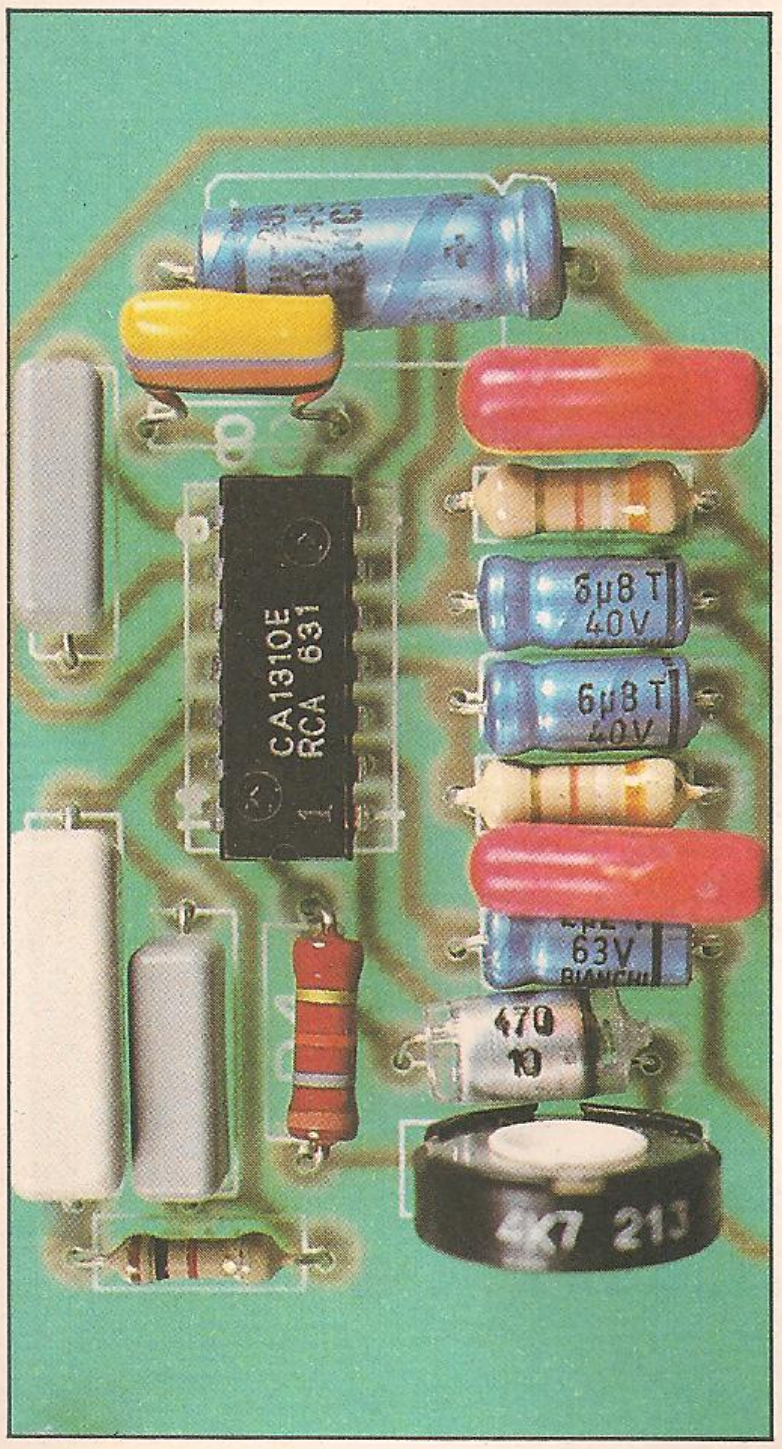
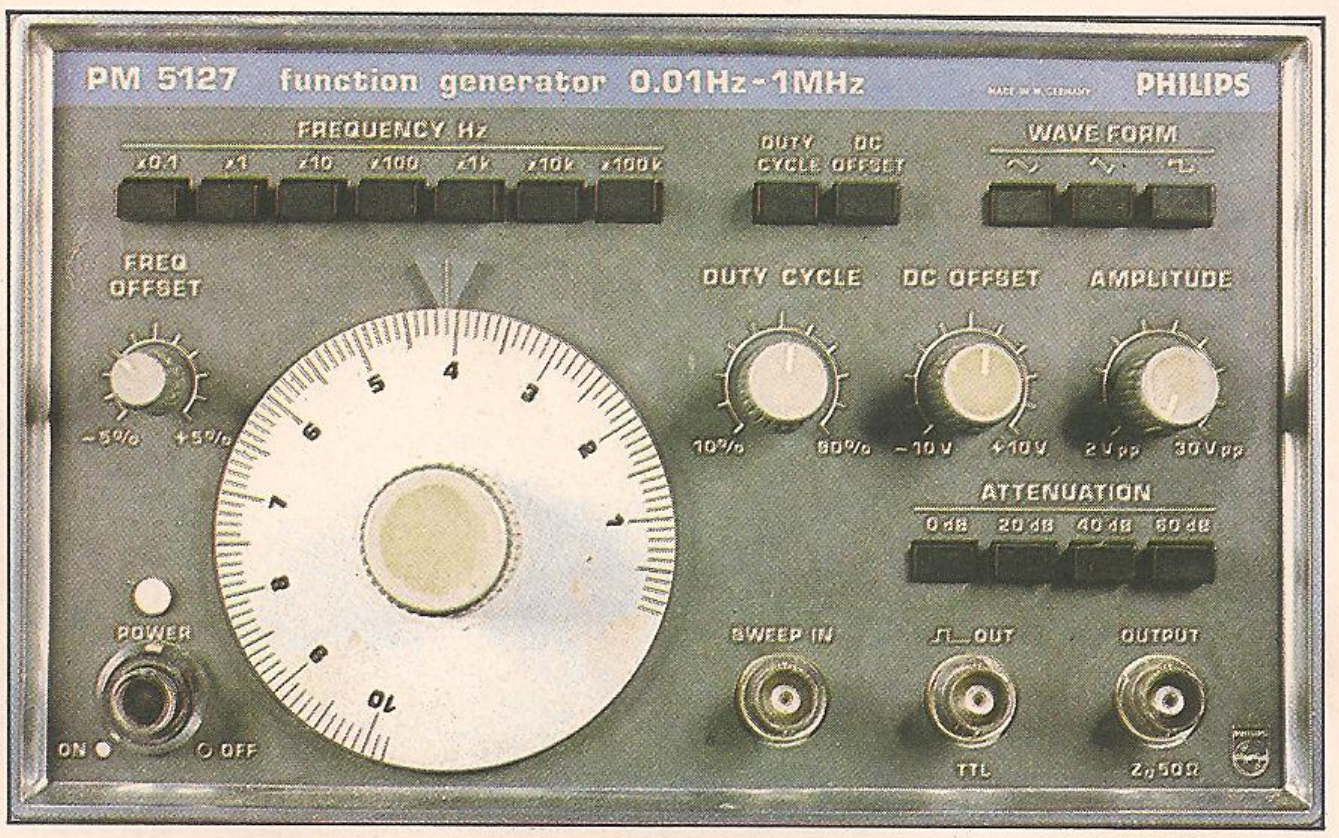
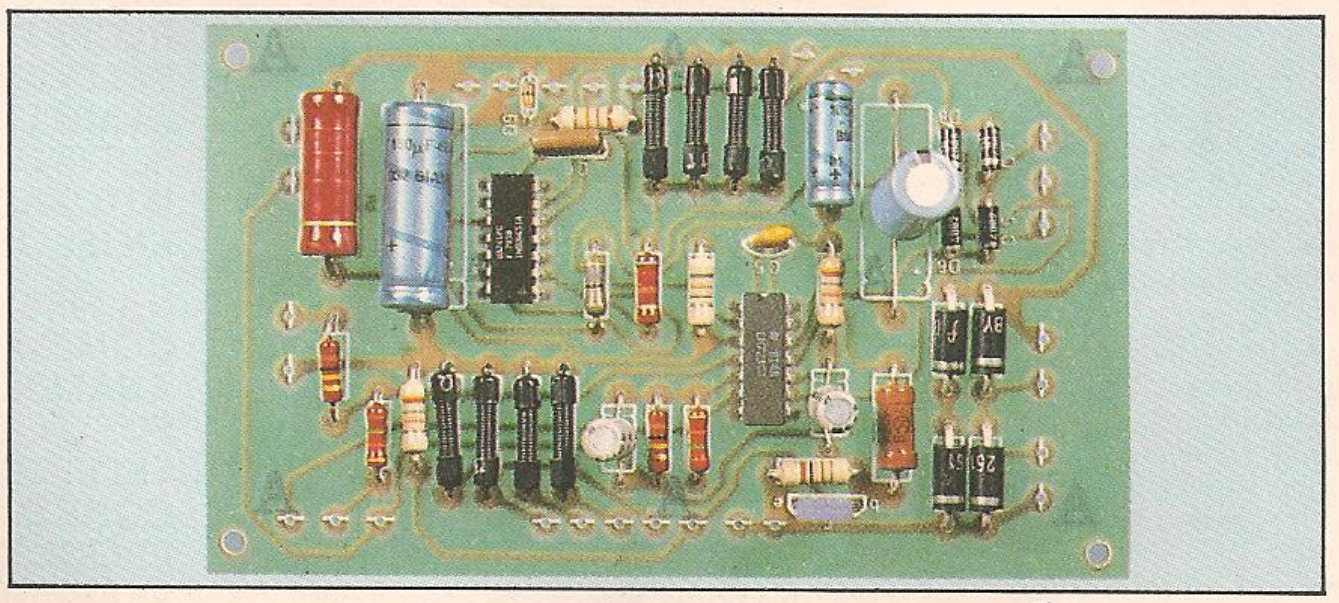
ELETRÔNICA

36 **PASSO A PASSO** Cr$ 4.300

Abril Cultural







MONTAGEM

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

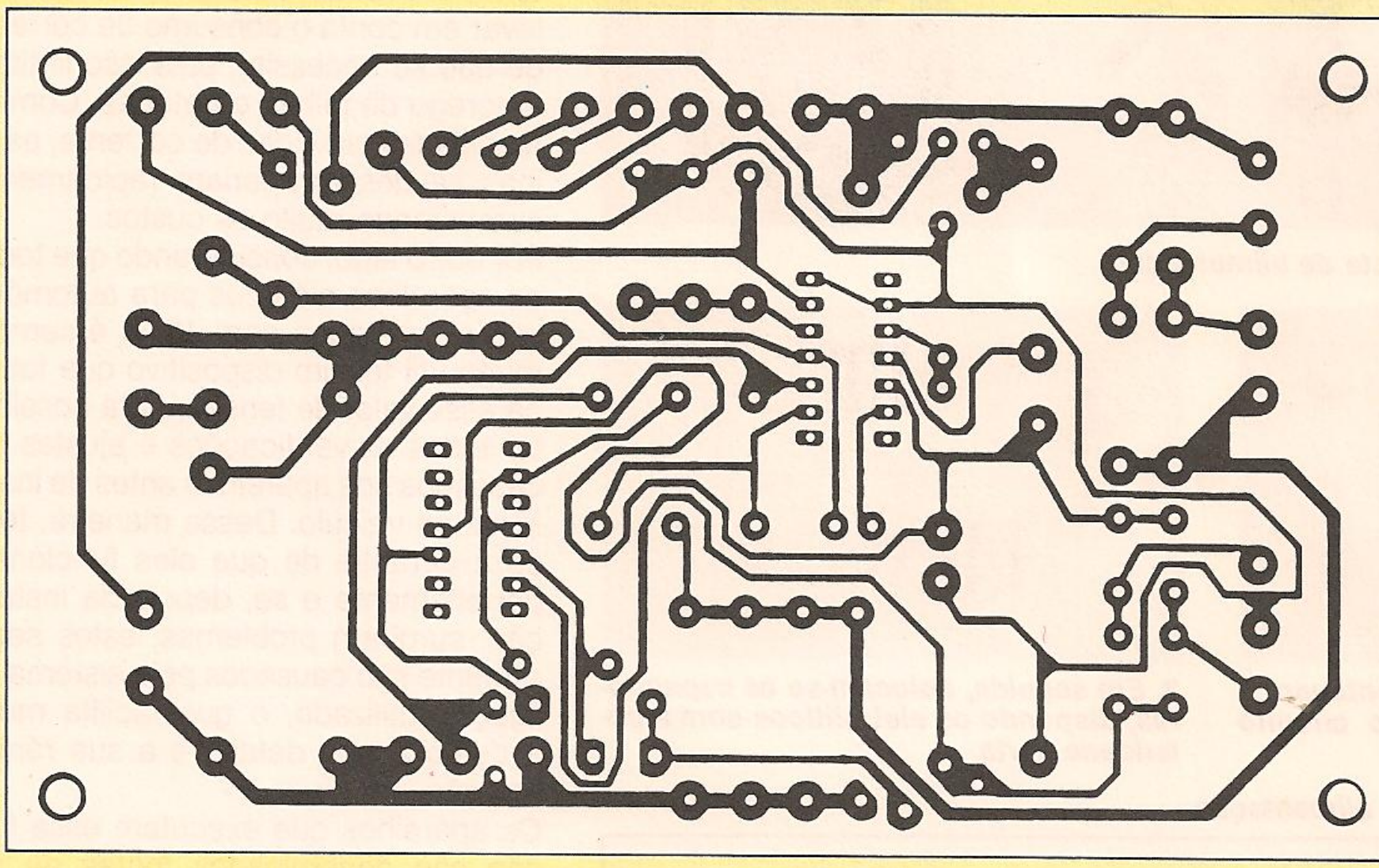
INSTRUMENTAÇÃO

O TELEVISOR PASSO A PASSO
OS CIRCUITOS DO SINTONIZADOR
GERADORES DE SINAIS

GRANDE CONCURSO
O SELO VALE MILHÕES
Abril Cultural
Colecione fascículos
O patrimônio cultural de sua família
Promoção válida somente no território brasileiro

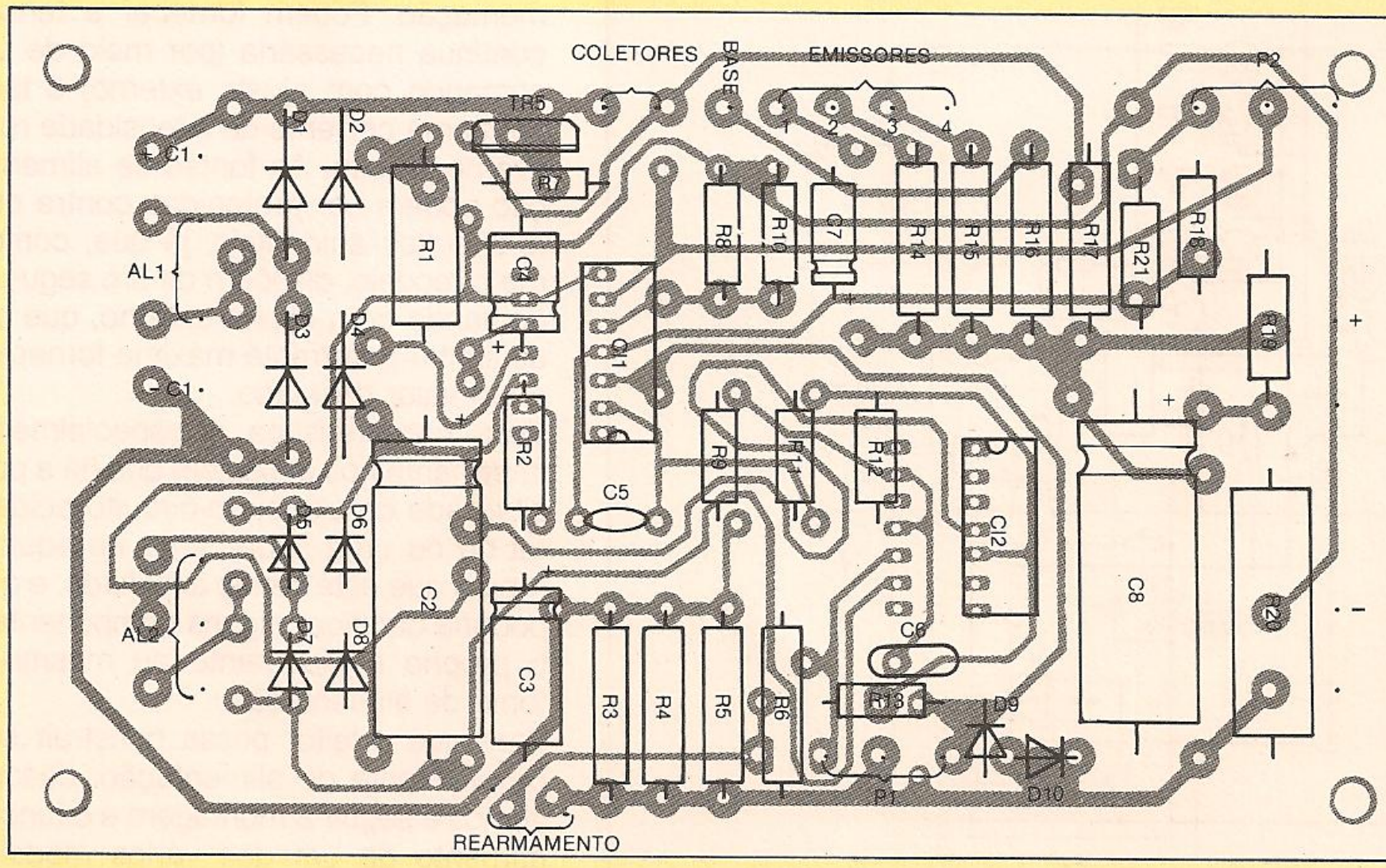
FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Quase todos os aparelhos necessitam de um sistema de alimentação que forneça corrente contínua para o seu funcionamento. Neste capítulo propomos a montagem de uma fonte de alimentação muito funcional, que fornece de 0 V a 35 V.



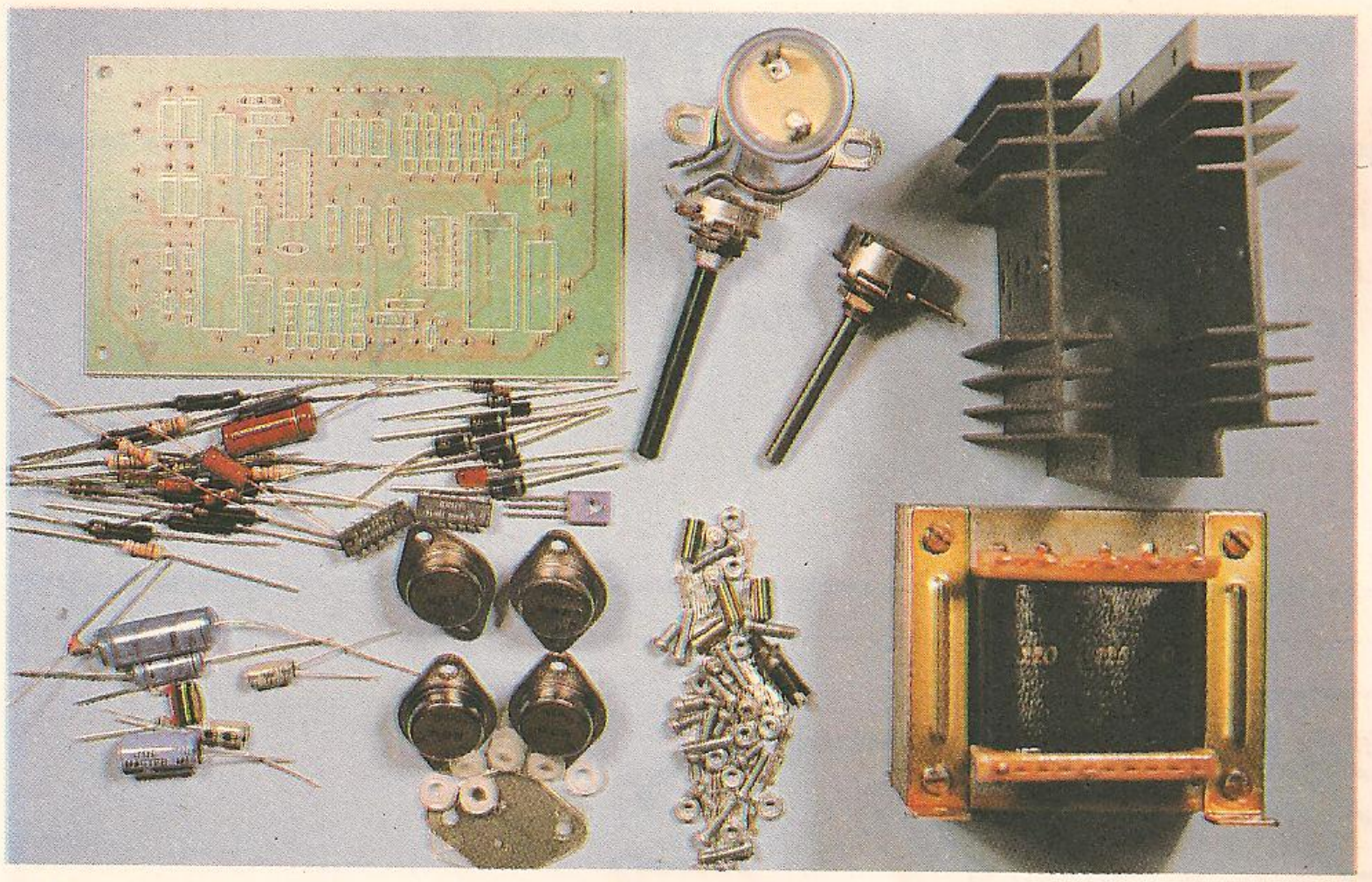
O traçado do circuito

Traçado do circuito impresso, em tamanho natural. Para a construção do circuito, basta copiá-lo em papel milimetrado. Depois é só usá-lo, seguindo as explicações que já foram dadas.

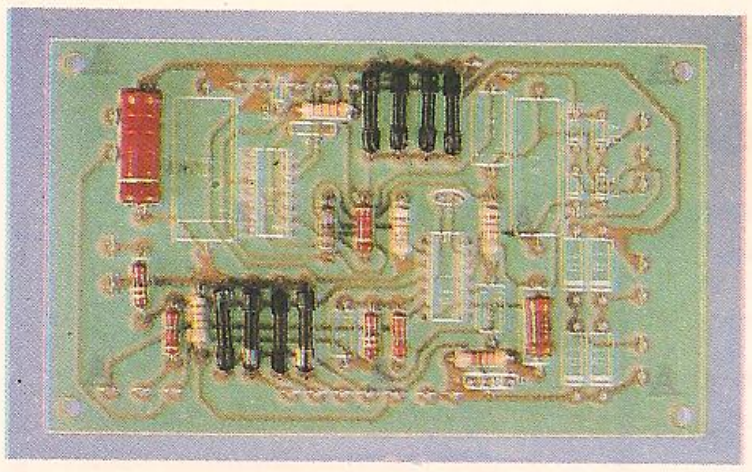


O desenho do circuito

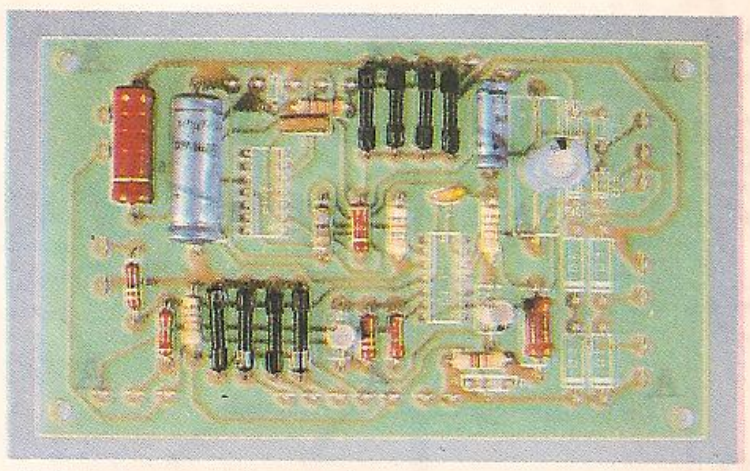
Este desenho mostra a posição correta para a montagem dos componentes na placa de circuito impresso. Siga-o atentamente.



1. Peças que constituem a fonte de alimentação.

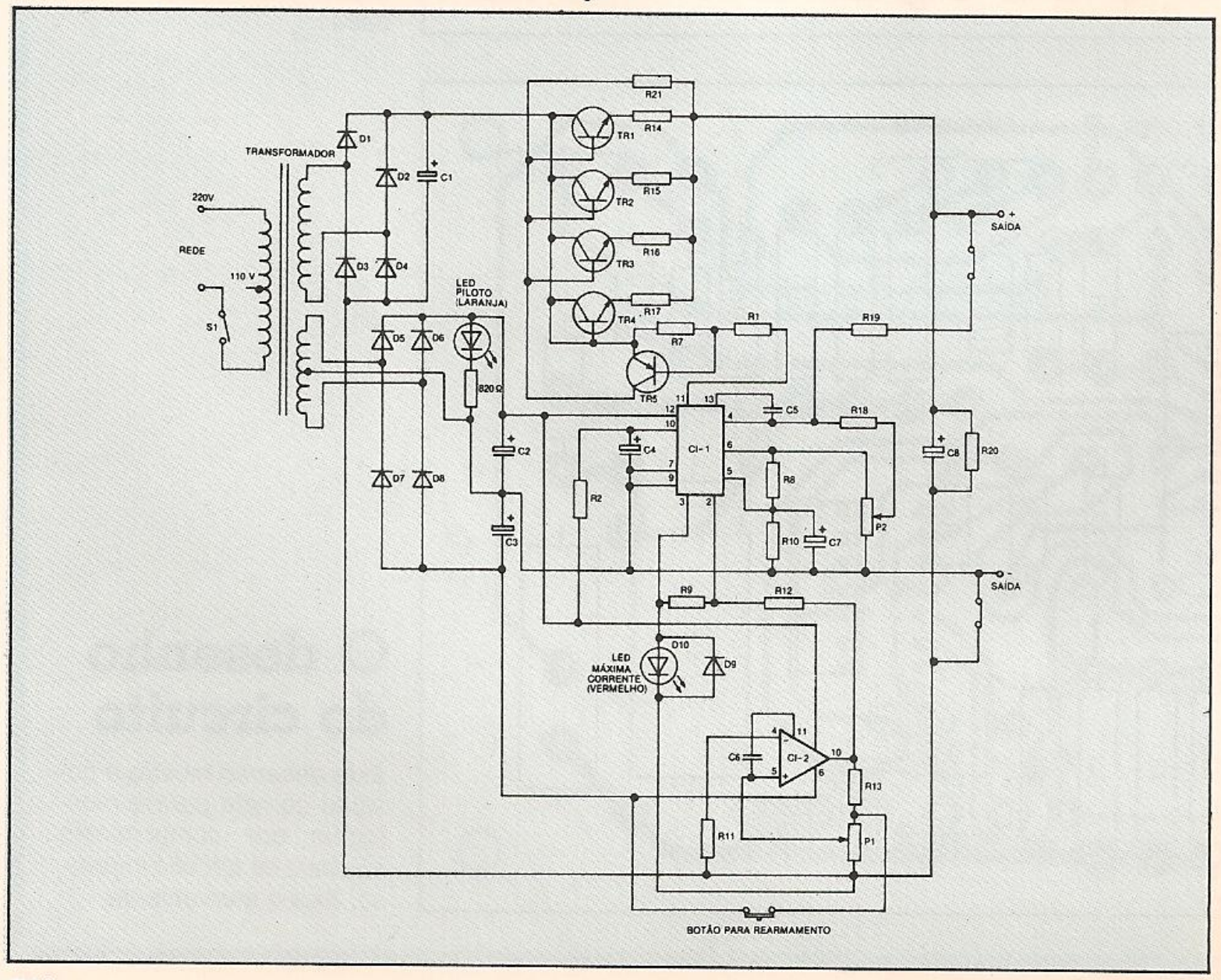


2. A primeira operação de montagem é o encaixe dos resistores no circuito impresso.



3. Em seguida, colocam-se os capacitores, dispondo os eletrolíticos com a polaridade certa.

Esquema elétrico da fonte de alimentação.



Em inúmeras ocasiões, é preciso dispor de um sistema qualquer de alimentação que forneça a tensão contínua que um aparelho necessita para funcionar. Muitas vezes, recorre-se às pilhas ou baterias, mas, além dos problemas de descarga conseqüentes do uso, deve-se considerar ainda a dificuldade em obter o valor exato da tensão desejada.

Às vezes, é suficiente ligar em série algumas pilhas de 1,5 V cada uma, mas, em outros casos, o número de pilhas em série poderá ser tão elevado que se torna impraticável. É preciso também levar em conta o consumo de corrente de que se necessita, pois isso limita o emprego de pilhas e baterias. Com intensidades elevadas de corrente, as pilhas se descarregariam rapidamente, aumentando muito os custos.

Por outro lado, considerando que todos os aparelhos elétricos para automóvel são alimentados com 12 V, é sempre muito útil ter um dispositivo que forneça esse valor de tensão, para possibilitar todas as verificações e ajustes necessários nos aparelhos antes de instalá-los no veículo. Dessa maneira, tem-se a garantia de que eles funcionam perfeitamente e se, depois da instalação, surgirem problemas, estes seguramente são causados pelo sistema de ligação utilizado, o que facilita muito a detecção do defeito e a sua rápida solução.

Os aparelhos que executam essa função são denominados fontes de alimentação. Podem fornecer a tensão contínua necessária (por meio de um comando com ajuste externo) e também uma corrente de intensidade relativamente alta. As fontes de alimentação podem ser protegidas contra curto-circuitos acidentais, já que, conforme o modelo, dispõem de um segundo comando com ajuste externo, que pode limitar a corrente máxima fornecida a um valor desejado.

Essa característica é especialmente importante nos casos em que há a possibilidade de um curto-circuito acidental ou de uma sobrecarga no equipamento que está sendo analisado, e que poderia danificar alguns componentes, o próprio equipamento ou mesmo a fonte de alimentação.

Para que o leitor possa construir sua própria fonte de alimentação, descrevemos a seguir a montagem e o funcionamento de um dos vários modelos existentes. Escolhemos um modelo de

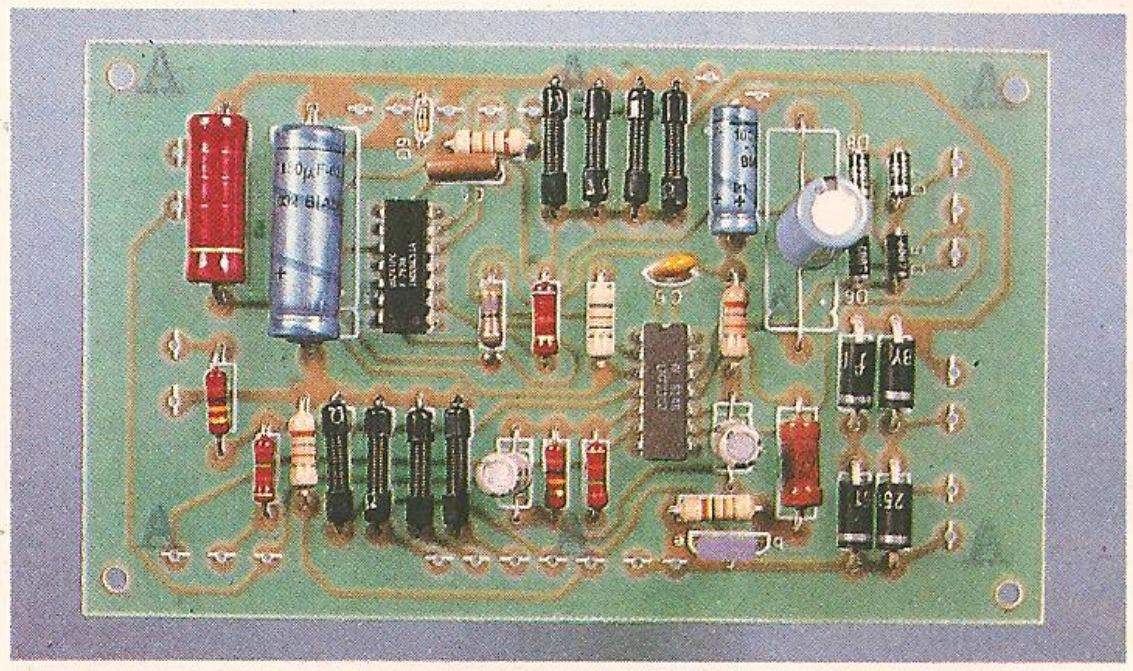
fonte que fornece uma tensão de saída ajustável de 0 V a 35 V, com uma corrente máxima de 2 A, que também pode ser regulada por meio de um comando limitador.

Ferramentas necessárias

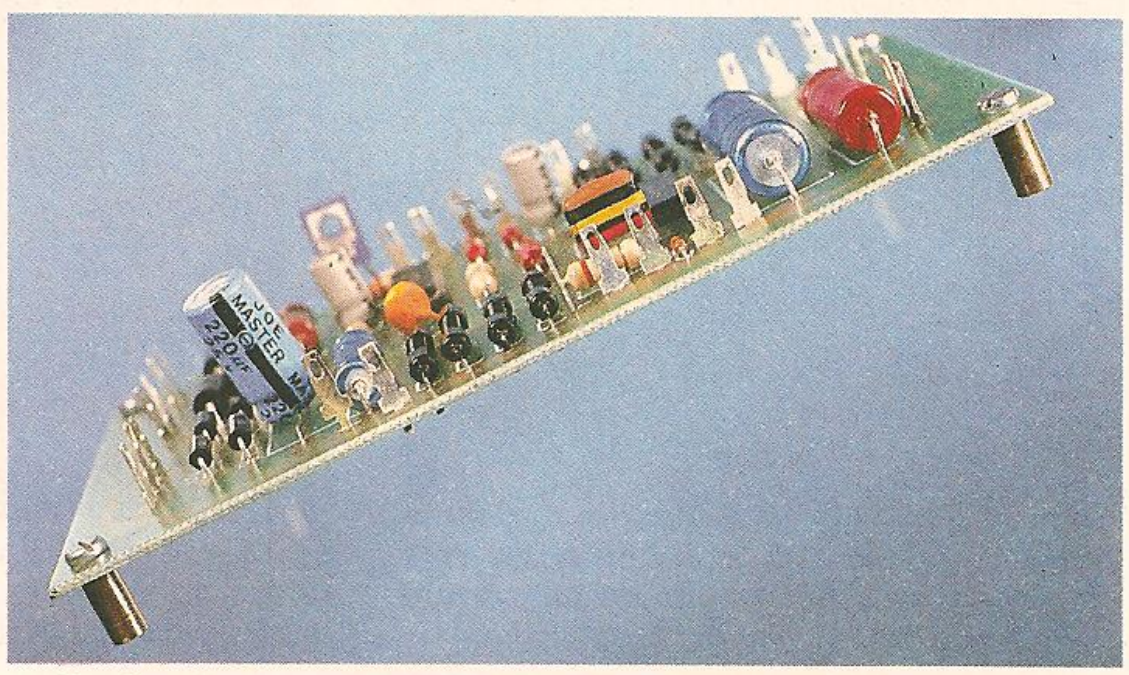
- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de corte
- 1 alicate de bico
- 1 chave de fenda
- 1 furadeira
- 1 jogo de brocas (diâmetros: 1 mm; 1,5 mm; 3 mm; 4 mm).

Componentes

- 1 placa de circuito impresso de 85 mm x 142 mm
- 1 soquete para circuito integrado de 14 pinos
- 1 soquete para circuito integrado de 8 pinos
- 2 radiadores de calor DM515, para 2 transistores de potência com encapsulamento TO-3
- 4 isoladores de mica TO-3
- 8 isoladores plásticos para parafusos de fixação de transistores com encapsulamento TO-3
- 1 transformador de força com primário 110 V/220 V e secundário de 25 V (3 A) e 9 V + 9 V (500 mA)
- 1 borracha de passagem
- 1 cabo de alimentação paralelo de fio n.º 20
- 16 parafusos de 3 mm x 10 mm com porcas
- 4 parafusos de 4 mm x 10 mm com porcas
- 8 parafusos de 1/8'' x 7 mm sem porcas
- 4 espaçadores metálicos
- 28 terminais espadinha
- 4 terminais para soldar
- 10 pedaços de fio n.º 22 nas cores vermelho, preto, laranja, marrom, violeta, verde, azul, amarelo, cinza e branco
- 11 resistores de 1/2 W, nas posições R2, R7 a R13, R18, R19 e R21 da placa de circuito impresso, com os seguintes valores e cores:
  R2 - 1,8 KΩ (marrom-cinza-vermelho)
  R7 - 100 Ω (marrom-preto-marrom)
  R8 - 15 KΩ (marrom-verde-laranja)
  R9 - 82 Ω (cinza-vermelho-preto)
  R10 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
  R11 - 820 Ω (cinza-vermelho-marrom)
  R12 - 470 Ω (amarelo-violeta-marrom)
  R13 - 12 KΩ (marrom-vermelho-laranja)
  R18 - 15 KΩ (marrom-verde-laranja)
  R19 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
  R21 - 180 Ω (marrom-cinza-marrom)
- 1 resistor de 1 W, na posição R1 da placa, com o seguinte valor e cor:
  R1 - 3,9 KΩ (laranja-branco-vermelho)
- 8 resistores de fio de 5 W, nas posições R3 a R6 e R14 a R17 da placa, com o seguinte valor:
  R3 - 1 Ω
  R4 - 1 Ω
  R5 - 1 Ω
  R6 - 1 Ω
  R14 - 1 Ω
  R15 - 1 Ω
  R16 - 1 Ω
  R17 - 1 Ω
- 1 resistor de 2 W, na posição R20 da placa, com o seguinte valor e cor:

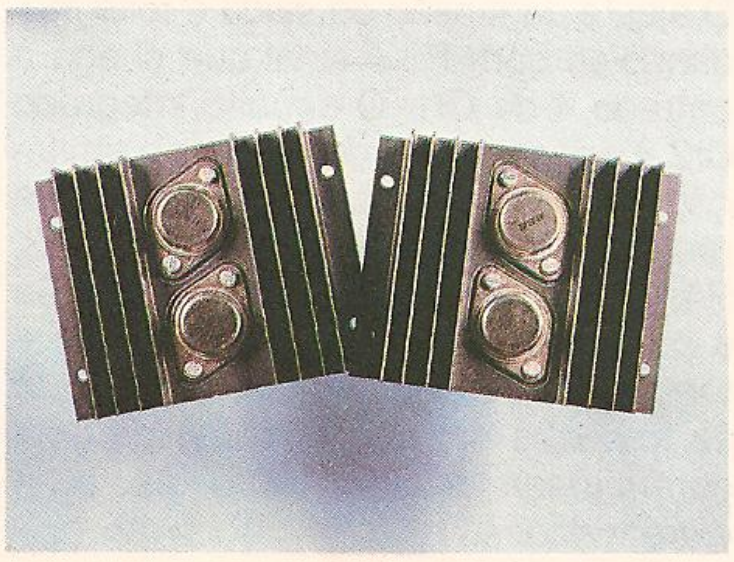


4. Montam-se depois todos os semicondutores, com exceção dos transistores de potência e dos leds.

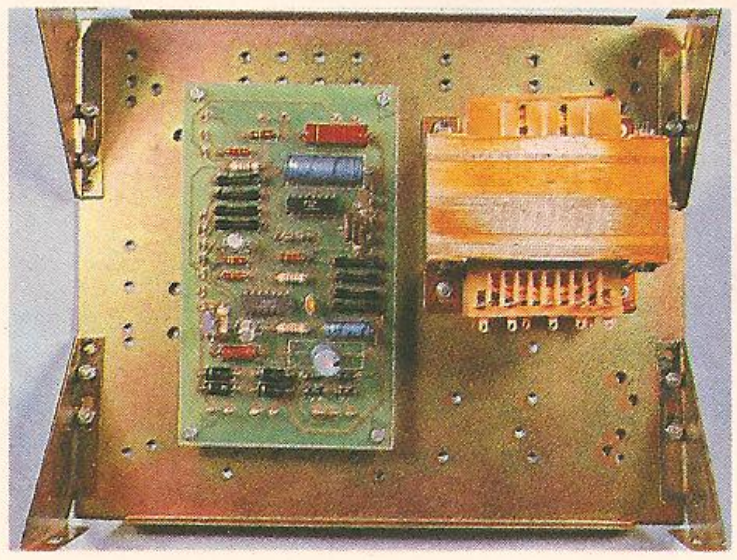


5. O circuito impresso é completado com a montagem dos terminais espadinha e dos espaçadores.

6. Os quatro transistores de potência são montados dois a dois nos dissipadores de calor.



7. Na base da caixa, são fixados o circuito impresso e o transformador de força.



8. No painel frontal da caixa são inseridos os instrumentos de medição, os bornes de saída, os potenciômetros, o interruptor, o botão de rearmamento e os leds.

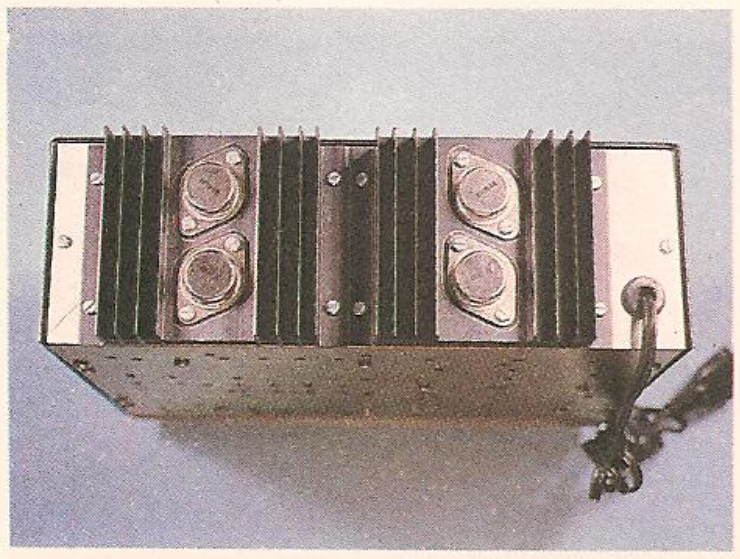


MONTAGEM

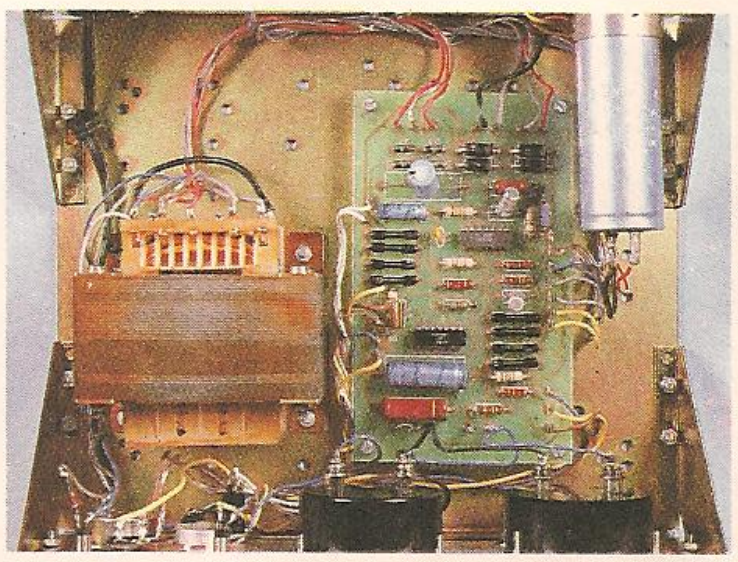
R20 - 2,2 KΩ (vermelho-vermelho-vermelho)
- 2 potenciômetros com os seguintes valores:
  P1 - 1 KΩ - logarítmico
  P2 - 10 KΩ - linear
- 6 capacitores eletrolíticos com os seguintes valores:
  C1 - 2500 μF/50 V
  C2 - 220 μF/25 V
  C3 - 100 μF/25 V
  C4 - 33 μF/16 V
  C7 - 33 μF/16 V
  C8 - 150 μF/63 V
- 1 capacitor cerâmico, na posição C5 da placa, com o seguinte valor:
  C5 - 330 pF
- 1 capacitor de poliéster metalizado, na posição C6 da placa, com o seguinte valor:
  C6 - 100 KpF/250 V ou 100 nF/250 V
- 9 diodos, nas posições D1 a D9 da placa, com os seguintes valores:
  D1 - BY251 (ou equivalentes de 3 A/200 V)
  D2 - BY251 (ou equivalente de 3 A/200 V)
  D3 - BY251 (ou equivalente de 3 A/200 V)
  D4 - BY251 (ou equivalente de 3 A/200 V)
  D5 - 1N4004 (ou equivalente de 1 A/400 V)
  D6 - 1N4004 (ou equivalente de 1 A/400 V)
  D7 - 1N4004 (ou equivalente de 1 A/400 V)
  D8 - 1N4004 (ou equivalente de 1 A/400 V)
  D9 - 1N4148
- 4 transistores de potência 2N3055
- 1 transistor BD140, na posição TR5 da placa de circuito impresso
- 2 circuitos integrados, nas posições CI1 e CI2 da placa, com os seguintes códigos:
  CI1 - UA 723 CN
  CI2 - UA 741 ou LM 741
- 1 led de 5 mm de diâmetro na cor vermelha
- 1 pedaço de solda 60/40.

Caso seja difícil obter um transformador igual ao especificado, pode-se utilizar dois transformadores, um com secundário de 24 V (3 A) e outro com secundário de 9 V + 9 V (500 mA), muito mais fáceis de serem encontrados.

Para se conseguir um melhor acabamento do aparelho, pode-se completar a lista com os seguintes componentes:
- 1 interruptor de ligação
- 2 bornes de saída (vermelho e preto)
- 1 led de 5 mm de diâmetro na cor laranja
- 2 knobs para potenciômetro
- 2 adaptadores para encaixe dos leds
- 1 resistor de 1/4 W de 820 Ω (cinza-vermelho-marrom)
- 1 voltímetro para painel com escala de 0 V a 50 V ou 60 V
- 1 amperímetro para painel com escala de 0 A a 2 A ou 3 A.



9. Na tampa traseira, montam-se os dois dissipadores e a borracha de passagem para a saída do cabo de força.



10. Aqui, o interior da caixa depois de feitas as ligações entre todos os elementos da fonte de alimentação.

11. Aspecto final, depois da instalação da tampa e dos botões dos potenciômetros.



O sistema de regulação da fonte de alimentação é formado pelo estabilizador em série constituído pelos transistores TR1, TR2, TR3 e TR4, que recebem a tensão da ponte retificadora principal (D1, D2, D3 e D4), filtrada pelo capacitor C1.

O conjunto de transistores do regulador é governado por TR5 que, por sua vez, recebe o sinal de controle do circuito integrado CI1, encarregado de realizar toda a operação de ajuste da tensão de saída, estabilização e limitação de corrente.

Para isso, esse circuito dispõe internamente de um gerador de tensão de referência, de um comparador e de um circuito limitador.

A estabilização é obtida por comparação entre a tensão existente na saída (por meio dos resistores R18 e R19 e do potenciômetro P2), aplicada à entrada 4 de CI1, e a tensão de referência, obtida do terminal 6 de CI1, mediante R8 e R10, para aplicá-la na entrada 5 de CI1. O circuito integrado CI1 tende a equalizar as tensões dos dois divisores e, por isso, qualquer variação de tensão na saída, produzida pela entrada da rede ou pela carga, é prontamente estabilizada.

O ajuste da tensão de saída é feito mudando-se com P2 o sinal que chega à entrada 4 de CI1. O circuito integrado CI2 é encarregado de realizar a limitação de corrente, através da tensão que recebe do conjunto de resistores R3, R4, R5 e R6 montados em paralelo. Se a corrente que circula por estes resistores for suficientemente elevada, isto se traduzirá no aparecimento de uma determinada tensão entre as suas extremidades.

Esta tensão, por meio de R11 e P1, é aplicada às entradas 4 (inversora) e 5 (não-inversora) de CI2, fazendo com que apareça na saída 10 uma tensão positiva que bloqueia CI1, com o desaparecimento da tensão de saída da fonte. Com P1 ajusta-se o nível em que se deseja limitar a corrente.

Esta operação é assinalada pelo led vermelho. Depois de ultrapassado o limite, a fonte de alimentação desliga-se automaticamente.

Apertando o botão de rearmamento, ativa-se novamente a fonte de alimentação, caso a sobrecarga tenha desaparecido. A ponte retificadora formada por D5, D6, D7 e D8, juntamente com a tomada central do secundário do transformador e dos capacitores C2 e C3, fornece a tensão de dupla polaridade necessária para o correto funcionamento de CI1 e CI2.

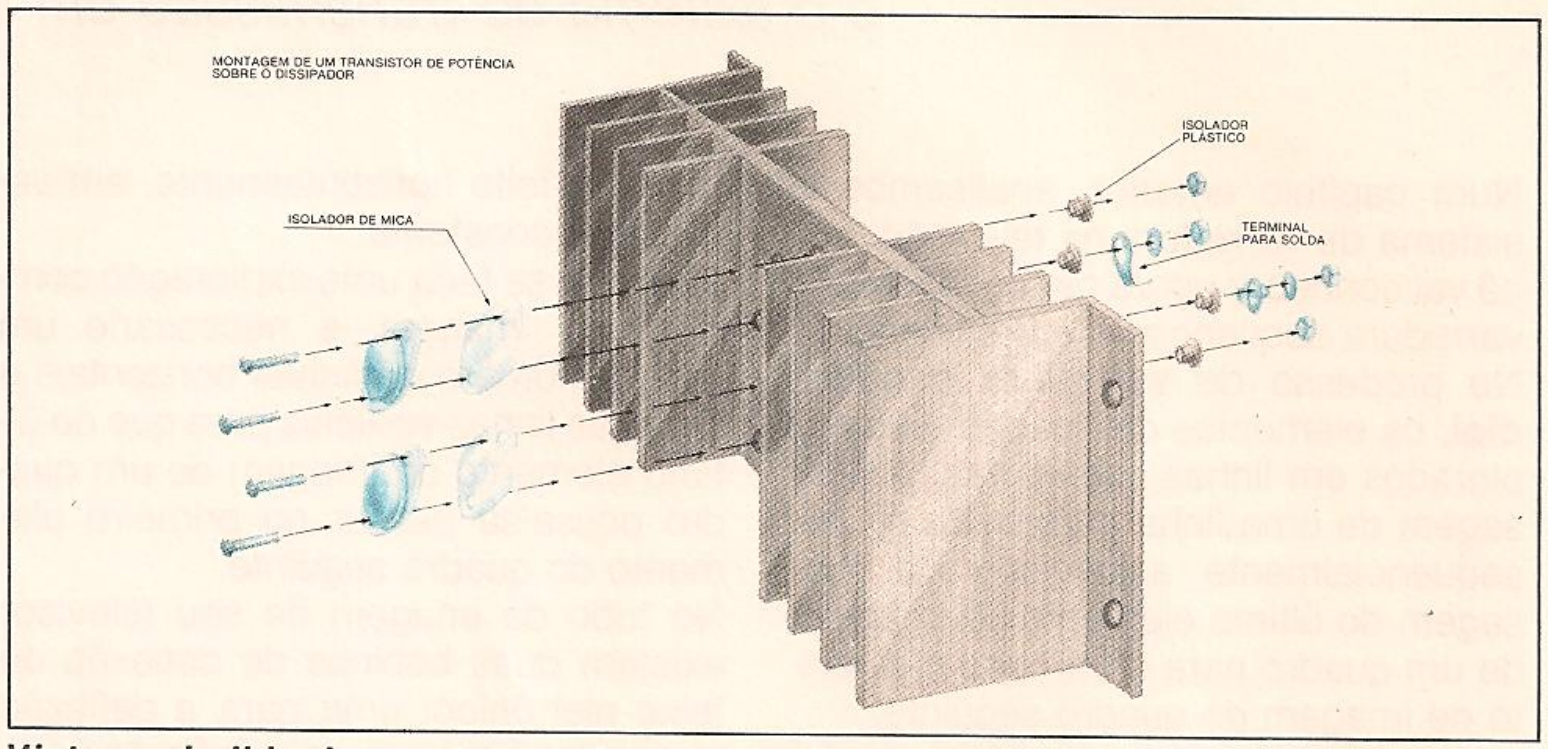
O aparelho deve ser montado de acordo com as instruções que damos habitualmente, ou seja, colocando-se e soldando-se inicialmente o conjunto de resistores (veja foto 2).

A seguir, executa-se a mesma operação com os capacitores, tomando-se cuidado com a polaridade dos capacitores eletrolíticos e observando-se que C1 é montado fora da placa de circuito impresso (veja foto 3). Deve-se, agora, inserir e soldar todos os semicondutores, com exceção dos transistores de potência e dos leds (veja foto 4). Para finalizar a montagem da placa de circuito impresso, basta apenas soldar os terminais espadinha e fixar os espaçadores metálicos (veja foto 5).

Os transistores de potência devem ser montados dois a dois sobre os dissipadores de calor, colocando-se isoladores de mica entre os transistores e o dissipador. Além disso, deve-se utilizar isoladores plásticos de maneira que os invólucros dos transistores não fiquem em contato elétrico com os dissipadores. Como os coletores desses transistores são seus próprios invólucros metálicos, são utilizados terminais para a soldagem, a fim de fazer a ligação elétrica com os fios.

Quando a montagem dos dissipadores estiver concluída, pode-se fixar os diversos elementos na caixa escolhida, observando-se, para facilidade de interconexão, a disposição dos componentes nas fotos 7, 8 e 9. Devem ficar no painel frontal da caixa os instrumentos de medida, os bornes de saída, os potenciômetros, o interruptor liga-desliga, o botão de rearmamento e os leds. Finalmente, deve-se fazer a ligação desses elementos entre si, seguindo o esquema elétrico que apresentamos aqui. Um lembrete: não esqueça de ligar R19 ao pólo positivo e R20 ao negativo.

Ligando-se o aparelho na rede elétrica, ele deverá funcionar imediatamente, sem necessidade de nenhum ajuste. Se você observar irregularidades no funcionamento, reveja cuidadosamente toda a montagem e as ligações, até descobrir a causa do defeito.



Vista explodida da montagem de um transistor de potência sobre o dissipador.

NOÇÕES TEÓRICAS

As transmissões de TV: normas

Os sinais televisivos, gerados pelas emissoras e transmitidos pelo ar sob a forma de ondas eletromagnéticas, devem atender a determinados requisitos para que sejam corretamente interpretados pelos receptores que podem, assim, reproduzir a informação original.

Um sinal completo é constituído por duas freqüências portadoras: uma é destinada a ser modulada pelo sinal de vídeo, que contém toda a informação relacionada com a imagem, e a outra é destinada a ser modulada pelo sinal de áudio, que contém tudo que se relaciona com os sons que acompanham a imagem.

Para a modulação da portadora de vídeo, emprega-se o sistema AM (modulação em amplitude), enquanto que para a portadora de áudio, emprega-se o sistema FM (freqüência modulada).

Ambas as portadoras, com as respectivas informações, são transmitidas simultaneamente, ocupando uma banda total de 4,5 MHz. Existem diversas bandas de freqüência, destinadas à difusão dos sinais televisivos, que suportam a banda de 4,5 MHz, que contém, por sua vez, os sinais de áudio e de vídeo. Elas são denominadas bandas I, II, III, IV e V.

*A banda I está reservada às transmissões de TV (canais 2, 3, 4, 5 e 6) e a outros serviços especiais. A banda I compreende a gama de freqüências que vai de 54 a 88 MHz, tendo, portanto, uma largura de 34 MHz e está situada no espectro denominado VHF (***Very High Frequency***, Freqüência Muito Elevada, isto é, todas as freqüências compreendidas entre 30 e 300 MHz). Essa banda compreende cinco canais para TV: de 54 a 60 MHz (canal 2), de 60 a 66 MHz (canal 3), de 66 a 72 MHz (canal 4), de 76 a 82 MHz (canal 5) e de 82 a 88 MHz (canal 6).*

A banda II está compreendida entre 88 e 174 MHz e é destinada às transmissões de rádio em FM (de 88 a 108 MHz) e a outros serviços especiais (de 108 a 174 MHz).

A banda III está situada ainda dentro da região VHF, contendo os outros canais para TV (freqüências de 174 a 216 MHz) e freqüências para outros serviços especiais (de 216 a 470 MHz). A distribuição dos outros canais para TV é a seguinte: de 174 a 180 MHz (canal 7), de 180 a 186 MHz (canal 8), de 186 a 192 MHz (canal 9), de 192 a 198 MHz (canal 10), de 198 a 204 MHz (canal 11), de 204 a 210 MHz (canal 12) e de 210 a 216 MHz (canal 13).

*As bandas IV e V compreendem as freqüências que vão de 470 a 890 MHz e pertencem ao espectro denominado UHF (***Ultra High Frequency***, Freqüência Ultra-Alta). Estas bandas estendem-se por 420 MHz e contêm 70 canais numerados de 14 a 83.*

O sinal de vídeo que deve modular em amplitude a portadora correspondente pode atingir qualquer freqüência de 0 a 4 MHz. Como a modulação é negativa, a modulação zero corresponde à máxima amplitude da portadora, isto é, a um ponto preto. Na modulação máxima, o mínimo de amplitude da portadora corresponde sempre a um ponto branco.

O TELEVISOR PASSO A PASSO (2)

Continuando a análise do funcionamento de um receptor de televisão, você vai ver neste capítulo os processos de varredura, o sinal composto de vídeo e o sistema de transmissão em cores.

Num capítulo anterior, analisamos o sistema de varredura na televisão. Você vai conhecer agora os processos de varredura seqüencial e entrelaçada.

No processo de **varredura seqüencial**, os elementos da imagem são explorados em linhas sucessivas. A passagem de uma linha para outra se faz seqüencialmente, assim como a passagem do último elemento de imagem de um quadro para o primeiro elemento de imagem do quadro seguinte.

A varredura dessas linhas é feita com o deslocamento de um feixe explorador sobre a tela de televisão. Esse deslocamento é feito horizontalmente, em velocidade constante.

Para que se faça uma exploração completa da imagem, é necessário um grande número de linhas horizontais e algumas linhas verticais para que do último elemento da imagem de um quadro possa-se passar ao primeiro elemento do quadro seguinte.

No tubo de imagem de seu televisor existem duas bobinas de deflexão de feixe eletrônico: uma para a deflexão horizontal e outra para a deflexão vertical. Para se obter uma boa ilusão de continuidade de movimento e para evitar problemas com a cintilação, deve-se aplicar sinais dente de serra às bobinas defletoras.

No processo seqüencial, as freqüências dos sinais dente de serra horizontal e vertical deverão ser, respectivamente, de 31500 Hz e 60 Hz.

Na figura 1, está representado um sinal dente de serra que poderá ser utilizado tanto para a exploração vertical quanto para a exploração horizontal.

Nessa mesma figura são definidos os tempos T, tt e tr. T é o período da onda; tt é o tempo de traçado; e tr é o tempo de retraço.

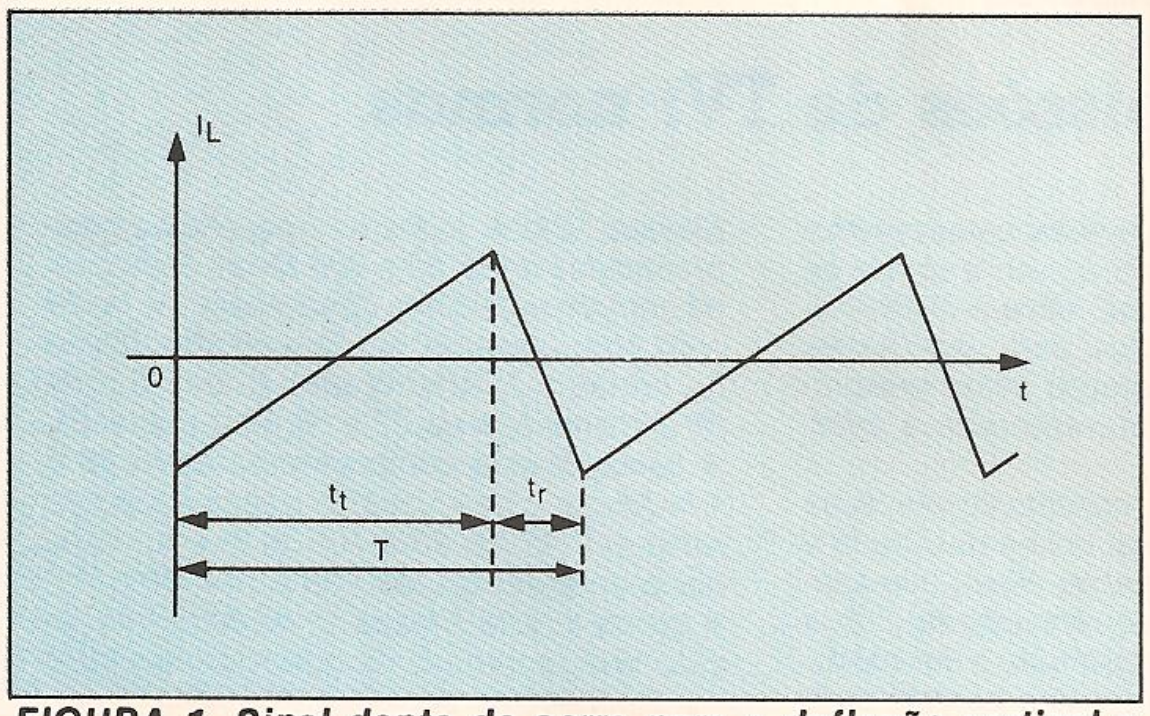


FIGURA 1. Sinal dente de serra para a deflexão vertical e horizontal.

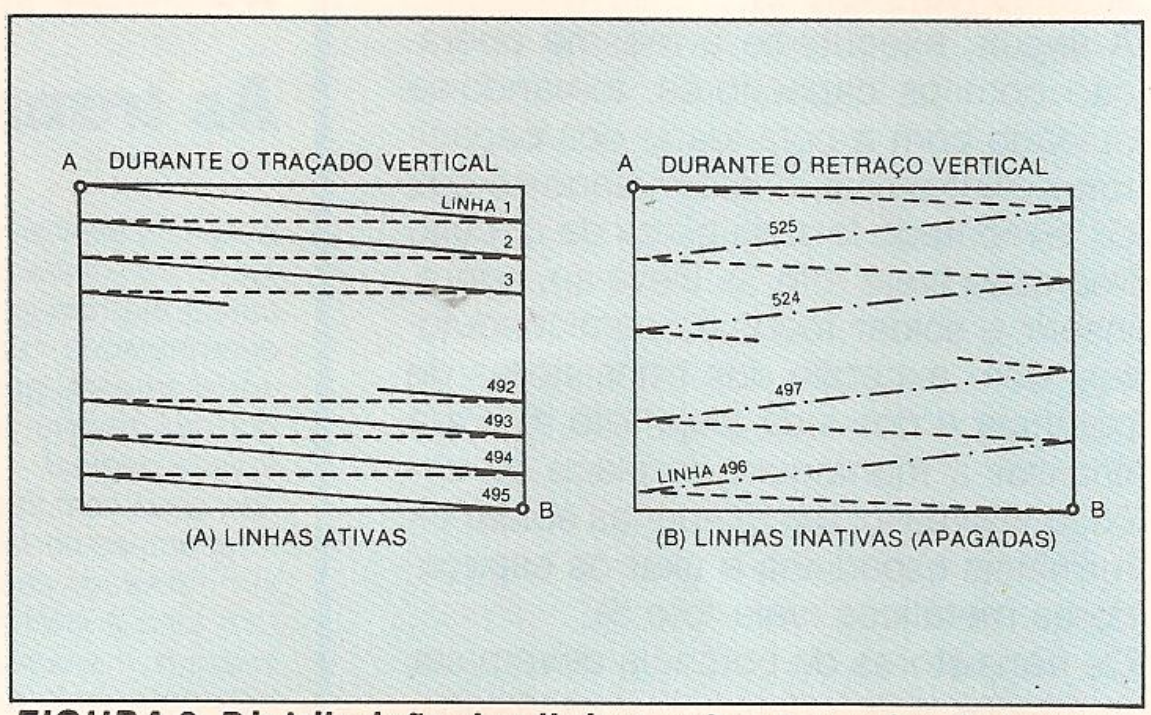
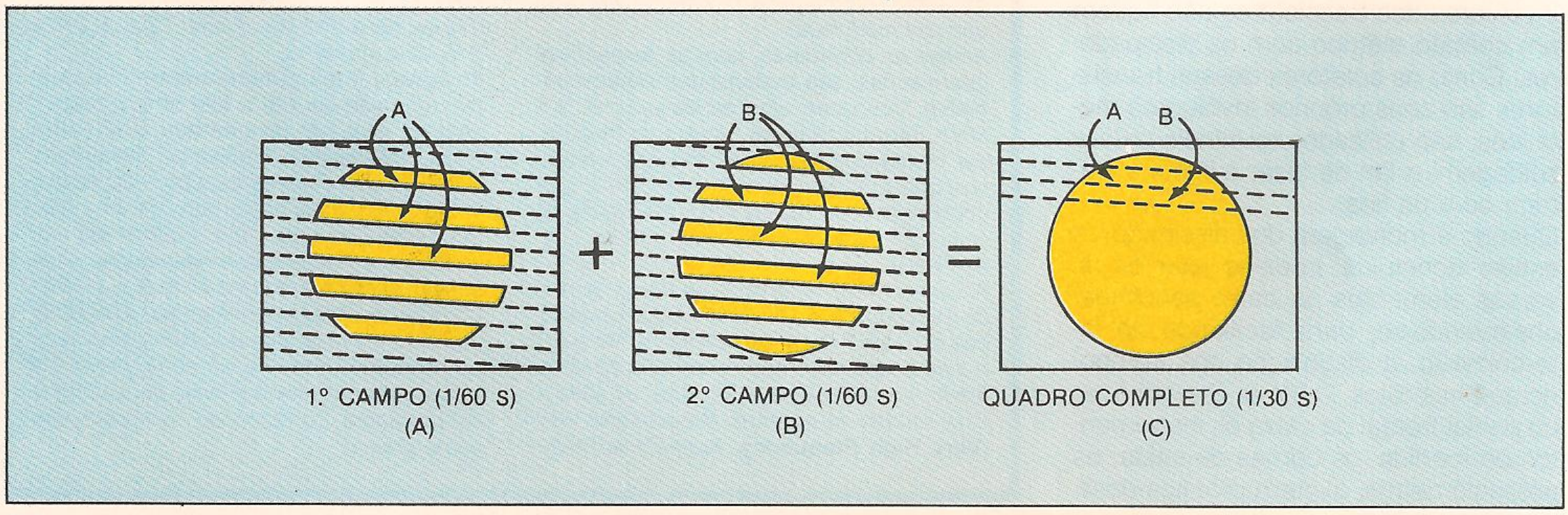


FIGURA 2. Distribuição das linhas sobre o quadro de processo seqüencial.

FIGURA 3. Composição da imagem no processo de varredura entrelaçada.



Não é possível sair instantaneamente do final de uma linha para o começo de outra. Na prática, gasta-se um certo tempo, denominado tempo de retraço horizontal. Esse tempo ocupa 17% do período total do sinal dente de serra de exploração horizontal. Como o período (T) do sinal é 31,8 μs (T = 1/f), o tempo gasto para o retraço será de 5,4 μs. O restante do tempo, denominado traçado horizontal (de 26,4 μs), é o tempo efetivamente usado para se compor uma linha da imagem. Durante o retraço, o feixe de eletrons deverá permanecer apagado.

O tempo de traçado do sinal dente de serra de exploração vertical é usado para a formação de um quadro da imagem, ou seja, ele é usado para a exploração total da tela do televisor por meio de uma seqüência de várias linhas horizontais justapostas.

Esse tempo, denominado tempo de traçado vertical, ocupa 94% do período total do seu sinal dente de serra, ou seja, 15670 μs. Os outros 6% (1020 μs) são gastos para que se faça o retorno do feixe horizontal do final da última linha que compõe o quadro para o início da primeira linha do quadro seguinte.

No Brasil, foi fixado como padrão um número de 525 linhas de varredura por quadro. Efetivamente, porém, aproveitam-se 495 linhas, denominadas **linhas ativas**, para a composição de uma imagem na tela. O uso de apenas 495 linhas se deve ao tempo utilizado pelo traçado vertical. As 30 linhas restantes, denominadas **linhas inativas**, são englobadas pelo tempo de retraço vertical. Essas 30 linhas são apagadas durante o retorno do feixe, como mostra a figura 2.

Quanto ao processo de **varredura entrelaçada**, na primeira exploração são cobertos apenas 50% dos elementos de imagem e os restantes são cobertos na segunda exploração.

Como cada exploração se faz em 1/60 s, uma exploração completa de todos os elementos levará 1/30 s. Cada exploração de 1/60 s compõe um campo, e dois campos sucessivos compõem um quadro.

Observe a figura 3: nela, as linhas de varredura de um campo são distribuídas horizontalmente sobre a tela do televisor. Considere uma quantidade de "fatias" A de imagem aparecendo na primeira exploração da tela. Se, na segunda exploração, for colocada uma quantidade de "fatias" B de imagem,

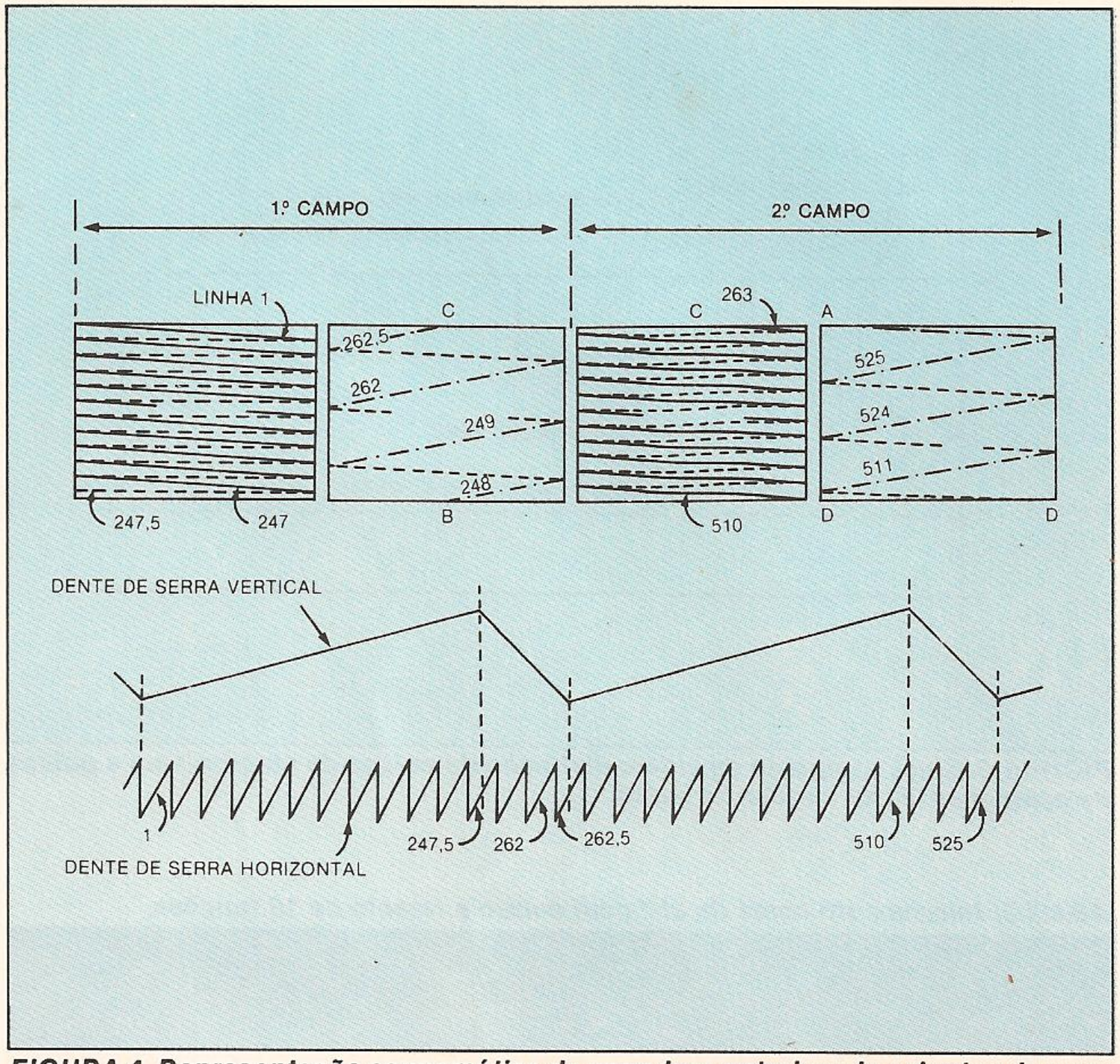
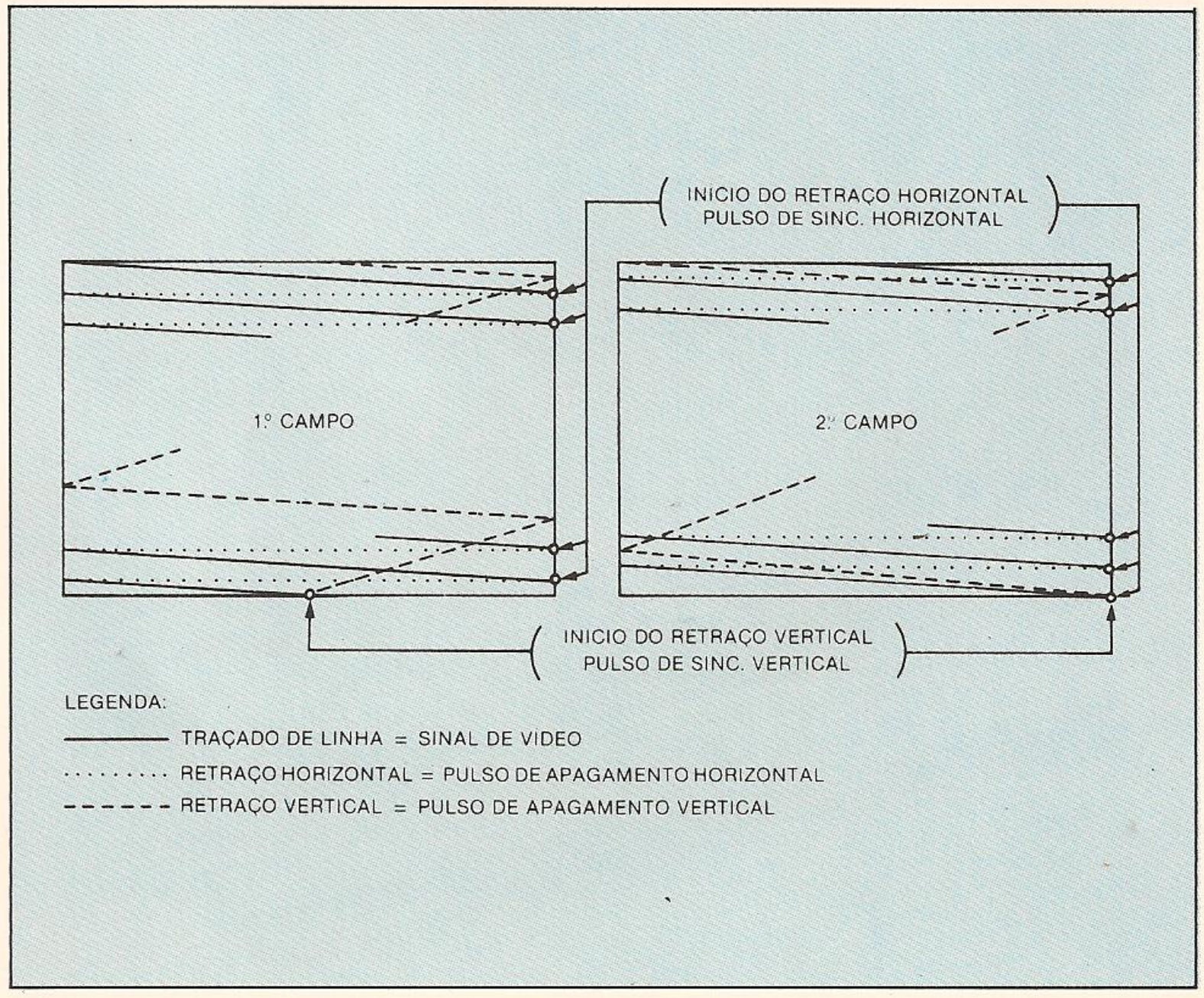


FIGURA 4. Representação esquemática da varredura entrelaçada e dentes de serra vertical e horizontal.

FIGURA 5. Correspondência entre a posição do feixe eletrônico no cinescópio e as informações enviadas pelo transmissor.



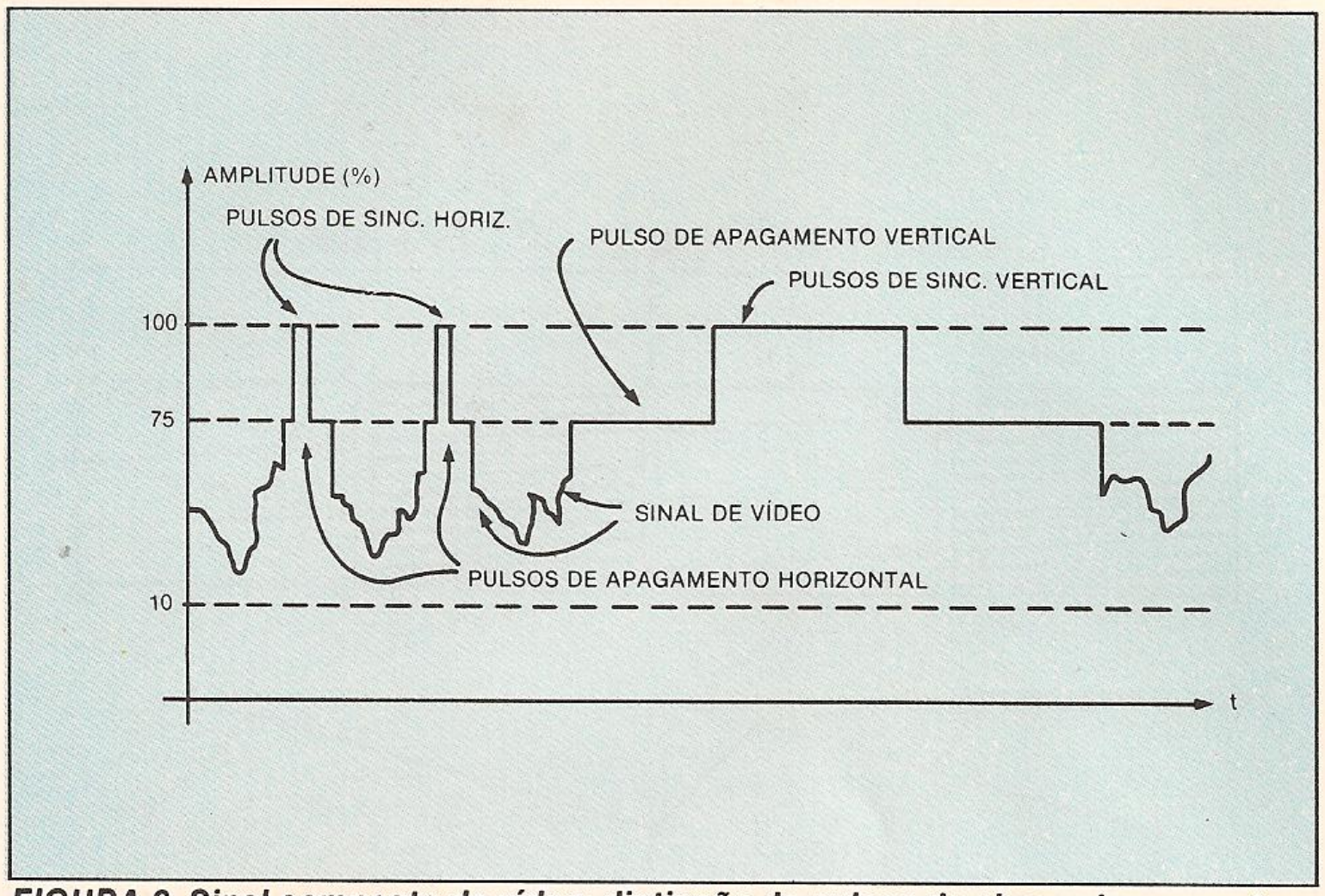
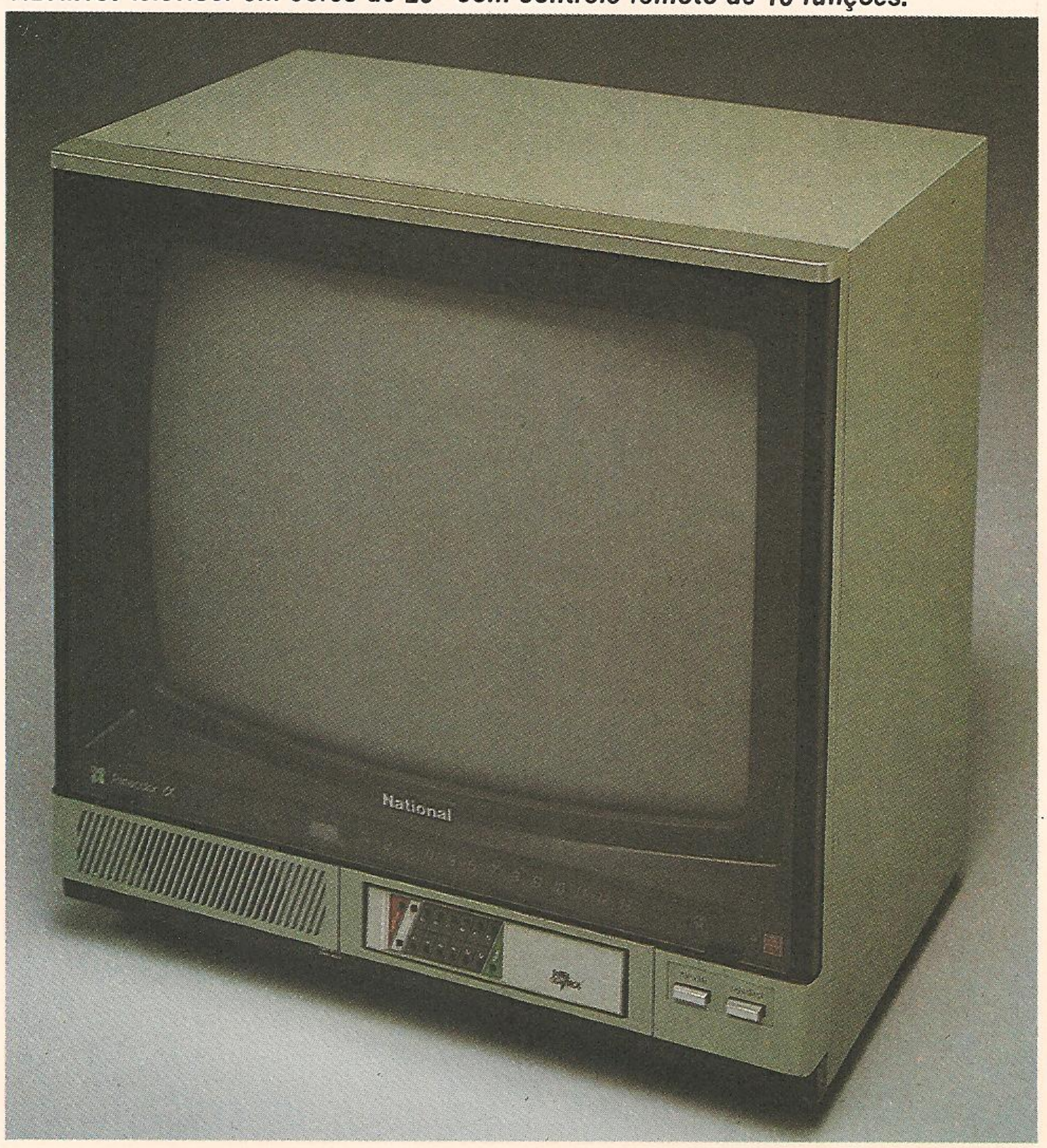


FIGURA 6. Sinal composto de vídeo: distinção de pulsos de sincronismo e pulsos de apagamento por largura de pulso.

ABAIXO: televisor em cores de 20" com controle remoto de 16 funções.



de tal maneira que fiquem intercaladas entre as "fatias" A, tem-se a formação completa da imagem. É daí que se origina a denominação varredura entrelaçada. Como a segunda exploração é realizada 1/60 s depois da primeira, o olho humano não consegue perceber a cintilação.

O mesmo número de linhas padronizadas na varredura seqüencial (525 linhas) se apresenta na varredura entrelaçada (veja figura 4). No primeiro campo, o feixe eletrônico cobre $495 \div 2 = 247{,}5$ linhas ativas. O retraço vertical desse campo cobre $30 \div 2 = 15$ linhas inativas, que serão apagadas no receptor. O mesmo acontece no segundo campo e, portanto, cada campo cobre $247{,}5 + 15 = 262{,}5$ linhas.

A grande vantagem desse processo é a economia de linhas, pois em 1/60 s apenas a metade dos elementos de imagem são explorados, sem perda de resolução, já que todos os elementos comparecem na tela ao fim de 1/30 s. Durante o tempo em que a tela está sendo varrida pelo feixe eletrônico, o mesmo está acontecendo no transmissor. Evidentemente, essa varredura deve estar em perfeita correspondência com o receptor, a fim de que cada ponto transmitido seja reproduzido no cinescópio na sua devida posição. Para obter esse resultado, o transmissor "envia" avisos ao fim de cada linha, para que o receptor "saiba" quando esta linha terminou e comece a traçar a linha seguinte.

No Brasil, o processo de varredura escolhido para os receptores de TV é o entrelaçado. Assim, no final de cada campo, o transmissor deverá enviar outro aviso para que, neste instante, o feixe retorne ao topo da tela.

À operação por meio da qual se obtém a varredura simultânea entre o receptor e o transmissor dá-se o nome de **sincronização**, e a informação enviada pelo transmissor são pulsos que recebem os nomes de **pulsos de sincronismo horizontal** e **pulsos de sincronismo vertical**.

Para que o retorno do feixe, durante o retraço horizontal e durante o retraço vertical, não seja visível na tela do receptor, mais duas informações são enviadas pelo transmissor para apagar o feixe: uma durante o retraço horizontal, que são os **pulsos de apagamento horizontal** e outra durante o retraço vertical, que são os **pulsos de apagamento vertical**.

Na figura 5, estão representadas esquematicamente as 3 primeiras e as 3 últimas linhas de cada campo, dentro de um sistema de exploração entrelaçada. Durante o traçado horizontal (linhas cheias), o receptor recebe a informação de vídeo. Durante o retraço horizontal (linhas pontilhadas), o receptor recebe a informação de apagamento horizontal. Enquanto o feixe explora as linhas interrompidas (retraço vertical), o receptor recebe a informação de apagamento vertical.

Ao receber os pulsos de sincronismo horizontal, o receptor comanda o feixe, iniciando o retraço horizontal e, ao receber o pulso de sincronismo vertical, tem início o retraço vertical.

Todos esses pulsos, além do sinal de vídeo, são informações que devem ser levadas do transmissor até o receptor para se ter a imagem na tela. Estas informações recebem o nome de **sinal composto de vídeo**.

Na figura 6, observa-se um típico sinal composto de vídeo. A distinção entre os pulsos de sincronismo e entre os pulsos de apagamento é feita pela largura do pulso.

Como o sinal composto de vídeo não é simétrico, a sua modulação em AM pode ser feita de duas maneiras (veja figura 7). Em (a), a modulação é positiva, porque um aumento de potência do transmissor corresponde a um aumento de intensidade da imagem na tela do televisor. Em (b), dá-se o contrário e, por isso, a modulação é negativa.

Como padrão, adota-se aqui no Brasil a modulação negativa. Assim, nas regiões da tela do televisor em que o brilho de cena é mínimo, o sinal de vídeo gerado tem grande amplitude e, naquelas em que o brilho de cena é máximo, o sinal correspondente gerado tem amplitude pequena.

Um sistema de televisão em cores compreende essencialmente um sistema de televisão em preto e branco, com características adicionais, já que, além de carregar também a informação do preto e branco, carrega a informação das cores.

O sinal que carrega a informação do preto e branco, ou seja, a informação de brilho de uma cena televisada, e que é o sinal de vídeo, recebe o nome de **sinal de luminância**. O sinal que carrega a informação das cores chama-se **sinal de crominância**.

O controle de contraste de um receptor de TV em cores atua sobre o sinal de

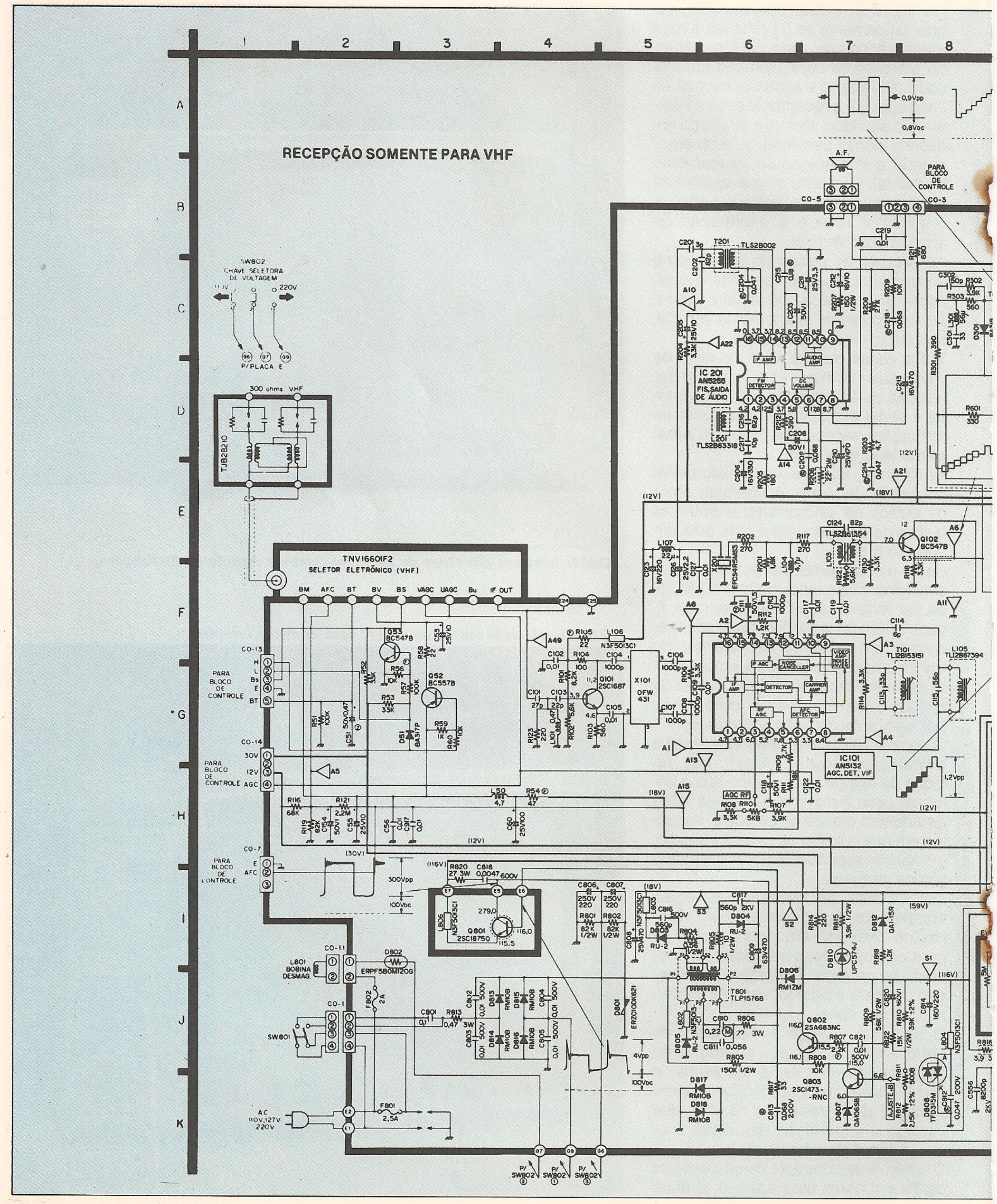


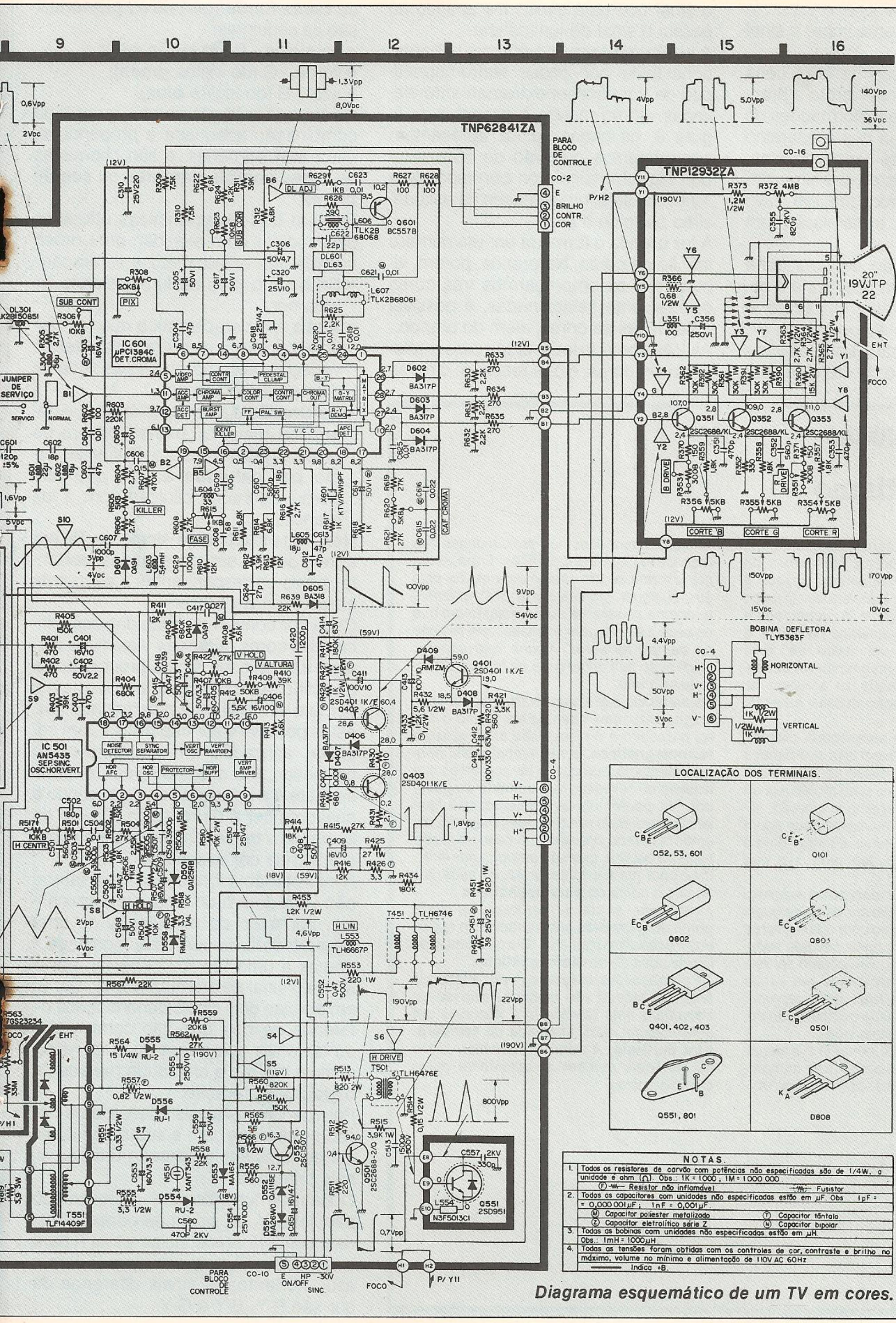
ACIMA: televisor em cores de 20" com controle remoto de 26 funções.

ABAIXO: televisor em cores de 20" sem controle remoto.



RECEPÇÃO SOMENTE PARA VHF





LOCALIZAÇÃO DOS TERMINAIS.

NOTAS.	
1.	Todos os resistores de carvão com potências não especificadas são de 1/4W, a unidade é ohm (Ω). Obs.: 1K = 1000 ; 1M = 1000 000.
	(F) Resistor não inflamável — Fusistor
2.	Todos os capacitores com unidades não especificadas estão em μF. Obs 1pF = 0,000 001μF ; 1nF = 0,001μF.
	(M) Capacitor poliester metalizado — (T) Capacitor tântalo
	(Z) Capacitor eletrolítico série Z — (N) Capacitor bipolar
3.	Todas as bobinas com unidades não especificadas estão em μH. Obs.: 1mH = 1000μH.
4.	Todas as tensões foram obtidas com os controles de cor, contraste e brilho no máximo, volume no mínimo e alimentação de 110V AC 60Hz
	—— Indica +B.

Diagrama esquemático de um TV em cores.

luminância, enquanto que o controle de cor ou saturação atua sobre o sinal de crominância.
Durante a transmissão de uma cena colorida, um televisor em preto e branco captará somente as informações do sinal de luminância, já que o aparelho não possui os circuitos necessários para aproveitar os sinais de crominância. Sendo assim, ele reproduzirá, em preto e branco, qualquer transmissão em cores.
Durante a transmissão de uma cena em preto e branco, um televisor em cores reproduzirá a cena em preto e branco, pois, embora ele possua os circuitos necessários para aproveitar os sinais de luminância e de crominância, o sinal que está sendo transmitido só possui o sinal de luminância.
A luz é uma forma de energia radiante, constituída por ondas eletromagnéticas de freqüências extremamente elevadas. Como mostra o espectro da figura 8, as ondas de luz apresentam comprimentos que vão de 350 mμ a 800 mμ (um milimícron corresponde a 10^{-9} m ou seja, um milésimo da milionésima parte do metro).
A luz branca é formada por um número infinito de cores. Na prática, porém, vimos que, se empregarmos três cores devidamente selecionadas, é possível obter todas as cores, além do branco.
As três cores selecionadas para a televisão em cores, e que recebem o nome de **cores fundamentais** ou **primárias**, são as seguintes:

- vermelha - R (do inglês ***red***);
- verde - G (do inglês ***green***);
- azul - B (do inglês ***blue***).

As outras cores são obtidas a partir da combinação adequada e proporcional das cores primárias, e são chamadas de **cores complementares** ou **secundárias**.
Existem três características utilizadas para indicar com exatidão uma determinada cor: brilho, matiz e saturação.

- **Brilho** é o grau de luminosidade de uma cor.
- **Matiz** é a característica que faz distinguir uma cor de outra, e se refere à variação de comprimento de onda de uma determinada cor.
- **Saturação** é a característica que determina maior ou menor mistura de uma cor com o branco. Define-se como **cor saturada** aquela que não possui nenhuma diluição com a luz branca.

Nas transmissões de sinais de TV em cores, devem ser transmitidos, portanto, sinais correspondentes a estas três características da cor.
Cada cor contém quantidades específicas das cores primárias. Assim, se fossem transmitidos sinais proporcionais ao brilho dos componentes (vermelho, verde e azul) de uma determinada cor, estes poderiam ser captados e, em seguida, aplicados em um cinescópio cromático, reproduzindo a cor televisada. Este é o princípio básico segundo o qual uma cor é reproduzida. O sinal de luminância contém a informação sobre o brilho da cor televisada.
A informação sobre o matiz e a saturação vem dentro do sinal de crominância, por meio da modulação de uma subportadora de cor. Essa modulação, graças a uma técnica especial, transforma o sinal de crominância (R, G e B) em apenas dois sinais denominados diferença de cor, que são combinados de tal forma que a fase do sinal representa o matiz e a amplitude representa o grau de saturação.
Por sua vez, os sinais diferença de cor são produzidos com a subtração do sinal de luminância de cada um dos sinais primários.
O sinal de luminância é representado pela letra Y; os sinais de cores primárias, como já vimos, pelas letras R para o vermelho, G para o verde e B para o azul. Portanto, os sinais diferença de cor são R-Y, B-Y e G-Y.

NOÇÕES TEÓRICAS

O magnetismo

O magnetismo é a propriedade que alguns materiais têm de produzir fenômenos de atração e repulsão intimamente ligados à sua estrutura atômica e molecular. O único material que é encontrado in natura, sob a forma de elemento magnético ou ímã, é a magnetita, formada por óxido de ferro (Fe_3O_4). O fenômeno magnético foi descoberto justamente quando se analisou as propriedades de atração desses minerais sobre o ferro.
Outros materiais que apresentam propriedades magnéticas devem ser submetidos previamente a um processo de magnetização, através do qual as suas moléculas se orientam em uma determinada direção, alinhando-se em grupos ou regiões que agem como prequenos magnetos. É justamente o acúmulo desse efeito que produz o que chamamos de ímã.
Um ímã é formado por dois pólos magnéticos, o pólo norte e o pólo sul, entre os quais se estabelece um campo com relativa força de atração. Esses dois pólos não são separáveis entre si, ou seja, não podem ser isolados. Se um ímã é secionado em várias partes, em cada uma delas serão reproduzidos os dois pólos, que se comportarão como ímãs de menores dimensões.
O fenômeno magnético também é produzido pela terra, de modo que esta se comporta como um enorme ímã, com os pólos norte e sul magnéticos nas proximidades dos respectivos pólos geográficos. Entre esses pólos forma-se um campo de atração, pelo qual qualquer ímã que possa girar livremente orienta-se sempre numa posição em que os seus pólos fiquem alinhados em relação ao campo terrestre. Alguns instrumentos de direção têm como base de funcionamento esse efeito.
Os materiais que apresentam propriedades magnéticas mais acentuadas, como o ferro, o cobalto e o níquel, são chamados de **ferromagnéticos**, *e são empregados principalmente na fabricação de aparelhos que trabalham baseados em campos magnéticos. Há, porém, outros elementos que também apresentam propriedades magnéticas, embora menos intensas. É o caso do alumínio e da platina, que são atraídos por ímãs, mas com menos força. A esses materiais damos o nome de* **paramagnéticos**.
Finalmente, existe na natureza um outro grupo de elementos que também são repelidos fracamente pelo ímã. São os elementos conhecidos como **diamagnéticos**.
As propriedades magnéticas dos materiais ferromagnéticos são mantidas quando se trabalha a uma temperatura inferior a um determinado valor, chamada de **temperatura de Curie**. *A partir desse valor, todos os materiais perdem abruptamente estas características.*

Como sabemos, a luz branca é uma mistura de cores. Mais especificamente, é uma mistura de proporções adequadas de vermelho, verde e azul. Demonstrações práticas provam que com 30% de vermelho, 59% de verde e 11% de azul obtém-se o branco. O sinal de luminância pode, então, ser relacionado com o sinal de crominância da seguinte maneira: Y = 0,3 R + 0,59 G + 0,11 B.

Dessa forma, com o sinal Y e apenas dois dos sinais R, G e B, o terceiro é facilmente deduzido, subtraindo-se de Y os dois sinais conhecidos.

No sistema de televisão em cores, os sinais diferença de cor transmitidos são R-Y e B-Y.

O sinal correspondente à cor G é recomposto no receptor de TV.

Não foi fácil aos engenheiros projetarem circuitos elétricos que simulassem os conceitos teóricos analisados até aqui. Para vocês terem uma idéia da complexidade desses circuitos, observem o diagrama esquemático de um TV em cores que mostramos aqui. Vejam a quantidade de circuitos integrados e de dispositivos semicondutores discretos utilizados. Esses componentes são básicos e fazem parte dos mais diferentes modelos de receptor. Isto é: o mesmo diagrama esquemático vale para diversos aparelhos, mesmo para os que possuam aparência externa diferente, como os mostrados aqui.

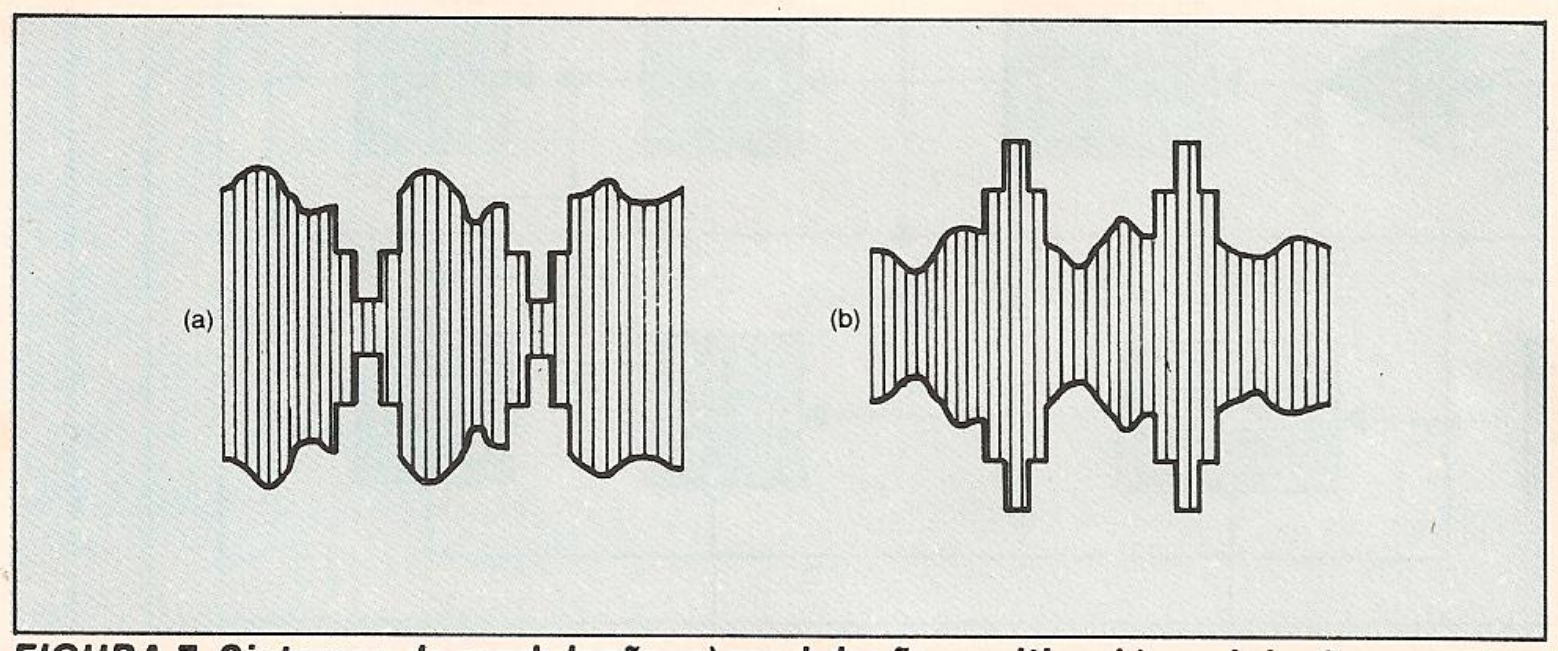
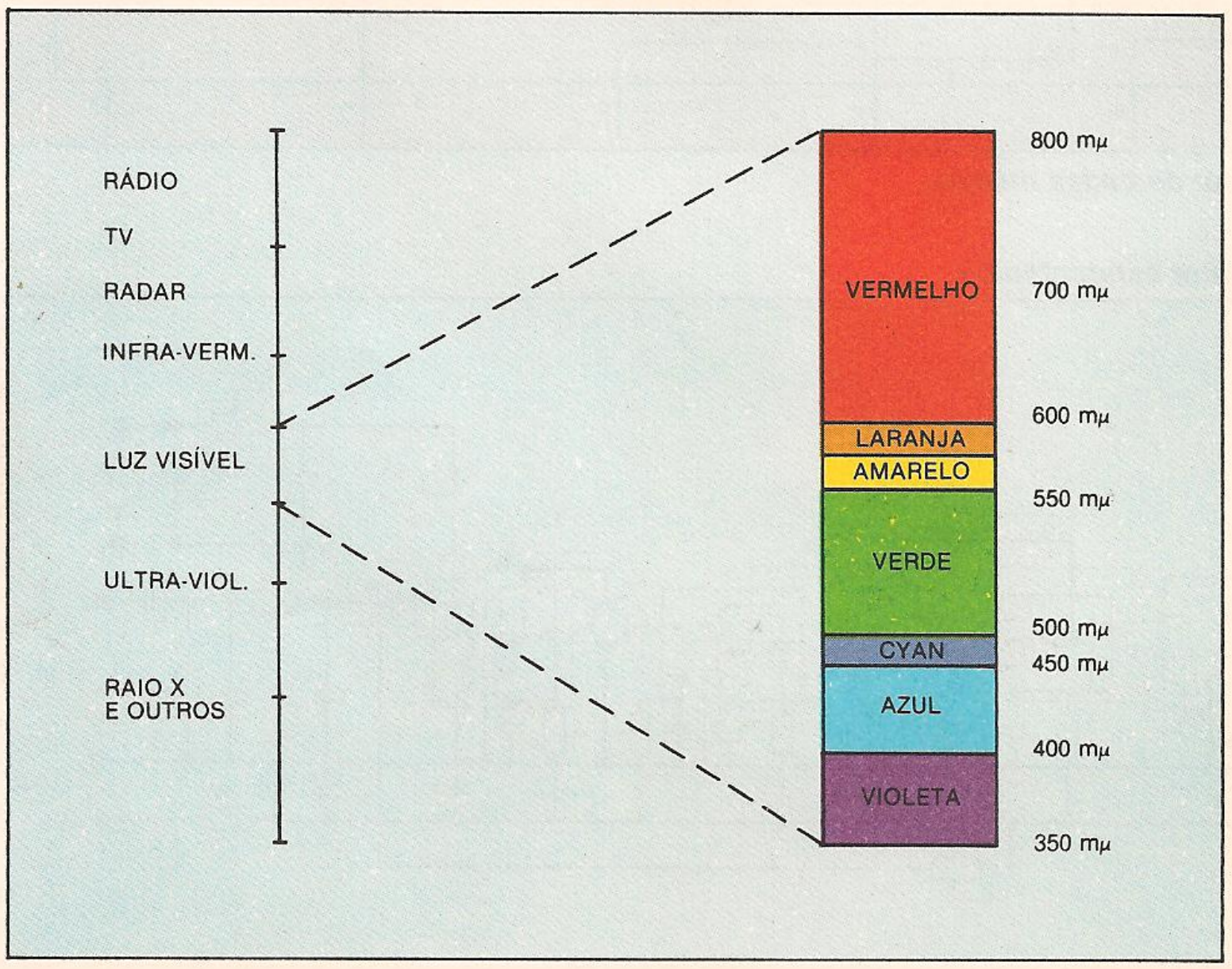


FIGURA 7. Sistemas de modulação: a) modulação positiva; b) modulação negativa.

FIGURA 8. Espectro das ondas eletromagnéticas.



O mesmo número de linhas padronizadas na varredura seqüencial é apresentado na varredura entrelaçada?
Sim, as 525 linhas se mantêm na varredura entrelaçada. Na exploração do primeiro campo, o feixe eletrônico cobre 247,5 linhas, sendo necessárias mais 15 linhas para o retraço vertical. O mesmo acontece na exploração do segundo campo; portanto, cada campo cobre 262,5 linhas, totalizando 525 linhas.

Do que é constituído o sinal composto de vídeo?
Além do próprio sinal de vídeo, ele é constituído de pulsos de sincronismo horizontal e vertical, e de pulsos de apagamento horizontal e vertical.

O que é o sinal de luminância?
É o sinal que carrega a informação de preto e branco, ou seja, a informação de brilho de uma cena televisada. Este sinal é representado pela letra Y.

O que é o sinal de crominância?
É o sinal que carrega a informação das cores. As características de matiz e saturação de uma determinada cor são sempre transportadas pelo sinal de crominância.

O televisor em preto e branco pode captar as informações do sinal de crominância numa transmissão em cores?
Não, porque não possui os circuitos necessários para captar os sinais de crominância. Dessa forma, ele reproduzirá em preto e branco qualquer transmissão em cores.

O que é sincronização?
É a operação por meio da qual se obtém a varredura simultânea entre o receptor e o transmissor.

Qual a vantagem do processo de varredura entrelaçada em relação à varredura seqüencial?
A grande vantagem desse processo é a economia de linhas, pois em 1/60 s apenas a metade dos elementos de imagem são explorados, sem perda de resolução, já que todos os elementos comparecem na tela ao fim de 1/30 s.

OS CIRCUITOS DO SINTONIZADOR (2)

Qual é a função do circuito conhecido como decodificador estéreo? Como é elaborado o sinal transmitido pelo emissor para que possa ser transformado em som? Neste capítulo, você terá a resposta a estas e outras questões.

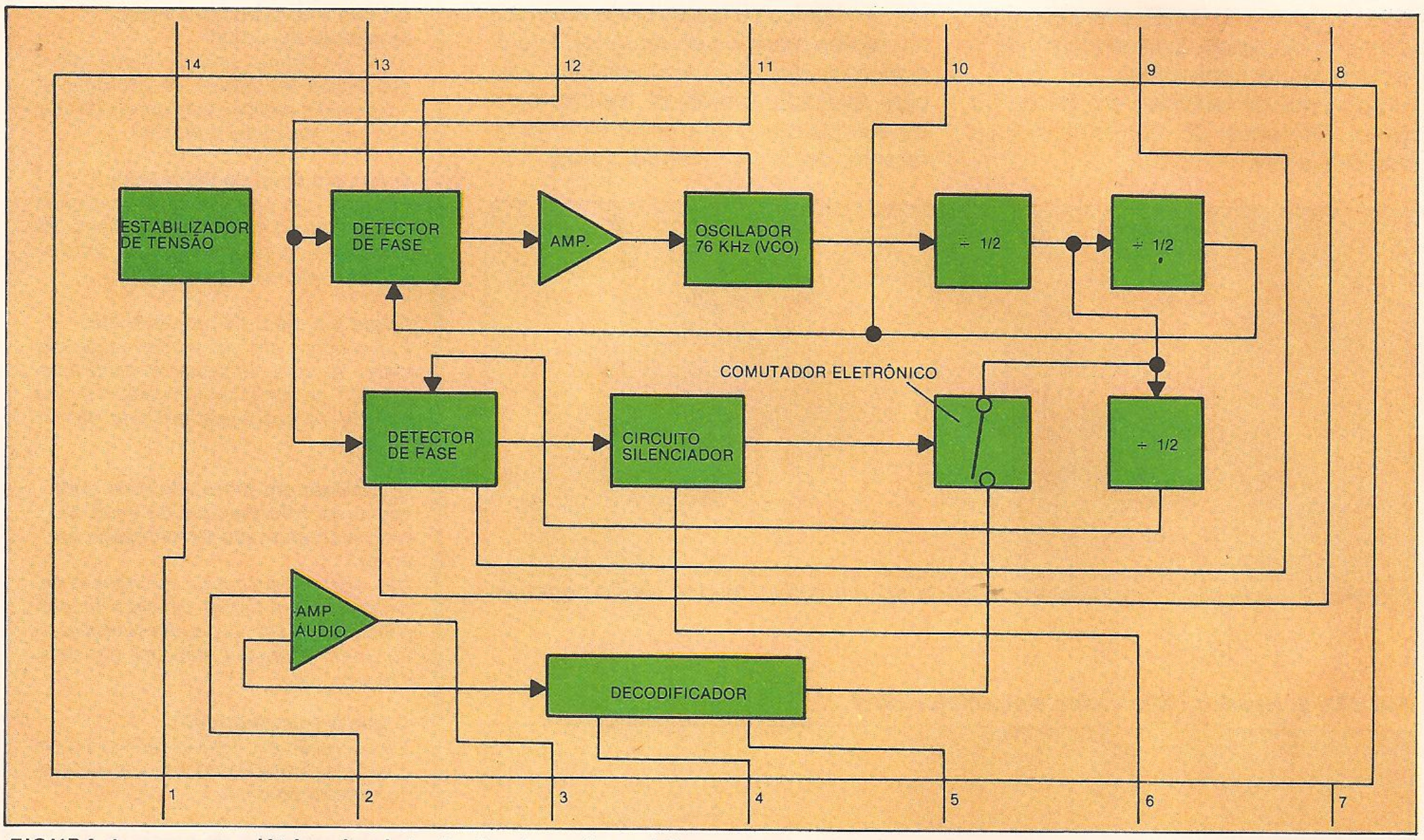
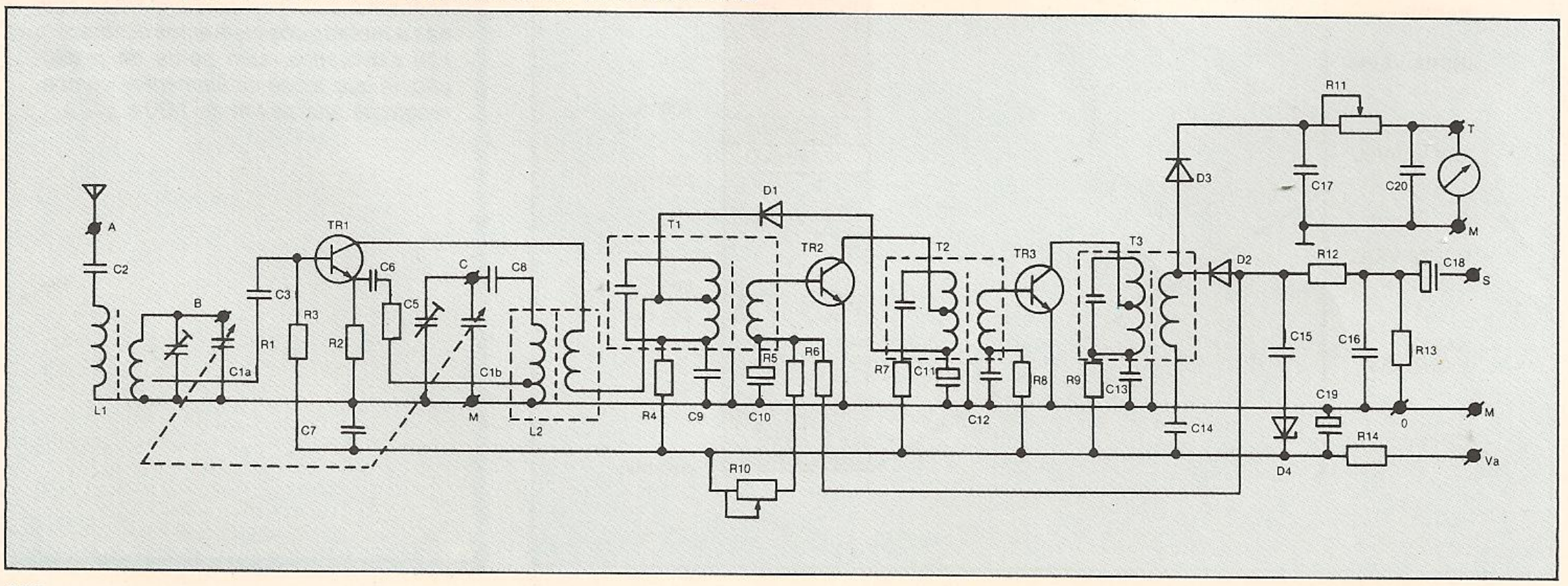


FIGURA 1: esquema elétrico do sintonizador de ondas médias.

FIGURA 2: esquema elétrico do decodificador estereofônico.



A função do decodificador estéreo consiste em receber o sinal demodulado e em baixa freqüência do módulo freqüência intermediária (FI), revelando se o emitente é mono ou estéreo. Se o emitente é estéreo, o decodificador obtém os sinais dos dois canais: direito e esquerdo.

Todas as funções do módulo podem ser realizadas por um circuito integrado do tipo 1310, que contém no seu interior todos os estágios necessários. Veja na figura 2 o esquema elétrico de um decodificador estéreo com o CI 1310 (CIN-1). Na parte externa há somente alguns componentes auxiliares, que completam o funcionamento do circuito integrado.

O sinal proveniente da freqüência intermediária entra através dos pontos E e M, vai até o terminal 2 do integrado e, daí, para o amplificador interno, que eleva o nível de sinal e o envia para fora até o terminal 3, passando, em seguida, para C8 e retornando para 11. O sinal passa, então, para dois circuitos detectores.

O primeiro circuito detector obtém um sinal em freqüência igual à da portadora (19 KHz) e uma freqüência dupla, de forma que a primeira freqüência esteja em fase com a freqüência do emissor. Este circuito detector envia o sinal para fora até o terminal 10 para o ajuste do módulo.

O sinal em 19 KHz é obtido através de um servocircuito em que há um oscilador controlado em tensão (chamado VCO). Esse oscilador gera uma freqüência de 76 KHz (19 KHz . 4), à qual se aplica uma primeira divisão por 2, para se ter 38 KHz, e uma segunda divisão, para dispor dos 19 KHz necessários. Estes servem como referência e a diferença entre esse sinal e a entrada é amplificada para corrigir a freqüência do oscilador.

O circuito requer um filtro externo formado por R5, C9 e C10 e ligado aos terminais 12 e 13.

Existe também a possibilidade de ajustar o oscilador em 76 KHz e centrar a freqüência com a rede formada pelos resistores R3 (fixa) e R4 (variável) e pelo capacitor C7.

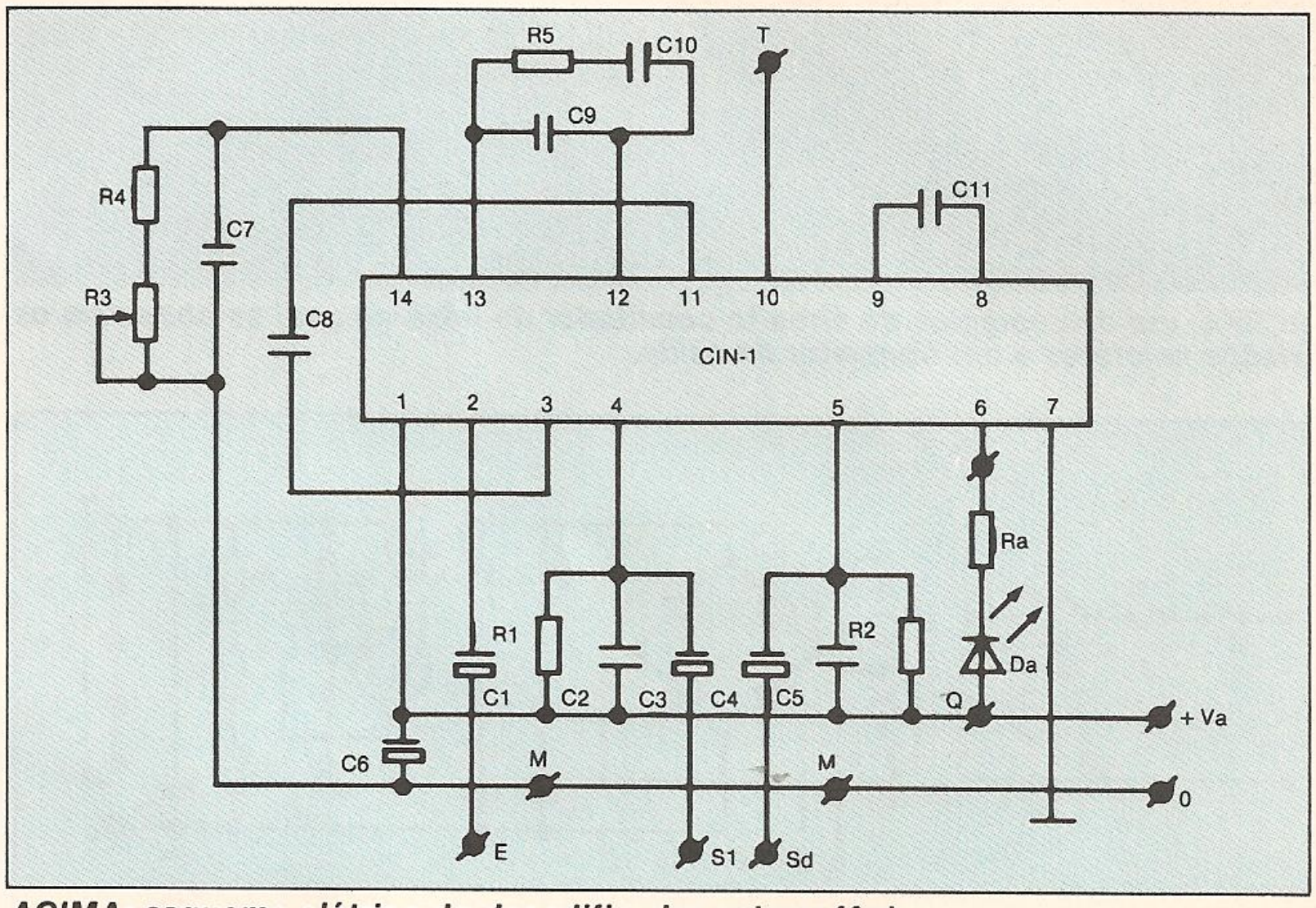
O segundo circuito detector recebe o sinal externo e um sinal em 19 KHz, obtido de um divisor por 2, e gera dois sinais de tipo digital.

Um sinal é ao nível zero ou massa, destinado a ligar o led indicador; o outro sinal age sobre o interruptor eletrônico que envia o sinal em 38 KHz ao circuito decodificador.

Se o sinal recebido for mono, não haverá sinal externo, pois o interruptor eletrônico se abre, impedindo que chegue até o decodificador, e os dois sinais de saída serão iguais. Se o sinal for estereofônico, ele será do tipo multiplex, demodulado em AM para receber a freqüência de 30 KHz e decodificado para combinar a informação de E + D e R - E (E = canal esquerdo; D = canal direito).

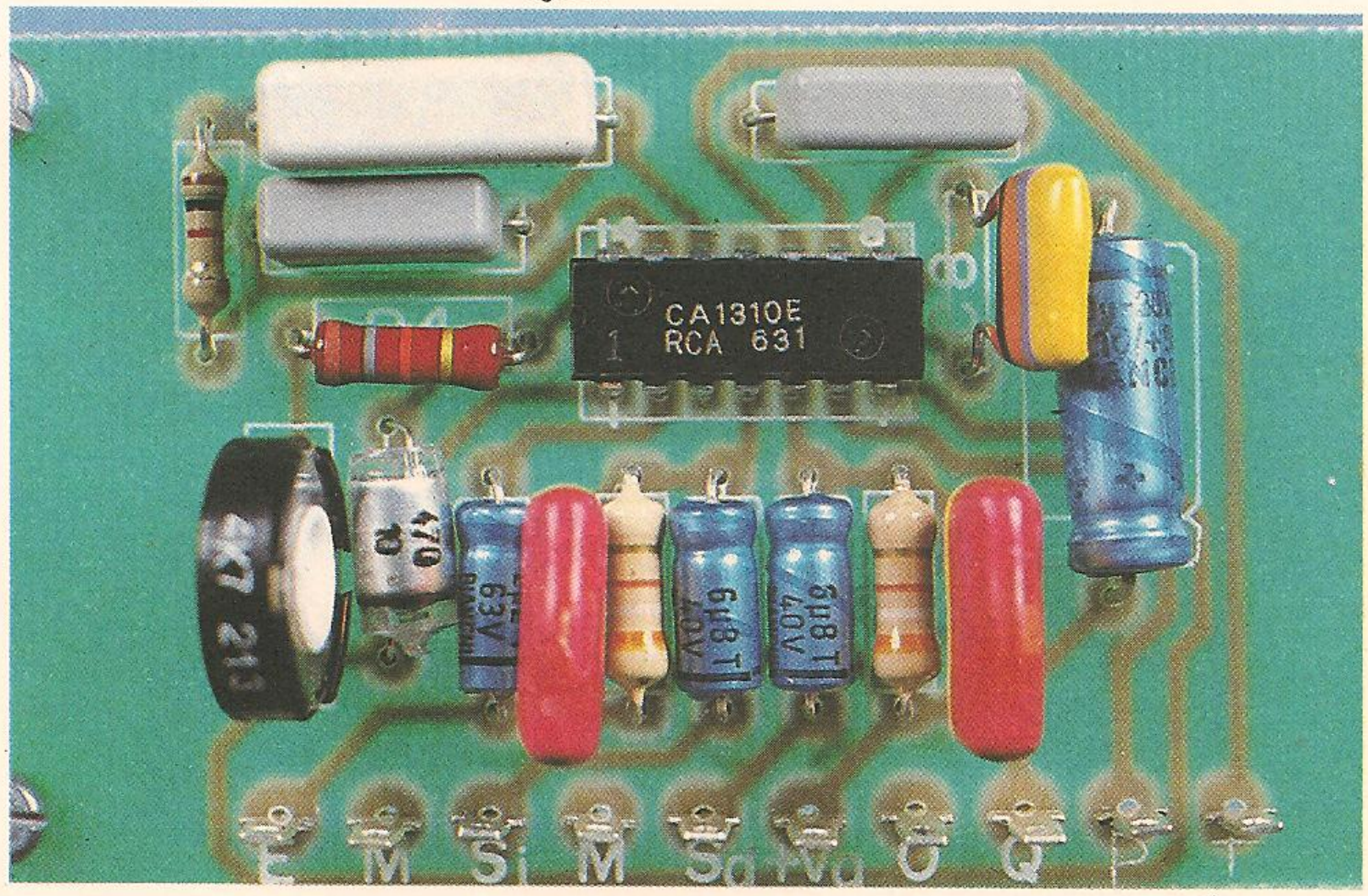
Os sinais de saída dos canais esquerdo e direito são obtidos nos terminais 4 e 5 do integrado, passam para os filtros de ênfase formados por R1, C2, R2 e C5 e, depois, saem do módulo pelos pontos Ss e Sd.

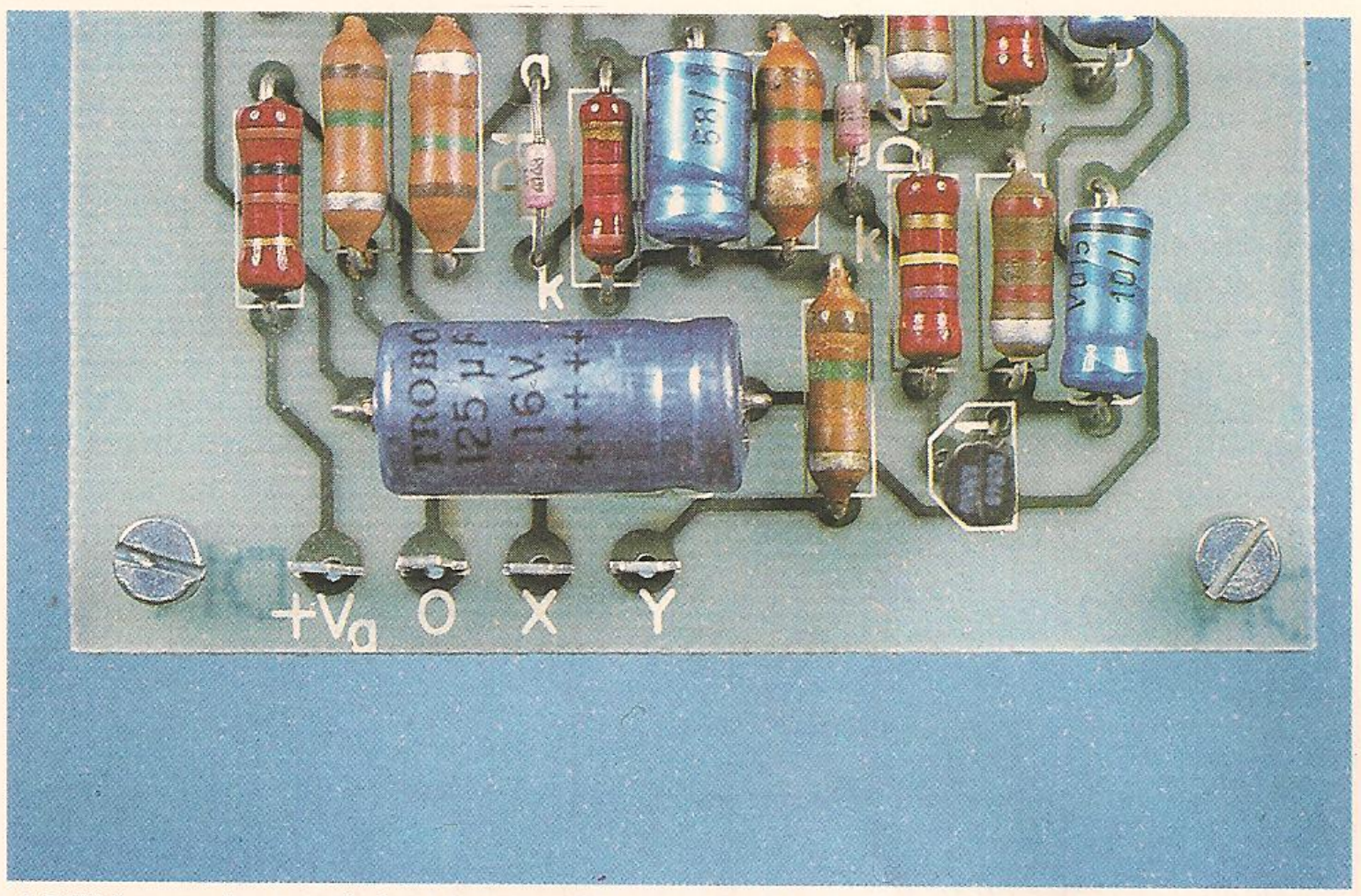
Um típico circuito sintonizador AM tem o seu projeto descrito na figura 1. O sinal captado pela antena é recebido no ponto A e, através do capacitor C2, vai até o primário da bobina da antena L1. O secundário da bobina faz parte de um circuito sintonizado na faixa de fre-



ACIMA: esquema elétrico do decodificador estereofônico.

ABAIXO: detalhe do circuito integrado 1310 que, juntamente com os componentes associados, efetua a decodificação.





ACIMA: um dos estágios do circuito comutador de faixa no qual se observam os diodos seletores e um transistor de saída.

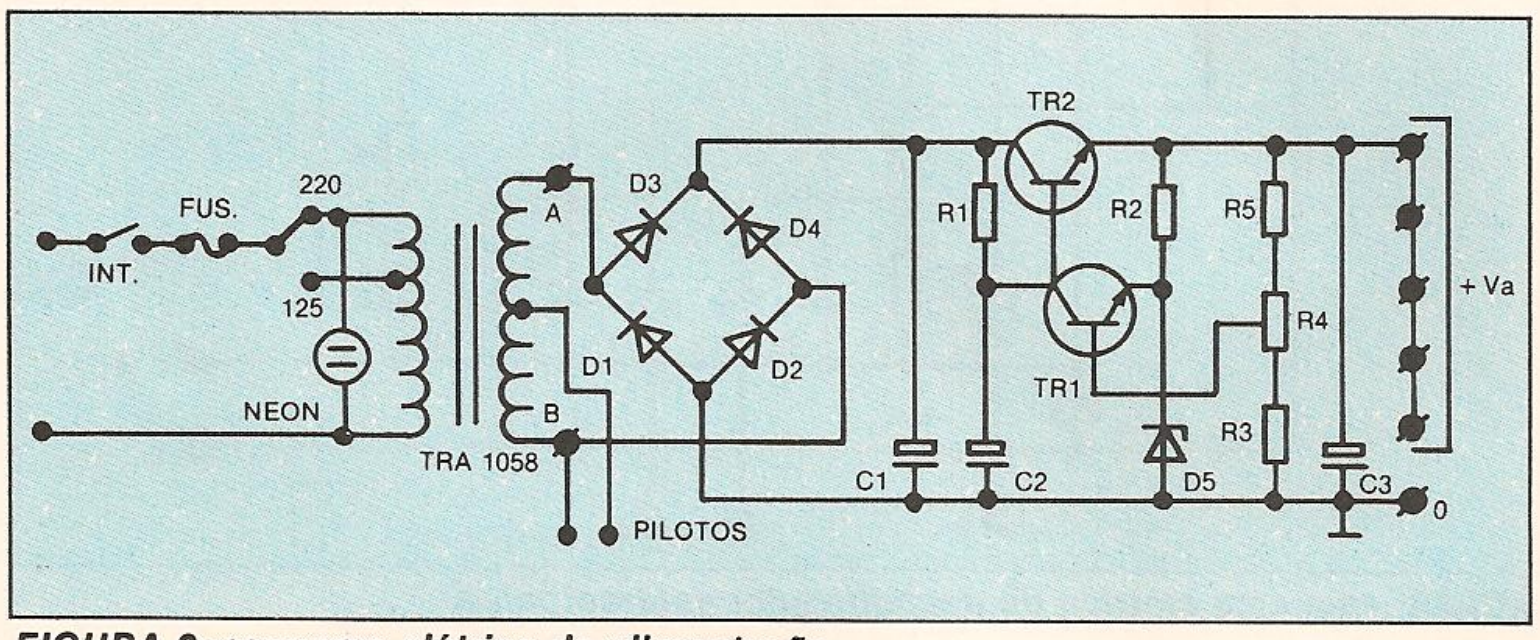
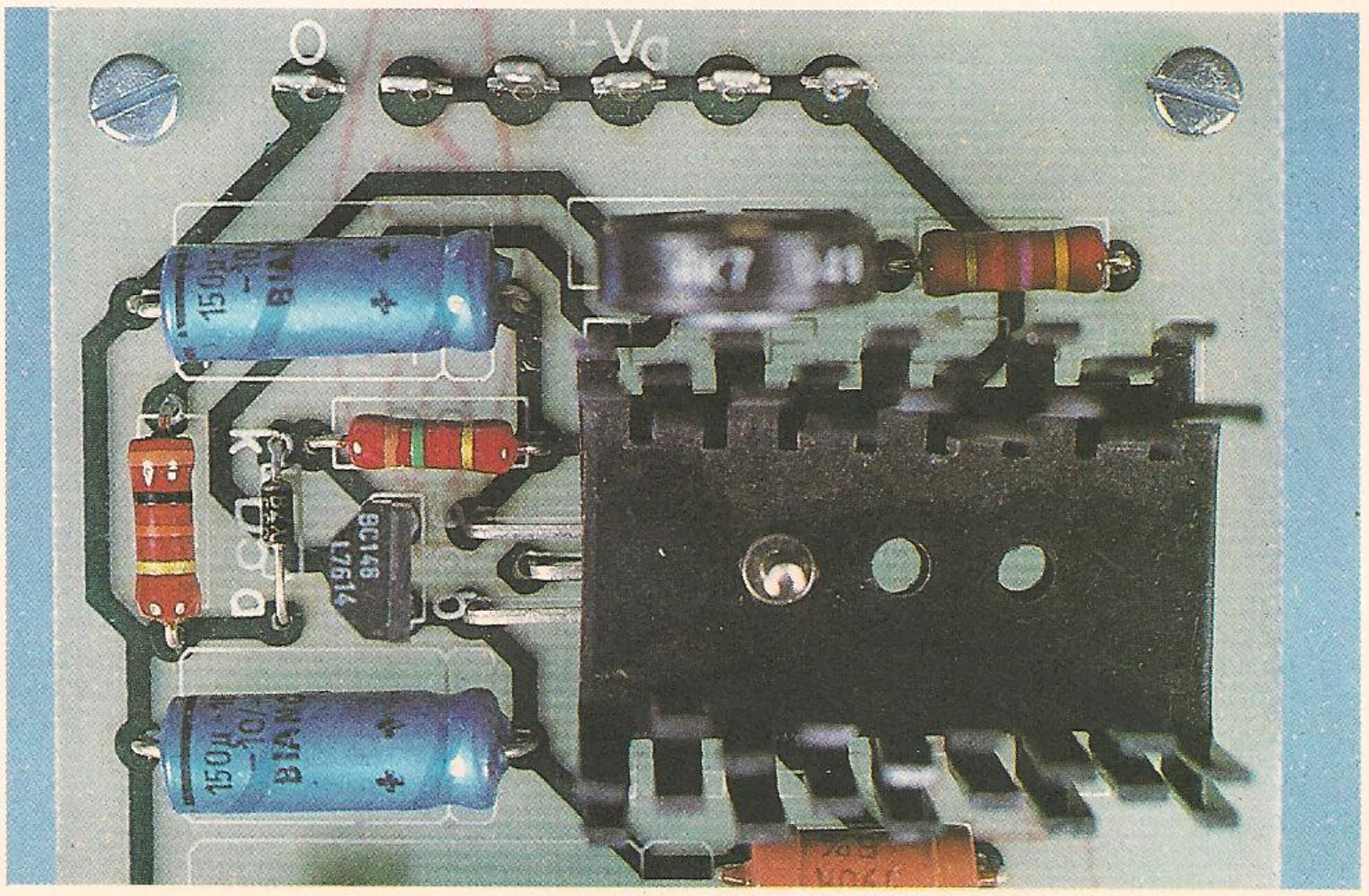


FIGURA 3: esquema elétrico da alimentação.

ABAIXO: detalhe do estágio estabilizador da fonte de alimentação.



qüência AM e associado a C4 de ajuste e a uma das duas seções do capacitor variável (C1a). O secundário tem uma tomada intermediária de onde extrai o sinal para enviá-lo, através de C3, à base do primeiro transistor TR1.

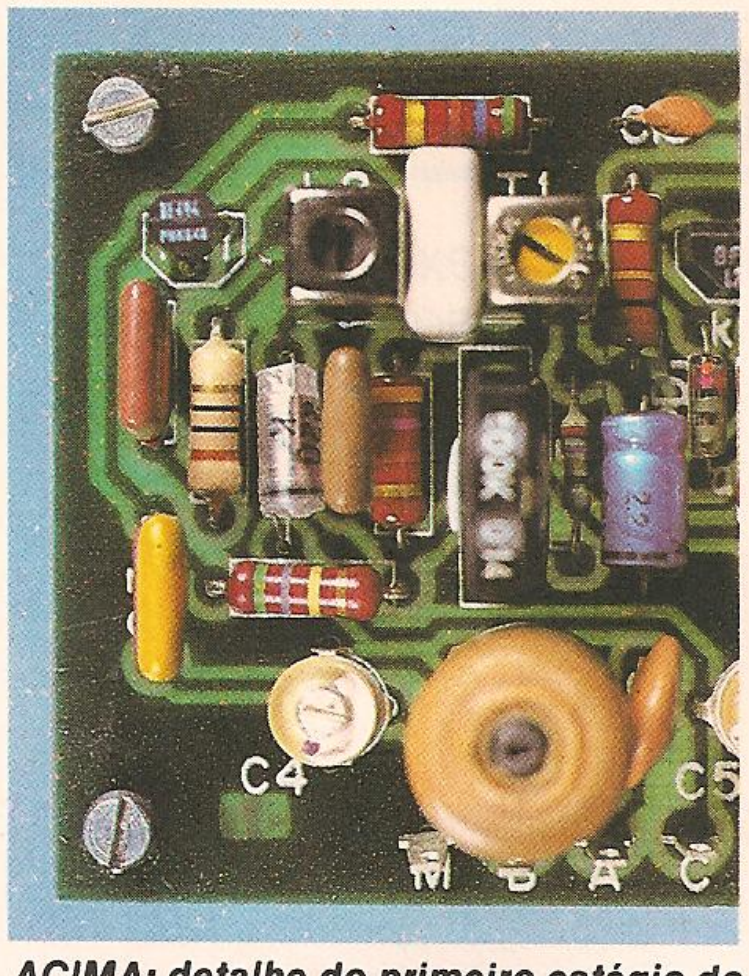
Este transistor forma um oscilador do tipo Hartley, com realimentação de coletor a emissor através da bobina osciladora L2 sintonizada com C5 (ajuste) e C1b (segunda seção do capacitor externo). A ligação de emissor é realizada através de C6 e R3 na tomada intermediária de L2.

A freqüência de oscilação do oscilador local é sempre superior em 455 KHz à freqüência sintonizada, e a mistura (mixagem) que se verifica em TR1 gera a freqüência intermediária, obtida como diferença.

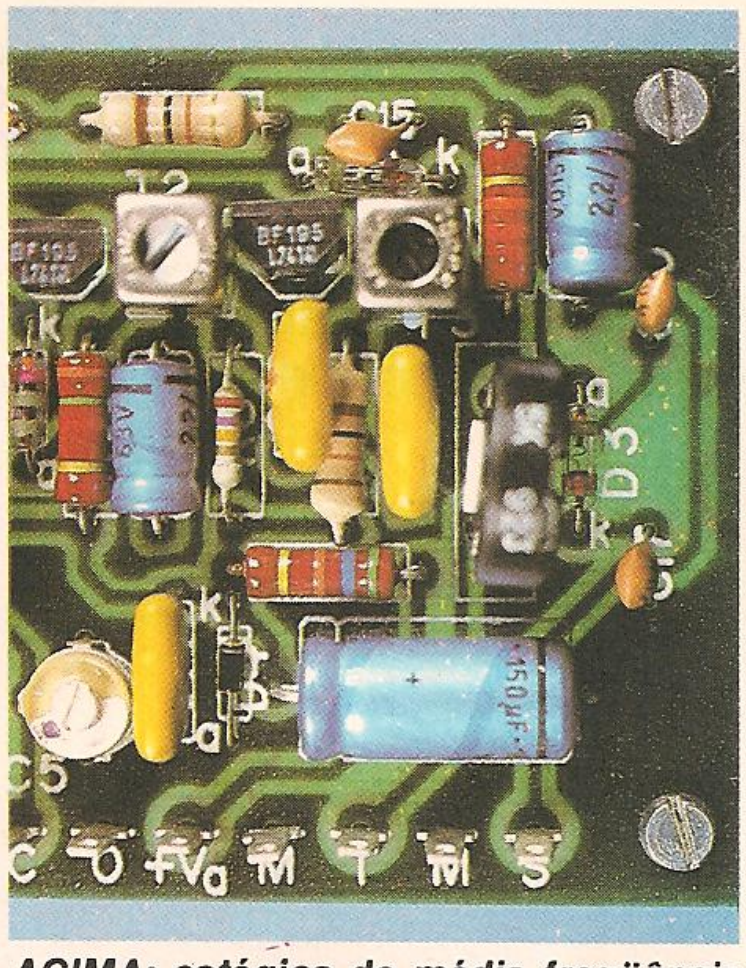
Do secundário de L2 aplica-se a FI ao primeiro transformador T1, sintonizado nessa freqüência, que envia através de seu primário a tensão de polarização do coletor de TR1. Esta tensão entra pelo terminal VA e, via R4, chega ao coletor de TR1. O secundário leva o sinal ao primeiro estágio amplificador em FI formado por TR2. Esse estágio tem o ganho controlado em tensão pelo controle automático de sensibilidade (CAS). Pode-se ter um segundo controle de ganho com o resistor variável R10 em série com R5, que ajustam a polarização de base TR2.

A saída vai do coletor para o segundo transformador em FI, o T2, que recebe a tensão contínua de polarização para TR2 através de R7. Do secundário de T2, aplica-se o sinal ao transistor TR3, último estágio amplificador. Sua saída vai ao primário do terceiro transformador em FI, o T3, ao qual transmite a polarização contínua de coletor através de R9. Do secundário de T3 o sinal de FI tem nível suficiente para ser aplicado ao detector constituído pelo diodo D2. Esse diodo separa o sinal em baixa freqüência. Ao mesmo tempo, há uma filtragem dos componentes residuais em freqüência intermediária por parte dos capacitores C15 e C16 e do resistor R12. A saída final está entre os pontos S e M.

Do secundário de T3 toma-se o mesmo sinal em FI, de forma a fazer com que esse sinal seja detectado por D3, obtendo-se uma tensão que acione o instrumento de medição indicador do nível e do ponto ideal de sintonia. Esta tensão é filtrada por C17 e C20, juntamente com a resistência variável R11,

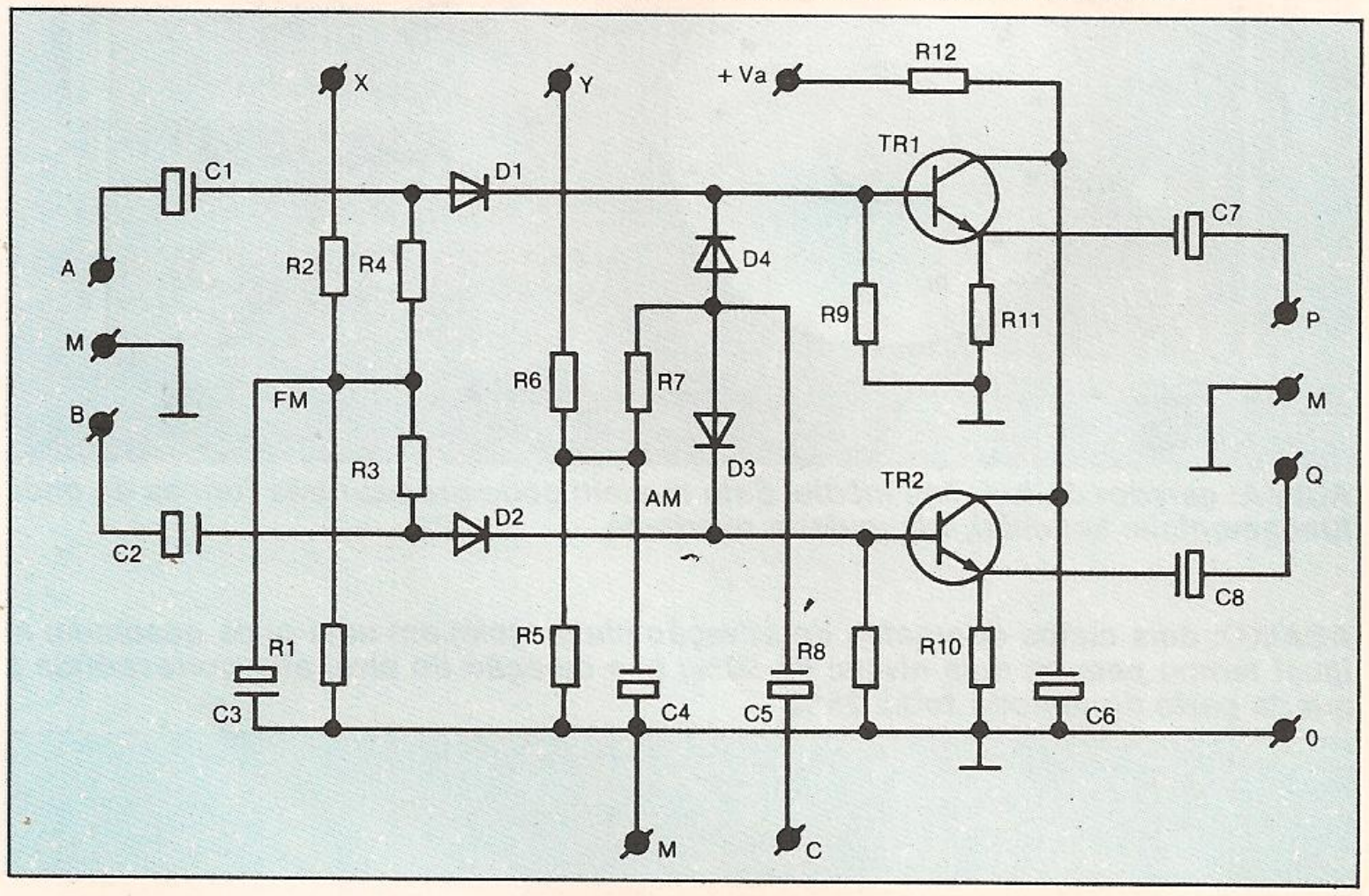


ACIMA: detalhe do primeiro estágio do sintonizador AM com seu oscilador local.



ACIMA: estágios de média freqüência pertencentes ao sintonizador AM. Na fotografia são vistos claramente inclusive os dois diodos detectores.

FIGURA 4: esquema elétrico do circuito comutador eletrônico de faixa.



O sinal em 38 KHz gerado pelo decodificador estereofônico é produzido sempre ou somente quando são recebidos os sinais multiplex?
O sinal é sempre gerado pelo circuito integrado, que o produz quando é aplicada a tensão de alimentação. Porém, se são recebidos sinais monofônicos, o sinal não chega ao estágio de saída porque é bloqueado por um interruptor eletrônico interno.

Como trabalha o servocircuito que corrige a fase do oscilador colocado no interior do integrado 1310?
O circuito compara a fase do sinal em 19 KHz recebido pela emissora com o sinal interno. O sinal-diferença, sucessivamente amplificado, é utilizado para corrigir o oscilador.

Por que é preciso gerar um sinal em freqüência de 38 KHz?
Para restaurar a portadora da modulação em amplitude para o bloco amplificador-decodificador, que contém o sinal L-R e que pode, assim, demodular.

Onde se dá a mistura dos receptores super-heteródinos para se ter a FI correspondente à onda média?
No primeiro estágio misturador do circuito sintonizador, onde TR1 serve como oscilador local e, por receber o sinal externo, produz as heteródinas, chamadas também de sinais em batimento.

No sintonizador, como é possível comutar o sinal recebido para passar de AM para FM ou vice-versa?
O comutador de função dá a alimentação aos circuitos de faixa desejados. Além disso, o módulo de seleção eletrônica envia somente, na saída, o sinal em baixa freqüência correspondente.

que serve também para ajustar o máximo deslocamento da agulha do próprio instrumento.

A tensão de alimentação é aplicada nos pontos + Va e M, estabilizada em um nível de 6 V com o zener D4 e o resistor R14.

O comutador eletrônico de faixa deve selecionar as ondas médias ou a modulação de freqüência. Seu funcionamento está estritamente relacionado com o comutador frontal do aparelho, e envia os sinais aos circuitos FM ou AM nas entradas, dependendo dos casos. Veja o seu circuito na figura 4.

Os sinais são enviados aos pontos A, M e B para os dois canais estéreos ou a C e M para o sintonizador AM.

Caso haja tensão positiva no ponto X do circuito, polarizam-se os diodos D1 e D2 e os transistores TR1 e TR2. O sinal FM passa, então, da entrada para a base dos transistores, dispostos como seguidores de emissor, de forma que o sinal sai com baixa impedância dos emissores e chega às saídas P, M e Q.

Se a tensão positiva está no ponto Y, os diodos diretamente polarizados são D3 e D4 e o sinal AM pode chegar à base de TR1 e TR2, como antes. O circuito é alimentado em 12 V do ponto + Va, com filtro R12 - C6.

O módulo de alimentação pode ter um projeto muito comum (veja figura 3). Consta de um transformador de alimentação, em cujo secundário a tensão alternada é retificada pela ponte de diodos D1 - D4. A corrente contínua obtida é oportunamente filtrada através de C1 e aplicada ao estabilizador TR1, TR2, D5 (zener) e aos componentes associados, com a possibilidade de ajustar a tensão de saída obtida entre os pontos + Va e 0 através do resistor variável R4.

GERADORES DE SINAIS

Os geradores de sinal são construídos especificamente para excitar um determinado sistema, imitando com perfeição as condições de entrada de um sinal. Veja aqui como eles funcionam.

Os geradores de sinal são instrumentos preparados para excitar um determinado sistema, simulando as condições de um sinal de entrada, e facilitando, dessa maneira, uma análise completa de seu comportamento.

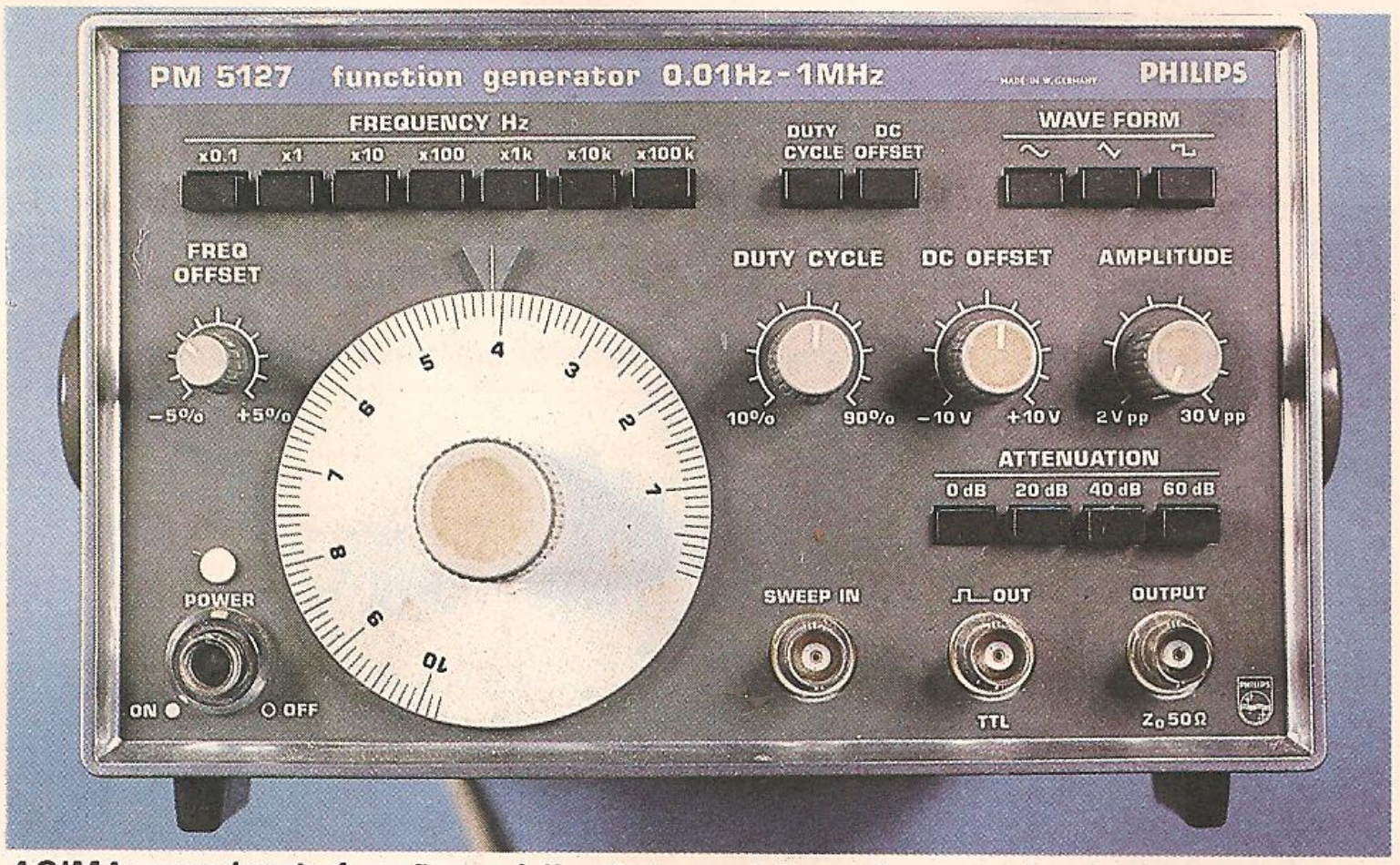
Basicamente, os geradores de sinal têm um circuito oscilador que produz uma forma de onda de freqüência, ajustável por um comando externo e com indicação numérica do valor dessa freqüência.

Um segundo controle externo, muito importante, denominado atenuador, ajusta o nível de tensão da saída. Pode-se ter uma variação contínua, através do potenciômetro, ou oscilações fixas, perfeitamente calibradas, geralmente em decibel. Com esse controle, tem-se sempre à disposição um sinal de amplitude adequada ao teste que se deseja efetuar. Os modelos de geradores mais simples produzem somente sinais senoidais, que constituem a forma de onda mais utilizada na prática, principalmente para análises de aparelhos em baixa freqüência. Partindo disso, são efetuadas todas as combinações possíveis: resposta de freqüência, potência, distorção, etc.

Alguns modelos de geradores mais completos podem, inclusive, criar outros sinais nas provas. Esses tipos de instrumento são chamados também de geradores de funções.

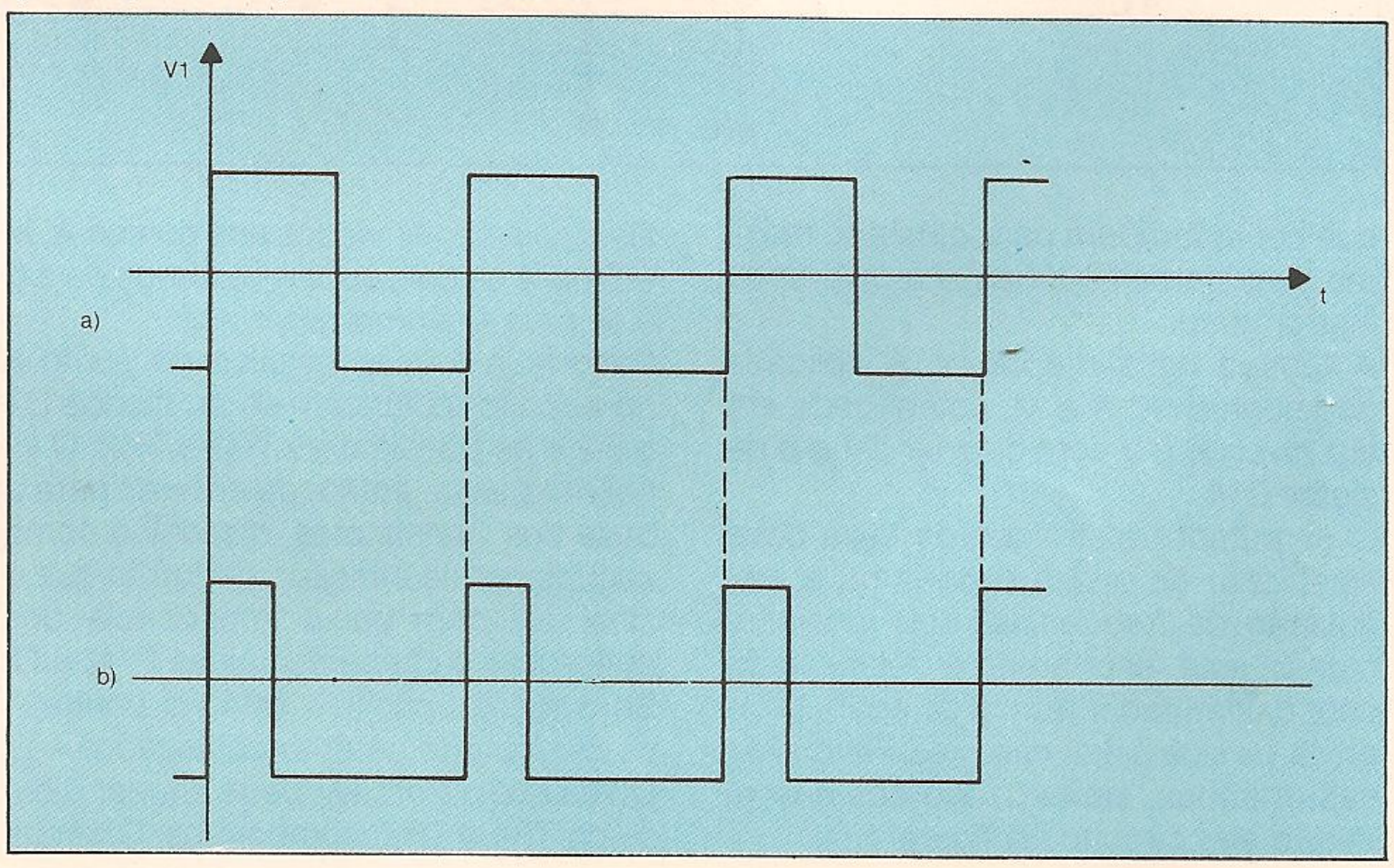
Um sinal triangular é aquele formado por variações lineares da tensão no tempo. Esse sinal tem duas rampas consecutivas, uma crescente e outra decrescente, com igual duração ou com períodos diferentes.

A onda quadrada adota níveis fixos de tensão, com variações bruscas em degraus na passagem de um nível a outro. A permanência em um nível pode ser igual a um semiperíodo (onda qua-



ACIMA: gerador de funções médio. Este modelo pode produzir três formas de onda fundamentais: senoidal, triangular e quadrada.

ABAIXO: dois ciclos diferentes de ativação (duty-cycle) em uma onda quadrada: a) igual tempo para os dois níveis: dá 50%; b) a duração do nível alto corresponde à quarta parte do período total: 25%.



drada simétrica) ou diferente. No segundo caso, define-se uma porcentagem de permanência no nível mais alto em relação à duração total do período. Esse valor é conhecido como ciclo de ativação (***duty-cicle***) e, no sinal simétrico, é igual a 50%.

Entre as várias possibilidades oferecidas pelos geradores, há a produção de uma variação contínua da freqüência entre dois extremos prefixados, através de um sinal de controle externo ou interno. Desse modo, é possível analisar rapidamente a resposta em freqüência de um aparelho, através de um osciloscópio, com a observação do sinal de saída, ou com a execução de um gráfico.

Essa maneira de operar é denominada modo varredura (***sweep mode***), e é muito importante no que diz respeito ao estudo dos dispositivos eletrônicos em função do controle da freqüência. Podem ser citados como exemplo de sua aplicação: os filtros de som, os equalizadores paramétricos ou gráficos, os controles de tonalidades e outros circuitos semelhantes.

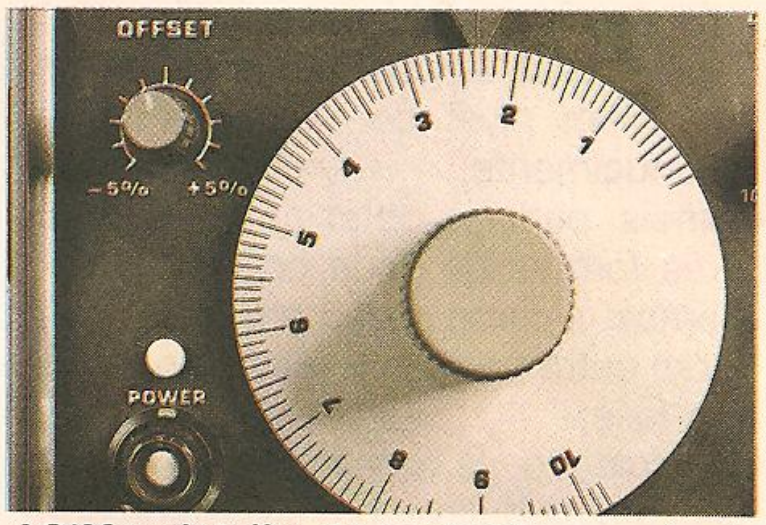
Em geral, são utilizados dois métodos diferentes para varrer as freqüências: linear ou logarítmico.

No método linear, a variação da freqüência é proporcional ao tempo. Assim, a intervalos de tempo iguais correspondem iguais incrementos do valor da freqüência.

Na variação logarítmica, o incremento da freqüência em períodos iguais de tempo dá uma freqüência final que é sempre múltipla da inicial.

Para esclarecer o conceito, vamos supor uma varredura logarítmica de 100 Hz a 10 KHz. Se medirmos o tempo utilizado para multiplciar por 10 o valor da freqüência inicial (isto é, para passar de 100 Hz a 1 KHz), observa-se que esse tempo coincide com o utilizado para executar a segunda multiplicação pelo mesmo fator (de 1 KHz a 10 KHz). No primeiro caso, houve um incremento de 900 Hz; no segundo, de 9000 Hz.

Dependendo do tipo de medida, utiliza-se um ou outro método, reservando o processo linear para os casos em que a faixa de freqüência é pequena. Ao contrário, a varredura logarítmica será escolhida quando a faixa for ampla (por exemplo, a faixa audível de 20 Hz - 20000 Hz), impossível de ser observada detalhadamente em escala linear sobre a tela de um osciloscópio, devido a sua grande extensão.

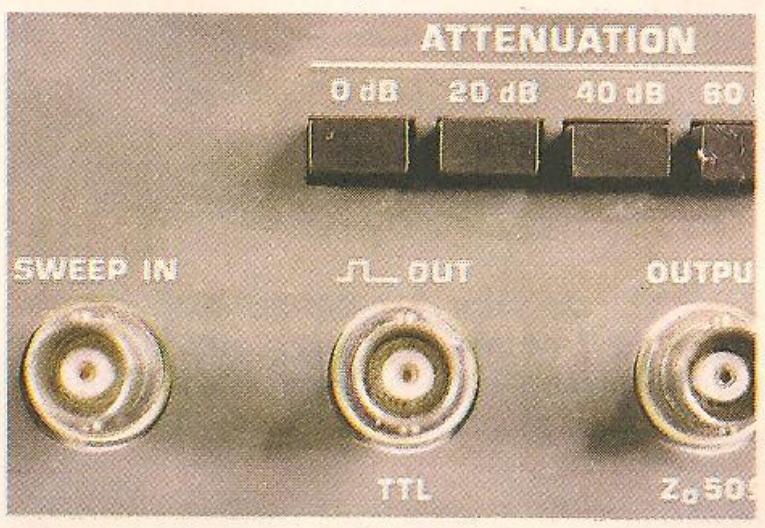


ACIMA: detalhe do comando que ajusta a freqüência de saída do gerador.



ACIMA: seletor da faixa de freqüências de saída. O valor na escala deve ser multiplicado pelo valor do seletor de ajuste.

ABAIXO: detalhe dos conetores. O da esquerda é usado para a entrada do sinal de varredura e os outros são as duas saídas para onda quadrada.



Para que são utilizados os geradores de sinal?
Para a análise do comportamento de um equipamento com a simulação das possíveis condições de excitação.

Quais são os controles indispensáveis de um gerador de sinal?
São os controles correspondentes à freqüência do sinal de saída e ao seu nível. Com eles, é sempre possível conhecer e predeterminar as condições de excitação aplicadas ao aparelho.

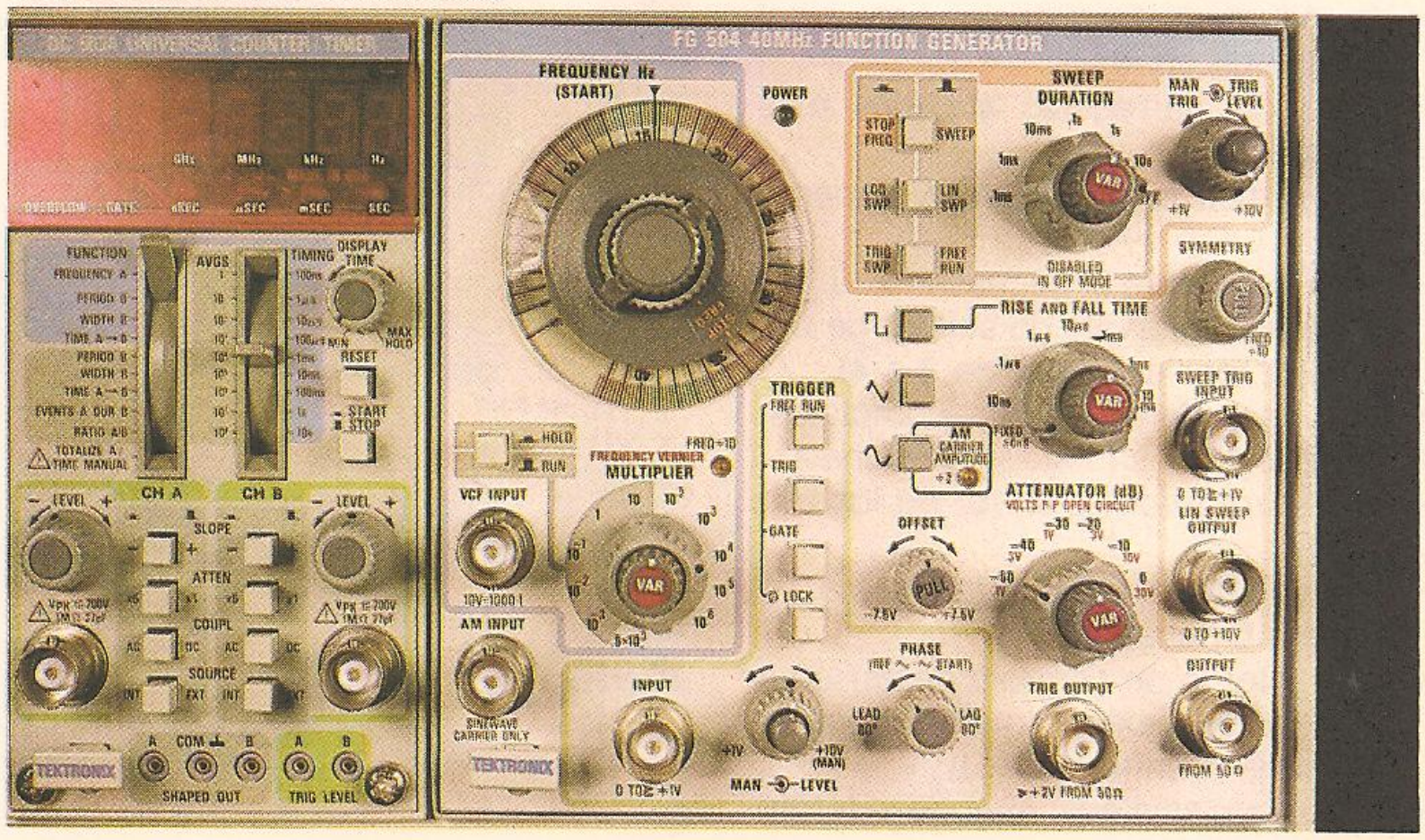
Quais são os sinais produzidos por um gerador de funções?
São três formas de onda: senoidal, triangular e quadrada.

O que é uma varredura?
É um sinal de freqüência variável e de forma contínua e prefixada, entre dois limites também prefixados, com cobertura de todos os valores intermediários.

Qual é a aplicação principal das varreduras em freqüência?
É a análise do comportamento em freqüência de um equipamento eletrônico, de maneira muito rápida, principalmente se observarmos a forma de onda em saída com um osciloscópio auxiliar.

Que diferença há entre uma varredura linear e uma logarítmica?
Na varredura linear, a variação de freqüência é proporcional ao tempo que se passou. Na varredura logarítmica, em tempos iguais têm-se múltiplos iguais da freqüência inicial, isto é, uma escala logarítmica de variação.

ABAIXO: aspecto de um gerador de funções mais completo, com um grande número de possibilidades de medida.



Os atuais geradores de funções abrangem um intervalo de freqüências bastante amplo. Os extremos, que dependem dos modelos, vão de 0,1 Hz a 100 KHz, nos geradores de custo mais reduzido, até 0,01 Hz e 50 MHz, nas séries mais sofisticadas.

Tomando como exemplo um aparelho médio, as características típicas são as seguintes:

- Faixa de freqüência: de 0,01 Hz até 1 MHz;
- Gama de medida: de 0,1 Hz a 1 MHz, dividida em 7 subgamas;
- Ajuste de freqüências: com uma manopla de ajuste contínuo entre 0,1 e 10,2 e seletor de 7 posições, indicadas por X0, 1, X10, X100, X1K, X10K, X100K;
- Precisão: ± 5% nas duas posições extremas da faixa total; ± 3% nas demais;
- Formas de onda: senoidal, triangular e quadrada. Controlando o ciclo de ativação (duty-cicle), passa-se de 10% a 90% para as três formas de onda;
- Distorção: menor que 0,4%;
- Nível de saída: 30 V pico-pico a circuito aberto;
- Resistor interno de saída: 50 Ω;
- Carga máxima: variável, pois há proteção interna;
- Atenuador: quatro posições (0 dB, 20 dB, 40 dB e 60 dB) e controle contínuo acima de 23 dB;
- Precisão do nível de saída: melhor que 0,2 dB em cada posição, medido em 1 KHz;
- Resposta em freqüência: ± 1% até 100 KHz; ± 3% de 100 KHz a 1 MHz, na posição 0 dB; e ± 5% na posição -60 dB;
- Varredura de freqüência: com sinal externo de controle;
- Faixa de varredura: superior a 2 décadas;
- Característica da varredura: somente linear;
- Sinal de controle necessário: 0,5 V para cada intervalo do seletor de freqüência (por exemplo, de 3 a 4).

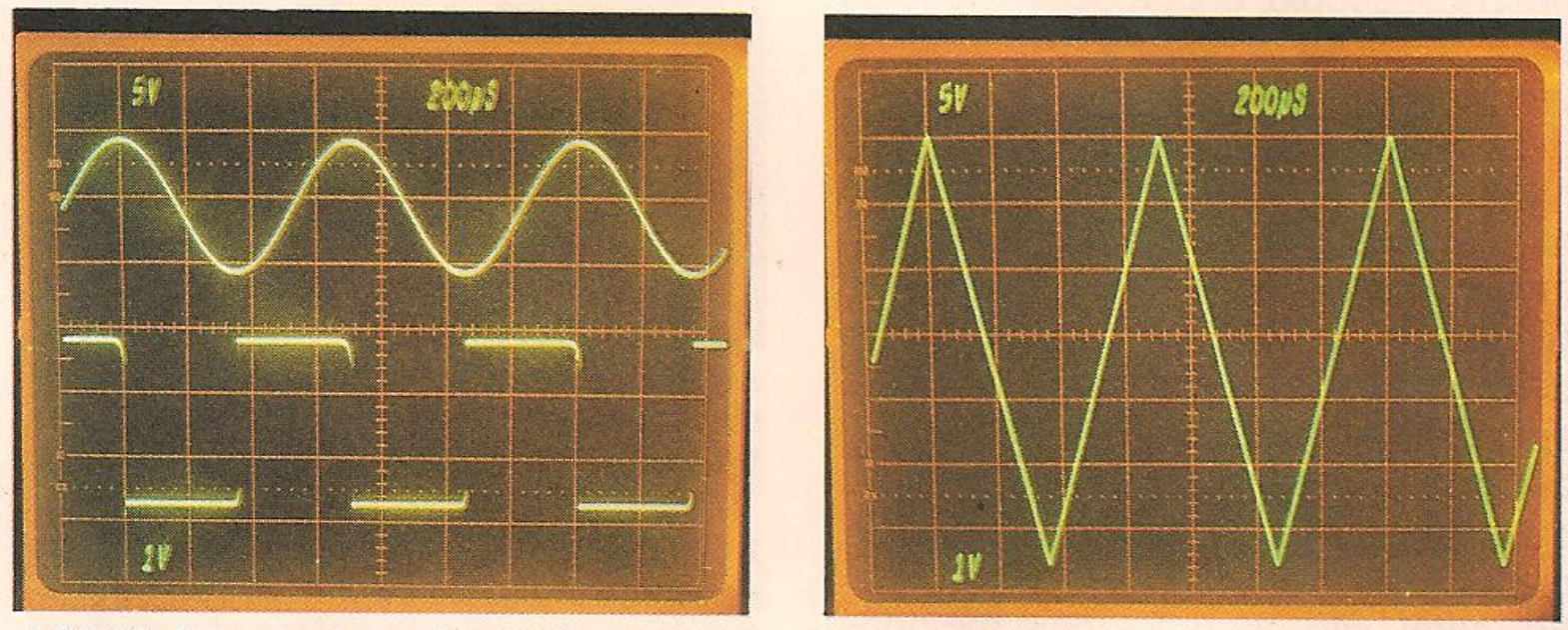
Outros geradores, mais completos, têm as seguintes funções adicionais:

- Varredura interna: linear ou logarítmica;
- Duração da varredura: de 100 s a 0,1 ms, em 6 décadas;
- Sinal interno de controle de varredura: acessível exteriormente, com nível variável entre 0 V e 10 V;
- Varredura: ajustável mesmo externamente, com sinal entre 1 V e 10 V aplicado na entrada correspondente, com um nível de desvio ajustável manualmente;
- Sinais: pode-se obter cada uma das três formas de onda com sinais externos: sincronização em freqüência com outra entrada e relativo controle de fase;
- Modulação de amplitude: o sinal de saída é modulável em amplitude com outro sinal externo, com 100% de modulação para uma entrada de 5 V pico-pico.

A possibilidade de modulação de amplitude e o controle da freqüência de saída com sinal externo permitem a realização da modulação de freqüência.

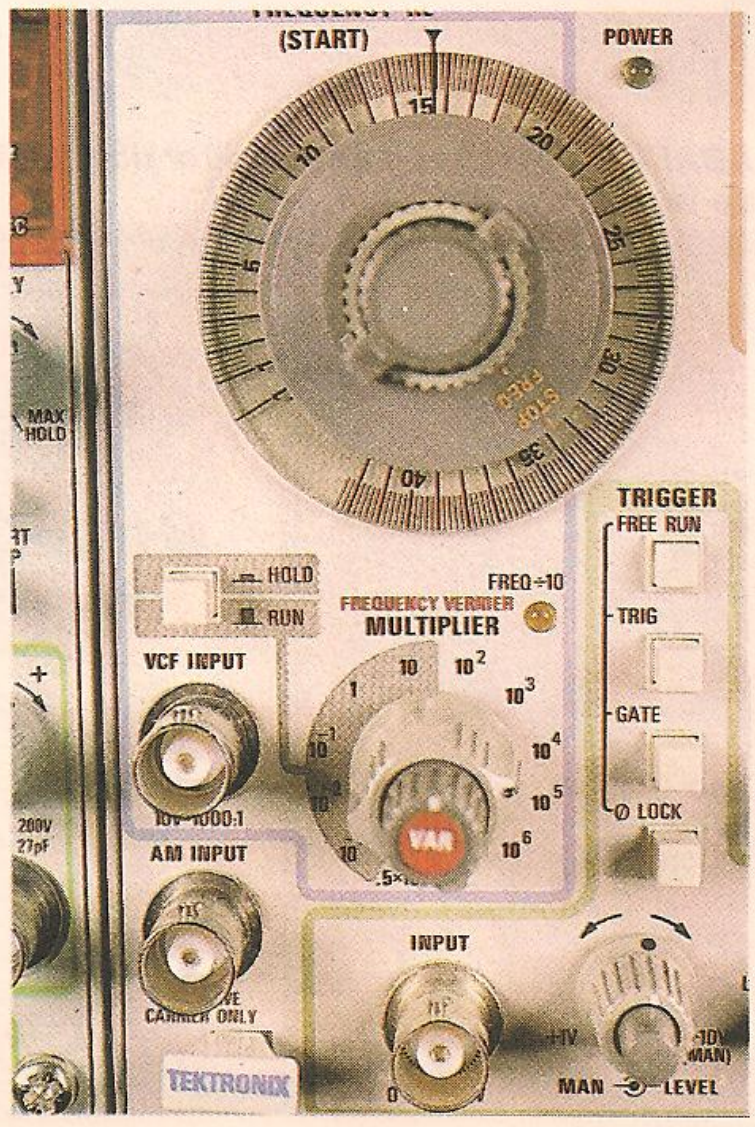
Esta função é muito interessante para o controle e o ajuste dos equipamentos em radiofreqüência, nos estágios de entrada, freqüência intermediária e demodulação.

A modulação em amplitude pode simular de uma forma perfeita qualquer sinal de rádio que for captado pela antena, e possui ajuste dos parâmetros por meio da observação do comportamento do aparelho.



ACIMA: formas de onda obtidas pelo gerador, representadas na tela de um osciloscópio.

ABAIXO: detalhe dos comandos de controle de freqüência, que trabalham de forma semelhante ao modelo anterior.



ABAIXO: aqui, os seletores de forma de onda, o atenuador do nível de saída, o controle de simetria ou de ciclo de ativação, as entradas e as saídas do sinal de varredura e do sinal final, e outros comandos complementares.

