

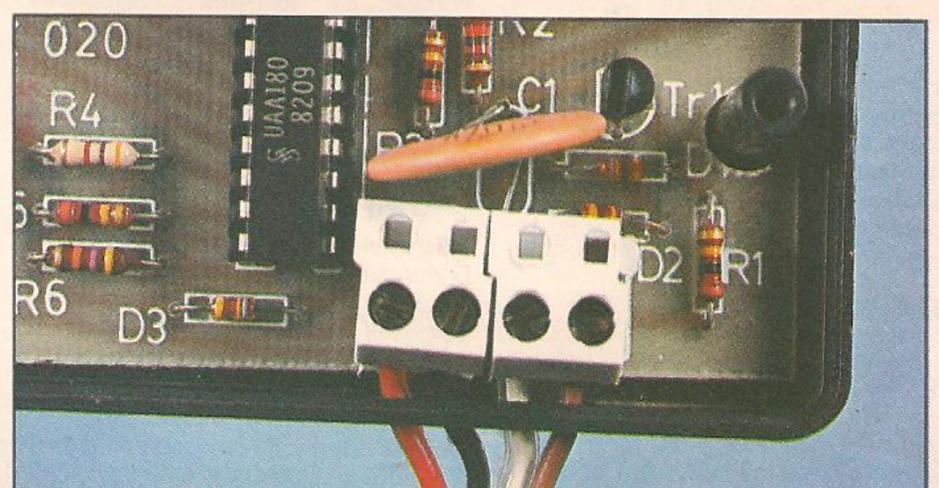
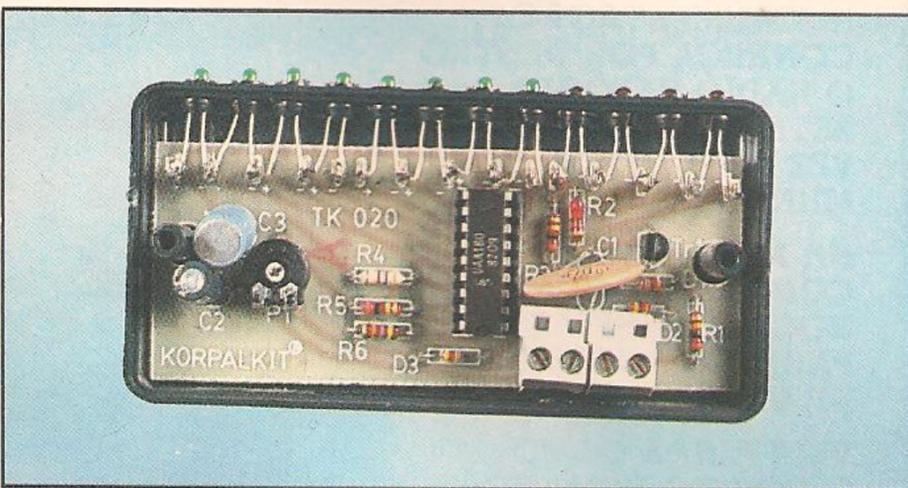
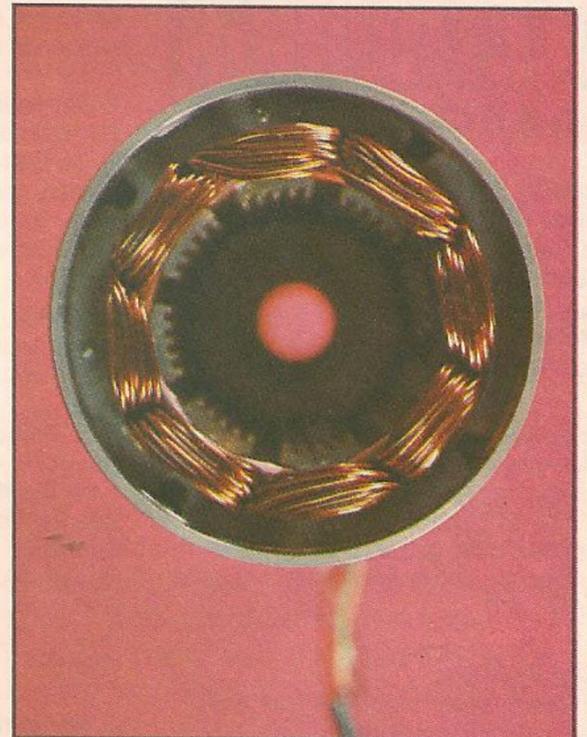
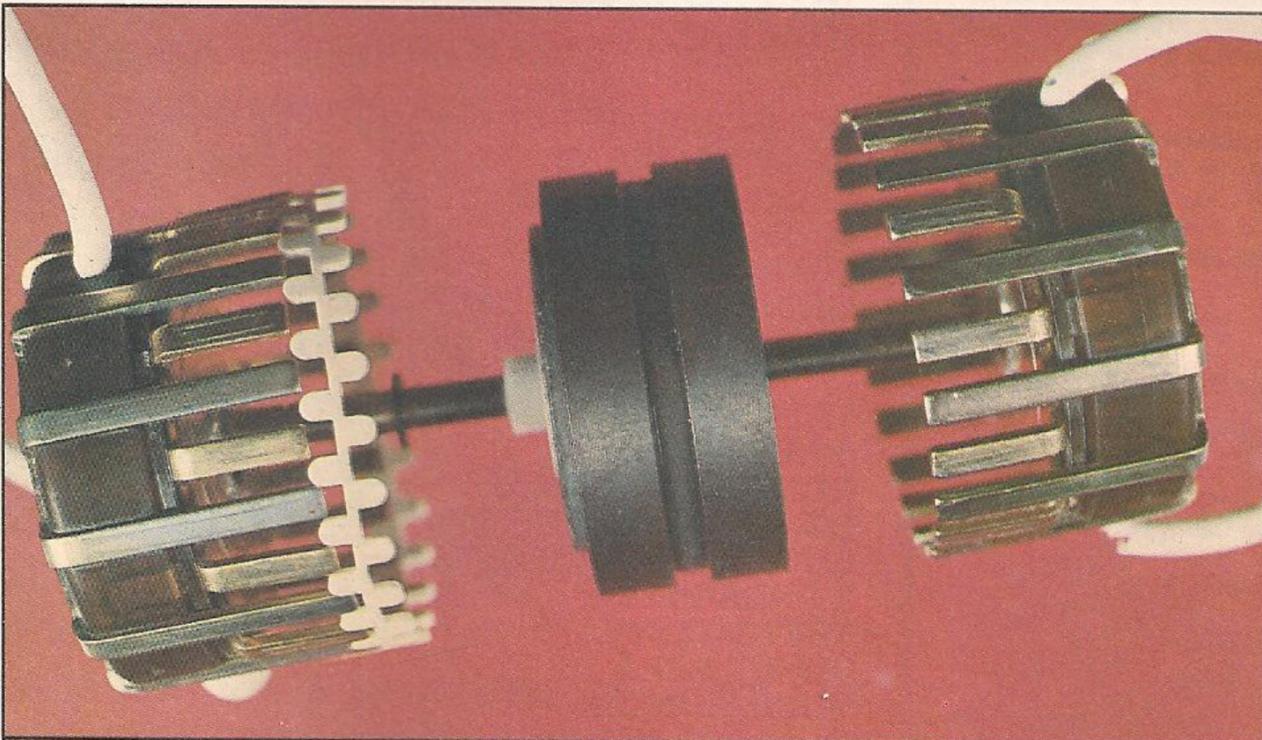
ELETRÔNICA

28

PASSO A PASSO

Cr\$ 3.000

Abril Cultural



COMPONENTES
O MOTOR ELÉTRICO

MONTAGEM
O CONTA-GIROS

INSTRUMENTAÇÃO
O TELEVISOR PASSO A PASSO



Promoção válida somente no território brasileiro

Handwritten signature

O MOTOR ELÉTRICO (4)

Chegamos ao final de nossa descrição dos tipos de motor elétrico e suas diversas aplicações. Neste capítulo falaremos dos motores conhecidos como passo a passo.

Com os **motores passo a passo** concluímos a descrição dos dispositivos capazes de transformar a energia elétrica em energia mecânica. Este tipo de motor, apesar de sua concepção antiga, só pôde ser usado quando a tecnologia dos semicondutores permitiu o desenvolvimento de circuitos operativos e de controle suficientemente rápidos e adequados.

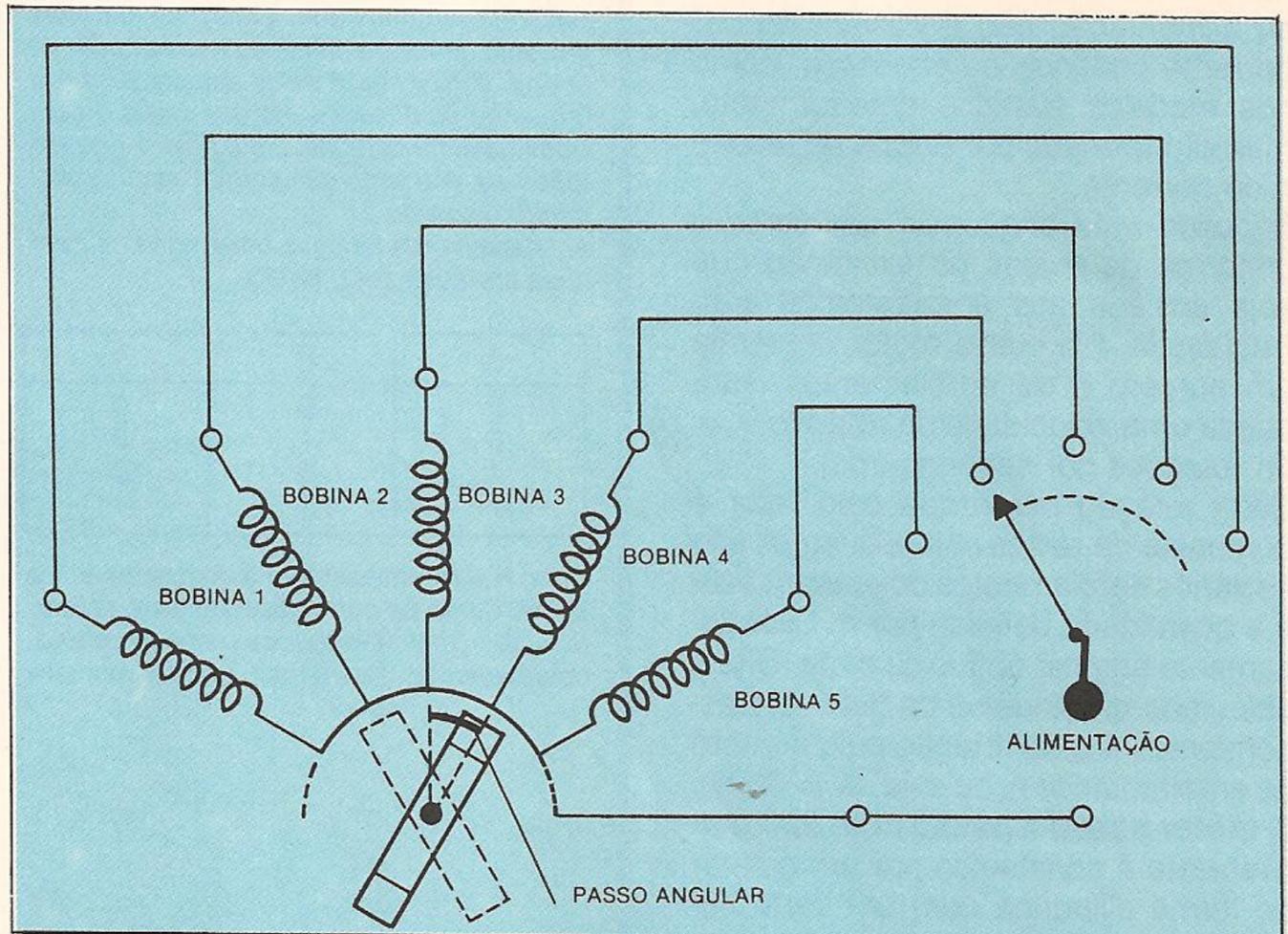
As aplicações fundamentais desses motores são as que requerem um sistema de posicionamento seguro e confiável, sem precisar recorrer a outros sistemas mais complexos como, por exemplo, os servomecanismos. Além disso, os motores passo a passo resolvem os casos em que a exigência de velocidade de funcionamento em determinados movimentos descontínuos implicaria montagens complicadas (à base de motores associados a sistemas de freios de grande segurança), de execução muito problemática.

Há muitos tipos de motor passo a passo que abrangem uma grande variedade de aplicações, bastante diferenciadas umas das outras quanto aos princípios de funcionamento e às dimensões e potências mais adequadas.

O funcionamento do motor passo a passo é baseado em um estator (constituído de vários enrolamentos independentes em torno de um material ferromagnético) e um rotor que pode girar livremente no interior do estator. Os enrolamentos são alimentados um após o outro e causam um deslocamento angular, denominado passo angular, que é a principal característica desse motor. O sentido de rotação é definido pela seqüência de excitações dos vários enrolamentos.

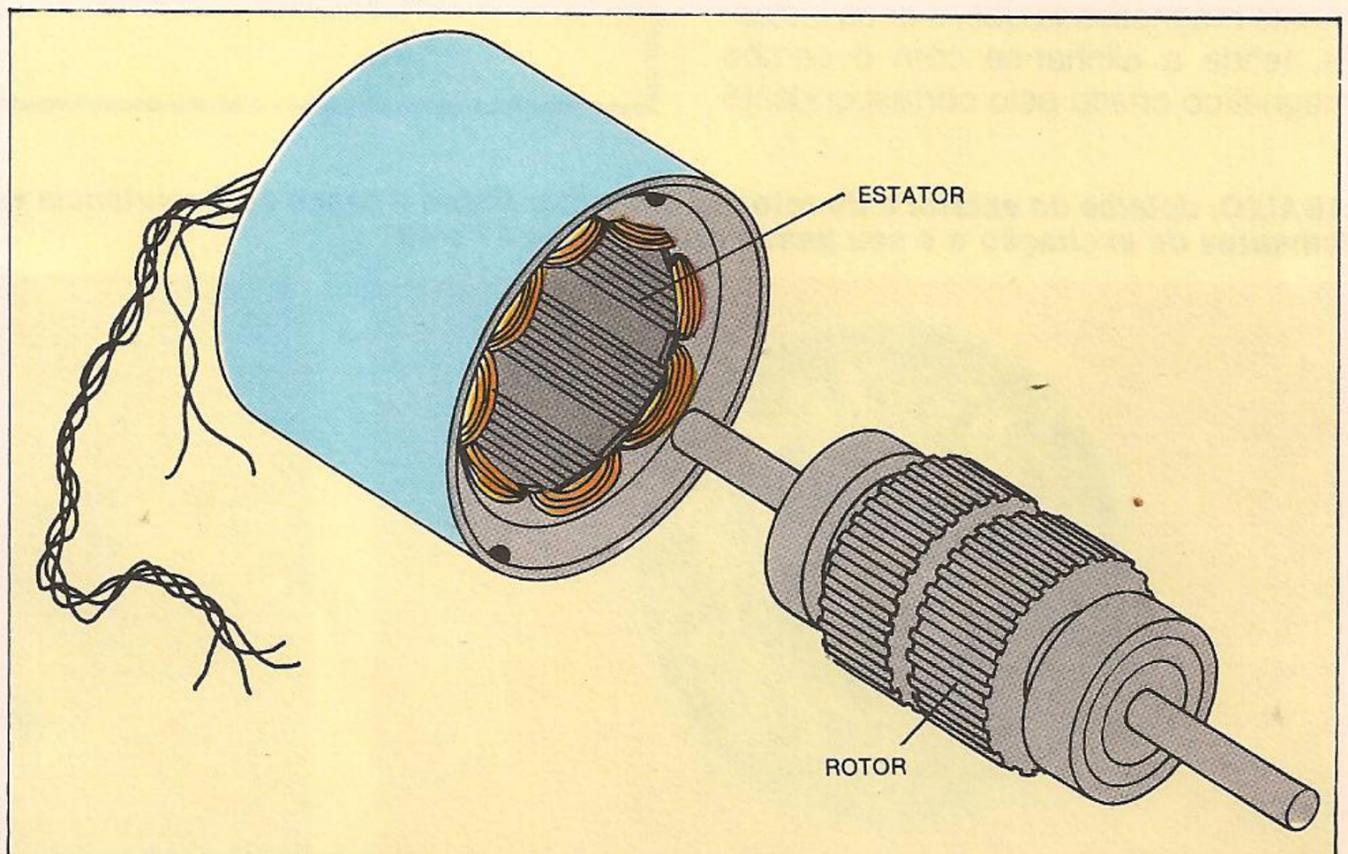
Os motores passo a passo são basicamente dois:

- **motor passo a passo com ímã permanente;**
- **motor passo a passo de relutância variável.**



ACIMA: funcionamento de um motor passo a passo. Quando circulam pulsos de corrente através dos enrolamentos, o rotor se desloca de forma descontínua.

ABAIXO: motor passo a passo com relutância variável. Cada dente do rotor produz um avanço do passo angular.



O primeiro funciona pelo efeito de reação que se produz entre um campo eletromagnético e um ímã permanente. O segundo funciona pela ação de um campo eletromagnético sobre um rotor de ferro doce que apresenta um magnetismo residual muito fraco.

Em ambos os casos é necessário um dispositivo externo que distribua a alimentação de forma seqüencial a todos os enrolamentos do estator, de modo que a cada instante seja excitado apenas um. Conseqüentemente, o sistema de alimentação não é constituído por corrente contínua ou alternada, como nos modelos tratados anteriormente, mas sim formado por pulsos de tensão e de corrente.

Supondo uma seqüência constante e uniforme de pulsos de excitação que seja enviada aos enrolamentos com frequência f e que o motor contenha um número n de enrolamentos, será obtida uma velocidade de rotação $V = f/n$ rotações por segundo (rps).

Cada rotação percorrida pelo rotor é composta de tantos saltos quantos são os vários enrolamentos do estator; esta é a quantidade definida por n . O deslocamento angular obtido de cada salto é calculado dividindo-se os 360° correspondentes a uma rotação pelo número de enrolamentos n , ou seja, $D = 360/n$. O **motor passo a passo com ímã permanente** é constituído por um estator de forma cilíndrica com um certo número de enrolamentos alimentados em seqüência e que criam um campo magnético giratório de modo descontínuo. O rotor, concêntrico com o estator e situado no eixo, contém um ímã fortemente magnetizado que, a cada instante, tende a alinhar-se com o campo magnético criado pelo correspondente

NOÇÕES TEÓRICAS

As funções E e NE

Uma outra função indispensável em qualquer circuito lógico combinativo é o produto, cujo funcionamento também pode ser analisado pela álgebra de Boole.

O circuito elementar encarregado de efetuar o produto de dois ou mais sinais lógicos é chamado porta **E** — também é utilizada a denominação inglesa **AND** — que corresponde a uma célula com duas ou mais entradas (uma por sinal) e uma só saída.

O sinal obtido nessa saída assumirá o nível 0 quando pelo menos um dos sinais de entrada assumir este nível, e o nível 1 quando todas as entradas assumirem simultaneamente o estado 1.

A tabela verdade para uma porta E com duas entradas será, então:

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Nela, A e B representam as entradas e S a saída. Como se pode observar pela tabela, $S = A \cdot B$. Uma segunda função produto, complementar da anterior, e também muito

utilizada, é implementada mediante o circuito denominado **NE** ou, em inglês, **NAND**.

O seu esquema de funcionamento é muito parecido com o da porta E, com a única diferença de que o sinal presente na saída é o inverso ou a negação do sinal de saída da porta E. Ou seja, esse sinal assume o valor 1 quando qualquer entrada assume o valor 0 e, por outro lado, adquire o valor 0 quando todas as entradas assumem o nível 1.

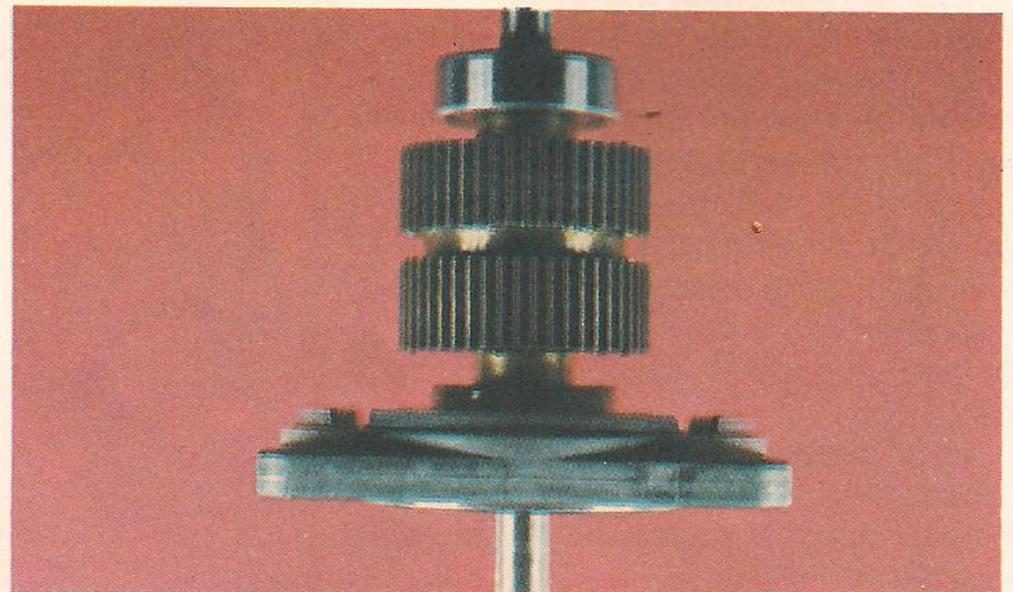
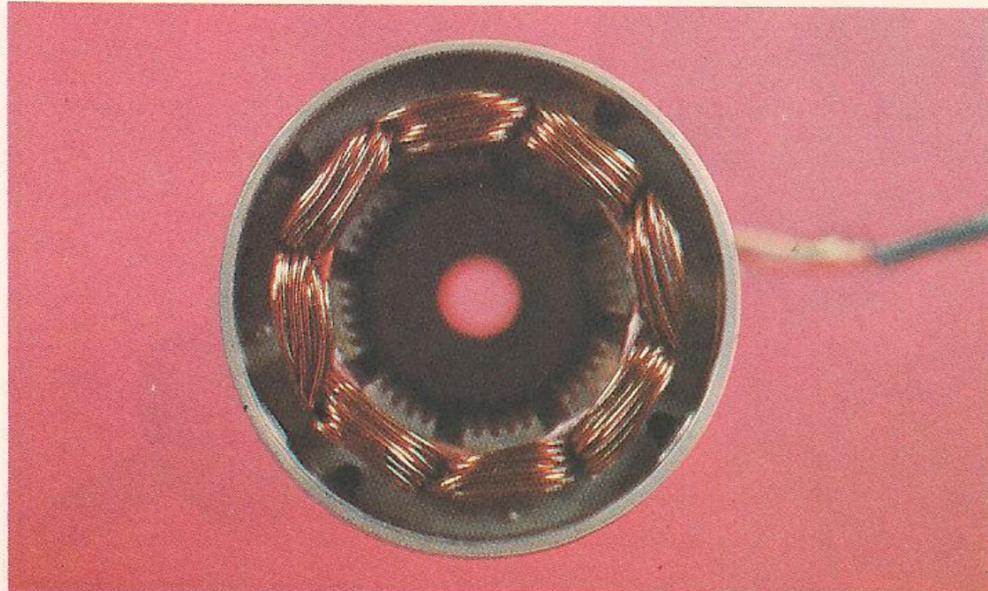
A tabela verdade para uma porta de duas entradas é a seguinte:

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Desta tabela deduz-se que $S = \overline{A \cdot B}$ ou $\overline{S} = A \cdot B$.

Entre as portas Ou e a porta E existe uma estreita relação, já que as suas funções podem ser desenvolvidas a partir de qualquer uma delas, com o inconveniente de uma maior ou menor complexidade se não for escolhida a mais adequada.

ABAIXO: detalhe do estator e do rotor de um motor passo a passo com relutância variável. O rotor é formado por quatro enrolamentos de excitação e o seu passo angular é de 1° e $48'$.



enrolamento excitado do estator. Em oposição aos motores síncronos, o ímã do rotor é bipolar e os pólos norte e sul estão localizados nas extremidades opostas de um dos diâmetros do cilindro do rotor.

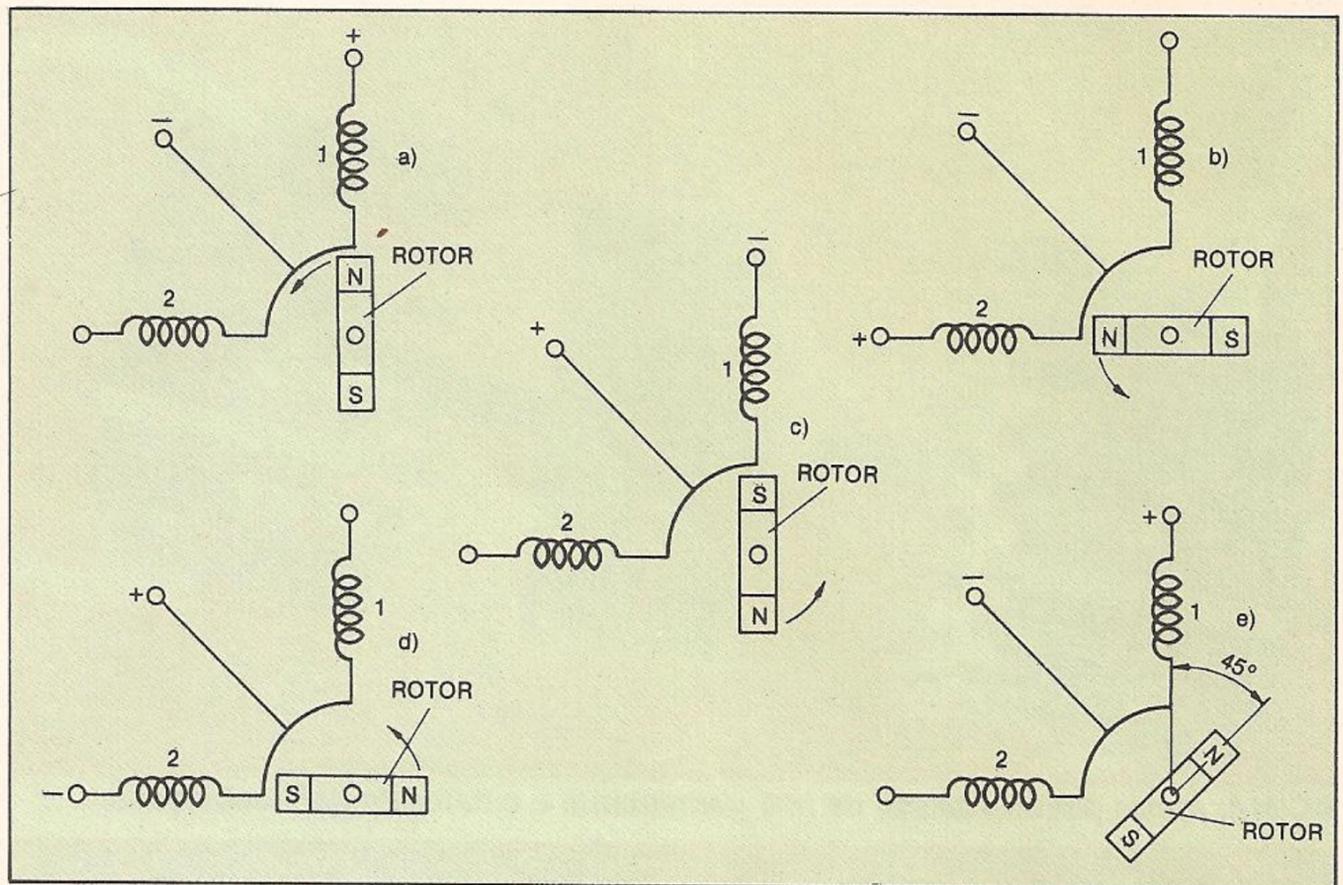
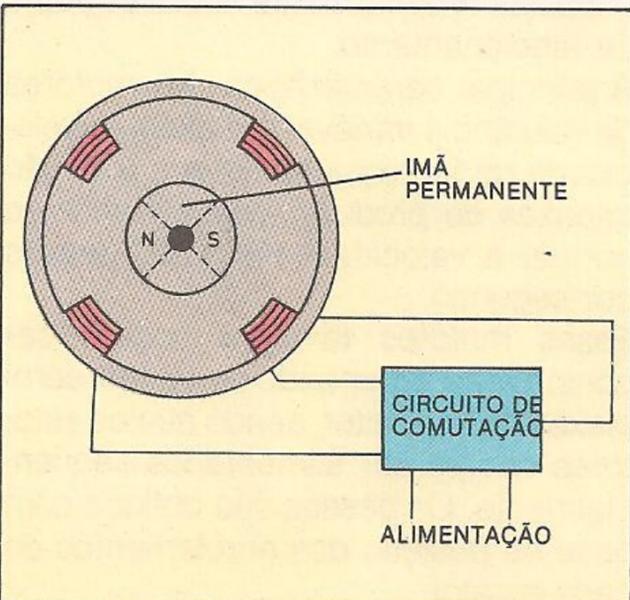
O número de enrolamentos que este motor dispõe é, em geral, dois ou quatro, com os quais são obtidos quatro passos por rotação, com defasagem angular de 90°. As freqüências de trabalho utilizadas são baixas e o torque motor é grande, devido à presença do ímã. Porém, devem ser levadas em conta algumas considerações sobre o torque máximo de funcionamento que esse tipo de motor pode oferecer.

Suponhamos um modelo constituído por dois enrolamentos em que são aplicados pulsos com dupla polaridade, de acordo com a seqüência apresentada nas ilustrações. Quando a alimentação atinge o enrolamento 1, o ímã permanente se alinha com o campo criado. Assim, exatamente quando ambos os campos se acham alinhados, o torque motor se anula.

Se o motor é acoplado a qualquer mecanismo externo, esta situação não acontecerá, já que o torque desenvolvido deverá ser igual ao torque necessário para mover a carga. Portanto, um ângulo será formado entre os dois campos. O torque desenvolvido será máximo quando o ângulo for de 90°, mas quando a excitação chega ao enrolamento 2, o novo ângulo será de 180°, fazendo com que o torque se anule. Logo, o motor com ímã permanente nunca poderá ser ligado a cargas que necessitem de um torque cujo ângulo de manutenção supere 45° (na prática, este valor é reduzido para 30°).

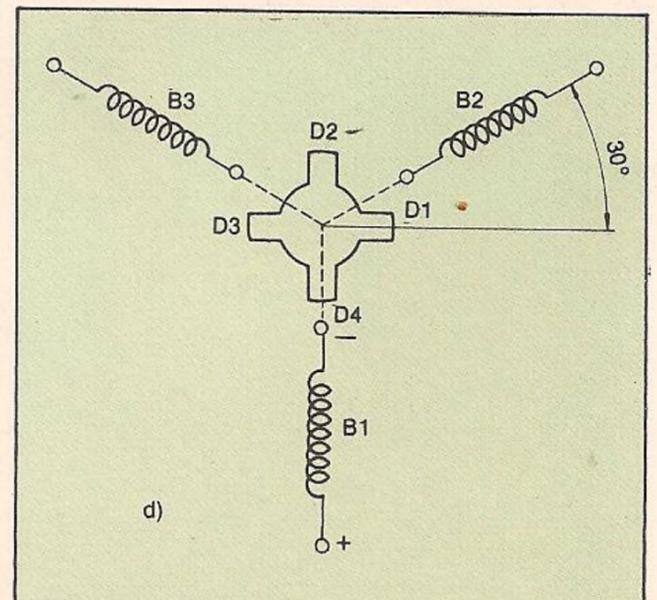
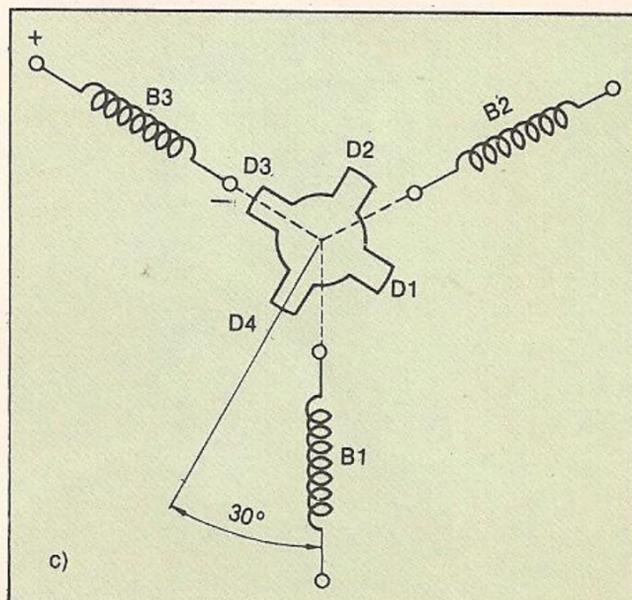
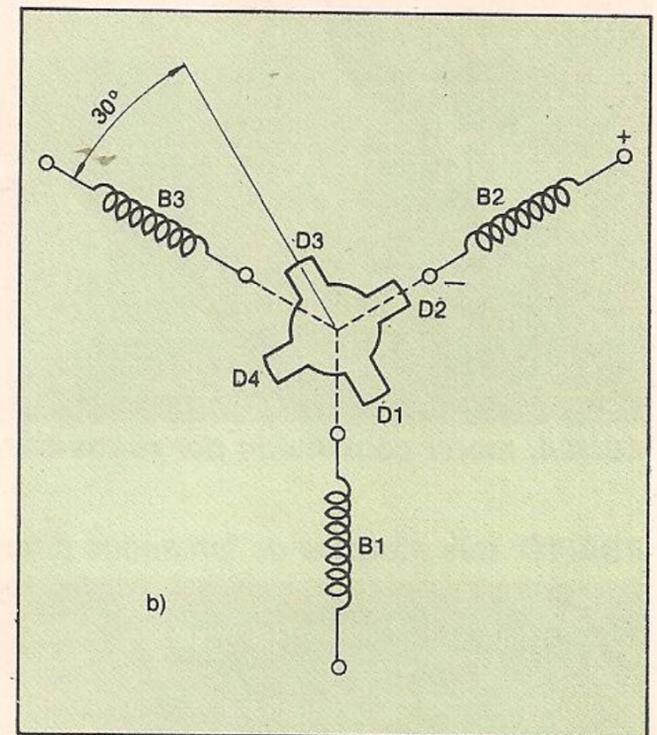
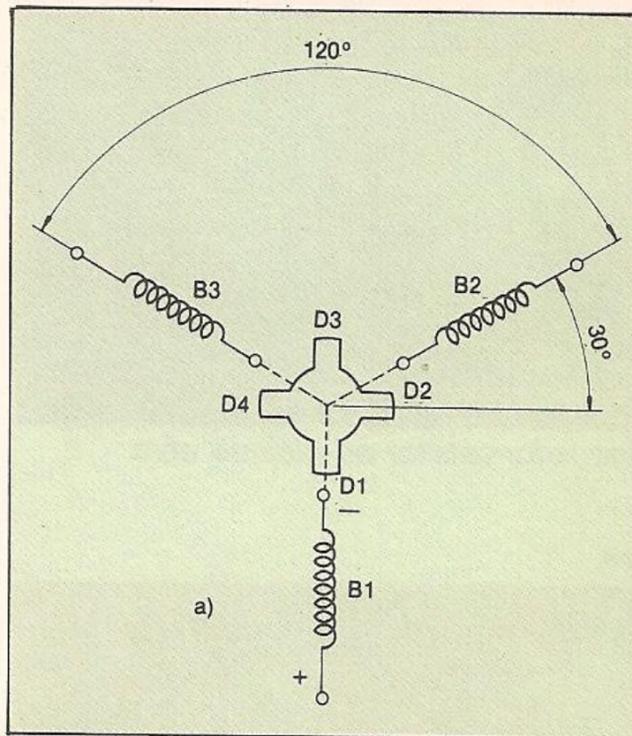
O motor passo a passo de relutância variável de quatro dentes:

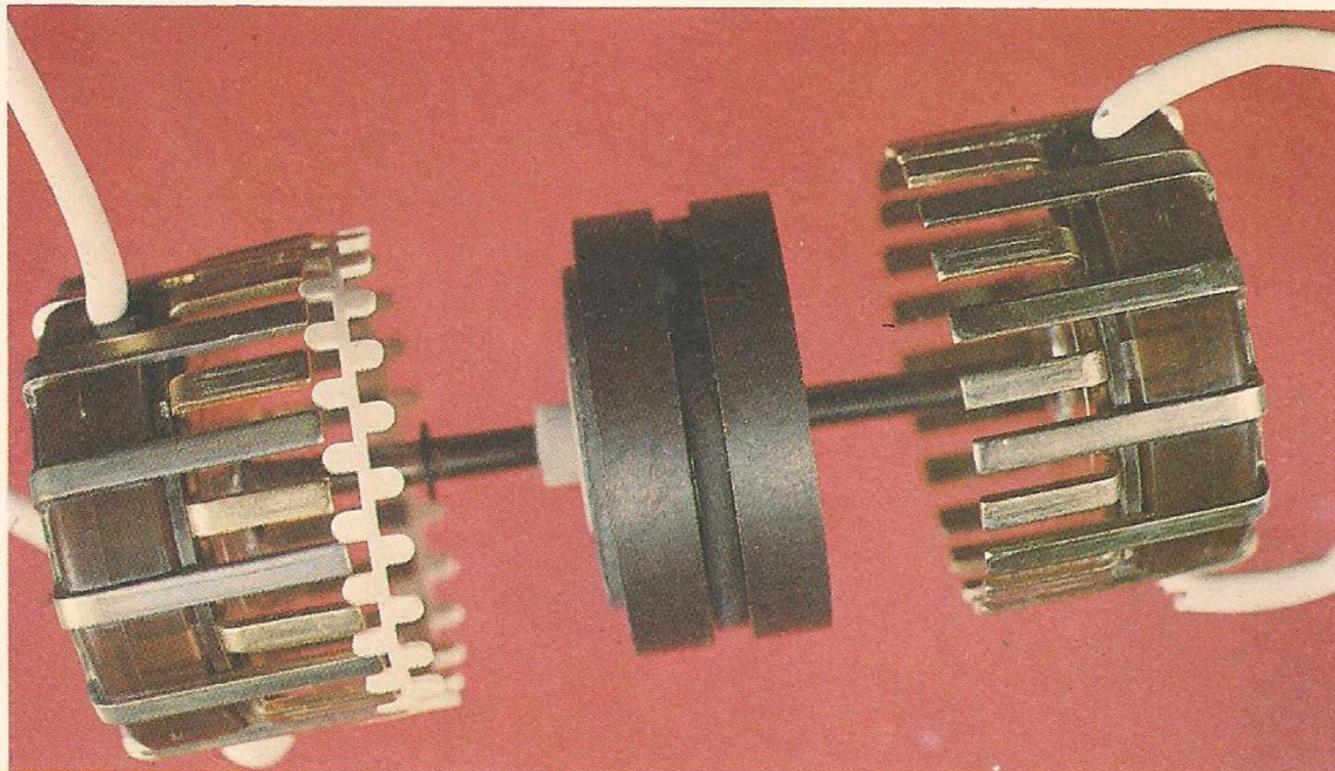
ABAIXO: esquema de um motor passo a passo com ímã permanente.



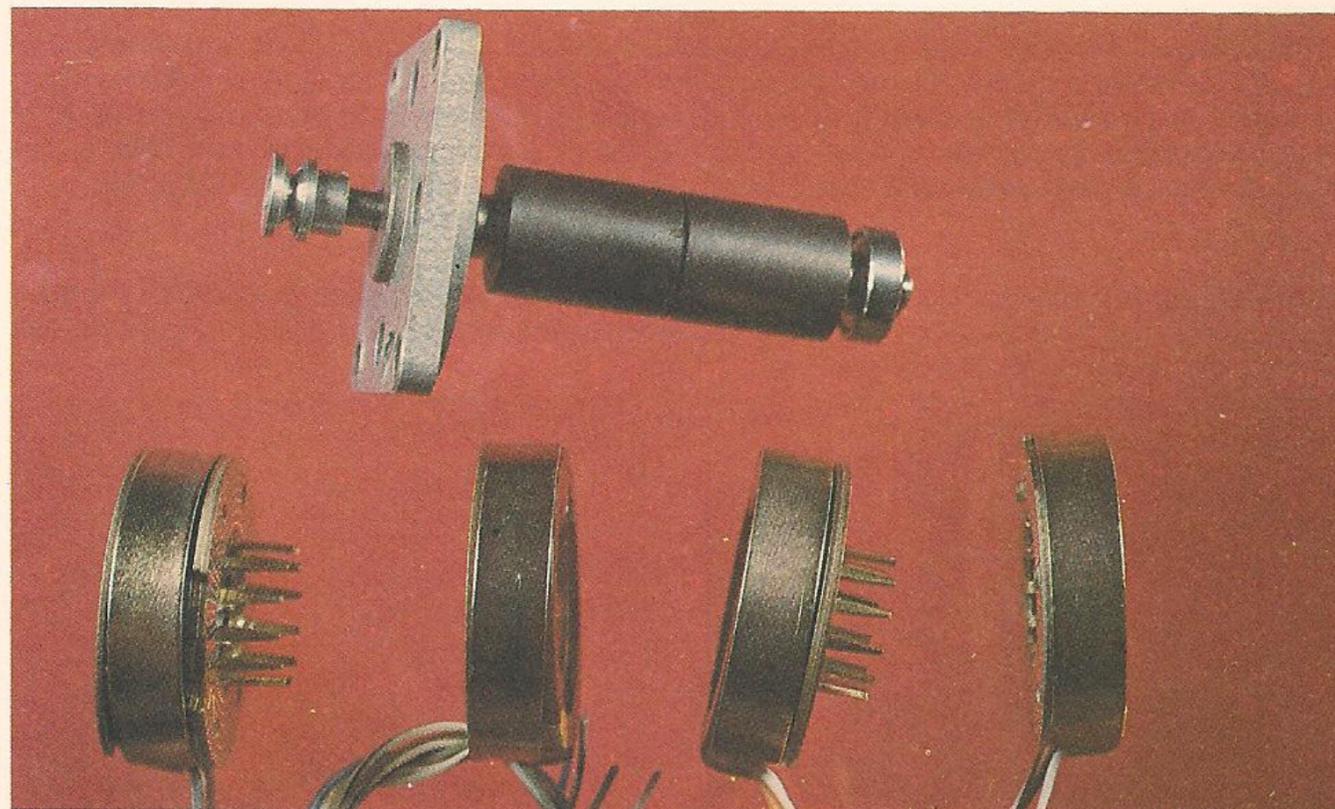
ACIMA: funcionamento de um motor com ímã permanente de dois enrolamentos: a) excitação do enrolamento 1; b) excitação do enrolamento 2; c) excitação do n.º 1 com polaridade invertida; d) nova excitação do n.º 2 com polaridade invertida; e) ângulo formado pelo rotor quando o motor é carregado com o torque máximo.

ABAIXO: seqüência de funcionamento de um motor de relutância variável de quatro dentes: a) a corrente circula em B1; b) alimentação de B2; c) alimentação de B3; d) a corrente circula de novo em B1.





ACIMA: motor passo a passo de ímã permanente e estator de dois bobinados.



ACIMA: motor constituído por vários conjuntos rotor-estator no mesmo eixo.

ABAIXO: três motores de tamanhos diferentes.



cia variável foi desenvolvido com o objetivo de conseguir deslocamentos angulares mais reduzidos que o motor anterior sem necessidade de aumentar consideravelmente o seu número de enrolamentos.

O estator apresenta forma cilíndrica e contém, na maioria das vezes, três enrolamentos, dispostos de modo que entre eles haja um ângulo de 120° . O rotor é formado por um núcleo de ferro doce de estrutura cilíndrica, mas munido de um certo número de dentes cortados longitudinalmente ao longo da superfície lateral.

Para analisarmos o seu funcionamento, suponhamos um motor constituído de três enrolamentos, B1, B2 e B3, excitados seqüencialmente por um rotor de quatro dentes, D1, D2, D3 e D4. Quando o primeiro enrolamento (B1) recebe a alimentação, aciona o rotor até que o dente mais próximo (por exemplo, D1) se alinhe com o campo. Quando a excitação chega a B2, o dente mais próximo é D2, fazendo com que o rotor gire 30° da mesma forma. Quando o pulso chega a B3, é deslocado D3, com outro movimento de 30° . Finalmente, quando a alimentação retorna a B1, desloca-se D4, que avança em um ângulo igual aos anteriores.

Assim, a polaridade ou sentido de circulação da corrente em cada enrolamento é indiferente, já que, não sendo constituído por ímãs, o rotor se deslocará sempre para a posição em que a relutância do circuito magnético do estator for mínima.

Para obter deslocamentos angulares de 15° , é necessário aumentar o número de dentes do rotor para oito. Quanto mais reduzido o passo angular, tanto maior será o número de dentes a ser utilizado.

Também para esse tipo de motor são válidas as considerações que foram expostas anteriormente sobre o torque de funcionamento.

A principal característica dos motores de relutância variável é a elevada velocidade de funcionamento que eles são capazes de produzir, considerando-se normal a velocidade de 1200 passos por segundo.

Esses motores também podem ser construídos agrupando-se vários complexos rotor-estator, sendo que os estatores devem ser alimentados seqüencialmente. Os passos são obtidos com base na posição dos enrolamentos de cada estator.

O CONTA-GIROS

Este é um acessório muito útil para verificar se o motor está submetido a um esforço excessivo. A indicação é feita por meio de uma barra luminosa, formada por leds.

Até algum tempo atrás, o conta-giros era um acessório de uso reservado aos automóveis esportivos ou com certo nível de sofisticação. Recentemente seu uso tornou-se mais comum, pois trata-se de um dispositivo bastante útil para verificar quando o motor está sendo submetido a um esforço excessivo. Por este motivo, damos aqui a montagem de um conta-giros eletrônico, que possui uma barra luminosa de 12 leds, capaz de indicar o número de rotações por minuto (rpm) do motor.

Os conta-giros tradicionais são instrumentos do tipo analógico, que indicam a velocidade de rotação do motor do automóvel medindo a frequência de comutação do platinado ou a frequência de rotação do eixo do distribuidor. A indicação é feita por um ponteiro que se desloca num dial com escala calibrada em rpm.

Utilizando o mesmo princípio de medição da frequência de comutação do platinado do distribuidor, desenvolvemos um dispositivo com indicação digital, através da iluminação de uma série de pontos ao longo de uma barra formada por leds. Esta indicação é mais atraente e fácil de observar do que a do conta-giros analógico.

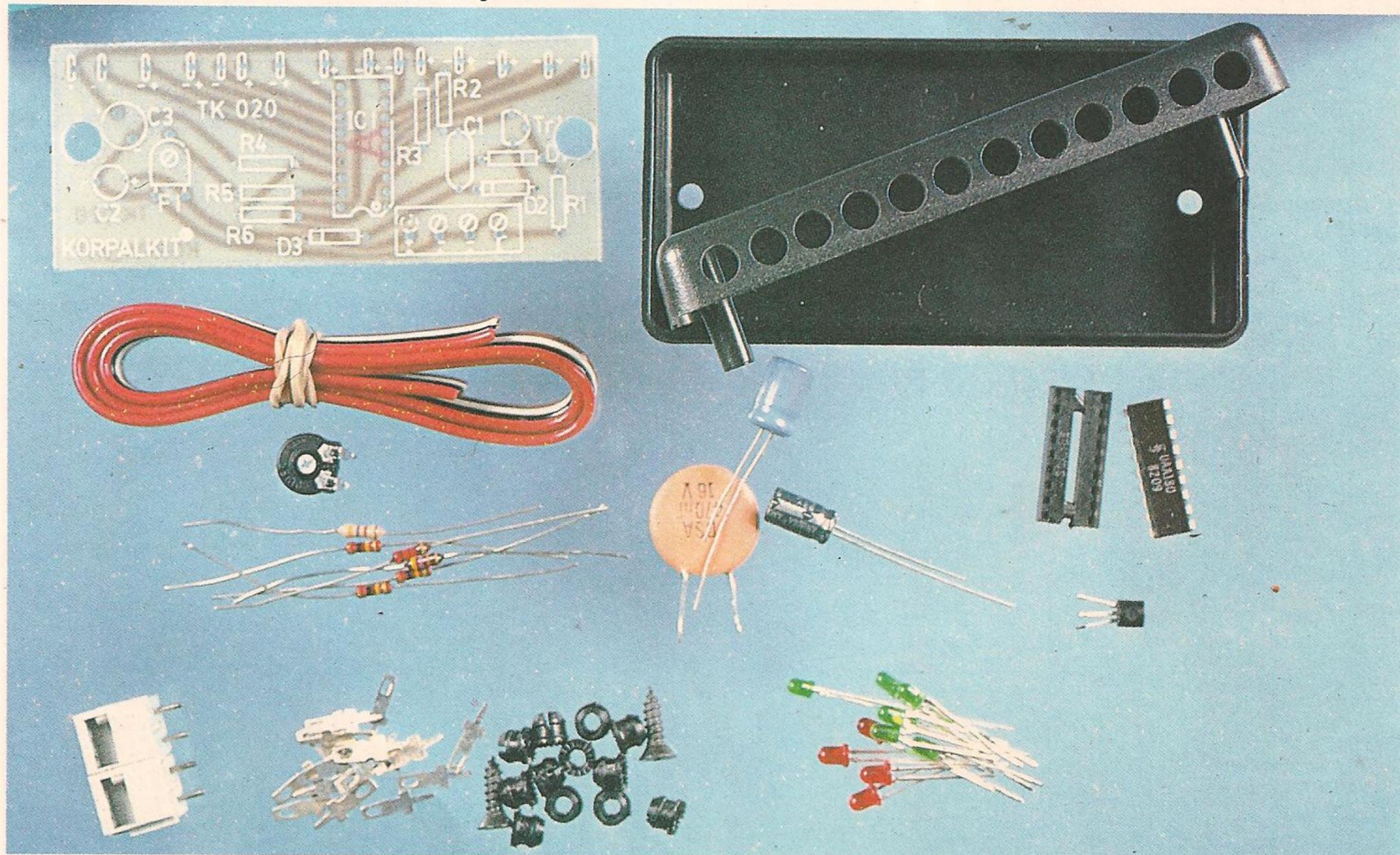
O aparelho é capaz de indicar a velocidade de rotação de qualquer motor que possua rotor e platinado. O indicador do aparelho é constituído por uma barra de 12 pontos luminosos que, por meio de um resistor variável, adapta-se às características do motor, seja de 2 ou de 4 tempos.

O princípio de funcionamento é baseado na conversão dos impulsos produzidos pela abertura e pelo fechamento do platinado em uma tensão constante, quando o motor do automóvel entra em

funcionamento. Os impulsos são levados à entrada r do conta-giros, por meio de um fio condutor, e aplicados à base do transistor TR1, através do resistor R1 e do diodo D1, que tem a função de proteger o transistor, grampeando a força contra-eletromotriz proveniente da bobina do automóvel.

O transistor TR1 trabalha do corte à saturação, descarregando o capacitor C1 quando conduz. A descarga de C1 é feita através do diodo D2 e ocorre quando o platinado fecha os seus contatos. Quando o platinado abre os seus contatos, o transistor TR1 entra em corte e o capacitor C1 começa a se carregar através do diodo D3 e do trimpot P1, carregando ao mesmo tempo o capacitor C2. O capacitor C2 não pode se descarregar senão através do trimpot P1, uma vez que o diodo D3 impede que ele se descarregue pelo outro

1. Principais peças que compõem o conta-giros eletrônico.



lado do circuito. Portanto, o capacitor C2 continua a se carregar à medida que sucessivos impulsos são enviados através do capacitor C1.

A tensão existente entre os terminais do capacitor C2 é igual à tensão entre os terminais do trim-pot P1, e depende da frequência de recorrência dos impulsos e, portanto, do número de rotações do motor. Uma fração dessa tensão, que chamaremos de V1, e que pode ser ajustada através do trim-pot P1, é enviada ao pino 17 do circuito integrado IC1.

Através de um divisor de tensão constituído pelos resistores R3, R6 e R4, o circuito integrado IC1 recebe níveis de tensão de referência, que são aplicados aos pinos 3 e 16 do integrado e que chamaremos aqui, respectivamente, de V3 e V2.

O circuito integrado IC1 recebe níveis de tensão constante nos pinos 3 (V3) e 16 (V2) e recebe também um nível de tensão no pino 17 (V1), que depende do número de rotações do motor.

A função do circuito integrado é realizar uma comparação entre a tensão V1 (pino 17) e a tensão V2 (pino 16) para que os leds sejam acionados ou não. Se a tensão V1 for inferior à tensão V2, as saídas do circuito integrado conetadas aos catodos dos leds permanecerão no valor digital 1 e nenhum dos leds se iluminará.

Se, entretanto, a tensão V1 for maior que a tensão V2 e que a tensão V3, todas as saídas do circuito integrado descerão ao valor digital 0 e todos os 12 leds se iluminarão.

Para que o circuito do dispositivo funcione normalmente, a tensão V1 deve estar compreendida entre os valores das tensões V2 e V3, de modo que, se a tensão V1 for igual ou levemente superior à tensão V2, somente o primeiro led (DL1) se acenda, indicando que o número de rpm do motor é baixo.

Quando a tensão V1 aumenta, devido ao aumento do número de rpm do motor, acendem-se progressivamente os outros leds, passando dos de cor ver-

de, que correspondem ao funcionamento normal, para os de cor vermelha, que indicam um número excessivo de giros do motor.

O circuito integrado IC1 é alimentado por meio dos pinos 18 (positivo) e 1 (negativo), de maneira que a fonte de alimentação é a própria bateria de 12 V do automóvel, onde o dispositivo será instalado.

O capacitor eletrolítico C3 tem a função de filtrar todos os ruídos elétricos parasitas, que podem se propagar através da via positiva da alimentação do circuito.

Ferramentas necessárias

- 1 ferro de soldar com 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte
- 1 chave de fenda pequena
- 1 chave de fenda média
- 1 furadeira
- 1 conjunto de brocas
- 1 estilete estreito.

Todas as peças necessárias para a montagem e teste do aparelho podem ser adquiridas em casas especializadas na venda de materiais e componentes eletrônicos.

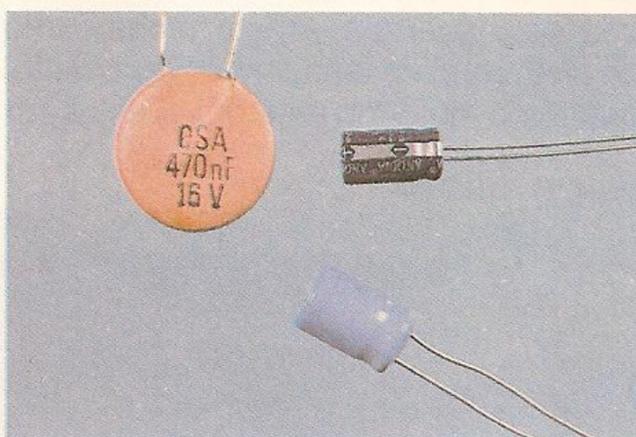
Componentes

A lista completa dos componentes eletrônicos e das peças mecânicas é dada a seguir:

- a) Conta-giros
- 1 placa de circuito impresso de 94 mm x 39 mm

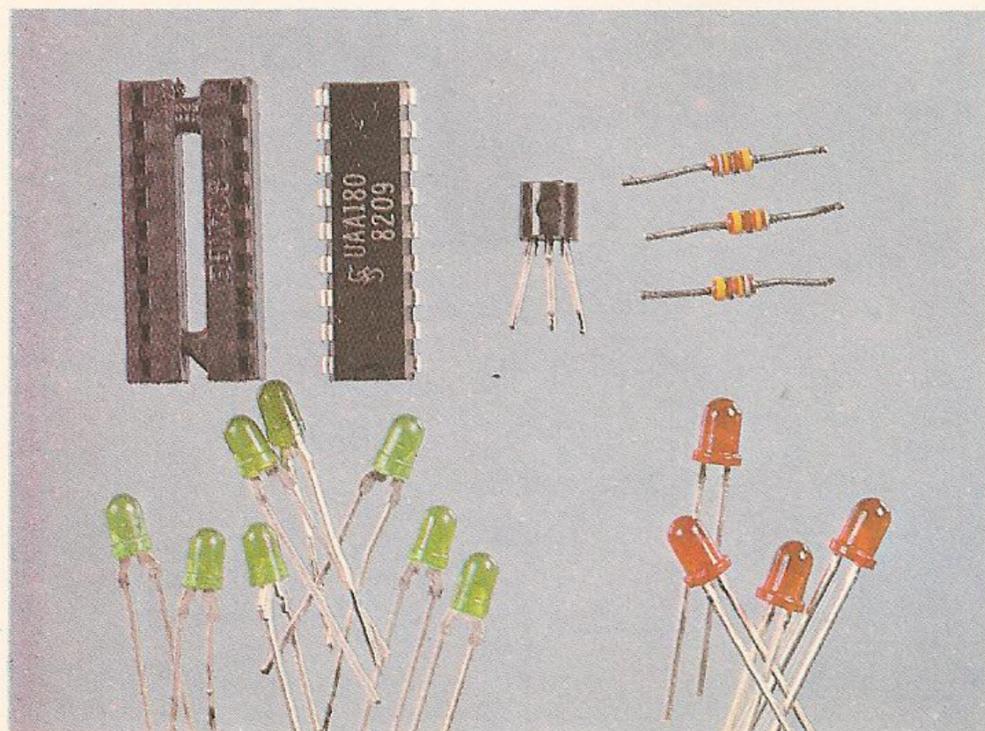


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R6) e trim-pot (P1).



3. Capacitor cerâmico (C1) e capacitores eletrolíticos (C2 e C3).

4. Soquete, circuito integrado (IC1), transistor (TR1), diodos (D1 a D3) e leds verdes (DL1 a DL8) e vermelhos (DL9 a DL12).



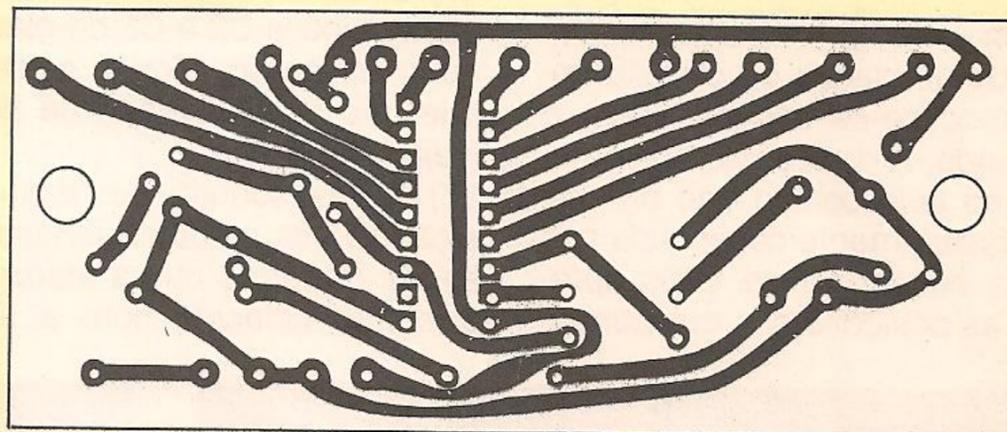
5. Chassi com tampa, cabo paralelo com 4 fios, bloco de 4 contatos, terminais espadinha, buchas e parafusos.



- 6 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R6 da placa de circuito impresso, com os seguintes valores e cores para identificação:
R1 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R2 - 2,2 KΩ (vermelho-vermelho-vermelho)
R3 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R4 - 4,7 KΩ (amarelo-violeta-vermelho)
R5 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R6 - 47 KΩ (amarelo-violeta-laranja)
- 1 trim-pot de 22 KΩ na posição P1 da placa de circuito impresso
- 1 capacitor cerâmico de 470 nF x 16 V ou de poliéster metalizado de 470 nF x 250 V, na posição C1 da placa de circuito impresso
- 2 capacitores eletrolíticos, nas posições C2 e C3 da placa de circuito impresso, com os seguintes valores:
C2 - 4,7 μF x 40 V - unilateral
C3 - 22 μF x 16 V - unilateral
- 3 diodos de sinal 1N4148 ou equivalente, nas posições D1 a D3 da placa de circuito impresso
- 1 transistor BC548B ou equivalente, na posição TR1 da placa de circuito impresso
- 1 circuito integrado UAA180, na posição indicada por IC1 na placa de circuito impresso
- 1 soquete de 18 pinos para o circuito integrado IC1
- 8 leds verdes de 3 mm de diâmetro, nas posições DL1 a DL8 da placa de circuito impresso
- 4 leds vermelhos de 3 mm de diâme-

- tro, nas posições DL9 a DL12 da placa de circuito impresso
- 1 bloco de 4 contatos por pressão, para circuito impresso
- 15 terminais para circuito impresso tipo "espadinha"
- 1 chassi de plástico com tampa de plástico (altura = 40 mm; largura = 100 mm; profundidade = 60 mm) ou semelhante
- 12 buchas de plástico para leds de 3 mm de diâmetro
- 2 metros de cabo paralelo com 4 fios n.º 22 (vermelho, preto, branco e marrom) ou 4 pedaços de fio n.º 22, com o mesmo comprimento e as

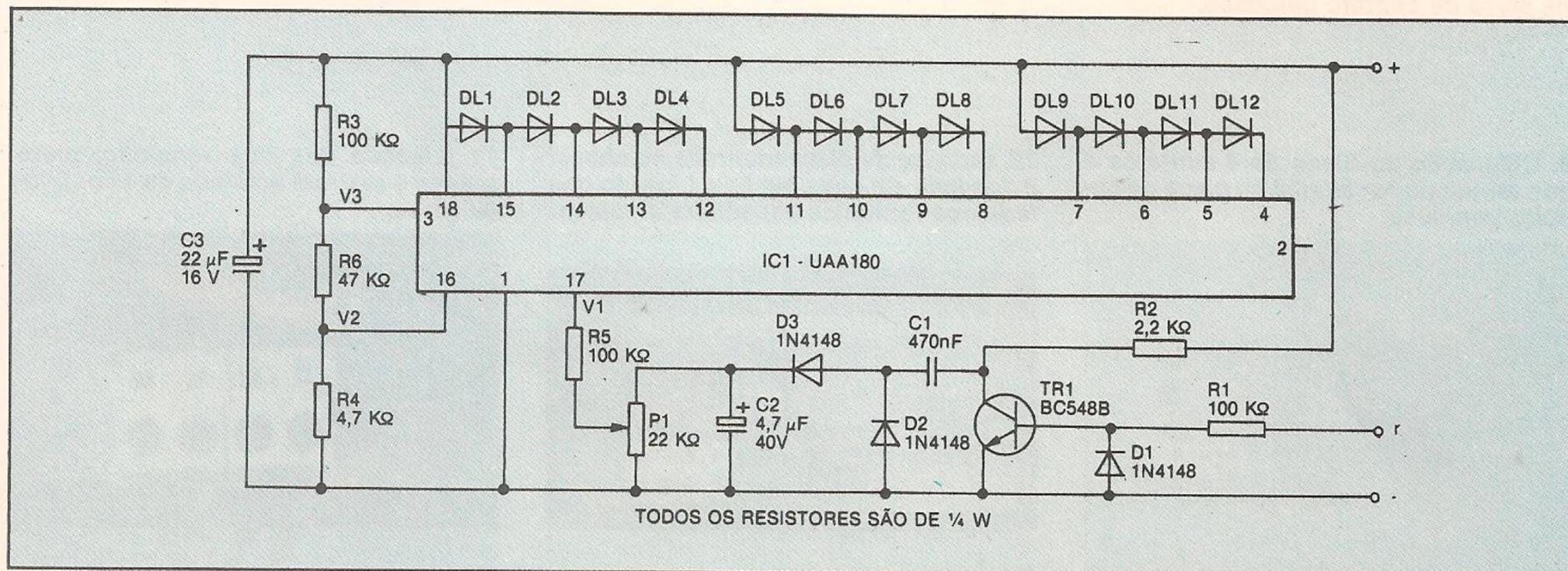
- mesmas cores. O comprimento depende do automóvel onde o conta-giros será instalado
- 1 suporte para fixação do conta-giros
- 2 presilhas tipo Faston
- 2 parafusos para fixação do suporte
- 2 parafusos auto-atarraxantes para fixação da tampa
- 1 pedaço de solda 60/40.
- b) Gerador de 120 Hz
- 1 placa de circuito impresso de 80 mm x 80 mm ou uma placa de circuito impresso do tipo padrão (maior) para montagens
- 1 resistor de 1/2 W, na posição R1 da placa de circuito impresso, com o se-



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.

6. Esquema elétrico do conta-giros eletrônico.



MONTAGEM

guinte valor e cores para melhor identificação:

R1 - 1 K Ω (marrom-preto-vermelho)

- 4 diodos retificadores 1N4002 ou equivalente, nas posições D1 a D4 da placa de circuito impresso
- 1 transformador de força com primário de 110/220 V e secundário de 15 V/350 mA ou com secundário de 7,5 V + 7,5 V - 350 mA, para fixação na posição TF1 da placa de circuito impresso
- 2 terminais para circuito impresso tipo espadinha
- 1 cabo de força (2x20)
- 2 parafusos de 3 mm x 10 mm
- 2 porcas de 3 mm
- 2 arruelas com furo de 3,5 mm
- 1 pedaço de solda 60/40.

Montagem

Ao construir as placas de circuito impresso, preocupe-se somente com o lado cobreado. A disposição dos componentes no lado oposto não precisa estar necessariamente desenhada nas placas. Na seqüência de fotos apresentadas, as posições dos componen-

tes estão desenhadas apenas para facilitar a sua compreensão e a montagem da placa.

O chassi e a tampa devem ser comprados prontos, a partir das dimensões fornecidas na relação de componentes. No entanto, antes de realizar qualquer furo na caixa, é aconselhável adquirir todas as peças necessárias para a montagem do aparelho.

Os passos são os seguintes:

1.º Solde os resistores nas posições R1 a R6 da placa de circuito impresso do conta-giros eletrônico (veja foto 7).

2.º Solde o trim-pot na posição P1 da placa de circuito impresso (veja foto 7).

3.º Solde o capacitor cerâmico ou o de poliéster na posição C1 da placa de circuito impresso (veja foto 7).

4.º Solde os capacitores eletrolíticos nas posições C2 e C3 da placa de circuito impresso. Tome cuidado para que não haja inversão de polaridade (veja foto 7).

5.º Solde o soquete de 18 pinos na posição IC1 da placa de circuito impresso, de tal forma que a marcação nele existente coincida com a marca do

símbolo desenhado na placa. Em seguida, encaixe o circuito integrado IC1 no soquete, tomando cuidado para que a ranhura do corpo do integrado fique do mesmo lado da marcação existente no soquete (veja foto 8).

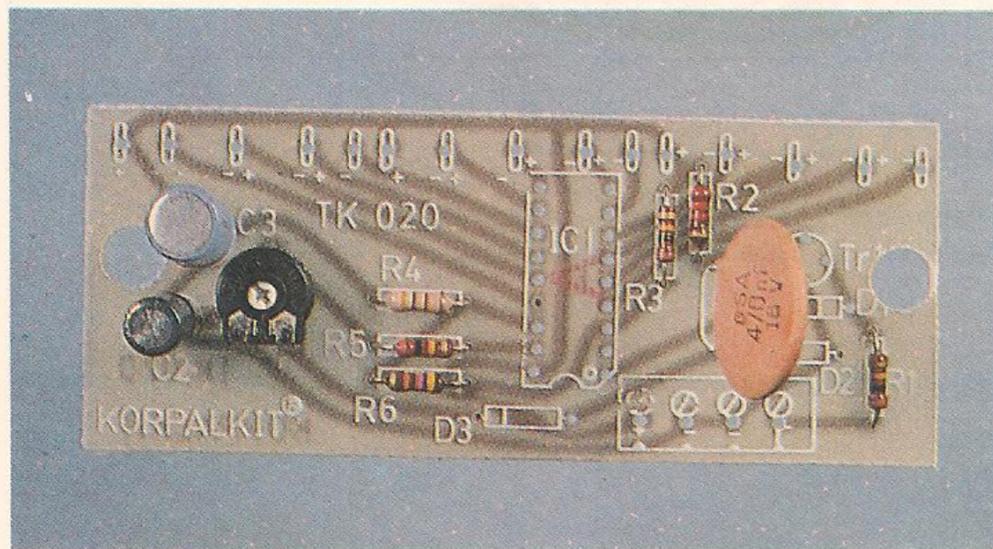
6.º Solde o transistor na posição TR1 da placa de circuito impresso, de tal forma que o seu chanfro coincida com o lado reto do símbolo desenhado na placa (veja foto 8).

7.º Solde os diodos de sinal nas posições D1 a D3 da placa de circuito impresso, de tal modo que a faixa cinza existente no corpo dos diodos coincida com a faixa branca do símbolo desenhado na placa (veja foto 8).

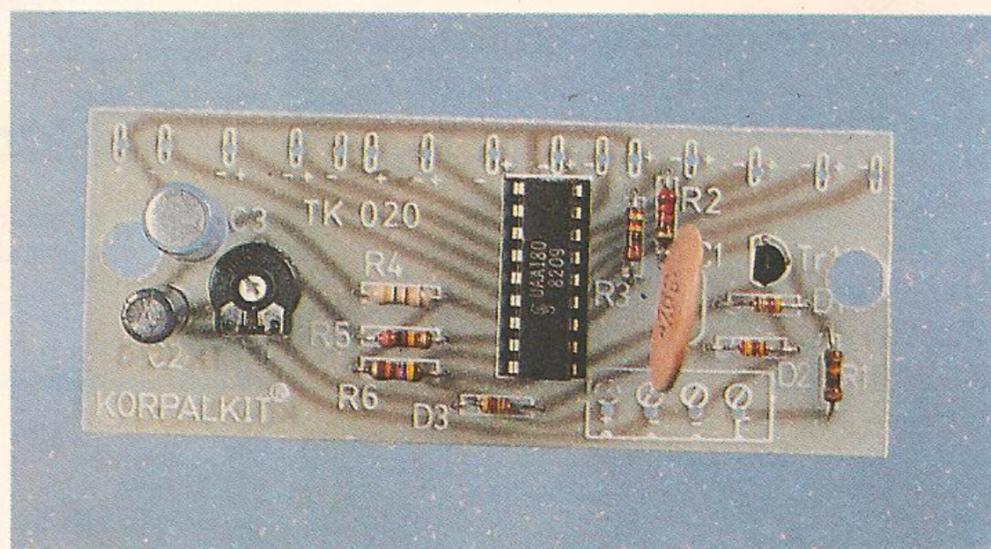
8.º Encaixe e solde o bloco de quatro contatos por pressão nos furos da placa de circuito impresso, marcados com os símbolos (+), (-), (-) e com a letra r (veja fotos 8 e 9).

9.º Solde os quinze terminais tipo espadinha nos furos da parte superior da placa de circuito impresso, marcados com os sinais (+) e (-) (veja fotos 8 e 9).

10.º Prepare o chassi e a tampa, reali-

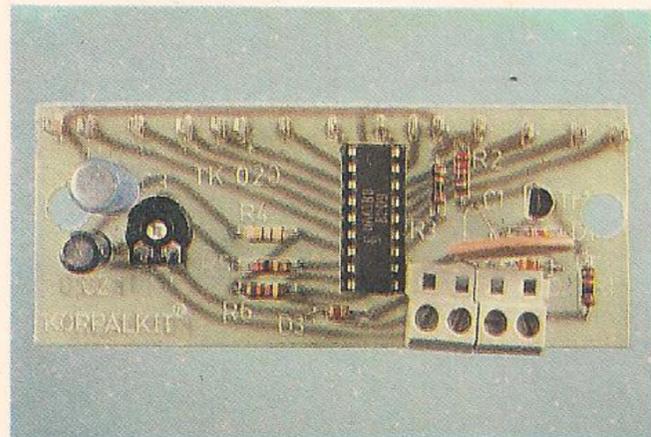


7. Colocação dos resistores (R1 a R6), do trim-pot (P1), do capacitor cerâmico (C1) e dos capacitores eletrolíticos (C2 e C3) na placa de circuito impresso.

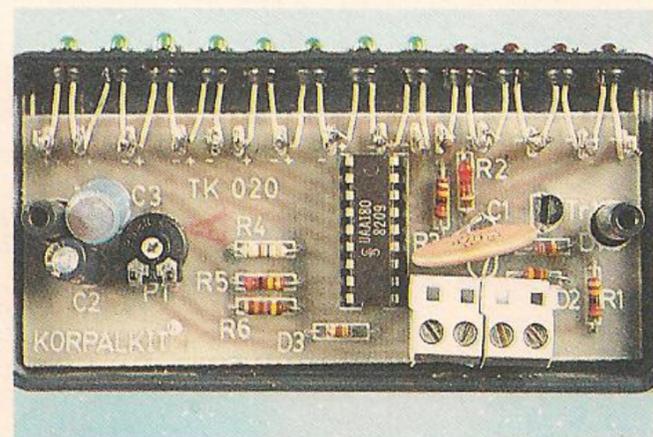


8. Montagem do circuito integrado (IC1) e seu soquete, do transistor (TR1) e dos diodos (D1 a D3) na placa.

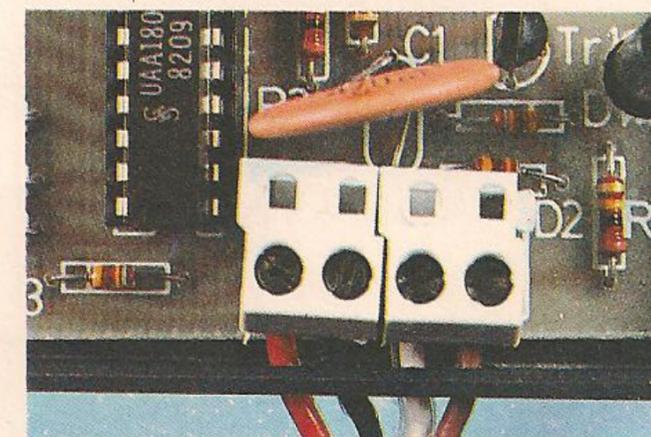
9. Colocação do bloco de 4 contatos e dos terminais espadinha na placa de circuito impresso.



10. Encaixe da placa montada no chassi e dos leds em suas buchas. Ligação dos leds nos terminais espadinha da placa.



11. Ligação dos fios vermelho, preto, branco e marrom no bloco de 4 contatos da placa.



zando as furações necessárias, orientando-se pelos desenhos 20 e 21 e baseando-se nas peças adquiridas.

11.º) Pegue o chassi do aparelho, com seus doze furos para os leds e fixe as doze buchas de plástico, encaixando-as nos respectivos furos (veja foto 10).

12.º) Encaixe a placa de circuito impresso, montada, no chassi do aparelho. Em seguida, introduza os oito leds verdes (DL1 a DL8) nas buchas do lado esquerdo do chassi e os quatro leds vermelhos (DL9 a DL12) nas buchas restantes, que estão colocadas à direita (veja foto 10).

13.º) Solde os terminais dos leds diretamente nos terminais espadinha do circuito impresso, marcados com os sinais (+) e (-), de modo que os terminais dos leds que possuam um ressalto (e que são mais curtos), ou que fiquem do lado chanfrado do corpo do led, sejam soldados nos terminais da placa de circuito impresso que possuam o sinal (-) (veja foto 10).

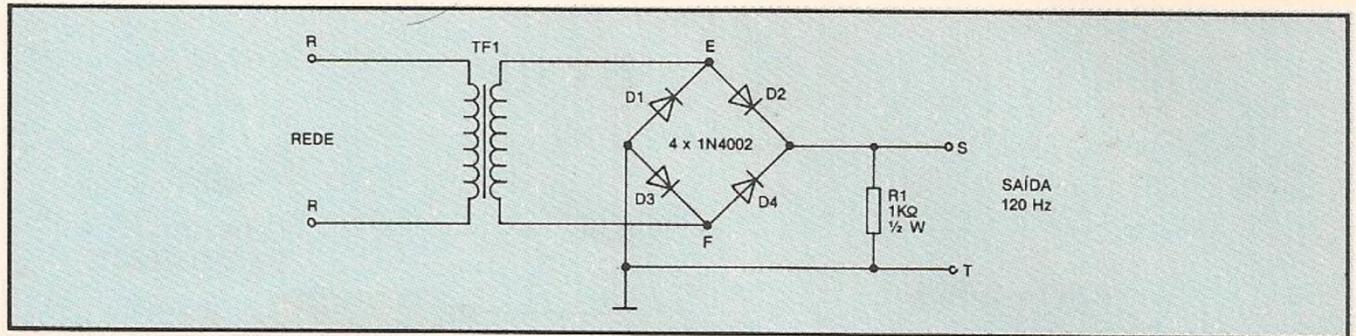
14.º) Descasque as pontas dos fios vermelho, preto, branco e marrom e ligue-as ao bloco de quatro contatos da placa, apertando os respectivos parafusos do bloco (veja foto 11).

15.º) Antes de fechar o aparelho é necessário calibrar ou ajustar o circuito do conta-giros eletrônico. Com esta finalidade, deve-se empregar um gerador de áudio e uma fonte de tensão contínua e constante de 12 V. No entanto, há também outra opção, mais econômica, que é montar um gerador de 120 Hz, aproveitando a tensão e a frequência da rede elétrica e usar a bateria de 12 V do automóvel como fonte de alimentação.

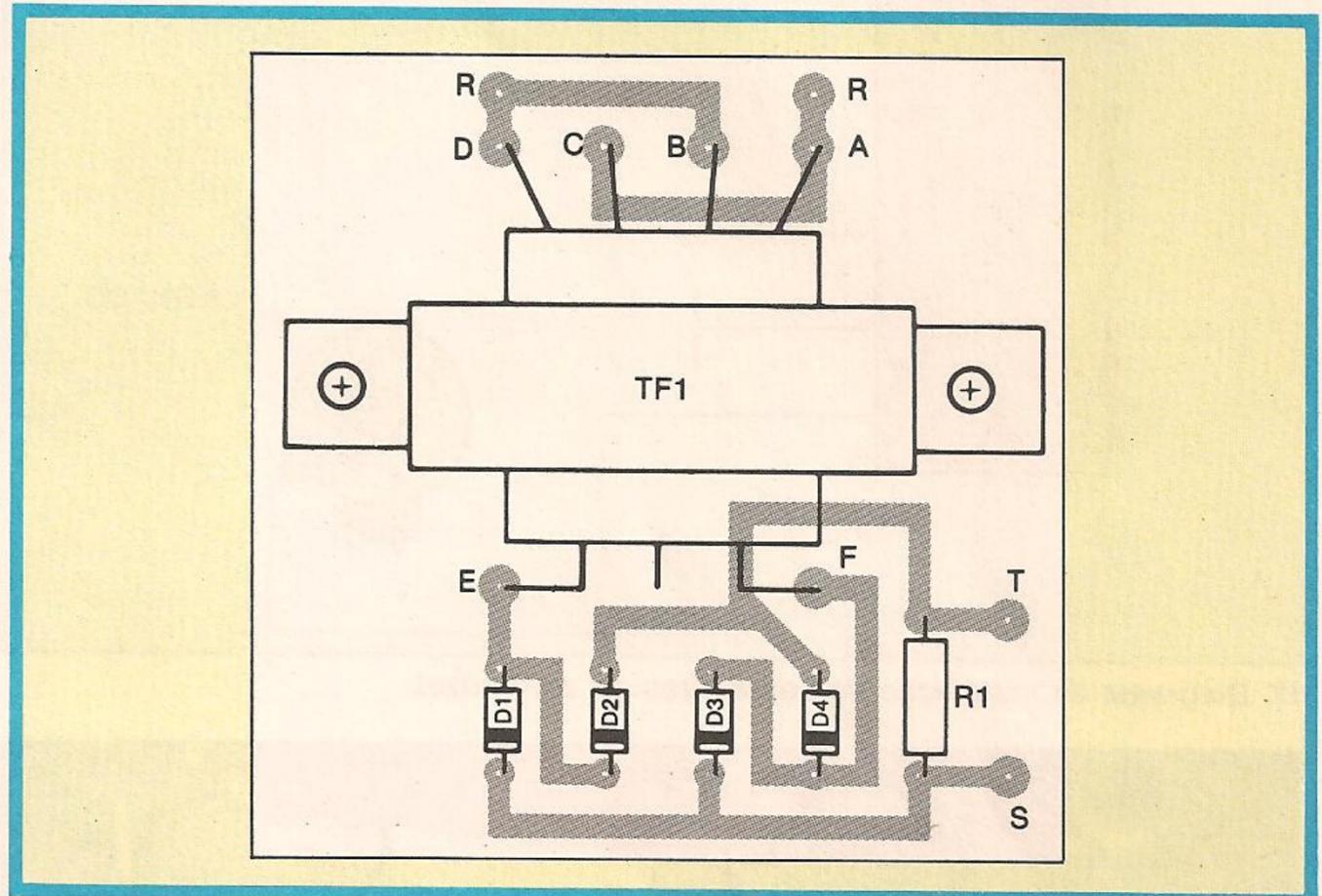
16.º) Para montar o gerador de 120 Hz, cujo esquema elétrico está representado na ilustração 12, pode-se usar uma placa de circuito impresso específica ou uma placa de circuito impresso padrão, como mostra a foto 14.

17.º) Para montar a placa de circuito impresso específica do gerador, oriente-se pelo desenho do circuito, no qual fornecemos o lado dos componentes da placa sobre o traçado do circuito. Solde então o resistor na posição indicada por R1 na placa de circuito impresso construída.

18.º) Solde os diodos retificadores nas posições D1 a D4 da placa de circuito impresso do gerador, de modo que a faixa existente no corpo dos diodos coincida com a faixa do símbolo desenhado na placa.

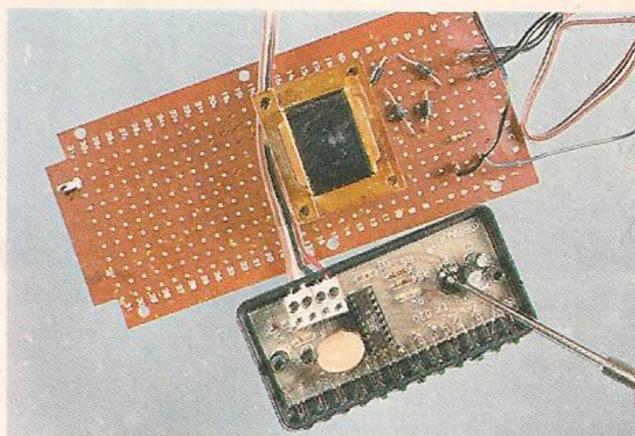


12. Esquema elétrico do gerador de 120 Hz, uma das opções para ajustar o conta-giros eletrônico.

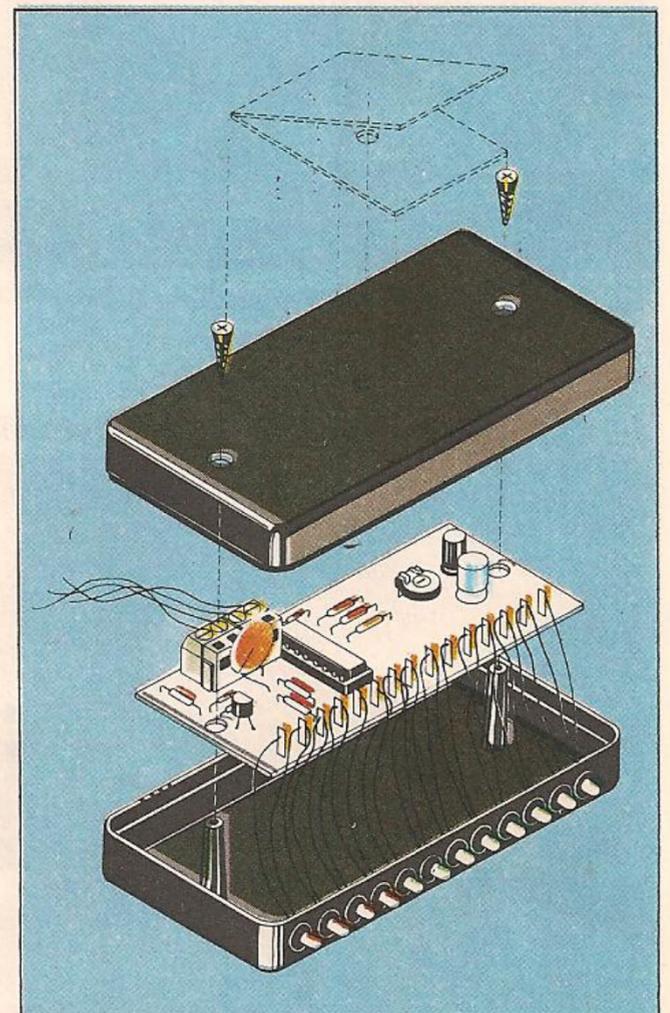


13. O desenho do circuito do gerador de 120 Hz.

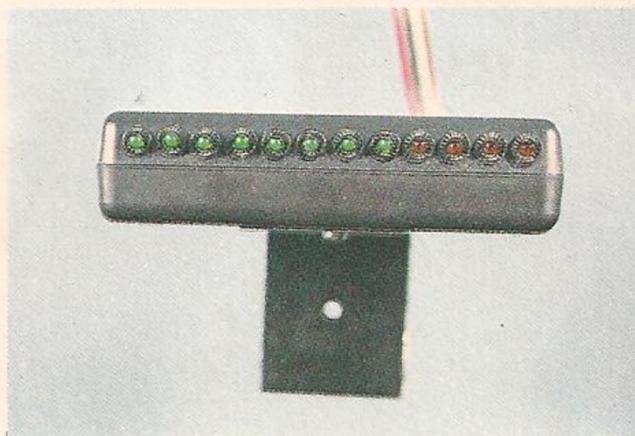
14. Gerador de 120 Hz montado numa placa padrão e usado para ajustar o conta-giros.

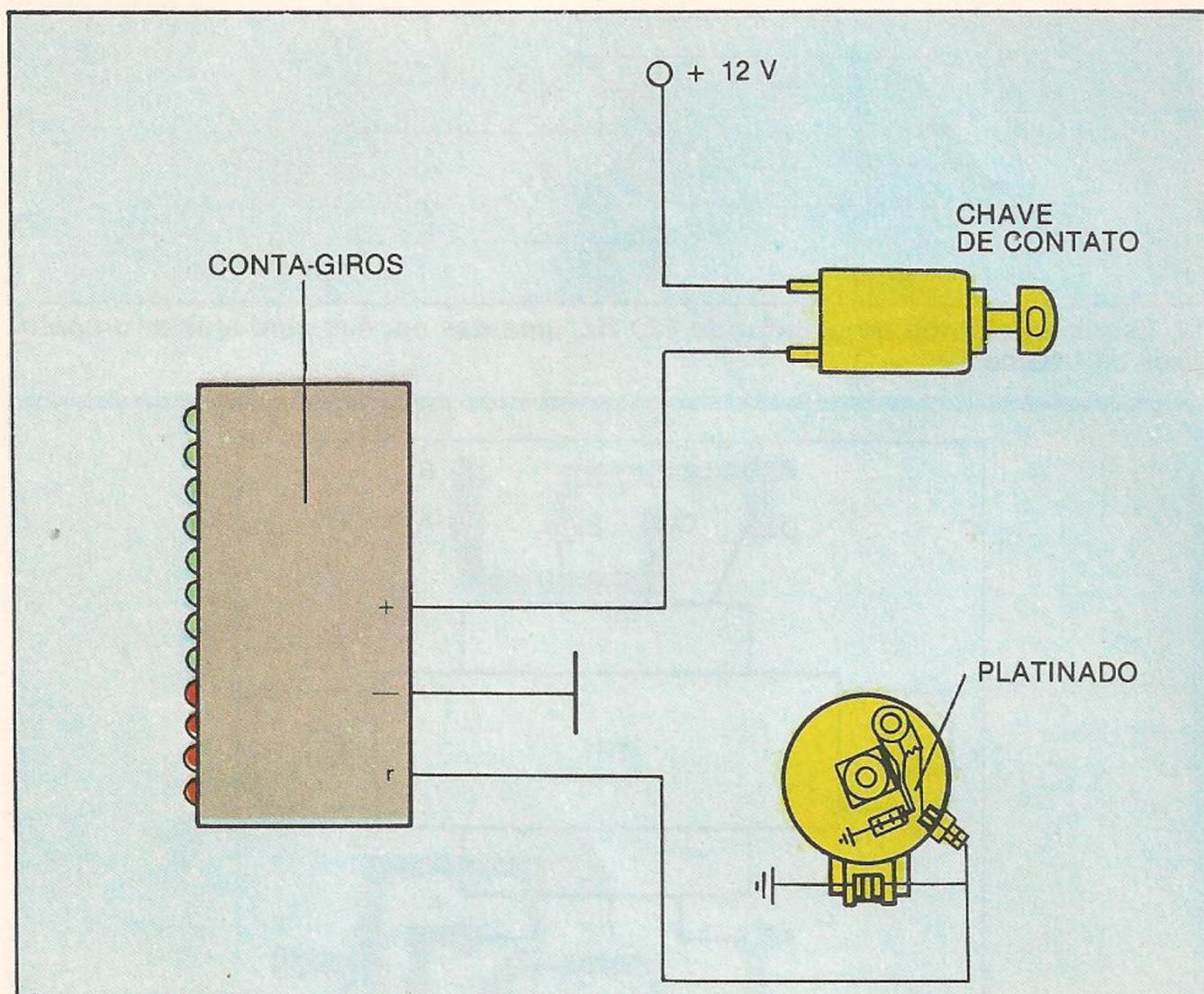


16. Vista explodida do conta-giros eletrônico.

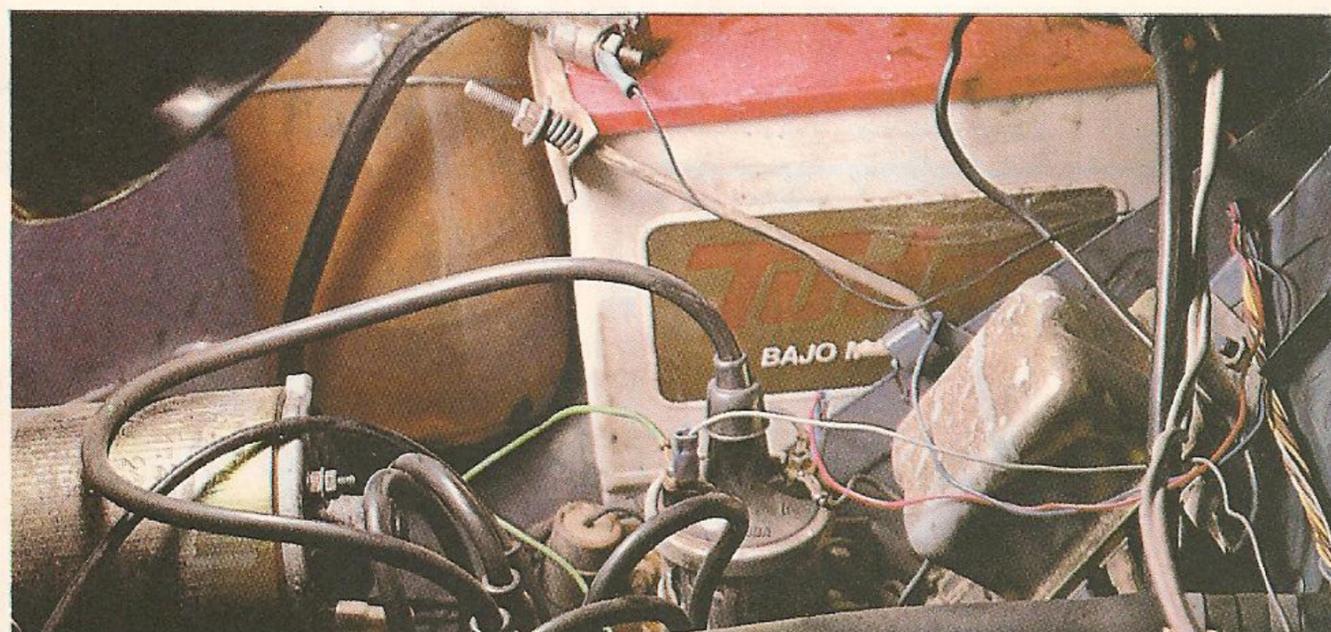


15. Fixação do suporte do conta-giros na tampa e da tampa no chassi.



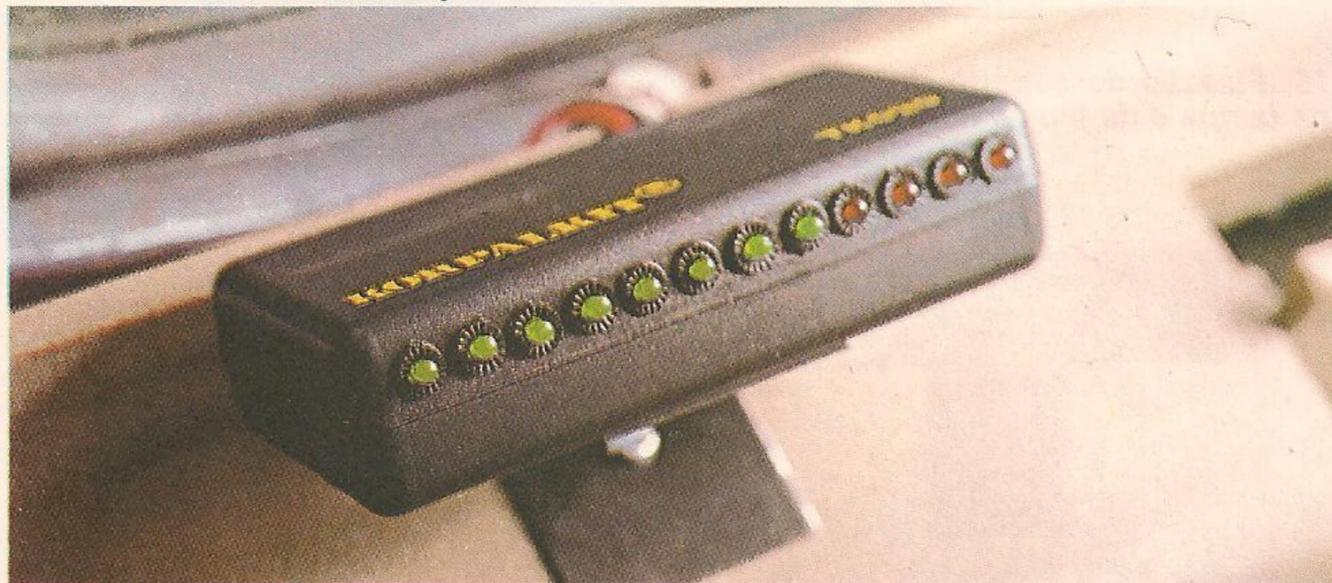


17. Diagrama de instalação do conta-giros no automóvel.



18. Ligação dos fios vermelho, preto, branco e marrom no motor de um automóvel.

19. Aspecto final do conta-giros eletrônico montado e instalado.



19.º) Fixe o transformador de força na posição TF1 da placa de circuito impresso, usando dois parafusos de 3 mm x 10 mm, duas arruelas e duas porcas. Em seguida, solde os quatro fios do primário nos furos A, B, C e D da placa e os dois fios do secundário nos furos E e F da placa.

20.º) Solde os dois terminais tipo espadinha nos furos S e T da placa de circuito impresso.

21.º) Solde os dois fios do cabo de força, um em cada furo R da placa de circuito impresso. O gerador de 120 Hz está pronto para ser usado na calibração do conta-giros, somente em redes de 110 V. Para ligá-lo em 220 V, deve-se associar em série os dois enrolamentos do primário do transformador de força.

22.º) Ligue os fios marrom e branco do conta-giros aos terminais espadinha S e T, respectivamente, do gerador de 120 Hz. Em seguida, ligue o fio vermelho do conta-giros ao positivo da bateria ou fonte de 12 V, e o fio preto do conta-giros ao negativo da mesma bateria ou fonte.

23.º) Ligue o gerador de 120 Hz e faça a calibração do conta-giros, atuando sobre o trim-pot P1. As rotações ou giros do motor do automóvel, correspondentes à frequência de 120 Hz, são:

$$N_{120} = \frac{14400}{C}$$

onde C exprime o número de cilindros do motor. No caso de quatro cilindros, teremos:

$$N_{120} = \frac{14400}{4} = 3600 \text{ rpm}$$

Na maior parte dos carros, este número de rotações corresponde ao acendimento de 5 ou 6 leds verdes, que se ajusta com o trim-pot P1 (veja foto 14).
24.º) Fixe o suporte do conta-giros em sua tampa e esta no chassi, usando dois parafusos auto-atarraxantes. O conta-giros eletrônico finalmente está pronto para ser instalado no automóvel (veja foto 15).

Instalação

A instalação do conta-giros eletrônico no motor do automóvel é bastante simples, pois é preciso ligar somente quatro fios no sistema elétrico do veículo, como mostra a ilustração 17.

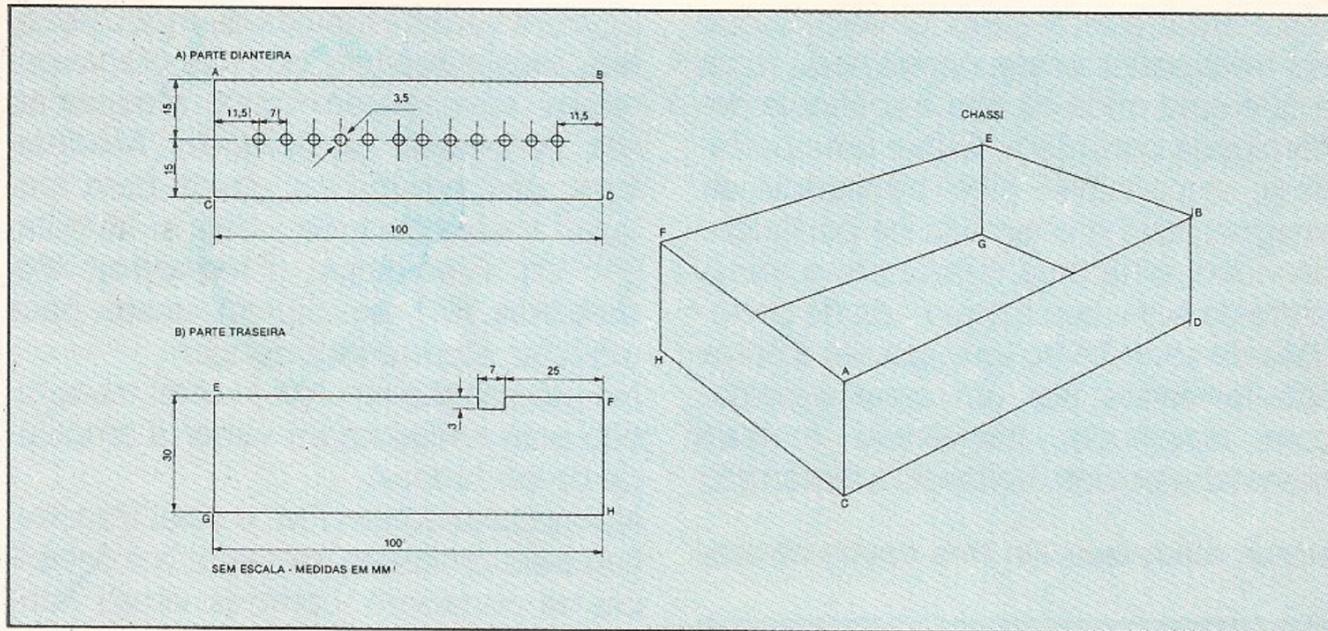
O fio vermelho é o positivo da alimentação do aparelho e deve ser ligado em qualquer ponto acessível à chave de contato do automóvel. Por exemplo, pode ser ligado ao ponto com sinal positivo da bobina de ignição, que está conectado aos 12 V positivos da bateria através da chave de contato.

O fio preto é o negativo da alimentação do aparelho e deve ser ligado ao negativo da bateria ou a qualquer ponto do chassi do automóvel, juntamente com o fio branco (terra).

O fio marrom (r) é encarregado de levar os impulsos da comutação do platina-

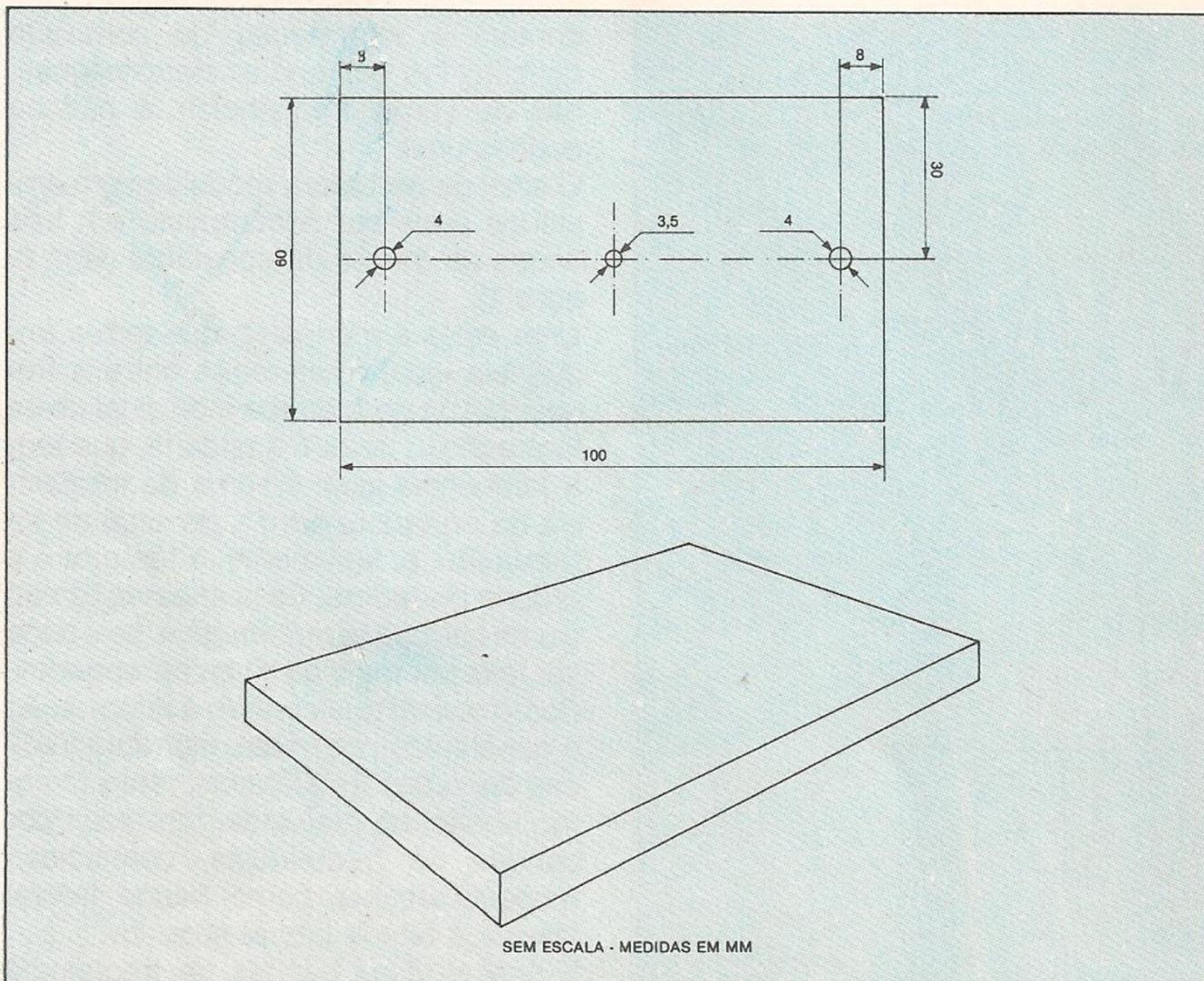
do até a entrada do conta-giros e, portanto, deve ser ligado ao platinado em relação ao terra (chassi). Ele pode ser ligado, por exemplo, através de uma presilha tipo Faston, ao ponto com sinal negativo da bobina de ignição que está ligado ao platinado do distribuidor (veja foto 18).

Depois de ligar os fios, resta apenas fixar o conta-giros eletrônico no painel do automóvel, em local próximo ao motorista. Finalmente, o conta-giros eletrônico está montado e instalado no automóvel, pronto para ser utilizado (veja foto 19).



20. Desenho da furação no chassi.

21. Desenho da furação na tampa do chassi.



Qual a função do circuito integrado IC1?

O circuito integrado IC1 funciona como um comparador de tensão. Ele compara a tensão V1, que é proporcional ao número de impulsos recebidos do platinado do carro, com as tensões V2 e V3, que são tensões constantes e dependem dos valores dos resistores R3, R6 e R4.

A instalação do conta-giros pode produzir ruídos no rádio do automóvel?

Sim, devido à comutação do platinado, cujo sinal se propaga pelo fio, induzindo uma tensão que pode ser captada pelo rádio. Para evitar esse inconveniente, deve-se empregar um cabo blindado com a malha externa ligada ao chassi do carro em lugar dos fios marrom (r) e branco (terra). Ou, então, procurar não passar os quatro fios do conta-giros perto do distribuidor.

Qual a diferença no ajuste do conta-giros quando se utiliza um gerador de áudio?

Esse ajuste torna-se mais apurado quando se utiliza um gerador de áudio com onda quadrada e com uma frequência ajustável. Variando esta frequência, é possível calibrar o número de giros do motor que corresponde à iluminação de cada um dos leds.

Qual a função do diodo D1 no circuito do conta-giros?

O diodo D1 tem a função de proteger a junção base-emissora do transistor TR1, absorvendo a tensão contra-eletromotriz proveniente da bobina de ignição. Sem o diodo D1, a junção do transistor ficaria danificada.

Por que o capacitor C2 não se descarrega através do diodo D3?

Quando o transistor TR1 está saturado, o potencial existente no catodo do diodo D3 é sempre maior que o potencial em seu anodo. Portanto, nessa condição, o diodo D3 está reversamente polarizado e não conduz, evitando a descarga do capacitor C2.

O TELEVISOR PASSO A PASSO (1)

Depois de estudar a melhor maneira de captar os sinais transmitidos pelas emissoras de TV, vamos analisar, a partir deste capítulo, como funciona o seu receptor de televisão.

Quando você liga o seu televisor e sintoniza uma determinada emissora, além da imagem aparece o som. Essas duas informações não surgem como num toque de magia. Existe toda uma tecnologia desse processo.

Em capítulos anteriores, nós vimos a melhor maneira de captar as informações transmitidas pelas emissoras de TV. Aqui, nós analisaremos de que modo os sinais captados pela antena de seu televisor são processados dentro do aparelho, para fornecer a imagem que você vê na tela e o som que você ouve no alto-falante.

Vamos começar a análise estudando os sinais que são transmitidos pelas emissoras, do que eles são constituídos e como são enviados. Os sinais

transmitidos são ondas eletromagnéticas que se propagam pelo ar. Para que consigam chegar até o seu televisor, que pode estar a quilômetros de distância da emissora, elas necessitam que alguém as "leve", assim como uma carta necessita que um carteiro a conduza até o seu destino. O veículo que vai transportar essas ondas nada mais é que uma onda de alta frequência denominada portadora. Existe uma portadora responsável pelo transporte da imagem, que é chamada de portadora de vídeo, e há uma outra para o transporte do som, que é chamada de portadora de som. Tanto uma quanto a outra são formadas por um sinal senoidal com amplitude, frequência e fase preestabelecidos. Voltando ao exemplo

do carteiro: ele pode levar a carta até o seu destino, a pé, de ônibus ou de carro. De maneira análoga, as portadoras levam as informações até o seu televisor, e isso é feito modulando-se a portadora pelos sinais de informação. Esta técnica é denominada modulação.

Existem várias técnicas de modulação, mas, neste capítulo, nós nos preocuparemos apenas com duas: Modulação em Amplitude (**Amplitude Modulation, AM**, em inglês), usada para modular a portadora de vídeo, e Modulação em Frequência (**Frequency Modulation, FM**, em inglês), usada para modular a portadora de som.

Na modulação em AM, o sinal transmitido pela emissora irá variar a amplitude da portadora.

Na modulação em FM, o sinal transmitido pela emissora irá variar a frequência da portadora, como já vimos num capítulo anterior. Para facilitar o raciocínio, uma onda de frequência fixa foi adotada como sinal de informação.

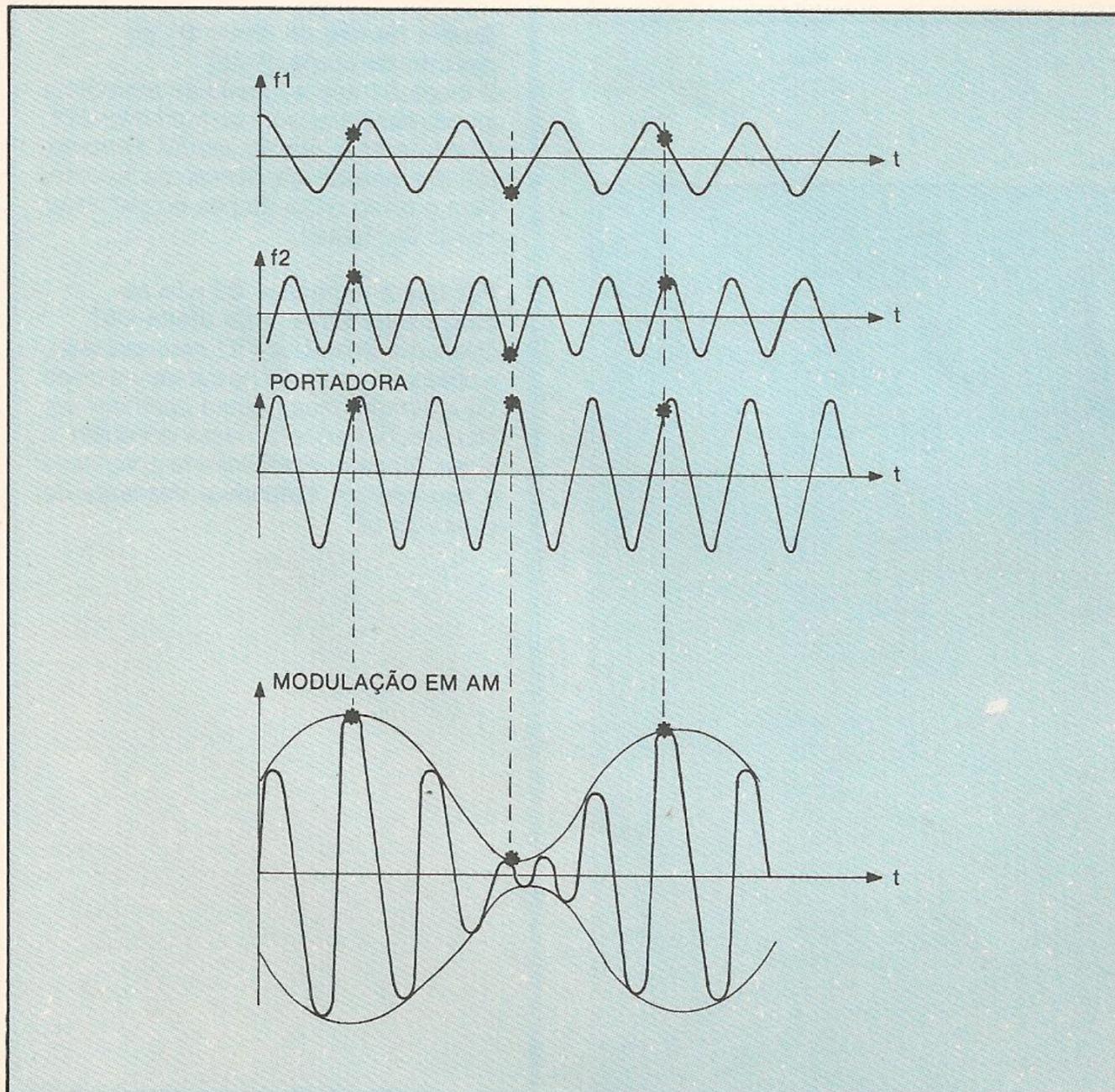
Na realidade, tanto o sinal que contém a informação da imagem como o que contém a informação do som são constituídos por ondas eletromagnéticas de várias frequências, e não de apenas uma.

O sinal da portadora modulada em amplitude pode ser decomposto em três ondas de amplitude constante (veja figura 1).

Uma delas é a onda f_1 , que tem a frequência igual à diferença entre a frequência da portadora e a do sinal de informação; a outra é a onda f_2 , que tem a frequência igual à soma da frequência da portadora com a do sinal de informação; e, finalmente, a terceira é a própria portadora. Essa separação não é uma abstração matemática, pois pode ser feita por meio de filtros apropriados. Como o sinal que contém a informação é constituído por ondas eletromagnéticas de várias frequências, tanto f_1 como f_2 são, na realidade, formadas por bandas de frequências, conhecidas respectivamente como banda lateral inferior e banda lateral superior.

É nessas duas bandas de frequência

FIGURA 1. Decomposição do sinal da portadora, modulada em três ondas de amplitude e frequência constantes.



que está contida a informação que se deseja transmitir. Essa informação, no caso da modulação em amplitude, é a imagem, e o sinal que a contém é conhecido como sinal de vídeo.

Esse sinal é um sinal elétrico gerado por um transdutor fotoelétrico, chamado de válvula captadora de imagem (câmera de TV), cuja função é transformar a imagem ótica em sinal elétrico variável, da mesma maneira que o microfone transforma o som em sinal elétrico variável.

Sabe-se que, no caso do som, a variação de frequência vai de 20 Hz a 15 KHz. No caso do sinal de vídeo, são geradas frequências que vão de 0 até 4 MHz. Portanto, o espectro de frequências gerado pelo transdutor fotoelétrico é de 4 MHz.

Com o sistema de modulação em AM para o sinal de vídeo, gera-se um espectro de frequência de 8 MHz (veja figura 2). Como toda a informação da imagem está contida em cada uma das bandas laterais, pode-se, para diminuir o espectro de frequência, fazer a transmissão de parte de uma das bandas laterais. Esse processo é chamado de modulação em amplitude com banda lateral vestigial (**Vestigial Band Side, VBS**, em inglês).

Determinou-se que o vestígio é a banda lateral inferior, com as especificações mostradas na figura 3. Nota-se que a faixa total ocupada pela portadora modulada, por um espectro de vídeo de 4 MHz, é de 5,75 MHz. Observe que a banda lateral superior é plana para todo o espectro de vídeo, existindo uma tolerância de faixa de 0,5 MHz para a sua atenuação completa. Já para a banda lateral inferior, a porção plana é de 0,75 MHz, com a mesma tolerância de 0,5 MHz para atenuação completa. Como, além da portadora de vídeo com suas bandas laterais, o canal de televisão contém a portadora de som, essa deverá ser convenientemente localizada e modulada. Com a finalidade de economizar a faixa ocupada, padronizou-se a localização da portadora de som em uma frequência superior à da portadora de vídeo, e logo após a atenuação completa da banda lateral superior, isto é, 4,5 MHz acima da portadora de vídeo.

A figura 4 mostra o espectro completo ocupado por um canal. Existe uma tolerância de 0,25 MHz entre a portadora de som e o limite superior do canal. Como a quantidade de informação sonora

é bem menor que a de vídeo, ela ocupa uma largura de faixa mais estreita.

As portadoras são formadas por uma onda de alta frequência. No caso da portadora de vídeo, a frequência deverá ser, no mínimo, dez vezes maior que a máxima frequência do sinal de vídeo. Como o sinal de vídeo contém frequências de até 4 MHz, a portadora deverá ter uma frequência, no mínimo, igual a 40 MHz.

Portanto, a frequência para portadora cai, na faixa denominada Frequência Muito Alta (**Very High Frequency, VHF**, em inglês), de 30 a 300 MHz, e pode se estender numa faixa superior, denominada Frequência Ultra-Alta (**Ultra High Frequency, UHF**, em inglês), de 300 a 3000 MHz.

De acordo com a última conferência realizada pela União Internacional de Telecomunicações, foram designadas quatro bandas para teledifusão em VHF e UHF. Dentro delas, é possível acomodar 82 canais de televisão (veja figura 5).

Existem 12 canais para teledifusão em VHF, dos quais os de números 2 a 6 são chamados canais baixos e os de número 7 a 13 canais altos. Em UHF, existem 70 canais, recebendo todos a designação de canais UHF.

A figura 6 exemplifica a locação dos canais baixos ao longo da faixa de VHF. Pode-se observar que os canais 2, 3 e 4 se sucedem imediatamente em frequência, e existe um intervalo de 4 MHz entre os canais 4 e 5.

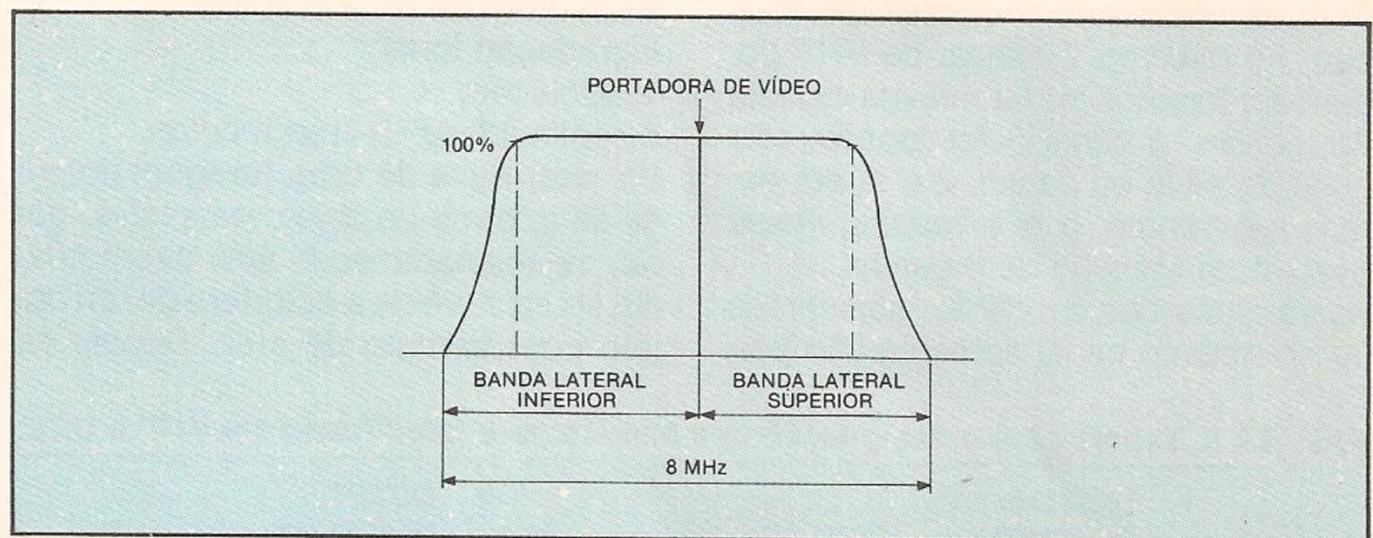


FIGURA 2. Representação gráfica de modulação em AM do sinal de vídeo.

FIGURA 3. Espectro de vídeo do canal de televisão.

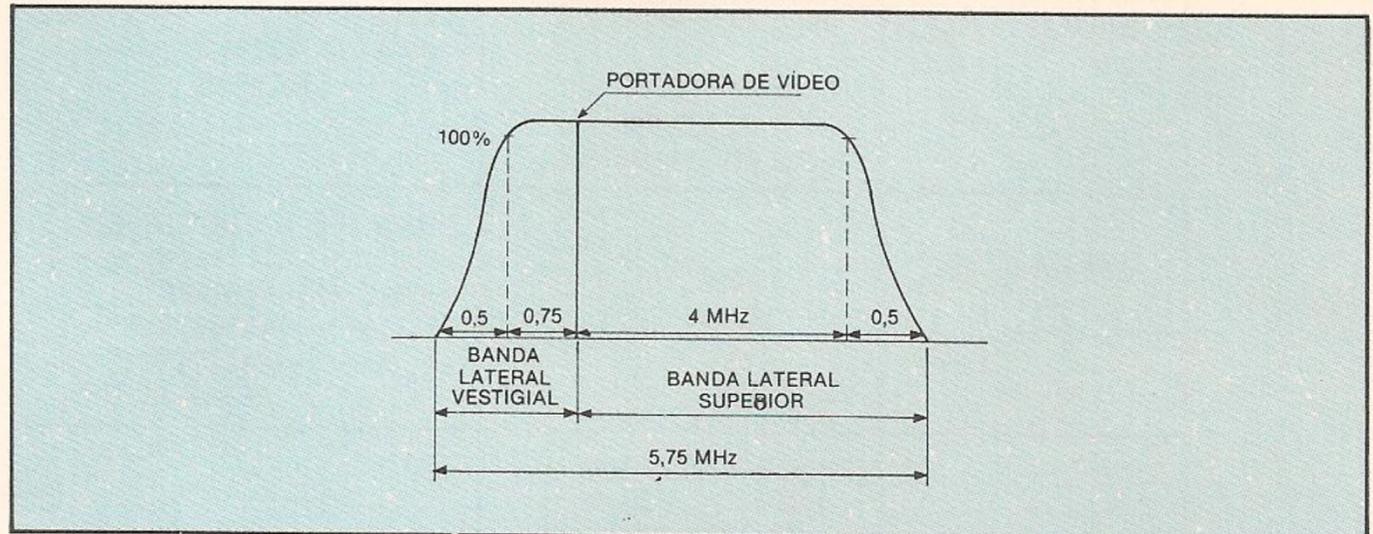
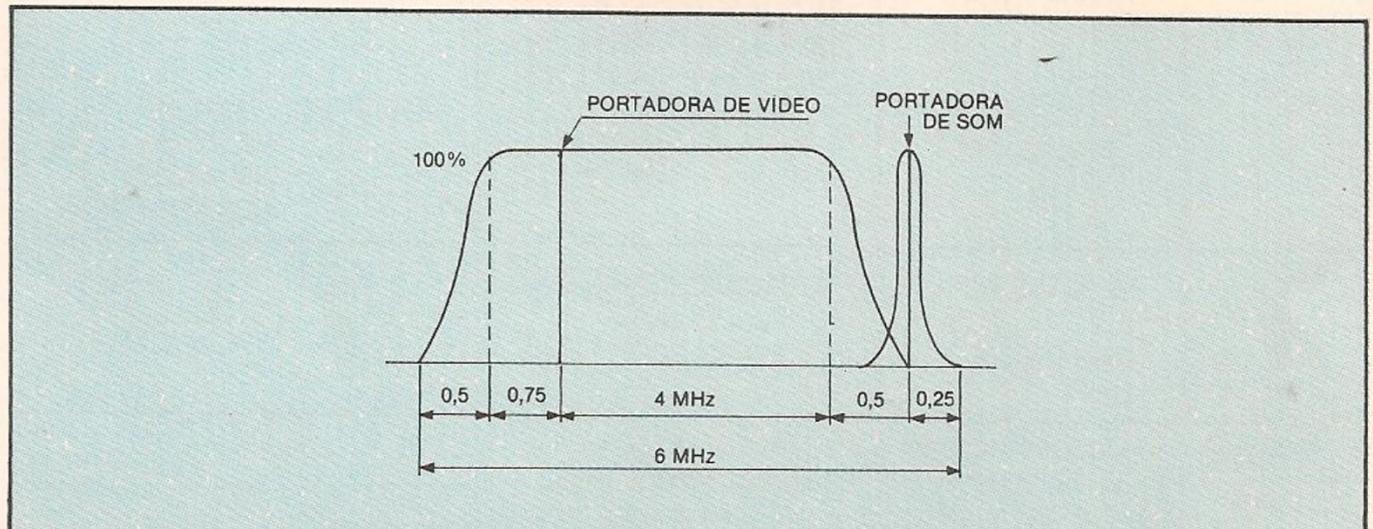


FIGURA 4. Espectro completo ocupado por um canal de televisão.



Denominam-se canais adjacentes aqueles que se sucedem imediatamente em frequência, e não em número. Assim, tomando-se um canal em particular, poderá existir um canal adjacente superior e um canal adjacente inferior. Por exemplo, em relação ao canal 3, o canal 2 será o adjacente inferior e o canal 4, o adjacente superior.

Por ser extremamente difícil realizar um receptor que tenha grande seletividade nas frequências de VHF e UHF, não são permitidas operações de canais adjacentes que sejam geograficamente próximos. Por exemplo, na cidade de São Paulo, foram locados os canais 2, 4, 5, 7, 9, 11 e 13; no Rio de Janeiro foram locados os canais 2, 4, 6, 8, 11 e 13.

Pode-se notar que, com essa distribuição, no máximo 7 canais de VHF podem ser locados numa mesma cidade. Se, porém, o canal 3 for locado, não poderão sê-lo os canais 2 e 4, por serem adjacentes, o que resulta, nesse caso, num máximo de 6 canais.

As transmissões em canais adjacentes ou no mesmo canal somente são per-

mitidas se as emissoras forem suficientemente distantes entre si, de maneira a não provocar interferências no receptor de TV.

Para as estações em VHF de mesmo canal, deve ser observada uma distância mínima de 270 a 350 km e, para os canais adjacentes, uma distância mínima de 100 km.

Para as estações em UHF de mesmo canal, deve ser observada uma distância mínima de 250 a 330 km e, para os canais adjacentes, uma distância mínima de 90 km.

Vamos analisar agora as principais características de uma imagem, que deverão ser mantidas na sua transmissão ou reprodução. Nessa análise, serão tratados os seguintes itens:

- estrutura de uma imagem;
- gradação tonal;
- resolução;
- continuidade de movimentos.

Por **estrutura de uma imagem** entende-se a forma do objeto no sentido geral, relacionada com sua geometria. Na figura 7, vê-se a estrutura de um objeto com formato de cruz. Depois de

reproduzida a imagem, a estrutura deve conservar-se fielmente; caso contrário, a imagem terá sofrido uma deformação de estrutura.

Os limites da imagem de televisão foram adotados dentro de um retângulo mais largo que alto, com uma relação largura/altura igual a 4/3. As razões para tal escolha têm muito a ver com a experiência anterior de pintura, fotografia e cinema: a forma circular ou elíptica é muito menos agradável à vista do que a retangular. A maior largura em relação à altura se deve ao fato de que os movimentos na vida do homem são muito mais frequentes no sentido horizontal do que no vertical.

Os primeiros tubos de imagem (cinescópios) fabricados apresentavam telas em formato circular, devido a fatores de resistência mecânica à pressão atmosférica. Isto resultava no problema de se reproduzir numa tela circular a forma retangular da imagem. Atualmente, a tecnologia permite a construção de cinescópios de tela retangular, havendo assim aproveitamento total da imagem.

Gradações tonais são as diferenças de luminosidade existentes entre as várias partes de uma imagem não colorida. As gradações tonais de um objeto deverão, então, ser adequadamente reproduzidas nas gradações tonais de sua imagem.

Diz-se que uma imagem possui boa **resolução** quando nela estão representados os mínimos detalhes do objeto. Como é a vista humana que faz o julgamento final da qualidade de reprodução de uma imagem, é de se esperar que um padrão de resolução seja satisfatório para umas pessoas e não para outras. Conclui-se também que a escolha de um padrão de resolução dependerá da distância da qual se pretende observar a imagem, sendo inútil incluir nela detalhes que a vista não possa distinguir.

Assim, para se especificar a resolução de uma imagem, são feitas algumas convenções.

Uma imagem pode ser sempre dividida em áreas elementares de gradação tonal uniforme. Tome-se por exemplo a figura 8, onde se tem uma imagem constituída pela letra T cinza, pela letra E preta e pelo fundo branco.

Essa imagem está dividida em áreas quadradas de lado u , de forma que esses quadrados se apresentam sempre com apenas uma das três gradações

FIGURA 5. Tabela com a designação das bandas para teledifusão em VHF e UHF.

FAIXA	DESIGNAÇÃO DE BANDA	TELEVISÃO	OUTROS SERVIÇOS
VHF	BANDA I CANAIS BAIXOS	54 a 60: CANAL 2 60 a 66: CANAL 3 66 a 72: CANAL 4 76 a 82: CANAL 5 82 a 88: CANAL 6	72 a 76: FIXOS E MÓVEIS
	BANDA II		88 a 108: RADIODIFUSÃO EM FM 108 a 174: FIXOS E MÓVEIS AMADOR E AERONÁUTICA
	BANDA III CANAIS ALTOS	174 a 180: CANAL 7 180 a 186: CANAL 8 186 a 192: CANAL 9 192 a 198: CANAL 10 198 a 204: CANAL 11 204 a 210: CANAL 12 210 a 216: CANAL 13	216 a 470: FIXOS E MÓVEIS AMADOR E AERONÁUTICA
UHF	BANDAS IV E V CANAIS DE UHF	470 a 890: CANAIS 14 A 83	
<p>NOTAS: Os números indicam a frequência em MHz. FIXOS: comunicações entre dois pontos fixos. MÓVEIS: comunicações entre dois pontos móveis.</p>			

tonais representadas: branco, preto e cinza. Esse quadrado recebe o nome de elemento de imagem.

Pode ser conceituada, portanto, como área elementar de imagem, a área que possui gradação tonal uniforme e que corresponde, em tamanho, ao menor detalhe dessa imagem.

Somente em casos muito particulares, como o da figura 8, um elemento de imagem pode assumir dimensões tão grandes em relação à imagem. Se a figura contivesse letras como B, C, D, que são constituídas de linhas curvas, ou letras como A, M, N, que possuem linhas inclinadas, a mesma divisão em elementos de imagem não seria possível. A figura 9A é um exemplo da imagem de um círculo construído com elementos de imagem quadrados como o da figura 8. Note-se a grande distorção de estrutura de imagem em relação ao objeto. A figura 9B é a mesma imagem de um círculo com elementos de imagem quadrados bem menores que os do anterior. Observe que a distorção diminuiu.

De um modo geral, quanto maior o número de elementos de imagem por uni-

dade de área, melhor será a resolução da imagem reproduzida.

No cinema, a ilusão da **continuidade de movimentos** é criada pela apresentação em seqüência rápida de quadros estáticos, cuja disposição dos objetos é modificada levemente de quadro para quadro. Se a freqüência de apresentação desses quadros for suficientemente grande, a persistência de visão do observador não lhe permitirá distinguir um quadro do outro.

Esse processo é acompanhado de dois fenômenos indesejáveis:

- O movimento da imagem é descontínuo e, se as disposições relativas dos objetos em quadros sucessivos variam demais, a descontinuidade torna-se perceptível.
- A luminosidade da imagem é intermitente, pois a tela torna-se escura enquanto o quadro está sendo trocado. Se a freqüência de repetição é pequena, a imagem cintila.

Para se obter a continuidade de movimento, adotou-se uma repetição de 48 quadros por segundo, para o caso do cinema, que produz cintilação quase

imperceptível, mesmo para luminosidades muito intensas.

No Brasil, adotou-se na televisão a repetição de 30 quadros por segundo, sendo que cada quadro é exposto duas vezes.

A transmissão eletrônica da imagem é constituída pela tradução das diversas gradações tonais dos elementos de imagem de uma cena em sinais elétricos, e em seu envio ao aparelho receptor de TV.

No receptor, esses sinais elétricos são novamente convertidos em sinais luminosos e dispostos nas mesmas posições relativas em que se achavam na cena transmitida, recompondo-se a imagem.

O envio dos sinais elétricos de todos os elementos da imagem é feito em seqüência, um imediatamente após o outro, utilizando-se um único canal de transmissão.

A figura 10 dá uma idéia desse sistema. Cada célula fotoelétrica do elemento transmissor está ligada, em uma ordem conveniente, a um contato de uma chave comutadora S1.

FIGURA 6. Locação dos canais baixos ao longo da faixa de VHF.

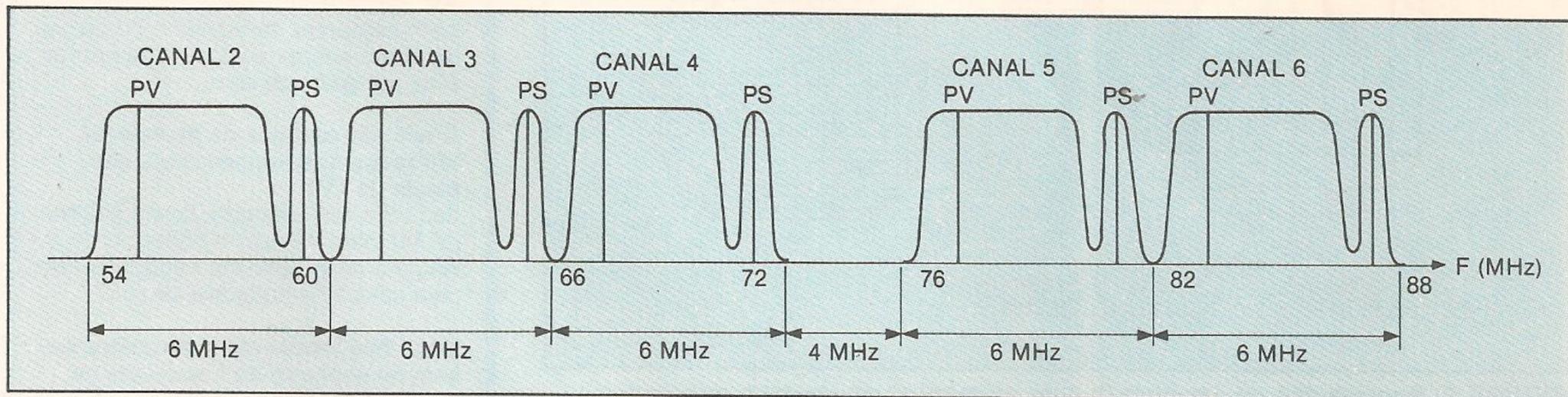


FIGURA 7. A imagem depois de reproduzida sofre uma deformação de estrutura.

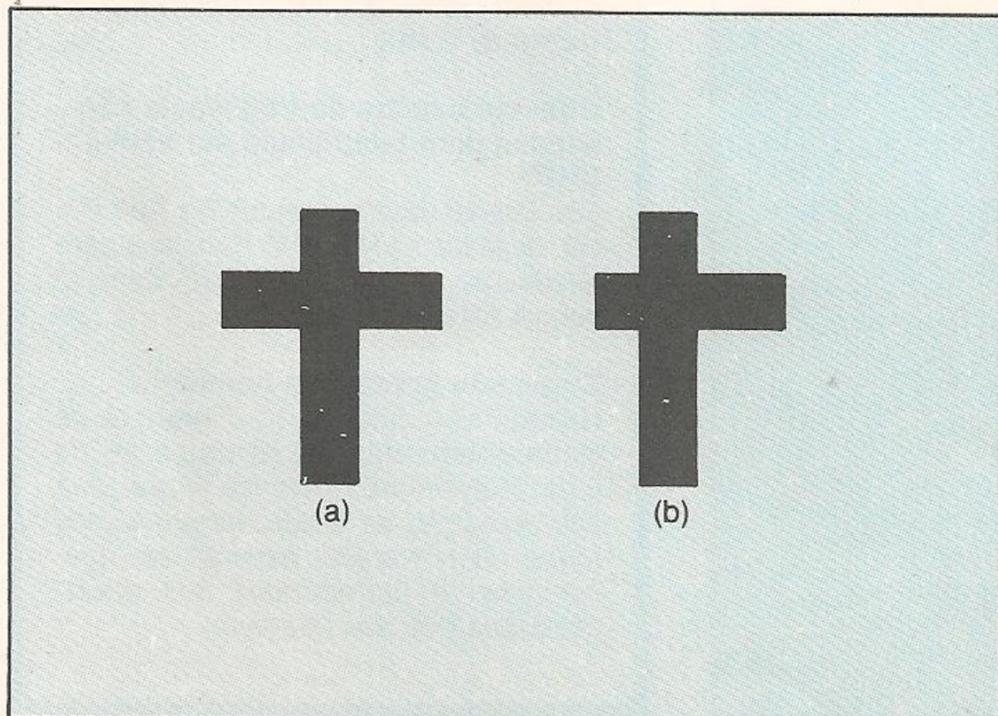
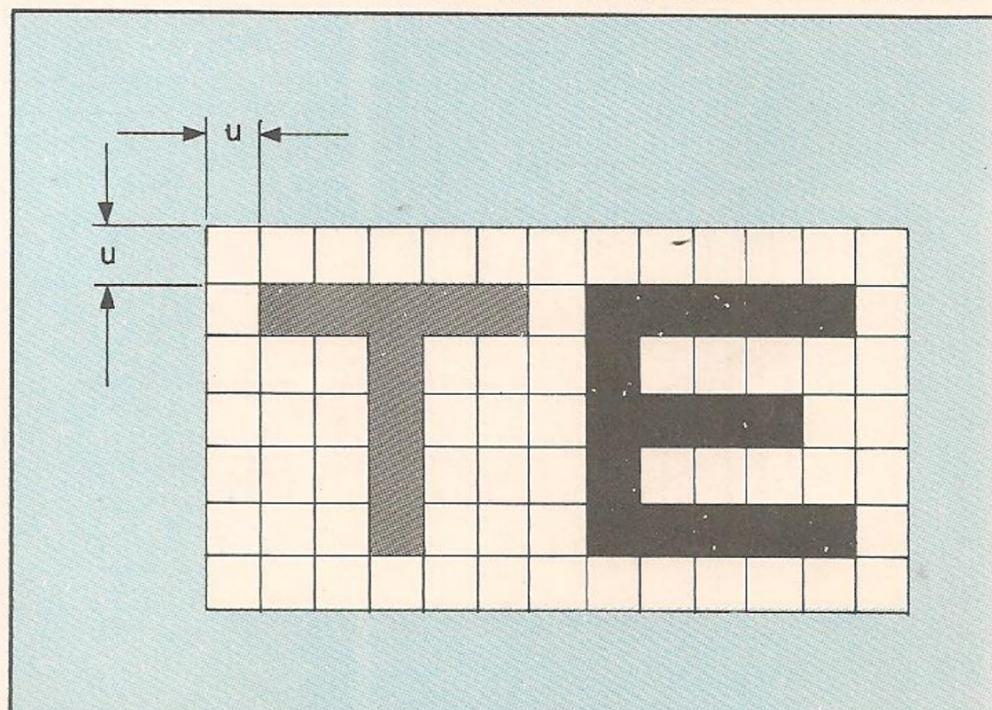


FIGURA 8. Divisão de uma imagem em áreas elementares.



A chave é acionada por um motor ou outro sistema equivalente, de modo que os sinais elétricos das células fotoelétricas são enviados, numa certa seqüência, ao canal de transmissão. O canal de transmissão envia os sinais a uma segunda chave comutadora S2, também acionada por um motor, cujos contatos estão ligados aos elementos do transdutor eletro-foto do receptor, de acordo com a mesma ordem de ligação de S1. No momento em que S1 está na posição correspondente a A, é necessário sincronizar o seu movimento com o da chave S2, mediante o envio de um sinal de sincronismo feito no mesmo canal de transmissão. Dessa forma, havendo perfeito sincronismo entre S1 e S2, cada elemento do transdutor eletro-foto traduzirá a gradação tonal do elemento de imagem correspondente no transmissor. A imagem é, assim, restituída. A operação de comutação entre um elemento e outro recebe o nome de ex-

ploração ou varredura de imagem. Essa operação deverá ser realizada numa velocidade tal que a vista humana não possa perceber que o primeiro elemento apagou-se quando estiver sendo explorado o último. Em caso contrário, a imagem cintila. O sistema que acabamos de analisar é o caso elementar de varredura mecânica. A sua impraticabilidade em televisão é patente: além da grande complexidade do transdutor, ele exige uma chave comutadora de cerca de 150 000 posições. Com o advento do tubo de raios catódicos, foi possível substituir a varredura mecânica por uma varredura eletrônica, que apresenta vantagens sob todos os aspectos. Entre os sistemas de varredura eletrônica, foi escolhido para a televisão o sistema de varredura magnética com focalização eletrostática (cinescópio) ou magnética (válvula captadora de imagem). Depois de estabelecido o sis-

tema de varredura, resta ainda a escolha da maneira adequada para explorar os elementos de imagem durante a transmissão, e recolocá-los na mesma ordem na recepção. A essa maneira de exploração dá-se o nome de processo de varredura, e ele deverá ser igual tanto para o transmissor como para o receptor. Devido à versatilidade dos sistemas eletrônicos, existem muitas possibilidades de processos de varredura, dos quais serão analisados o seqüencial e o entrelaçado. Cada um desses processos implica determinadas resoluções de imagem e faixa de passagem de canal de vídeo. A padronização do processo de varredura, no caso da teledifusão, é uma imposição dentro de uma certa área, país ou continente. Infelizmente não se adotou o mesmo padrão para todo o mundo, e existem vários padrões diferentes: o americano, o inglês, etc.

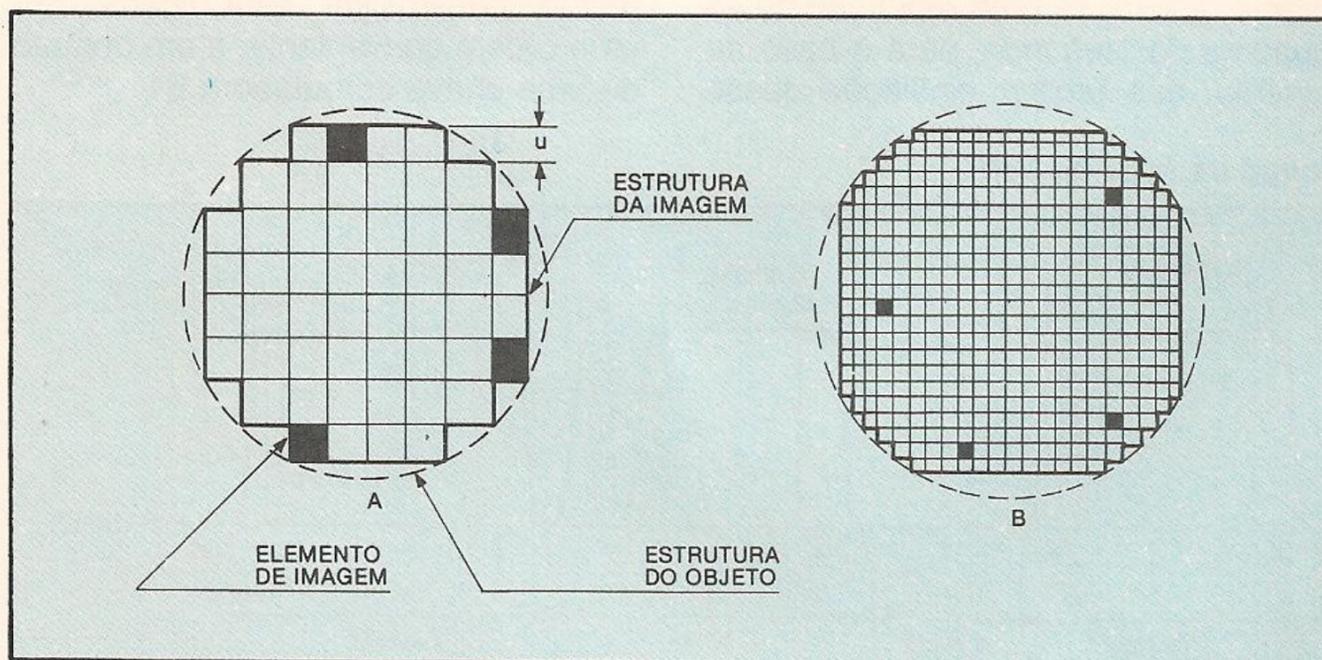
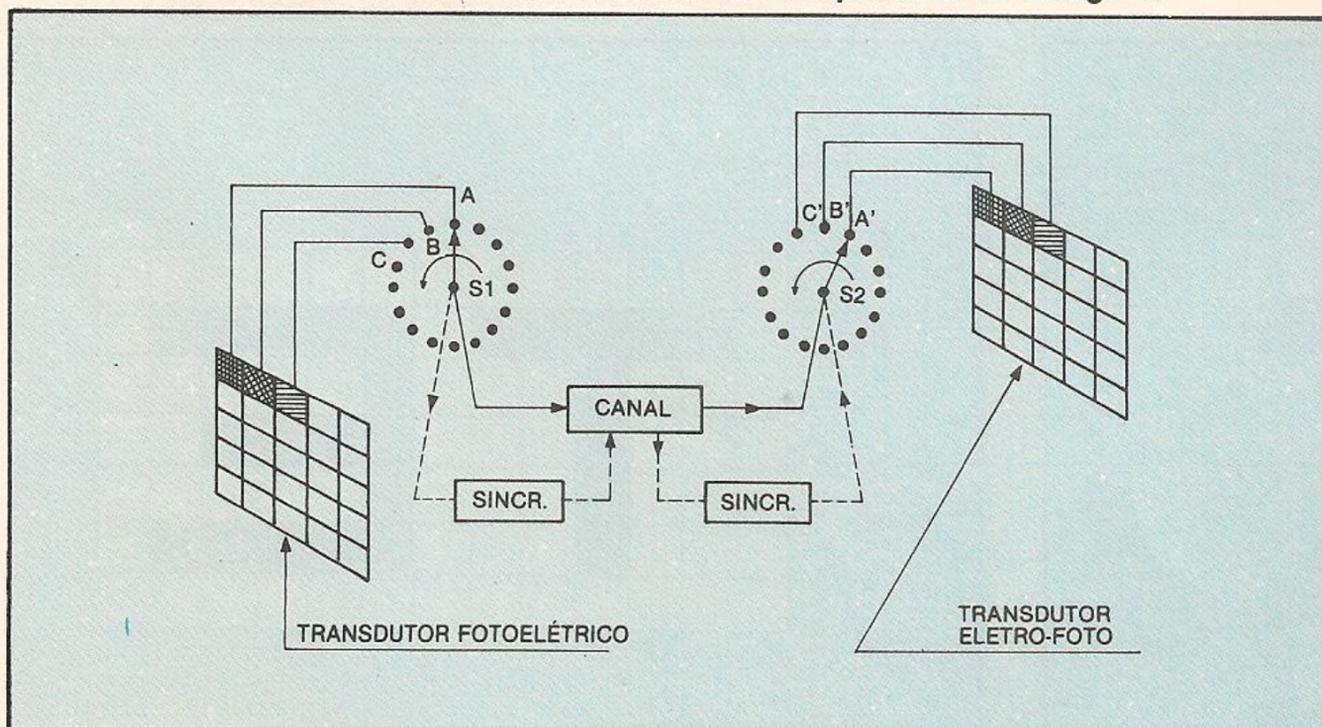


FIGURA 9. Reprodução de um círculo com elementos de imagem quadrados.

FIGURA 10. Sistema mecânico de transmissão seqüencial da imagem.



Para que serve a onda portadora?

Para transportar a informação desde a estação transmissora até o seu televisor. Existe uma portadora responsável pelo transporte da imagem, portadora de vídeo, e outra para o transporte do som, portadora de som.

Quais são os tipos de modulação utilizados nas transmissões dos sinais de TV?

São utilizadas a modulação em amplitude AM, para modular a portadora de vídeo, e a modulação em frequência FM, para modular a portadora de som.

Onde fica localizada a portadora de som no espectro de frequência de um canal de televisão?

A portadora de som fica localizada em uma frequência superior à da portadora de vídeo, isto é, a 4,5 MHz acima da portadora de vídeo.

Quantas bandas de frequência são usadas para teledifusão em VHF e UHF?

São usadas quatro bandas de frequência: duas para VHF, com 12 canais para teledifusão, e duas para UHF, com 70 canais para teledifusão.

O que são gradações tonais?

Gradações tonais são as diferenças de luminosidade entre as várias partes de uma imagem não colorida. Para uma boa recepção de sinais, as gradações tonais de um objeto deverão ser adequadamente reproduzidas nas gradações tonais de sua imagem.

MEDIDAS EM APARELHOS DE ALTA-FIDELIDADE

Você sabe como medir e avaliar as características de um sistema de alta-fidelidade? Neste capítulo, conheça as normas que permitem definir e confrontar os diferentes aparelhos.

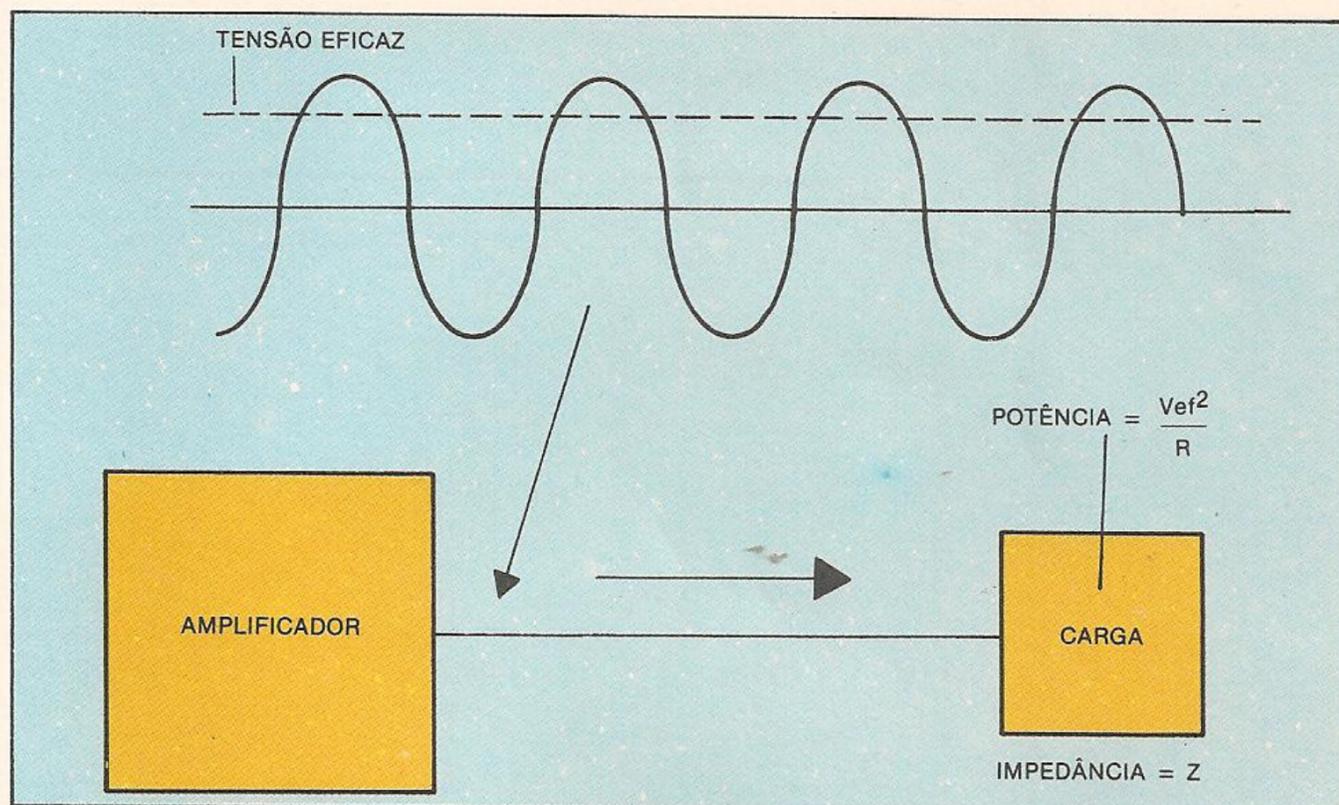
Todo equipamento sonoro de alta-fidelidade é caracterizado por um desempenho e por uma série de requisitos que o usuário deve analisar para avaliar a qualidade do produto.

Para medir as características de um equipamento, podemos recorrer, então, a uma série de procedimentos que permitem determinar o seu nível de atuação.

Visando a uniformidade, para fazer com que todos os equipamentos de alta-fidelidade possam ser definidos unitariamente, algumas entidades desenvolveram normas para medição e controle, com base técnica, que são propostas aos fabricantes a título de recomendação. Essas normas apresentam a vantagem de ser completamente padronizadas e não necessitam, portanto, de explicações específicas no momento de definir as propriedades de cada produto.

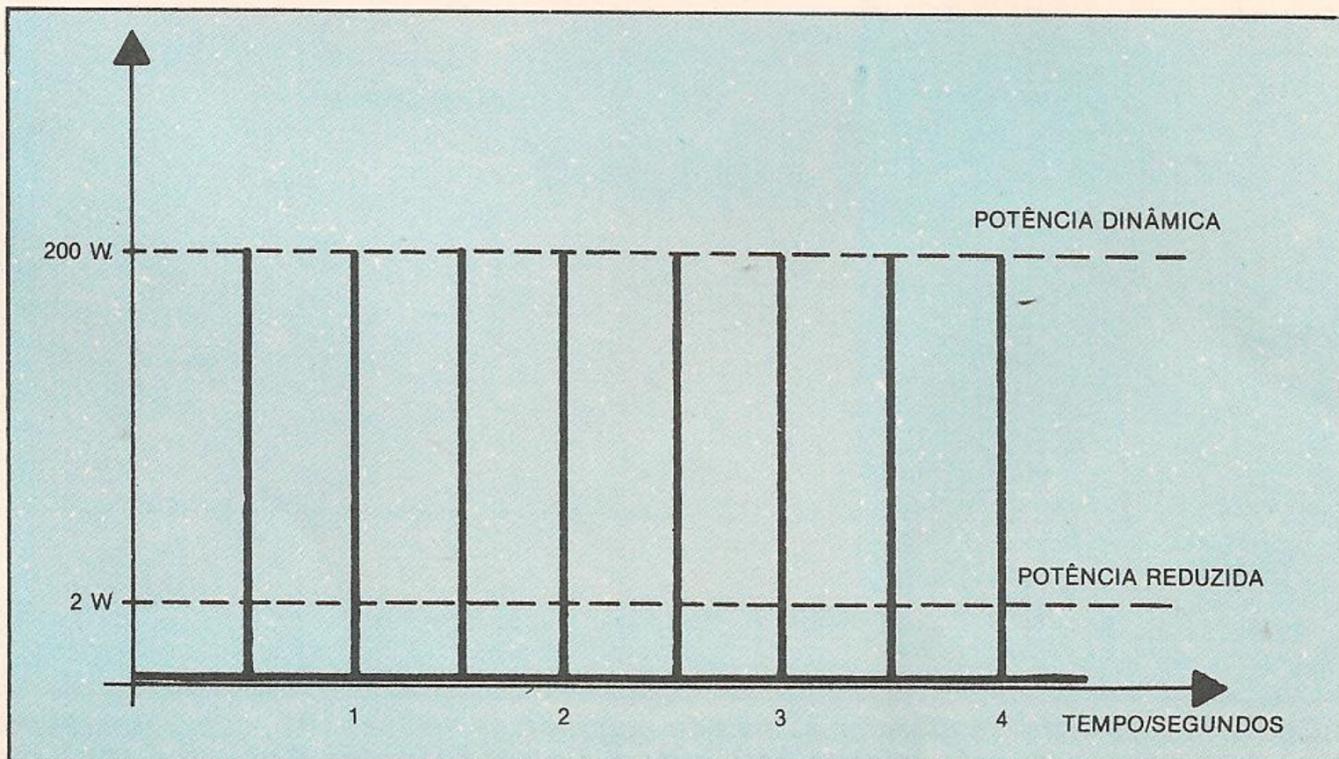
Atualmente estão em vigor dois sistemas de normas, com uma importante projeção internacional, utilizados por fabricantes de diferentes países e acolhidos sem maiores dificuldades pelos usuários. São os sistemas **IHF (Institute of High Fidelity, em inglês)** e **DIN (Deutsche Industrie Normen, em alemão)**.

As normas IHF aplicam-se exclusivamente a amplificadores e sintonizadores. Essas normas têm origem americana e são utilizadas para a medida de equipamentos provenientes dos Estados Unidos ou do Japão. As normas DIN são as pioneiras no campo da alta-fidelidade, mas têm um desempenho mínimo, com probabilidade de criar uma certa confusão quando os siste-



ACIMA: a potência eficaz é obtida com uma onda senoidal pura aplicada sobre uma carga conhecida.

ABAIXO: representação da forma do sinal de prova utilizado para medir a potência dinâmica.



mas de equipamentos ultrapassam demais as condições estabelecidas.

As características especificadas pelas normas IHF e DIN são as seguintes:

- potência de saída;
- resposta de frequência;
- sensibilidade de entrada;
- relação sinal/ruído;
- distorção harmônica total;
- distorção de intermodulação;
- separação entre canais e diafonia;
- fator de atenuação;
- impedância de entrada.

Quanto à **potência de saída**, as normas IHF determinam dois tipos de potência: eficaz e dinâmica.

A **potência eficaz** também chamada de senoidal, nominal, contínua ou RMQ

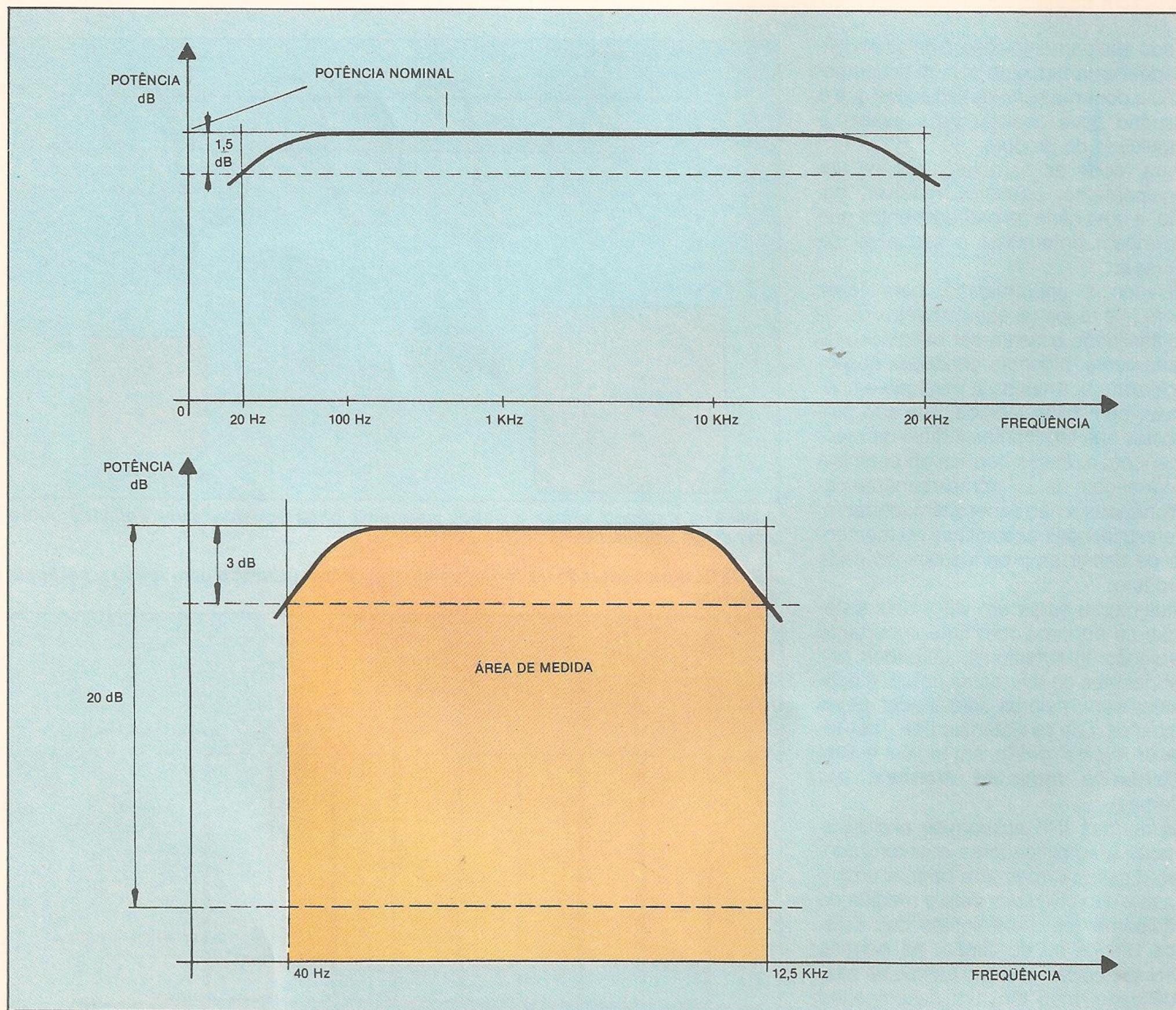
(Raiz Média Quadrática) (**RMS**, em inglês), é a máxima potência fornecida por um amplificador quando um sinal senoidal puro é aplicado em sua entrada. Esta potência deve ser acompanhada pelo valor de frequência do sinal senoidal, pelo valor da distorção total previsível e, finalmente, pela impedância de carga (essa carga pode ser o alto-falante) sobre a qual é aplicada a potência eficaz.

A **potência dinâmica** exprime a capacidade de resposta do aparelho em relação a picos de potência de alto nível e de curta duração. A medida deve ser realizada com a aplicação de um sinal de teste, especificado pelas normas, à frequência de 1 Hz, observando-se o

comportamento do amplificador em relação ao sinal.

As normas DIN fixam previamente um nível de potência mínimo, correspondente a 6 W por canal de estereofonia, para que um aparelho possa ser qualificado de alta-fidelidade. A potência considerada é a eficaz, definida pelos mesmos parâmetros do caso anterior, com especificação da impedância de carga (escolhida entre 4,8 Ω e 16 Ω), da distorção máxima (que corresponde a 1%) e, finalmente, da largura de faixa.

Quanto à **resposta de frequência**, as normas IHF recomendam que deve ser especificado o espectro das frequências nas quais o aparelho trabalha, indicando os dois extremos do mesmo.



ACIMA: resposta de frequência: a) medida segundo as normas IHF, que corresponde a um aparelho com largura de faixa de 20 Hz a 20 KHz; b) resposta mínima para adequar o aparelho aos requisitos das normas DIN para alta-fidelidade.

Deve-se considerar que em toda a faixa existe uma resposta de potência que varia no máximo $\pm 1,5$ dB em relação ao valor nominal. Especifica-se também a impedância de carga.

As normas DIN especificam uma diminuição máxima de 3 dB na potência de saída, medida nas frequências extremas da faixa. Compreendem ainda um espectro de frequências considerado mínimo, entre 40 Hz e 12,5 KHz, e que é estendido pela potência de saída nominal até um valor de 20 dB abaixo da mesma potência (correspondente a 1% da potência nominal).

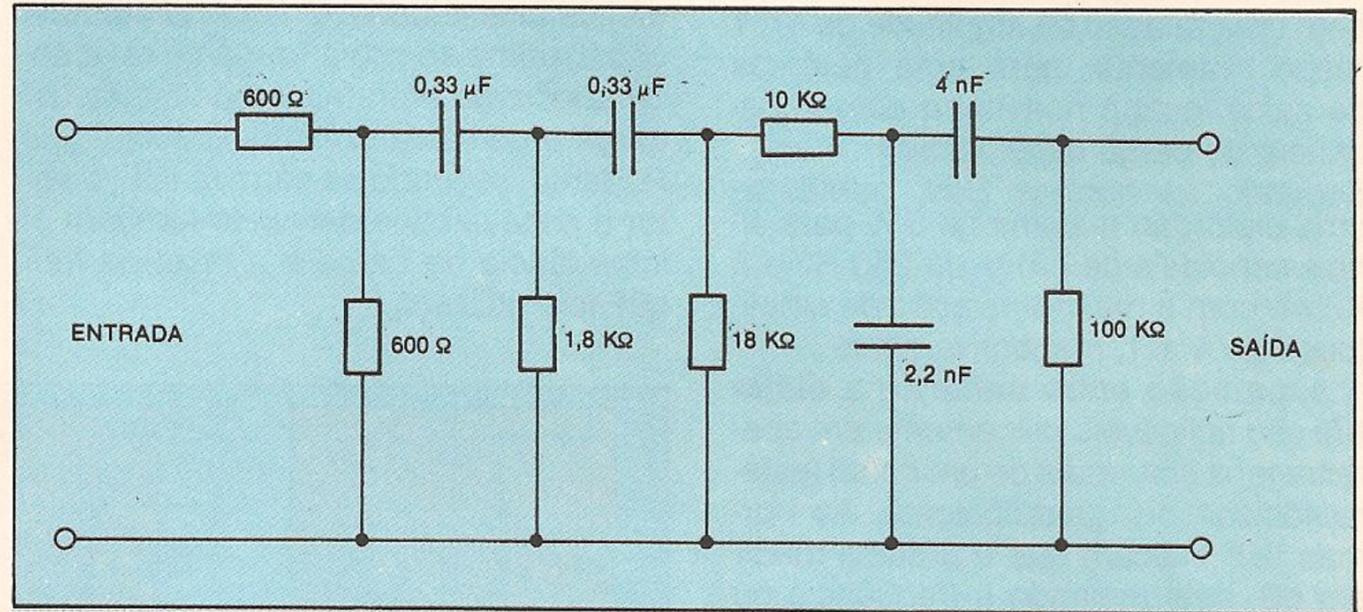
A **sensibilidade de entrada**, em ambas as normas, é definida de forma semelhante e corresponde à tensão eficaz que, amplificada na entrada do aparelho, permite estabelecer o valor da potência nominal.

A **relação sinal/ruído**, de acordo com as normas IHF, é medida com base em uma potência de saída eficaz de 1 W, colocando-se entre um resistor de 1 K Ω

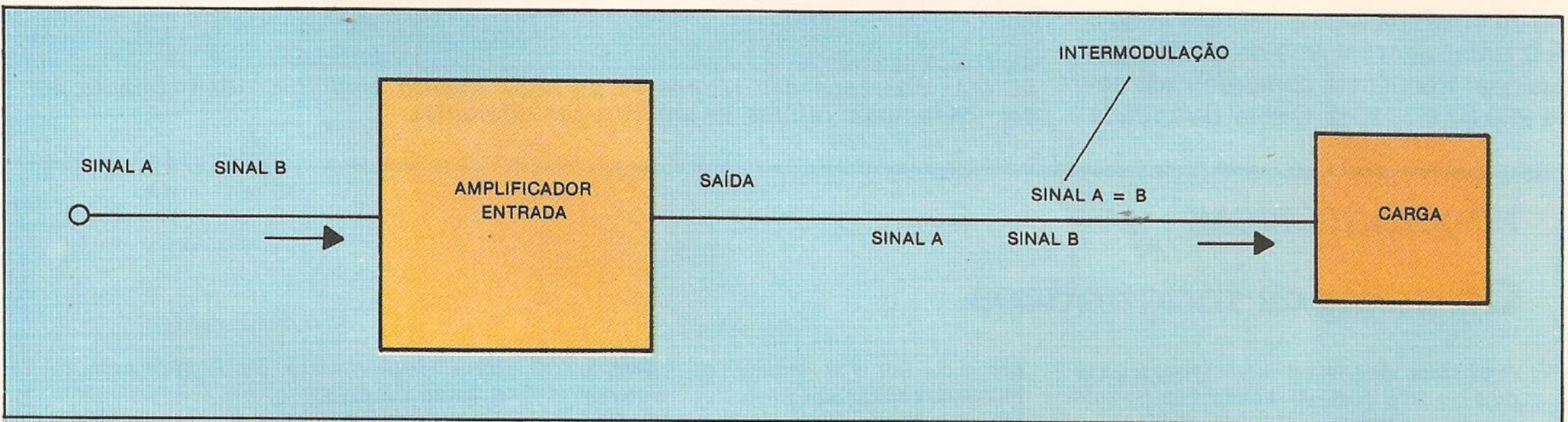
os dois terminais de entrada. A medida é expressa em dB. Para realizar a medida é utilizado um filtro que quantifica o ruído e leva em consideração que algumas frequências de ruído resultam mais incômodas do que outras. Esse filtro é designado pela letra A. As normas DIN admitem uma cifra mínima de

50 dB, em relação a um sinal de 1 KHz, para uma potência nominal de 0,05 W por canal.

A **distorção harmônica total**, segundo o IHF, é medida sobre toda a faixa definida pela resposta de frequência e com a aplicação da potência nominal. Nas normas DIN, é admitido até um



ACIMA: esquema do filtro de ponderação A para a medida da relação sinal/ruído.



ACIMA: sistema de medição da distorção através de intermodulação. São utilizados os sinais de prova A e B, de frequências diferentes, dependendo da norma a que nos estivermos referindo.

ABAIXO: para medir a separação entre os canais, aplica-se um sinal sobre um deles e mede-se o nível resultante sobre o outro.

