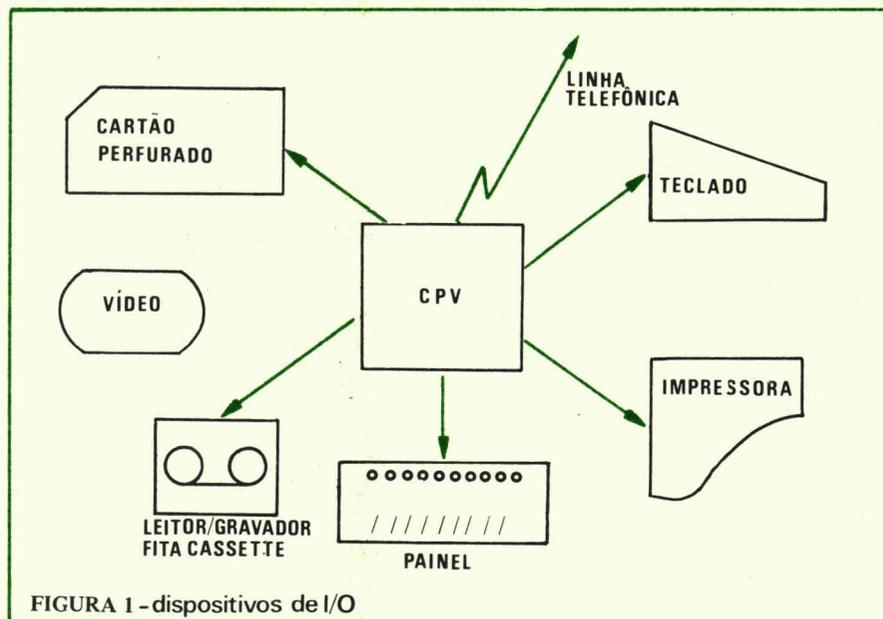
Todas as instruções que vimos até agora operam com dados na memória do computador: operações aritméticas, operações lógicas, movimentos, instruções de comparação e de desvio, subrotinas. Mas estes dados devem ser introduzidos na memória, e os resultados devem sair de uma forma inteligível para o usuário do computador. Um computador sem dispositivos de I/O é totalmente inútil.

O dispositivo de I/O mais simples que se possa ter é um painel com chaves que permitem a introdução de dados na memória e luzes que mostrem o conteúdo de uma posição de memória.

Evidentemente, introduzir um programa grande por meio de chaves, byte por byte, é extremamente trabalhoso. Receber resultados através de luzes que mostram os valores dos bits que compõem um byte também não é uma forma prática de se trabalhar. Por isso foi desenvolvida uma gama extensa de dispositivos de I/O que permitem as mais variadas formas de comunicação homem-máquina.

Podemos nos comunicar com um computador introduzindo dados por um teclado e recebendo resultados numa impressora ou num vídeo. Podemos introduzir dados por meio de fita de papel, de fita cassette ou de diskette. O computador pode armazenar grandes volumes de dados em disco magnético ou fita magnética. Pode transmitir dados através de linhas telefônicas. Pode, através de conversores analógico/digitais, receber ou mandar dados a uma infinidade de dispositivos sensores ou de controle.

Na próxima lição veremos com mais detalhes as características dos dispositivos



sitivos de i/O. Nesta lição veremos como — e com que instruções — o computador controla o i/O.

Para controlar um dispositivo de I/O, devemos conhecer suas características, o tempo de transmissão de um byte, e principalmente o seu endereço, isto é, a que linhas de I/O ele está ligado. Devemos ainda saber quais são os sinais de controle do dispositivo. Por exemplo, um teclado pode sinalizar que tem dados a mandar ao computador através do bit 7 de um byte mandado pelo endereço de i/O (também chamado porta) 20. Em seguida transmitirá o dado pela porta 21.

Instruções de i/O

O 8080 se comunica com dispositivos de I/O de forma muito simples por meio de duas instruções de 2 bytes. O segundo byte da instrução especifica o endereço do dispositivo, que pode variar de 0 até 255, permitindo teori-

camente a ligação de 256 dispositivos ao 8080.

A instrução IN traz um byte da porta especificada para o registrador A. A instrução OUT leva um byte do registrador A para a porta especificada. Observe que todo o input/output passa sempre pelo registrador A. Figura 2.

I/O via memória

O 8080 também permite um tipo diferente de I/O. Através de uma arquitetura adequada do sistema, podemos fazer com que certos endereços da memória — por exemplo, os endereços acima de 32K — estejam ligados a dispositivos de I/O. Neste caso, que chamamos de I/O via memória ("memory mapped I/O") toda instrução que trabalhe com aquele endereço de memória estará na realidade fazendo I/O com o dispositivo nela ligado. Ver figura 3. Desta forma, ganhamos maior flexibilidade na manipulação do I/O e podemos conectar mais dispositivos (até 32768). Em compensação, temos menos memória para o programa.

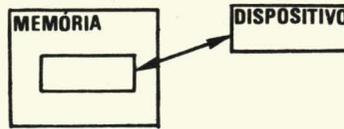
INTERRUPÇÕES

Suponhamos que nosso computador deve ter uma sequência de caracteres de um dispositivo de I/O, um leitor de fita de papel, por exemplo. Há duas formas de trabalhar:

a) o programa pode ler o primeiro caráter, esperar durante um tempo suficiente (por exemplo, entrando em um loop e decrementando um contador), ler o caráter seguinte, e assim por diante. Este método é chamado I/O programado.

b) O dispositivo de I/O pode interromper a CPU quando um caráter estiver disponível para a transmissão forçando um desvio do programa que está sendo executado para uma rotina especial de interrupção. Figura 4.

O sistema de interrupções do 8080 pode ser desativado através da instrução DI e reativado através da instrução EI. Além destas duas instruções, uma instrução especial de desvio do 8080 participa do sistema de interrupções. É a instrução RST n. Esta



EXEMPLOS:

MOV R,M input em qualquer registrador
 MOV M,R output de qualquer registrador
 MVI M output dado imediato
 LDA input no acumulador
 LHLD input de 16 bits
 ADD M somar input com memória

FIGURA 3 I/O via memória

instrução funciona como uma instrução CALL, guardando o endereço da próxima instrução a executar na pilha e desviando. O endereço de desvio é calculado como $8 \times n$.

Quando a CPU reconhece um pedido de interrupção de um dispositivo externo, ocorre o seguinte:

- 1) A instrução que está sendo executada é terminada.
- 2) O sistema de interrupção é desativado.
- 3) O dispositivo que interrompeu manda uma instrução que a CPU executa. Esta instrução não aparece na memória e o programador não tem controle sobre ela, uma vez que é função do projeto do dispositivo. Normalmente este dispositivo manda uma instrução RST, uma vez que

esta é uma boa forma de chamar uma das rotinas de 8 bytes colocadas no início da memória. Por exemplo, um teclado pode mandar uma instrução RST 7. A rotina no endereço 56 será então executada. Esta, por sua vez, pode chamar uma rotina em outro lugar da memória. Uma instrução RET fará o computador voltar ao programa que estava sendo executado antes da interrupção. Naturalmente, a rotina de interrupção deve guardar os registradores e restaurar seu valor antes da volta. Sempre que ocorre uma interrupção o sistema de interrupções é automaticamente desativado. A rotina de interrupção deve então, depois de efetuadas as primeiras instruções, executar uma instrução EI para permitir interrupções futuras. Observe que depois do EI a própria rotina de interrupção pode ser interrompida. Se ela guardar os dados e utilizar a pilha convenientemente, a execução de programa seguirá corretamente.

O conceito de interrupção é um conceito muito importante. Dele depende o bom funcionamento das entradas e saídas e com ele é que se pode montar um sistema de multiprogramação, com dois ou mais programas competindo na memória. Quando um programa é interrompido, o outro pode assumir o controle e vice-versa.

Instruções HALT e NOP

A instrução HALT simplesmente suspende a execução de instruções

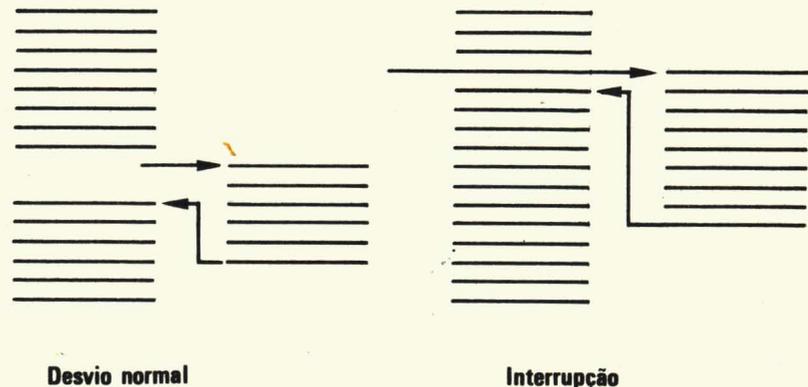


FIGURA 4 - interrupção

```

1      INPUT:
2      DADOS:  IN    20      ;LER BYTE DE CONTROLE
3              ANI    2      ;ISOLAR BIT 1
4              JZ    DADOS    ;VOLTAR A TESTAR
5              IN    21      ;LER UM BYTE
6              RET                    ;RETORNAR AO PROGRAMA
*
```

FIGURA 5 – rotina de input.

pelo processador, até ocorrer uma interrupção.

A instrução NOP não efetua nada. É usada em programas para reservar espaço que será depois ocupado por outras instruções.

PROGRAMA

Veremos hoje dois exemplos que ajudarão a firmar os conceitos expostos nesta lição.

Na figura 5 temos uma rotina que recebe um byte de um teclado. O teclado está no endereço 20 para transmitir dados de controle e 21 para dados. Nos sinais de controle, é transmitido um byte com o bit 1 valendo 1 se já houver dados a transmitir. Caso contrário este bit valerá 0. A rotina lê um byte do endereço 20, usa a instrução ANI 2 para isolar o bit 1 e testa. Se o bit estiver ligado, é sinal que existem dados disponíveis, e o programa lê estes dados da porta 21. Em seguida, efetua o retorno ao programa chamador.

O exercício proposto nesta lição é: fazer uma rotina que emite o caráter contido no registrado A para o dispositivo da porta 21. Este dispositi-

tivo sinaliza que está pronto para receber ligando o bit 0 do byte de controle. Este byte é transmitido pela porta 20. Cuidado: esta rotina deve procurar não estragar o registrador A.

Nosso segundo exemplo (figura 6) é uma rotina de interrupção. A rotina é iniciada por um dispositivo que produz a instrução RST. O programa em curso é interrompido e há um desvio para o endereço 48. A primeira instrução guarda o estado do acumulador e dos bits indicadores. Em seguida o sistema de interrupção é reativado e a rotina desvia para o ponto onde é efetuada a leitura. Note que as rotinas de interrupção não podem ter mais de 8 bytes para não avançar na área da rotina seguinte. Como esta tem mais de 8 bytes, ela deve desviar para outro lugar da memória. Aí é dada uma instrução IN. Como está sendo utilizado o sistema de interrupção, não há necessidade de testar se o dispositivo tem dados a mandar. Ele já sinalizou que os tem através da interrupção. Após guardado o dado lido, a rotina restaura o valor dos bits indicadores e do acumulador. A instrução RET causa uma volta ao programa que foi interrompido, no ponto de interrupção.

Resposta dos exercícios da lição 6

Exercício 1 — Há várias formas de testar a validade do símbolo dado. Uma delas, ilustrada na figura 7, consiste em colocar no fim da tabela um símbolo especial. No caso, escolhemos um byte com o valor 255, isto é, com todos os bits ligados. No início do loop que percorre a tabela, nas instruções 3 e 4, verificamos se o teste já chegou a este símbolo. Se chegou, é porque o símbolo dado não é nenhum dos quatro permitidos. Há portanto um erro.

Exercício 2 — Veja a figura 8. Ao invés de usar 3 vezes a instrução INX, podemos carregar o número 3 no par (B,C) e somar este valor ao par (H,L). Esta solução, parte b da figura, pode parecer melhor uma vez que só usa 2 instruções. Porém, como a instrução LXi ocupa 3 bytes, temos um total de 4 bytes de programa, contra somente 3 na solução a. Esta é portanto melhor em termos de utilização de memória.

COMPUTAÇÃO

Após elaborado um programa, passa-se para a fase de teste. Muitas

```

1  (048)      PUSH PSW      ; GUARDAR INDICADORES E ACUMULADOR
2              EI          ; PERMITIR INTERRUPCOES
3              JMP LER     ; DESVIAR A ROTINA DE LEITURA
4              ---
5              ---
6              ---
7      LER:    IN    30      ; LER UM BYTE DE DADO
8              STA BLIDO    ; GUARDAR NA MEMORIA
9              POP PSW     ; RESTAURAR INDICADORES E ACUMULADOR
10             RET        ; VOLTAR AO PROGRAMA INTERROMPIDO
11             ---
12      BLIDO: DS    1      ; AREA DE LEITURA
*
```

FIGURA 6 – rotina de interrupção

```

1      DESVIA: LXI  H,TABELA    ;(H,L) INDEXA A TABELA
2      PROCURA: MOV  A,M        ;OBTEN UM CARATER
3      CPI    255                ;FIM DA TABELA?
4      JZ     ERRO                ;SE FOR, ROTINA DE ERRO
5      CMP    C                    ;E O SIMBOLO DADO?
6      JZ     ACHOU                ;SE FOR, CALCULAR O DESVIO
7      INX   H
8      INX   H                    ;AVANCAR O INDEXADOR DE 3
9      INX   H
10     JMP   PROCURA              ;TESTAR O SIMBOLO SEGUINTE
11     ACHOU: INX  H                ;AVANCAR O INDEXADOR DE 1
12     MOV   E,M                    ;CARREGAR O ENDERECO
13     INX  H                    ; APONTADO POR (H,L)
14     MOV  D,M                    ; NO PAR (D,E)
15     XCHG                      ;TRANSFERI-LO A (H,L)
16     PCHL                       ;DESVIAR
17     TABELA: DB "+ "              ;SIMBOLO
18     DW   SOMA                    ;ENDERECO PARA DESVIO
19     DB   "- "
20     DW   SUB
21     DB   "*"
22     DW   MULT
23     DB   "/"
24     DW   DIV
25     DB   255                    ;MARCA DE FIM DA TABELA
26     END
27     EDA
*
```

FIGURA 7- teste de validade do simbolo

vezes o teste de um programa leva mais tempo que sua codificação. Assim como o Assembler e o Editor são programas que ajudam o programador a codificar, existem várias "ferramentas" de teste de programa.

A própria listagem do programa fornecida pelo Assembler é uma primeira ferramenta útil. Muitos Assembler dão, além da listagem do programa fonte uma listagem do objeto. A cada linha fonte corresponde uma linha objeto, com seu endereço. Além disto, o Assembler (ou às vezes o Editor de textos) pode fornecer uma tabela dos símbolos usados no programa e uma relação de todas as instruções em que é usado cada símbolo.

Uma vez o programa carregado na memória, o instrumento básico para teste é o painel. Existem chaves que permitem executar o programa instrução por instrução. A cada passo podemos examinar a memória e alterar dados ou instruções. Certos computadores permitem também executar o programa até chegar a um certo endereço.

Em caso de erro, podemos carregar um pequeno programa que listará a memória inteira. Podemos então, sem ocupar o computador, analisar o conteúdo das várias áreas da memória e dos registradores quando ocorreu o erro.

A ferramenta mais completa para teste de programas é um programa

chamado "programa para testes" ou "debug". Com este programa na memória podemos carregar o programa a testar e utilizar uma série de comandos. Os comandos permitem visualizar posições de memória em uma impressora ou num vídeo. Podemos visualizar a memória em hexadecimal, em octal, em decimal ou em código ASCII. Podemos alterar estas posições. Podemos listar trechos de programas. O "debug" traduz da linguagem máquina para o Assembler. Podemos alterar o programa diretamente na memória, corrigir erro ou introduzir novas rotinas. Podemos introduzir pontos de parada no programa ("breakpoint"). Quando comandarmos sua execução, ele irá até encontrar um breakpoint. Aí o controle volta ao "debug" e podemos examinar a memória e eventualmente alterá-la. Para testar um loop, podemos comandar o "debug" para só parar depois de um certo número de ciclos.

Mais uma vez, vemos que para o desenvolvimento de programas, o próprio computador nos serve de ferramenta.

```

1      INX  H                      LXI  B,3
2      INX  H                      DAD  B
3      INX  H
*
```

(A)

(B)

FIGURA 8 - avançar (H,L)

AVISO AO LEITOR

* Devido ao problema de falta de contraste entre a cor verde e o texto da introdução publicada na NE nº. 6, repetimos aqui a parte pouco legível.



INAUGURAMOS AQUI MAIS UM CURSO. É DE GRANDE IMPORTÂNCIA, PELO FATO DE TRATAR DE TÉCNICAS QUE ALARGAM CADA VEZ MAIS SUA ÁREA DE APLICAÇÕES, NO CAMPO DA ELETRÔNICA. RESERVAMOS ESTE NÚMERO PARA UMA APRESENTAÇÃO DO CURSO, DANDO AOS FUTUROS ALUNOS A OPORTUNIDADE DE ENTRAREM EM CONTATO COM O PROGRAMA, E DE VERIFICAREM O QUE PODERÃO ESPERAR E ATÉ ONDE PODERÃO CHEGAR, SEGUINDO AS AULAS.

AGUARDEM A PRIMEIRA LIÇÃO PARA O MES QUE VEM*

Preparem-se, porque a partir do próximo número entraremos no mundo onde todas as coisas são ditas com 0 e 1. Vamos iniciar o curso que faltava na Nova Eletrônica: o de técnicas digitais, ao longo do qual abordaremos desde o sistema de numeração binária, até estrutura de computador.

Como se pode deduzir, o caminho será longo, mas não será, de maneira alguma, "com espinhos", ou seja, aborrecido. Procuraremos sempre torná-lo agradável e fazer com que o aluno aprenda sem sentir, de tal maneira que, ao concluir o curso, com bom aproveitamento, esteja em condições de discutir as vantagens dos sistemas digitais em equipamentos eletrônicos, fique familiarizado com as várias técnicas digitais, entenda circuitos lógicos e tabelas da verdade, possa projetar circuitos digitais simples, e seja capaz de ler qualquer artigo da Nova Eletrônica, da área digital, e dizer: é "bico"!

Vejamos, então, o que nos aguarda, no decorrer do curso:

Para começar, veremos os conceitos de técnicas digitais, as diferenças entre sistemas analógicos e digitais, aplicações das técnicas digitais em comunicações, em sistemas de telemetria, em instrumentos de teste e em controles industriais.

Passaremos, então, para as vantagens da utilização das técnicas digitais: sua maior precisão, melhor visualização, melhor estabilidade, facilidade de projeto.

Será a hora de introduzir o sistema binário e a conversão decimal/binário e vice-versa (vice-versa não está incluído no curso, porque não é nenhum

sistema numérico). Isto nos dará condições de entender os vários códigos binários, como o BCD (decimal codificado em binário), o Gray, o ASCII, o octal, etc. (etc. também não está incluído, pois não é código, é latim). Logo após, poderemos aprender sobre a representação dos dados, com relés, totalizadores, polos magnéticos, níveis lógicos e circuitos lógicos.

A essa altura, aparecerão técnicas digitais empregando elementos discretos, e principalmente o transistor, trabalhando nos estados saturado/cortado. Será a ocasião para fazermos uma breve revisão do funcionamento do transistor bipolar e do MOSFET (transistor de efeito de campo MOS), inclusive finalizando esta parte com uma experiência. Como observação, é bom saber que algumas aulas serão complementadas com experiências que, embora não sendo indispensáveis ao entendimento da matéria, ajudarão a firmar conceitos e a esclarecer a matéria dada.

Voltando ao ponto em que havíamos parado em nosso programa, estarão à nossa espera os circuitos lógicos digitais, como o inversor, as portas AND (E), OR (OU), NAND (NE), e as várias derivações.

Veremos, na prática, como são feitos os componentes resumidos no parágrafo anterior, estudando os circuitos integrados digitais, seus níveis lógicos, sua dissipação em potência, seus tempos de propagação, FAN-OUT, seus métodos de fabricação e os vários encapsulamentos. Não podemos ignorar as diversas tecnologias desenvolvidas para uso em sistemas digitais: TTL, SCHOTTKY, LOW POWER, ECL, CMOS, funções complexas.

$2^3 2^2 2^1 2^0 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^1 2^2 2^3 2^4 2^0 2^1 2^2 2^3 2^2 2^1 2^0 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^1 2^2$
 001100010111000110001001100111011000100110001011100011000100110
 $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$ $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 +$
 45 = 101101 63 = 111111 38 = 100110 45 = 101101 63 = 111111 38 = 10
 $2^3 2^2 2^1 2^0 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^1 2^2 2^3 2^4 2^0 2^1 2^2 2^3 2^2 2^1 2^0 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0 2^1 2^2$
 001100010111000110001001100111011000100110001011100011000100110

CURSO DE TÉCNICAS DIGITAIS

Prontos para a arrancada? Apertem os cintos, porque aqui está o passaporte para o mundo digital: começou o nosso curso de técnicas digitais!!

Técnicas analógicas e técnicas digitais

Podemos dividir as técnicas e os sinais eletrônicos em dois ramos: os analógicos e os digitais. Qual é a diferença entre eles? Esta é uma das perguntas que tentaremos responder nesta primeira lição.

Talvez a coisa não fique muito clara a princípio, principalmente para aqueles que estão entrando em contato com essa matéria pela primeira vez. Mas, não há razão para preocupações, pois a distinção entre as duas técnicas (a digital e a analógica, ou linear) aparecerá e se tornará nítida, no decorrer do curso.

Dizemos que um sinal é **analógico**, quando o mesmo varia de forma contínua em função do tempo; por exemplo: um sinal de áudio, que poderia ser a voz humana, captada por um microfone, amplificada e reproduzida na tela de um osciloscópio (fig. 1), a tensão alternada da

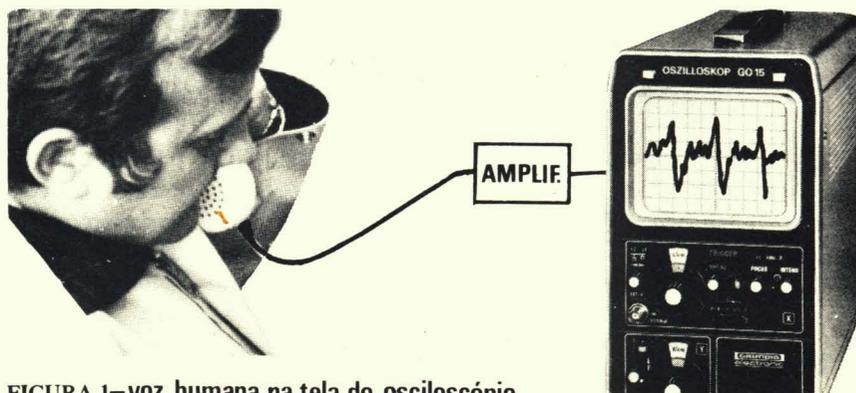


FIGURA 1—voz humana na tela do osciloscópio

rede (fig. 2), ou uma tensão contínua, fornecida por uma pilha (fig. 3).

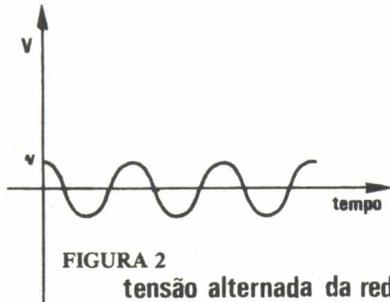
O sinal **digital** é o que varia em incrementos (acrêscimos) discretos em função do tempo, ou seja, por pulsos.

Um exemplo simples seria a saída de um manipulador Morse (chave para envio de mensagens em código Morse), que tem dois estados, o ligado e o desligado (fig. 4)

Pelo que acabamos de ver, podemos

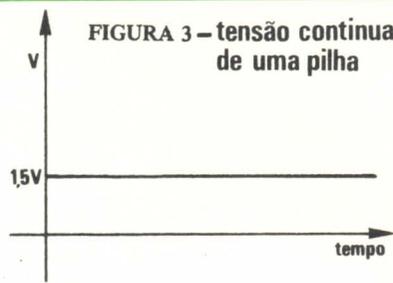


LIÇÃO 1

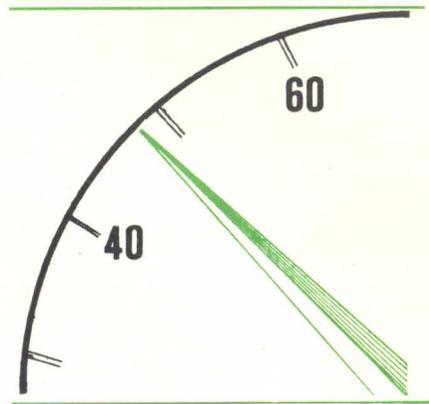
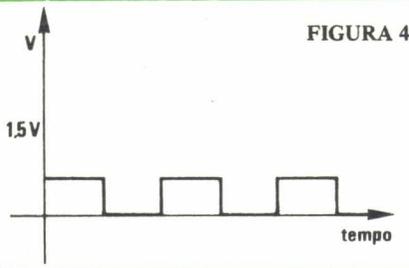


agora distinguir entre um sinal analógico e um sinal digital, ao olhar para eles.

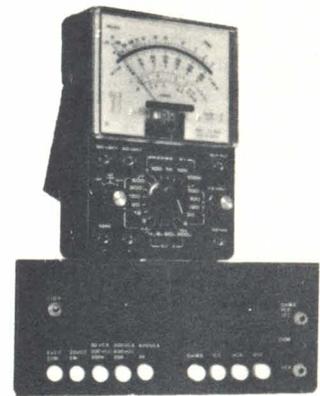
Fazer distinção entre aparelhos analógicos e digitais também não é difícil; vejamos, por exemplo, o relógio: o analógico é o relógio de ponteiros, enquanto o digital não precisa deles (mas, veja bem: arrancar os ponteiros do relógio não é suficiente para torná-lo digital). Outro exemplo interessante, é a dupla de instrumentos presente no painel de qualquer automóvel: odômetro e velocímetro. O odômetro (indicador de



quilômetros rodados) é digital, pois indica, em incrementos discretos (quilômetros, e, em alguns veículos, décimos de quilômetros), a distância percorrida pelo veículo. O velocímetro indica a velocidade de forma analógica e contínua e, quando o ponteiro está entre dois traços da escala, é preciso interpolar a leitura, isto é, deve-se «chutar» um valor intermediário. Tome como exemplo a fig. 5: o ponteiro do velocímetro está localizado entre o traço de 40 e 50 km/h; como não existe nenhuma marcação entre esses dois traços, o valor correto tem que ser «imaginado», como, por exemplo, 42 km/h, 45 km/h, 47 km/h, etc. Nos aparelhos digitais, não existe o problema da interpolação, pois a leitura é dada diretamente, em números. Podemos observar o caso dos multímetros, também. Os multímetros comuns



de ponteiros, são aparelhos analógicos; os multímetros digitais são semelhantes àquele descrito nos números 1 e 2 da Nova Eletrônica. Comparando as medidas fornecidas pelos dois, vemos as vantagens do multímetro digital.



$2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^1 \ 2^2 \ 2^3 \ 2^4 \ 2^0 \ 2^1 \ 2^2 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^1$
 $0011000101110001100010011001110110001001100010111000110001001$
 $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 \quad 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 +$
 $45 = 101101 \quad 63 = 111111 \quad 38 = 100110 \quad 45 = 101101 \quad 63 = 111111 \quad 38 =$
 $2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^1 \ 2^2 \ 2^3 \ 2^4 \ 2^0 \ 2^1 \ 2^2 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^4 \ 2^3 \ 2^2 \ 2^1 \ 2^0 \ 2^1$
 $0011000101110001100010011001110110001001100010111000110001001$

Sistemas numéricos

Vista a diferença, em linhas gerais, entre o que é analógico e o que é digital, vamos começar a estudar, de maneira simples, porém, a matemática que vai nos permitir **entender** os circuitos e sistemas digitais.

Sistema binário e sistema decimal

Como sabemos, a eletrônica «trabalha» com números e a eletrônica digital não é exceção. Mas, quando começaram a «mexer» com a eletrônica digital, descobriram que não era conveniente usar, em seus circuitos, o mesmo sistema numérico que estamos acostumados a utilizar, que é o decimal, ou de base 10. Você já se perguntou porque empregamos esse sistema? Na verdade, a explicação é bastante simples: quando o homem começou a contar, há milhares de anos atrás, sentiu necessidade de tomar alguma coisa como **base** de sua contagem. Como tinha dez dedos na mão (igual a nós, hoje em dia), percebeu que era fácil usá-los para contar os objetos ou animais que possuía. Assim, graças aos nossos dez dedos, temos um sistema numérico de base dez, que empregamos em todas as nossas atividades.

Estamos tão acostumados ao nosso sistema decimal, que às vezes não notamos certas particularidades na sua construção. Vejamos:

É chamado de **sistema decimal** porque utiliza dez algarismos (ou dígitos), de 0 a 9, para representar as quantidades. Como fazemos para representar os números acima de 9? Aqui entra em cena o conceito de **casa** ou **posição** de um algarismo; isto quer dizer que, dependendo da posição de um algarismo em um determinado número, ele tem um determinado valor. Tomemos, por exemplo, o número 2453: ele é formado por 3 unidades, 5 dezenas, 4 centenas e 2 milhares; ou seja, conforme a posição do algarismo, ele pode ser unidade, ou dezena, ou centena, ou milhar, e assim por diante. Podemos representar este número, para um melhor entendimento, da seguinte maneira:.....
 $2000 + 400 + 50 + 3$.

Mas, o modo mais comum de se «estimar» um número decimal é multiplicar cada algarismo pela base elevada a uma determinada potência (que depende da posição do algarismo no número), e depois, somar todos os resultados. Isto parece muito complicado, portanto vamos ilustrar tudo com exemplos:

Vamos considerar novamente o número anterior, o 2453; podemos transformá-lo no seguinte:

$$2 \times 10^3 + 4 \times 10^2 + 5 \times 10^1 + 3 \times 10^0 = 2453$$

Observação: sabendo-se que

$$\begin{aligned} 10^0 &= 1 \\ 10^1 &= 10 \\ 10^2 &= 100 \\ 10^3 &= 1000 \\ 10^4 &= 10000, \text{ e} \end{aligned}$$

assim por diante.

Dizemos, quando é assim, que o número está representado em **potências de dez**.

Vejamos um outro exemplo: $45638 = 4 \times 10^4 + 5 \times 10^3 + 6 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 8 \times 10^0$; faça as contas e comprove.

Concluimos, desta maneira, que é possível representar qualquer número decimal, a partir da própria base do sistema, ou seja, o número 10.

O **sistema binário**, apesar de simples, é incômodo, porque não estamos acostumados a ele. No entanto, uma vez aprendido, será fácil utilizá-lo.

Este sistema tem grandes vantagens em construções de equipamentos digitais. Na realidade, os sistemas digitais podem ser feitos empregando tanto o sistema decimal como o binário, mas este simplifica grandemente a confecção de circuitos, pois, se trabalharmos com o sistema decimal, deveremos ter dez graus ou **estados** diferentes, correspondentes aos algarismos de 0 a 9.

Existem componentes elétricos, eletromecânicos ou eletrônicos que são capazes de fazer tal representação (uma chave de dez posições, por exemplo). Mas, por outro lado, quando nos servimos do sistema binário, só precisamos representar dois estados; um componente eletrônico que tem apenas dois estados é bem mais simples, barato, rápido e confiável que um de dez estados. Cada «algarismo» (ou dígito), neste caso, pode ser representado por componentes do tipo liga-desliga, como contatos de chaves ou relés, ou um transistor, que conduz ou não conduz.

Estas são as vantagens da utilização do sistema binário em circuitos digitais. Vejamos agora como é escrito, em comparação com o sistema decimal.

O que aconteceria se, ao invés de tomarmos a base 10, tomássemos a base 2 para escrever nossos números? Observemos as mudanças que seriam introduzidas: teríamos apenas dois algarismos (0 e 1) para representar os números, e a base do sistema passaria a ser o número 2. E a contagem, como seria feita? Talvez seja mais fácil explicar, comparando os algarismos decimais com os números binários equivalentes:

DECIMAL:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

BINÁRIO:

0 1 10 11 100 101 110 111 1000 1001

Como temos apenas dois algarismos, ao chegar em «2», devemos acrescentar uma casa, para continuar contando, do mesmo modo que fazemos no sistema decimal, quando chegamos ao 9.

Pelo mesmo motivo, quando chegamos ao «4», devemos adicionar mais uma casa, e no «8», mais uma, ainda. A contagem pode ser desenvolvida indefinidamente, por esse processo.

Sendo a base do sistema o número 2, podemos representar os números por **potências de dois**, do mesmo modo que, antes, representamos os números decimais por potências de dez. Assim:

O número 4 decimal é equivalente ao número 100 binário, pois temos

$$1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 4 + 0 + 0 = 4$$

O número 7 decimal corresponde ao número 111 binário, pois,

$$1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 4 + 2 + 1 = 7$$

Este processo pode ser estendido para qualquer número; basta multiplicar os algarismos 0 e 1 por potências de 2 e somar os resultados. Verifiquemos com o número decimal 27, para confirmar:

O número decimal 27 corresponde ao número binário 11011, pois,
 $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 16 + 8 + 0 + 2 + 1 = 27$.

Sistema numérico posicional

O sistema decimal, como vimos há alguns parágrafos atrás, e o sistema binário, como acabamos de ver, são **sistemas numéricos posicionais**, isto é, o valor de um determinado algarismo ou dígito depende da posição que ele ocupa em um certo número. Vamos analisar esta característica mais detalhadamente, abordando os números fracionários, nos dois sistemas. Como fazer para representar números fracionários decimais ou binários por meio de potências de dez ou de dois? Vamos ver, em primeiro lugar, o sistema decimal, por ser mais fácil de entender.

Frações decimais são números cujas posições têm pesos que são potências negativas de dez, tais como:

$$10^{-1} = 1/10 = 0,1$$

$$10^{-2} = 1/100 = 0,01$$

$$10^{-3} = 1/1000 = 0,001, \text{ e assim por diante.}$$

A vírgula separa a parte inteira da parte fracionária de um número. A parte inteira fica à esquerda da vírgula e tem **pesos** de unidades, dezenas, centenas, milhares, etc. A parte fracionária fica à direita da vírgula e as suas respectivas posições tem **pesos** de décimos, centésimos, milésimos, etc. Como exemplo, consideremos o número 325,17, que pode ser escrito da seguinte forma:

$$3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1} + 7 \times 10^{-2} = 300 + 20 + 5 + 0,1 + 0,07 = 325,17. \text{ Em um número binário fracionário}$$

rio, os pesos das posições fracionárias são potências negativas de 2, ou seja:

$$2^{-1} = 1/2 = 0,5$$

$$2^{-2} = 1/4 = 0,25$$

$$2^{-3} = 1/8 = 0,125$$

$$2^{-4} = 1/16 = 0,0625, \text{ e assim por diante.}$$

O peso de uma posição é a metade do peso da posição que fica imediatamente à esquerda. Uma vírgula «binária» separa, como no sistema decimal, a parte inteira da parte fracionária de um número.

O número binário 10100,11 é avaliado da maneira que segue:

$$1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} = 16 + 0 + 4 + 0 + 0 + 0,5 + 0,25 = 20,75.$$

Portanto, o número binário 10100,11 equivale ao número decimal 20,75.

Conversão de sistemas

Quando se trabalha com sistemas digitais, é frequente a necessidade de se transformar um número decimal em binário e vice-versa. Vejamos, então, como proceder nestes casos.

De binário para decimal — Para converter um número binário em seu equivalente decimal, fazemos, simplesmente a soma dos pesos das posições onde aparece o “1” (é exatamente o processo que utilizamos agora pouco para verificar os equivalentes decimais de números binários). Os pesos das posições inteiras e fracionárias estão na tabela abaixo:

TABELA 1

INTEIRO										FRACIONÁRIO			
2 ⁸	2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	
256	128	64	32	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,625	

Para ilustrar, vamos converter o número binário 10101 no seu correspondente decimal; como não aparece vírgula, o número é considerado como inteiro e o bit (bit é uma abreviação de **digito binário**, em inglês — **binary digit**; é o nome que se dá aos algarismos, nos números binários) da extrema direita é chamado de «bit menos significativo» ou **LSB (last significant bit, em inglês)**. Este bit tem o menor peso inteiro, que é 2⁰ = 1. O bit da extrema esquerda tem o maior peso na determinação do valor do número e, por isso, é chamado de «bit mais significativo» ou **MSB (most significant bit, em inglês)**. Em nosso caso, este bit é o 2⁴ = 16.

Continuando com o nosso exemplo, vamos passar à conversão do número 10101 em decimal:

Devemos somar o peso das posições onde encontramos o “1”, o que resulta na soma de 2⁴ com 2² com 2⁰. Explicando melhor, (Fig.6),

$$\begin{array}{r} \text{número binário} \quad 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ \text{pesos binários} \quad (16) \ (8) \ (4) \ (2) \ (1) \\ \text{equivalente decimal} \quad 16 \ + \ 4 \ + \ 1 \ = \ 21 \end{array}$$

FIGURA 6

Para a coisa ficar mais clara, inventemos um exemplo mais complicado:

Converter o número binário 1011010,1001 em seu correspondente decimal (Fig.7)

$$\begin{array}{r} \text{número binário:} \quad 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\ \text{peso binário:} \quad (64) \ (32) \ (16) \ (8) \ (4) \ (2) \ (1) \ (0,5) \ (0,25) \ (0,125) \ (0,0625) \\ \text{equivalente decimal:} \quad 64 \ + \ 0 \ + \ 16 \ + \ 8 \ + \ 0 \ + \ 2 \ + \ 0 \ + \ 0,5 \ + \ 0 \ + \ 0 \ + \ 0,0625 \ = \\ 90,5625. \end{array}$$

FIGURA 7

Invente alguns exercícios e você verá, como já dissemos na introdução do curso, que o negócio é «bico».

De decimal a binário — Transformar um número decimal no seu equivalente binário pode ser feito pelo método de tentativa e erro. Vamos supor que queiramos converter o número 217 em binário; o primeiro passo é determinar o peso binário mais alto de nossa tabela, que seja menor ou, no máximo, igual, ao número dado, ou seja, 217.

Se não erramos nas contas, 11011001 = 217. Como a essa altura você já é um «cobra» em conversão, é fácil verificar a equivalência.

Existe um outro método para conversão decimal/binário, que consiste em se fazer divisões sucessivas do número por 2 e guardar o resto, em cada divisão. Para demonstrar este método, vamos usar o mesmo exemplo. Transformando o número 217 em seu equivalente binário,

(bit menos significativo)	resto
217 ÷ 2 = 108	1
108 ÷ 2 = 54	0
54 ÷ 2 = 27	0
27 ÷ 2 = 13	1
13 ÷ 2 = 6	1
6 ÷ 2 = 3	0
3 ÷ 2 = 1	1
1 ÷ 2 = 0	1
	(bit mais significativo)

Ou seja, 217 = 11011001, o que comprova o resultado do método anterior.

Exercícios da lição 1

- 1) — A base do sistema decimal é _____
- 2) — Converta os seguintes números binários em decimais:
 - a. 101001
 - b. 110011
 - c. 110011001,1011
 - d. 110101001,1
- 3) — Converta os seguintes números decimais em binários:
 - a. 37
 - b. 5248
 - c. 825,5
 - d. 1235,5625

Olhando para a tabela, vemos que o número adequado é 128; fazemos, então, a subtração 217 - 128 = 89, e guardamos o resultado. Novamente, devemos procurar a maior potência de 2, mas que não seja maior que 89, desta vez; fazemos a subtração 89 - 64 = 25, e continuamos. A próxima potência de 2 é 16, o número mais próximo e ainda menor que 25; temos 25 - 16 = 9. Subtraindo, ainda, 9 - 8 = 1 e, por fim, 1 - 1 = 0. Com as informações que temos, podemos agora formar o número binário equivalente. Para isso, basta escrever o dígito binário 1 para os pesos que foram usados nas subtrações, ou seja, para os pesos 128, 64, 16, 8 e 1. Os pesos 32, 4 e 2 não foram utilizados e ficarão, portanto, com as posições correspondentes em zero. Assim, obtemos:

$$\begin{array}{r} \text{peso binário} \quad 128 \ 64 \ 32 \ 16 \ 8 \ 4 \ 2 \ 1 \\ \text{número binário} \quad 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \end{array}$$

1001100111001 p.
 1100110011 c.
 1100100000000 b.
 100101 a.
 - (3)
 425,5 d.
 409,6875 c.
 51 b.
 41 a.
 - (2)
 10 - (1)

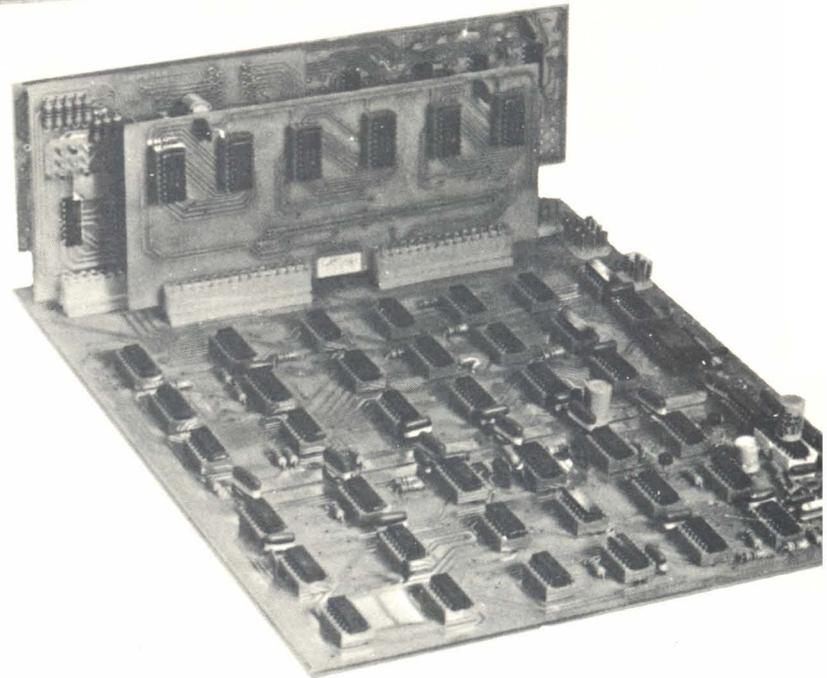
Respostas dos Exercícios

SISTEMA



FIGURA 1

Nos artigos anteriores, explicamos o princípio de funcionamento do sistema TTV 3216, primeiramente através de seu diagrama de blocos e, depois, em detalhes, com a ajuda do esquema completo. Apresentamos, também, as possíveis alternativas de aplicação, por meio de unidades opcionais. Entre todas essas unidades, o teclado TEC 56 (fig. 1) é praticamente indispensável, pois representa uma maneira simples e prática para providenciar entrada de dados. Devido à sua importante função, o teclado terá este artigo só para ele.



A fig. 2 esquematiza a maneira mais comum de se usar este teclado, quando o sistema TTV 3216 trabalha juntamente com um computador. Nesta configuração, o teclado envia os dados, em primeiro lugar, para o computador, através do periférico. Tais dados, uma vez recebidos pelo computador, são remetidos de volta ao periférico que, por sua vez, os envia à unidade principal, onde são convertidos em um sinal de vídeo. Assim, o computador trabalha de maneira iterativa com o TTV 3216, como acontece na maioria dos casos.

Uma outra alternativa possível é a de ligar o teclado diretamente à Unidade Principal do TTV 3216 e enviar os caracteres do quadro ao computador, pela utilização da unidade leitora de quadro; neste caso, contudo, a leitura deixa de ser iterativa.

O CIRCUITO

O circuito do TEC 56 tem por base um circuito integrado LSI decodificador de teclado (2376), cujo diagrama de blocos e pinagem foram reu-

nidos na fig. 3. Como se pode ver, este componente possui, em seu interior, uma ROM (Read Only Memory) de 2376 bits, um contador em anel (ring counter) de 8 estágios (bits), um outro, de 11 estágios, um comparador de 11 bits, um oscilador, um circuito de atraso (controlado externamente) para eliminar ruídos de contato e, por fim, um estágio de saída, compatível com as lógicas TTL/DTL/MOS. Em outras palavras, este integrado executa, sozinho, todo o processo de decodificação, conhecido como dupla varredura. Vamos analisar a decodificação de dupla varredura, seguindo o diagrama de blocos da fig. 3:

O oscilador de 50 kHz controla o "clock" que, por sua vez, é responsável pela contagem efetuada pelos contadores em anel de 8 e 11 bits, de tal modo que, enquanto o contador de 8 bits varre uma das saídas, o de 11 bits varre todas. No momento em que uma tecla é apertada, completa-se um circuito entre uma das saídas do

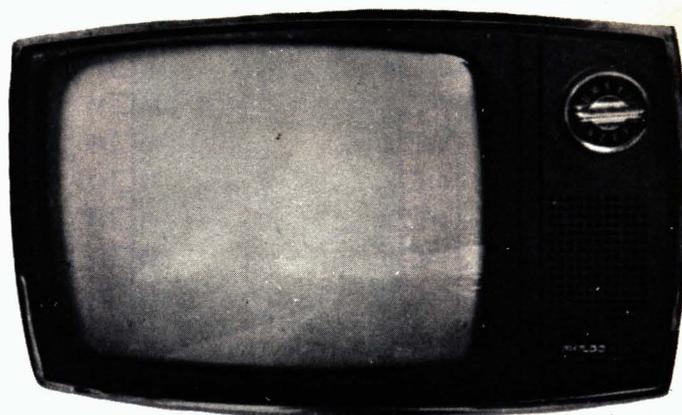
contador de 8 bits (XO/X7) e uma das entradas do comparador de 11 bits (YO/Y10). Após alguns pulsos de "clock", a varredura chegará ao ponto de intersecção (onde está a tecla pressionada), e as saídas do contador de 11 bits estarão na mesma condição das entradas YO/Y10 do comparador. Neste ponto, o comparador gera um sinal ao "clock", e ao circuito de saída (por meio do sistema de atraso). O "clock", ao receber o sinal, pára a contagem, mantendo estabilizadas as saídas dos dois contadores.

Essas saídas definem o endereçamento da memória ROM, que produz o carácter correspondente à tecla pressionada, em codificação ASCII (admitte-se aqui que todos os bits correspondentes aos caracteres estejam previamente armazenados na memória).

Logo que o sinal atrasado, proveniente do comparador, atingir o circuito de saída, os dados codificados em ASCII (B1/B8), juntamente com um sinal de "strobe" e um outro, de paridade, são enviados ao circuito

TERMINAL DE VIDEO

TTV 3216



KO MING CHO

PARTE 4

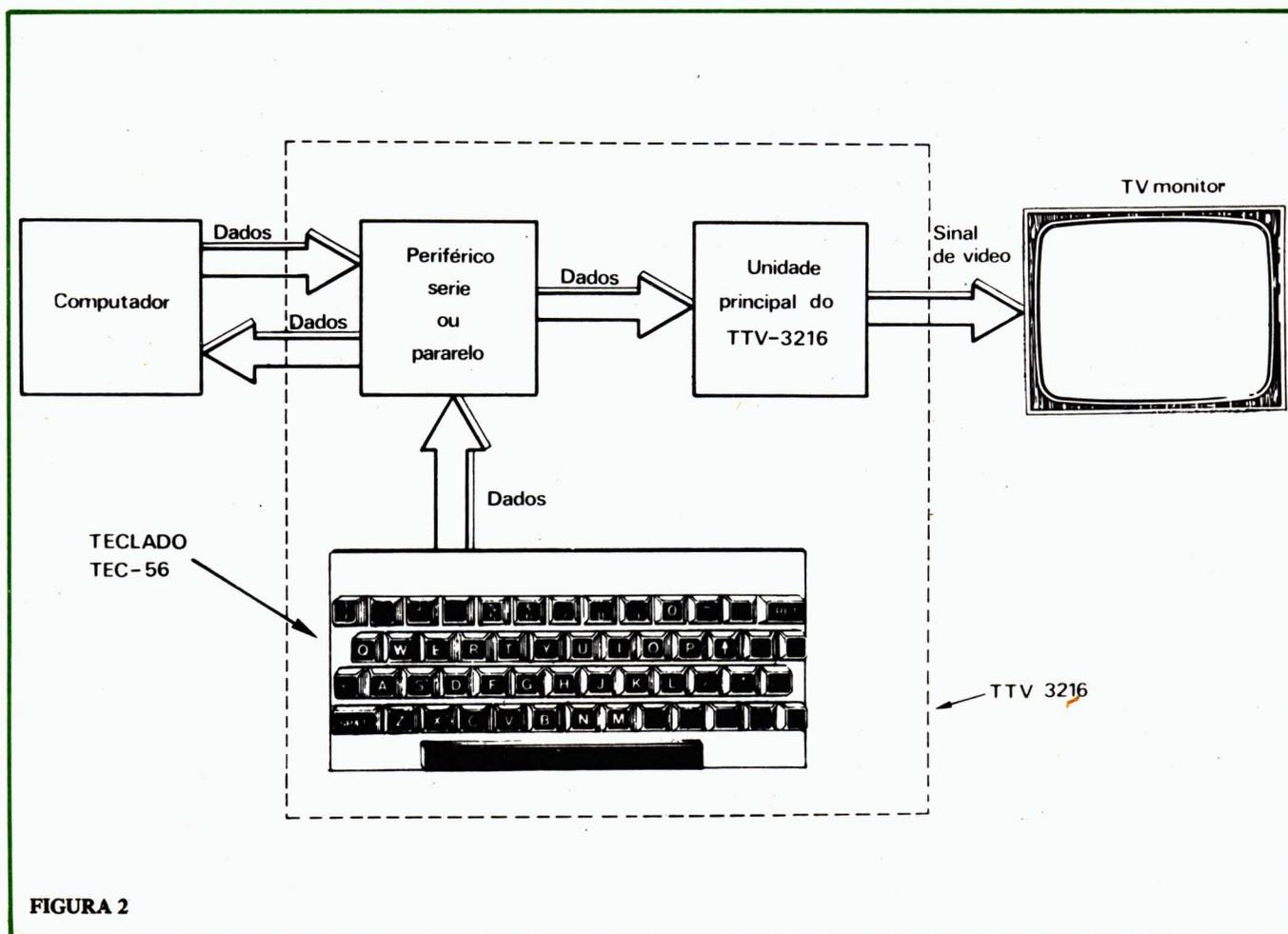
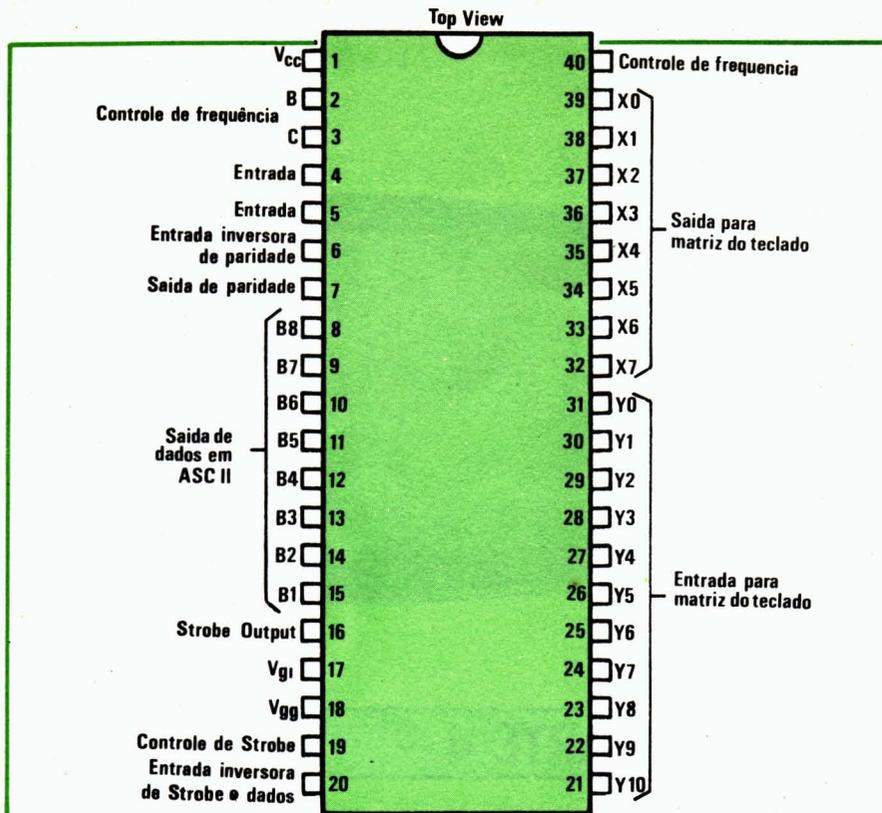


FIGURA 2



externo. O sinal de "strobe" é utilizado para informar ao circuito exterior que os dados estão prontos para serem aproveitados; o sinal de paridade é empregado para evitar erros devido a falhas de transmissão (a paridade indica se o número de níveis "altos" ou "1", nas saídas B1/B8 é em número par ou ímpar; se um destes níveis for omitido, a paridade não concordará com a falsa informação).

Explicado o funcionamento do integrado 2376, vejamos o que faz o restante do circuito. O primeiro detalhe a observar é uma característica adicional do TEC 56; Se uma tecla for pressionada por mais de 1,5 s, o caracter correspondente a ela será repetido automaticamente, a uma velocidade de 8 a 9 caracteres por segundo e este processo só terá fim quando a tecla for liberada (isto equivale, na tela de vídeo do TTV 3216, ao surgimento de caracteres, a uma velocidade de 8 a 9 caracteres por segundo). O circuito que executa tal função é bastante simples (fig. 4): a primeira subida

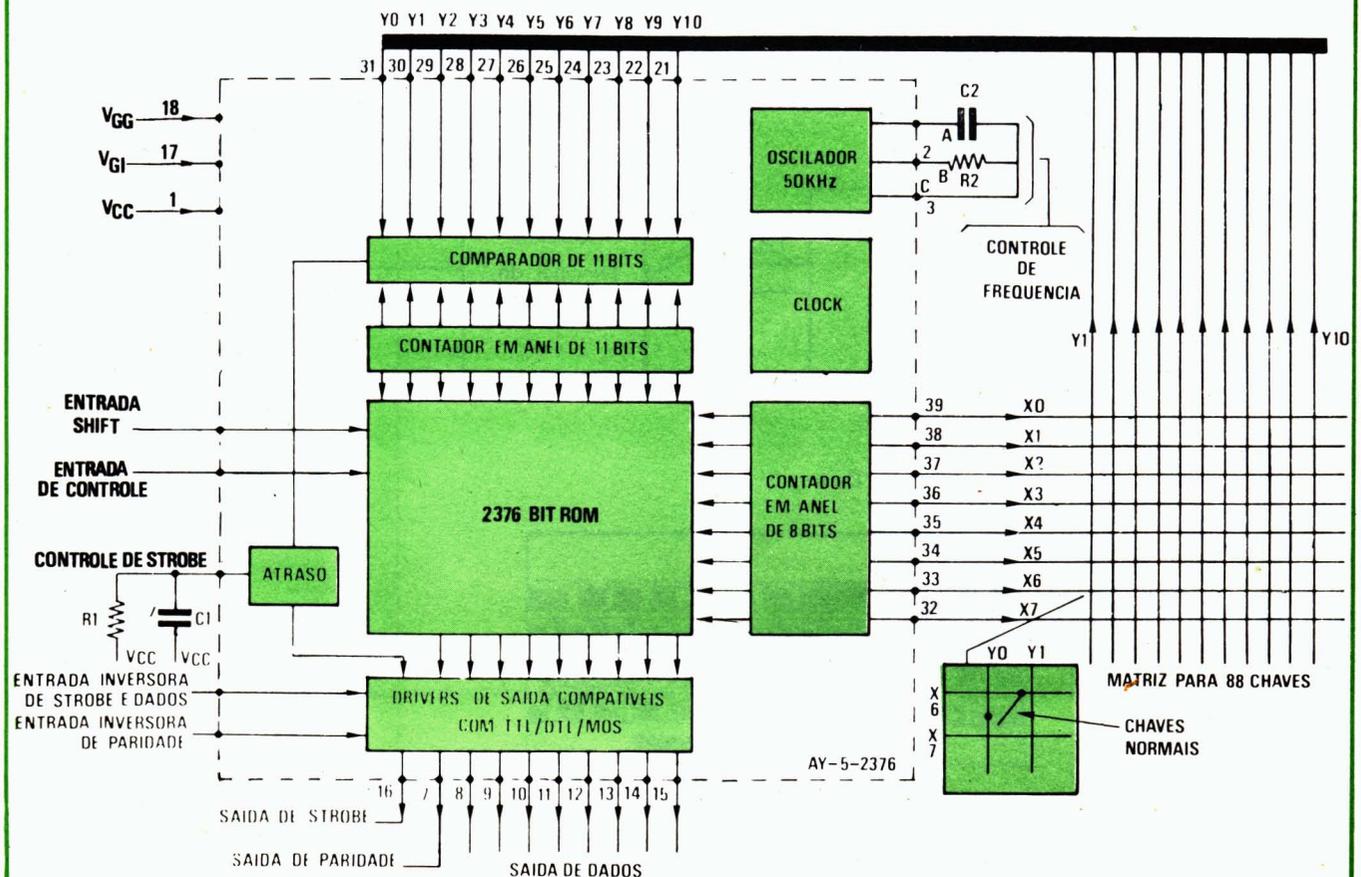


FIGURA 3

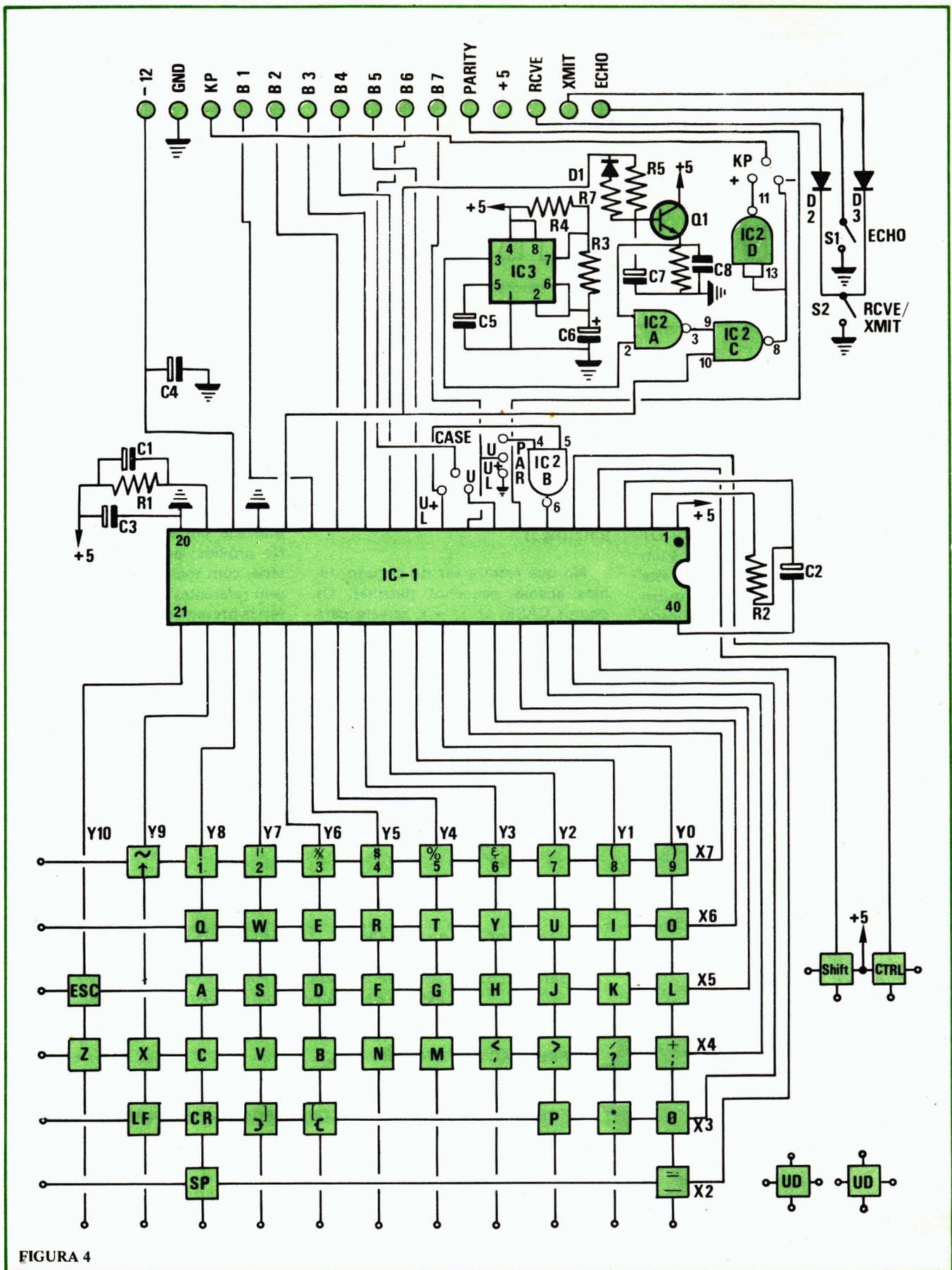


FIGURA 4

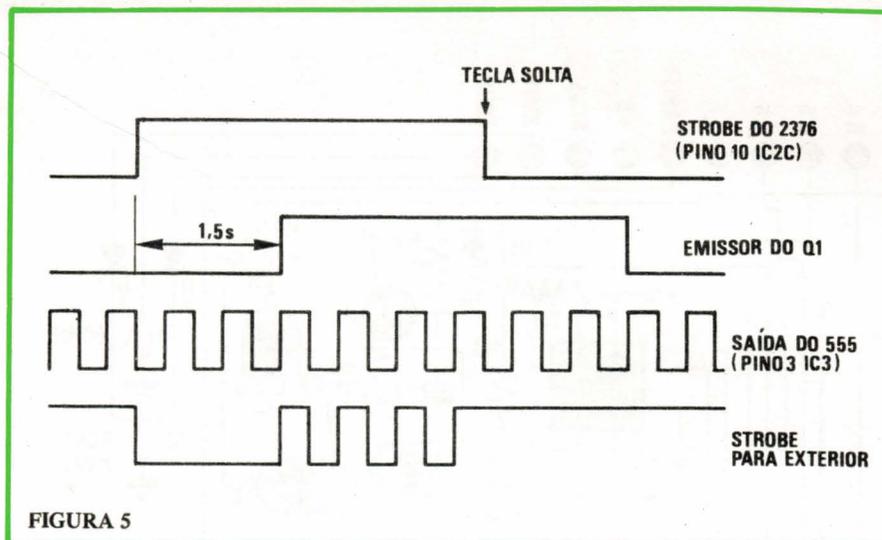


FIGURA 5

do sinal de "strobe", gerado pelo pino 16 de CI1 (2376), a porta CI2C muda sua saída, de "1" para "0", já que, inicialmente, a porta CI2A está com a saída em "1"; simultaneamente, esta subida do "strobe" sofre um atraso em R5 e C7, passa pelo transistor Q1 e chega ao pino 1 de CI2A. Após um atraso de 1,5 s, aproximadamente, este pino vai para o nível "1". Por outro lado, o integrado CI3 é um 555, ligado

sob a forma de multivibrador astável, com uma frequência de operação de 9 Hz; o sinal deste oscilador (pino 3) passa pelas portas CI2A e CI2C, liberando o sinal de "strobe", vindo do pino 16 de CI1, a uma frequência de 9 Hz. (Fig.5)

No que resta a ver do circuito, temos apenas pequenos detalhes. Os pontos CASE, U, U + L servem para

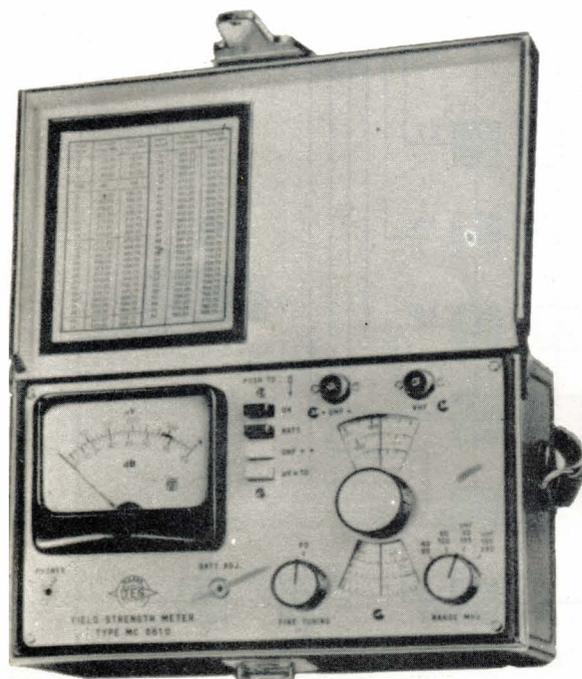
escolher como os caracteres vão aparecer na tela: caixa alta (letra maiúscula) ou caixa alta/baixa (letras maiúsculas e minúsculas); o ponto par é usado para selecionar a paridade correspondente a essa escolha. Os componentes R1 e C1 definem o atraso do sinal de "strobe"; os componentes R2 e C2 definem a frequência do oscilador interno, de 50 kHz; a porta CI2D permite escolher um "strobe" de grau positivo ou negativo.

Existem, ainda, no circuito, duas chaves: RCVE/XMIT e ECHO. A primeira entra em ação no caso em que o teclado TEC 56 é usado como representado na fig. 2. A chave ECHO intervem quando é necessário enviar dados ao vídeo, via periférico (série ou paralelo), nos programas do tipo "ECO"

Bem, fica assim esclarecido o teclado TEC 56; note que, apesar de ser uma unidade opcional do sistema TTV 3216, é bastante flexível e pode ser utilizado em várias outras aplicações. No próximo artigo, encerraremos esta série, com todos os detalhes de montagem referentes ao kit que será posto à venda brevemente.

Instrumentos para medições elétricas ou eletrônicas

MEDIDOR DE INTENSIDADE DE CAMPO



Instrumento indispensável para os instaladores de antenas de T.V. & F.M. Totalmente transistorizado. Alimentado por uma pilha de 4,5 V com autonomia de 100 h. Sintonia contínua nas bandas de T.V. & F.M. e acima de tudo permite medir separadamente a amplitude das duas bandas de T.V., Video & Audio.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CAMPO DE FREQUÊNCIA VHF..... 41/65, 65/110 & 155/180 MHz — Três faixas
 CAMPO DE FREQUÊNCIA UHF..... 470/840 MHz
 SENSIBILIDADE DE 10 µF até 10.000 µF em duas faixas até 0,1 V com atenuador externo e até 1 V com dois atenuadores externos.
 IMPEDÂNCIA ENTRADA 75 Ohms desbalanceado e 300 Ohms balanceado com balun externo.
 PRECISÃO DE FREQUÊNCIA..... melhor que 2%
 PRECISÃO DE SENSIBILIDADE..... + ou - 3 dB em VHF, e 6 dB em UHF
 TOLERÂNCIA ATENUADOR EXTERNO..... 3 dB
 FORNECIDO COM BOLSA DE COURO, FONES AURICULARES, BALUNS & ATENUADORES

TEMOS VAGAS PARA REPRESENTANTES EM ALGUMAS CAPITAIS
 PREÇOS ESPECIAIS PARA REVENDADORES

ALA Comercial Importadora Alp Ltda.

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

Revista Nova Eletronica

Numero Sete

**Paginas 89 a 120 suprimidas por só
conterem propagandas e listas de preços**

MOS TIME



• "KIT" SEMI-PROFISSIONAL
• MONTE PARA VENDER
• MONTE PARA USAR

**Este Kit Poderá Ser Encontrado
Na FILGRES IMP. E REPRES. LTDA.**



Rua Aurora 165 Cep. 01209 CP. 18767 - SP
Tel. 2214451 • 2213993 • 2216760