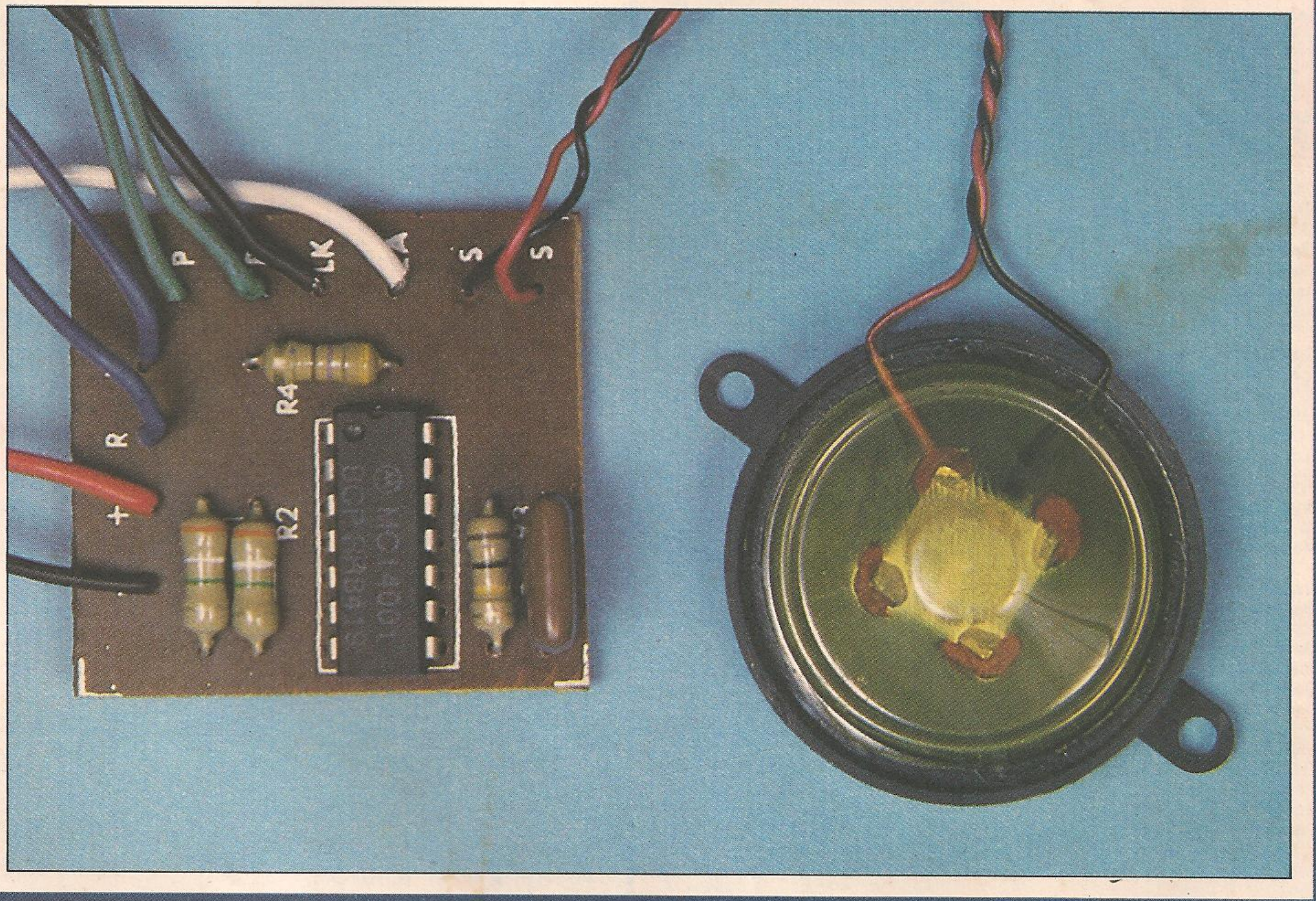
ELETRÔNICA

29 **PASSO A PASSO** Cr$ 3.500

Abril Cultural



COMPONENTES

O MICROFONE

MONTAGEM

NERVO-TESTE

INSTRUMENTAÇÃO

INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO

GRANDE CONCURSO
O SELO VALE MILHÕES
Abril Cultural Abril Cultural Abril Cultural
Colecione fascículos
O patrimônio cultural de sua família

Promoção válida somente no território brasileiro

COMPONENTES

O MICROFONE (1)

Cada vez mais utilizados nas diversas formas de comunicações, os microfones são dispositivos encarregados de transformar os sinais acústicos em sinais elétricos. Conheça aqui os diferentes tipos existentes.

Sob o nome de microfone está compreendida uma ampla variedade de dispositivos de conversão de ondas sonoras — também chamadas sinais acústicos — em sinais elétricos que podem ser tratados por qualquer circuito eletrônico.

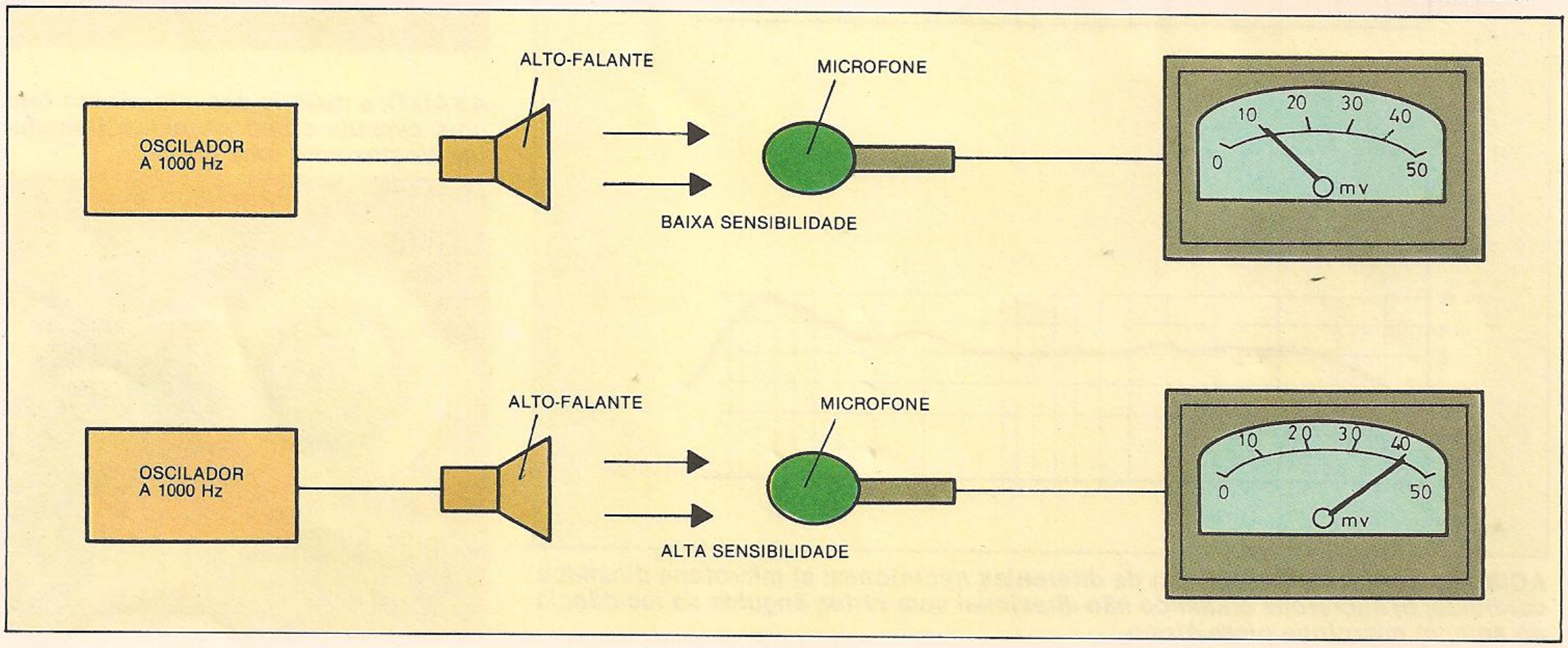
A função essencial é a **transdução** de uma pressão sonora em uma informação elétrica equivalente, conservando todos os detalhes da primeira, de forma que, com um sistema de reprodução perfeito, o sinal possa novamente converter-se em som.

Existe, atualmente, uma ampla variedade de modelos de microfones bastante úteis nas aplicações onde não se requer uma elevada qualidade, mas um custo reduzido, enquanto que, nos casos em que a fidelidade de reprodução é muito importante, é preciso re-



ACIMA: vários modelos de microfones de diferentes tipos: a) microfones dinâmicos; b) modelos projetados para comunicações de rádio; c) microfones de eletreto.

ABAIXO: medida da sensibilidade de um microfone. Aqui, os resultados de duas medidas, com alta e baixa sensibilidade.



correr a aparelhos que ofereçam maior qualidade de reprodução e melhor desempenho.

Os microfones, de um modo geral, podem ser definidos pelos três parâmetros seguintes:

- Sensibilidade: dá uma idéia do nível de sinal que o circuito elétrico externo vai receber do microfone.
- Resposta em freqüência: mede a capacidade de reproduzir com homogeneidade todo o espectro ou faixa de freqüências acústicas requerido.
- Direcionalidade: é o comportamento do microfone em relação à direção de propagação das ondas sonoras.

Tendo em vista a importância destes parâmetros, faremos aqui uma análise mais profunda e detalhada de cada um deles, para conhecer com clareza o comportamento do microfone.

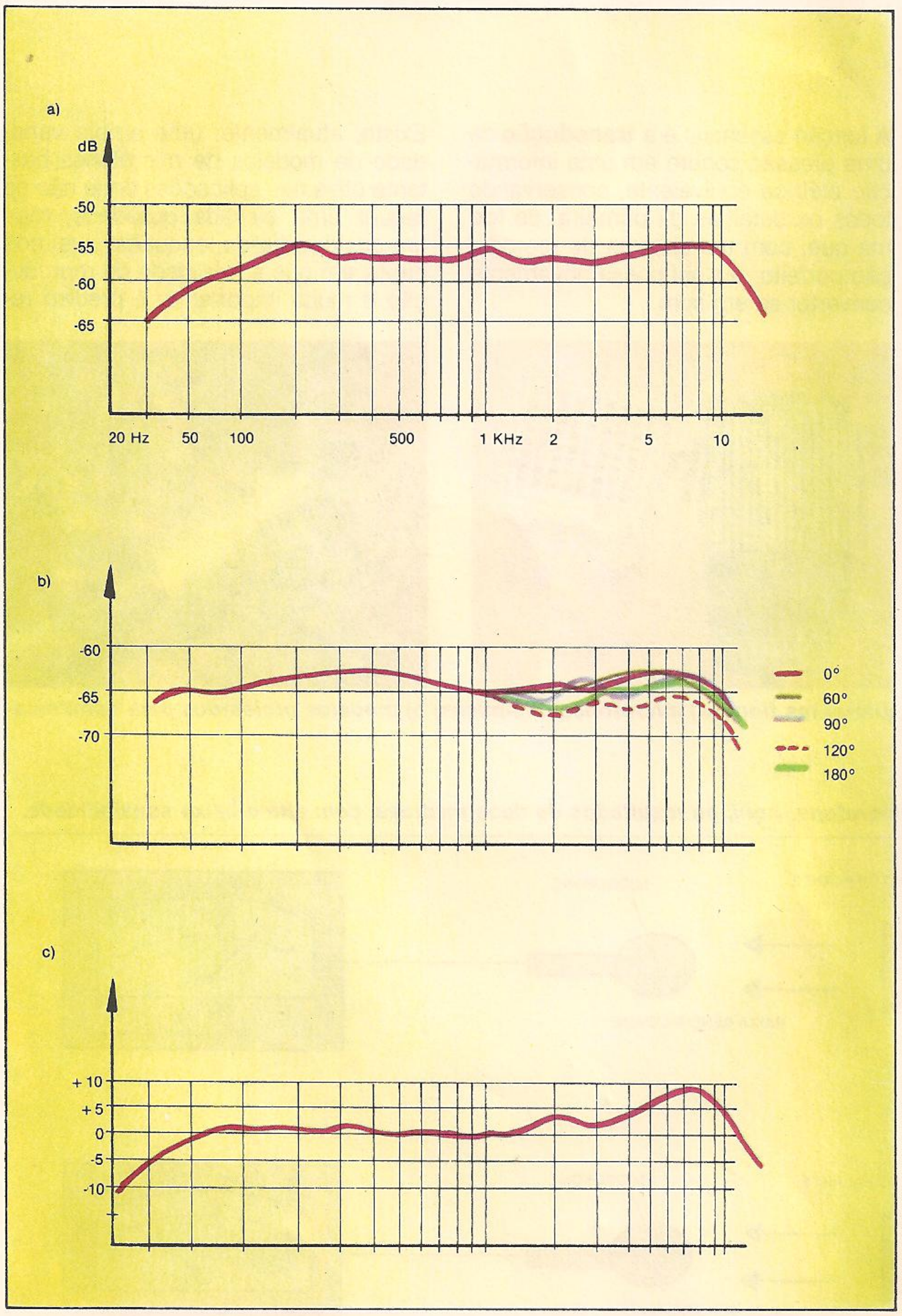
A **sensibilidade** deve ser medida com um valor de pressão normalizado, para que se possa obter comparações significativas entre um modelo e outro. Para determiná-la, mede-se o nível da tensão de saída da cápsula microfônica quando houver sobre a membrana a pressão de 1 microbar (1 dyna/cm²).

Essa tensão normalmente é muito pequena, da ordem dos milivolts, e deve ser medida em **circuito aberto**. Isso implica que o aparelho utilizado para efetuar a medição precisa ter uma impedância de entrada muito elevada, para aproximar-se da condição de medição de tensão em circuito aberto.

O valor de sensibilidade também pode ser definido em decibel, tomando como referência o nível de 1 volt.

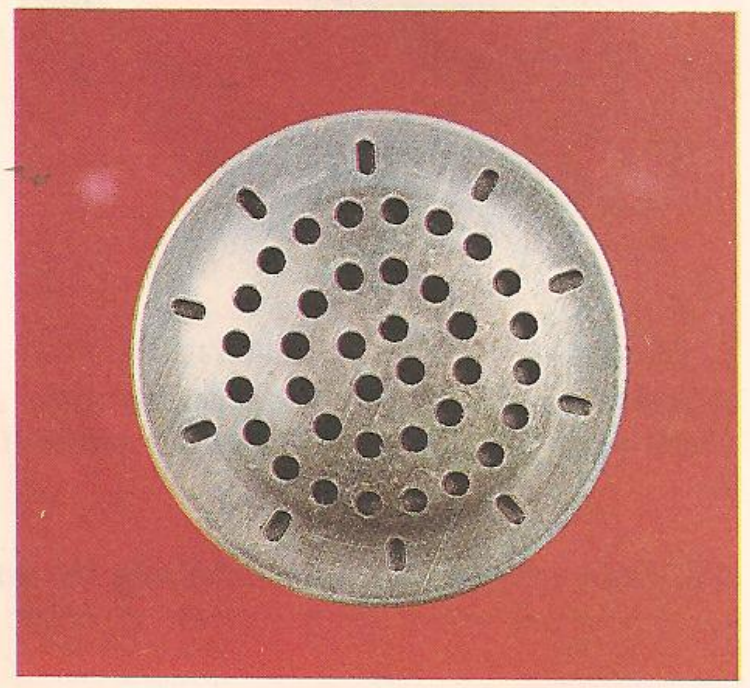
Todos os valores de sensibilidade dos microfones que são expressos em decibéis têm sinal negativo, pois não alcançam, em nenhum caso, o nível de referência, e os microfones mais sensíveis são aqueles que têm o número mais próximo do zero.

Um valor normal para um microfone de

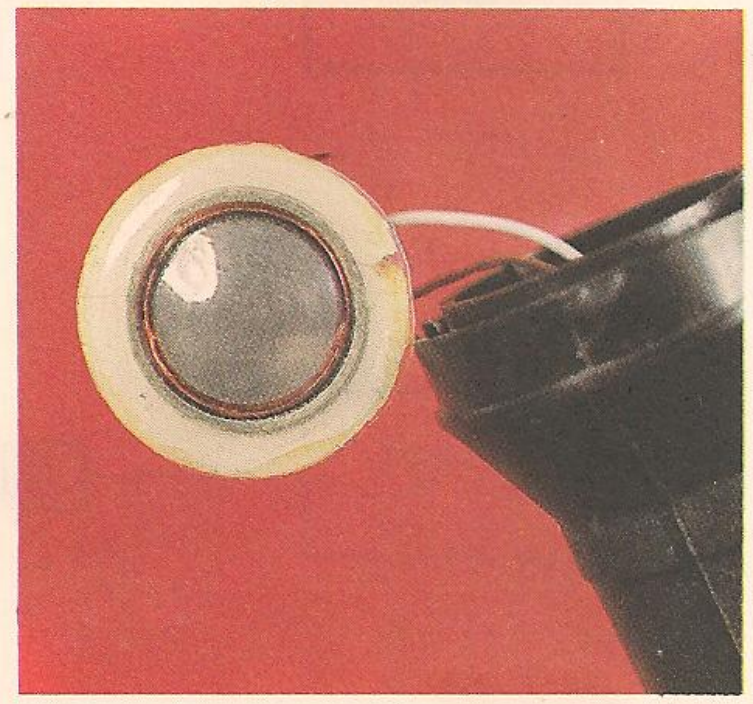


ACIMA: resposta em freqüência de diferentes microfones: a) microfone dinâmico cardióide; b) microfone dinâmico não-direcional com vários ângulos de incidência do som; c) microfone piezelétrico.

ABAIXO: microfone de carvão, muito usado em telefonia.



ABAIXO: a maioria dos microfones tem uma cápsula como elemento transdutor. Vemos aqui uma delas.



alta sensibilidade é -59 dB, enquanto os menos sensíveis têm níveis de -80 dB. Além desses valores, indica-se também a freqüência da excitação acústica como referência. Na maioria dos casos, utiliza-se o valor de 1 KHz.

A fidelidade de um microfone é determinada essencialmente por sua **resposta em freqüência**, que pode ser representada graficamente assinalando, para cada freqüência sonora recebida, o nível de saída obtido nos terminais microfônicos. Normalmente existe uma área relativamente plana nas médias freqüências, com queda nos extremos da faixa.

A **direcionalidade** define o ângulo de retomada dos sons quando se instala um determinado microfone. É um fator muito importante, e em função das aplicações é preciso utilizar modelos mais ou menos direcionados.

Em alguns casos, é conveniente utilizar microfones capazes de captar qualquer som produzido em volta. Outras vezes, no entanto, é mais interessante receber unicamente aqueles sinais que provêm de um lugar bem determinado, como, por exemplo, a fala de um orador ou o som de um determinado instrumento musical. Pode acontecer situações em que, além de captar perfeitamente as ondas sonoras frontais, seja necessário dispor de uma certa sensibilidade lateral. Todos esses casos são solucionados com a utilização de microfones adequados, e essa adequação é sempre definida pelo parâmetro da direcionalidade.

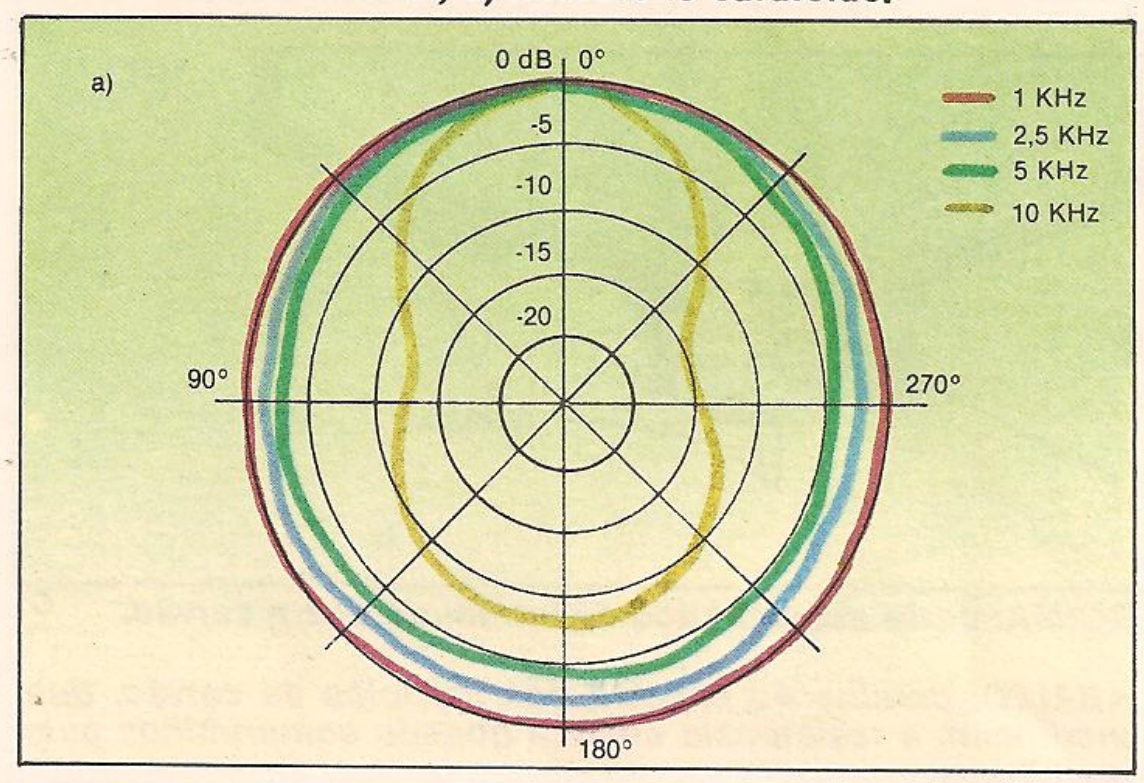
Levando em consideração as várias necessidades diferentes, são encontrados à venda diversos modelos de microfones, de diferentes direcionalidades. Assim, temos os microfones **unidirecionais**, que são aqueles que absorvem somente os sons que se propagam ao longo da linha perpendicular à sua parte frontal e sobre um reduzido ângulo ao seu redor.

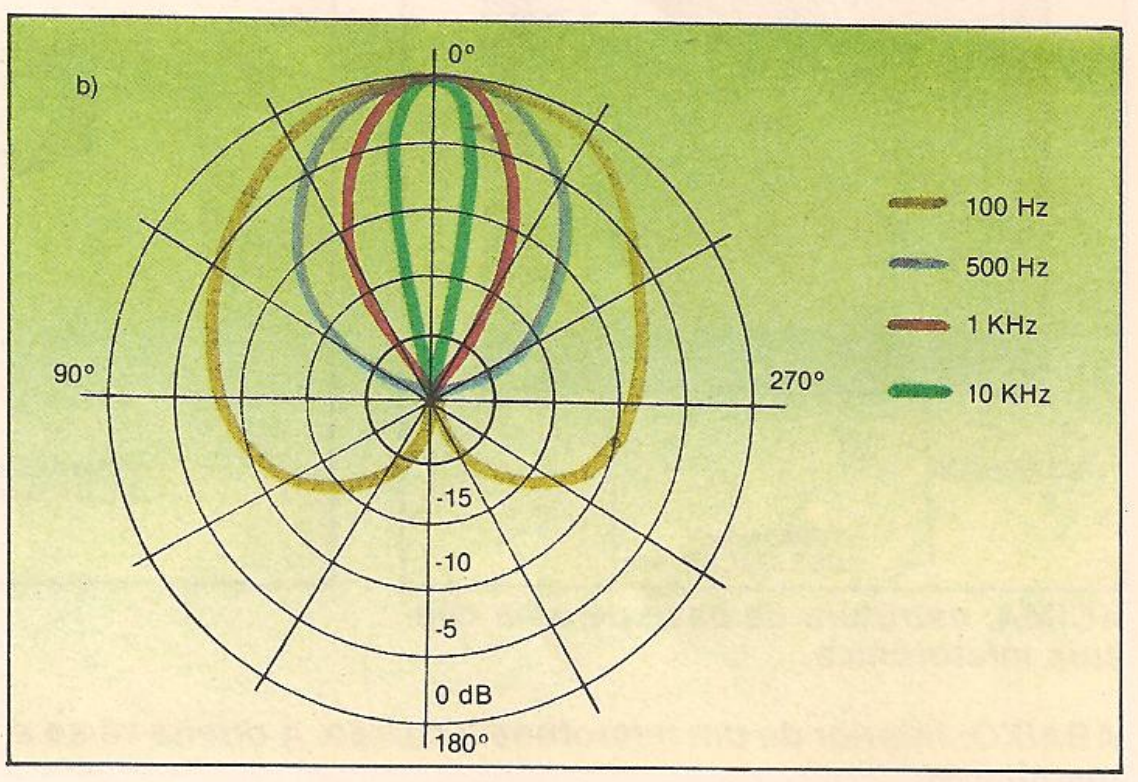
Os microfones **omnidirecionais** conseguem captar qualquer som, independentemente de seu ângulo de proveniência em relação ao eixo do microfone. Os modelos **bidirecionais** e **cardióides** representam um meio-termo entre os dois primeiros tipos. Os bidirecionais captam as ondas frontais e posteriores e os cardióides, as ondas frontais e ainda uma ampla região nos lados do eixo do microfone, incluindo uma parte da região posterior. A estrutura fundamental de um microfone de qualquer tipo é formada por uma membrana vibratória, que recebe as ondas sonoras e por um elemento elétrico, acoplado mecanicamente à membrana, e que é sensível às oscilações transmitidas por ela.

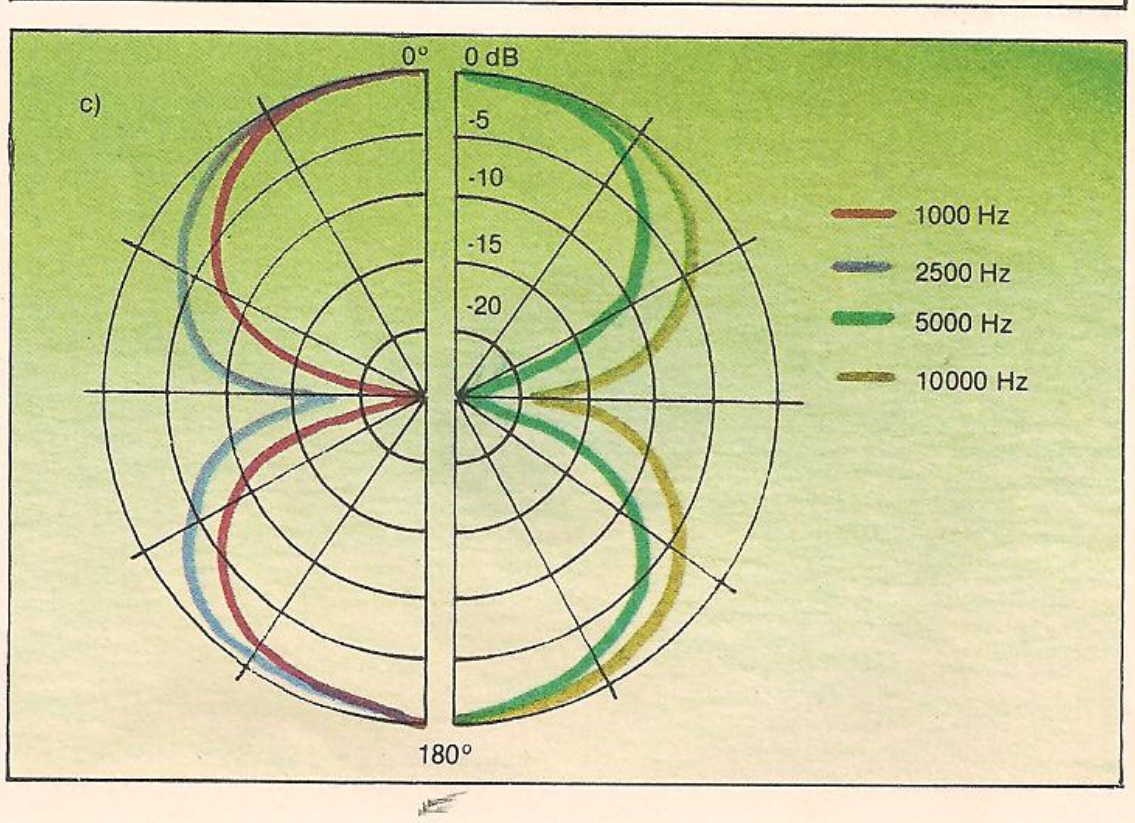
Sobre a membrana, que pode ser considerada a parte de base, existem diferentes projetos em que são utilizados sensores elétricos.

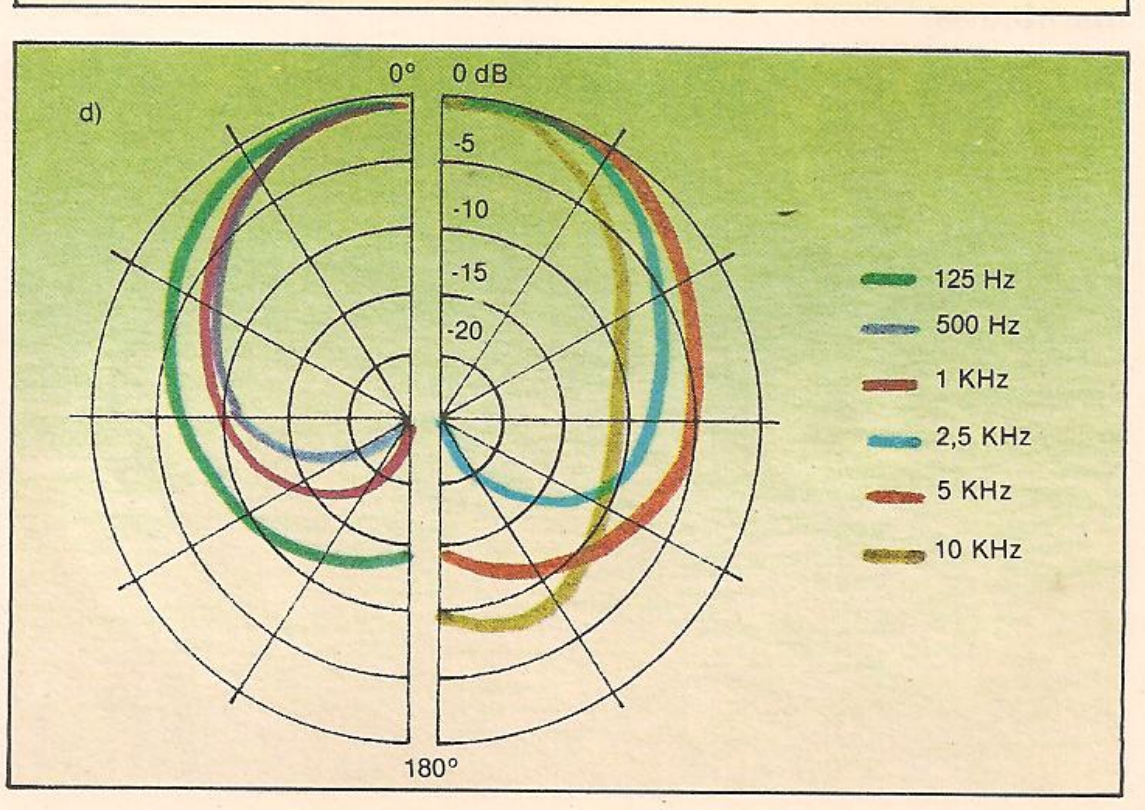
Normalmente, a maior parte dos microfones é composta por uma célula transdutora propriamente dita, denominada **cápsula microfônica**, envolvida por uma série de elementos de proteção, entre os quais deve-se incluir a carcaça

ABAIXO: diagramas polares de vários tipos de microfones: a) microfone não-direcional; b) microfone direcional ou diretivo; c) microfone bidirecional; d) microfone cardióide.









externa. Alguns modelos possuem um pequeno circuito amplificador, um sistema de alimentação, que pode ser a pilha, e um interruptor liga/desliga.
Às vezes, o microfone tem também um pequeno transformador de impedância.
Os tipos de microfones mais utilizados atualmente são os seguintes:

- Microfones de carvão
- Microfones dinâmicos
- Microfones de condensador
- Microfones piezelétricos.

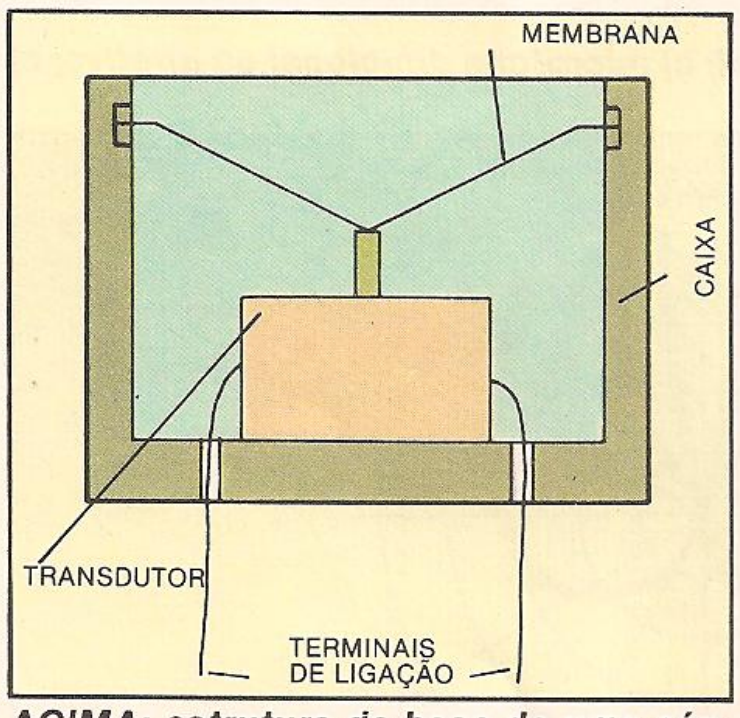
O primeiro tipo, o microfone de carvão, foi também o primeiro a ser desenvolvido industrialmente. Suas principais características são o elevado nível de saída, a notável resistência e o baixo custo, embora tenha também o inconveniente de ser pouco fiel. Apesar disso, esses modelos são bastante utilizados em determinados casos, sobretudo no campo da transmissão, com os aparelhos telefônicos.
O transdutor elétrico (pó carbônico) é sensível aos movimentos da membrana e modifica o próprio valor de resistência. O microfone tem uma pequena cesta metálica que contém finíssimos grânulos de carvão. Sobre esses grânulos existe uma parte em forma de bolha, firmemente unida a uma membrana metálica bem fina, que é destinada a receber as ondas sonoras.
A resistência elétrica da massa de carvão depende da distância entre os grânulos e da força de compressão aplicada sobre eles. Dessa maneira, a uma pressão maior corresponde inevitavelmente uma resistência menor.
Esse tipo de microfone não gera nenhuma tensão de saída, mas produz apenas uma variação de resistência. Aplicando externamente uma corrente contínua, essas variações de resistência são convertidas em variações de tensão.
Esses sinais são reunidos pelos circuitos externos através dos condensadores que impedem completamente a passagem da componente contínua, ou então através de um transformador separador.

Qual é a função fundamental de um microfone?
É converter uma informação sob a forma de ondas sonoras em uma outra, equivalente, de tipo elétrico.

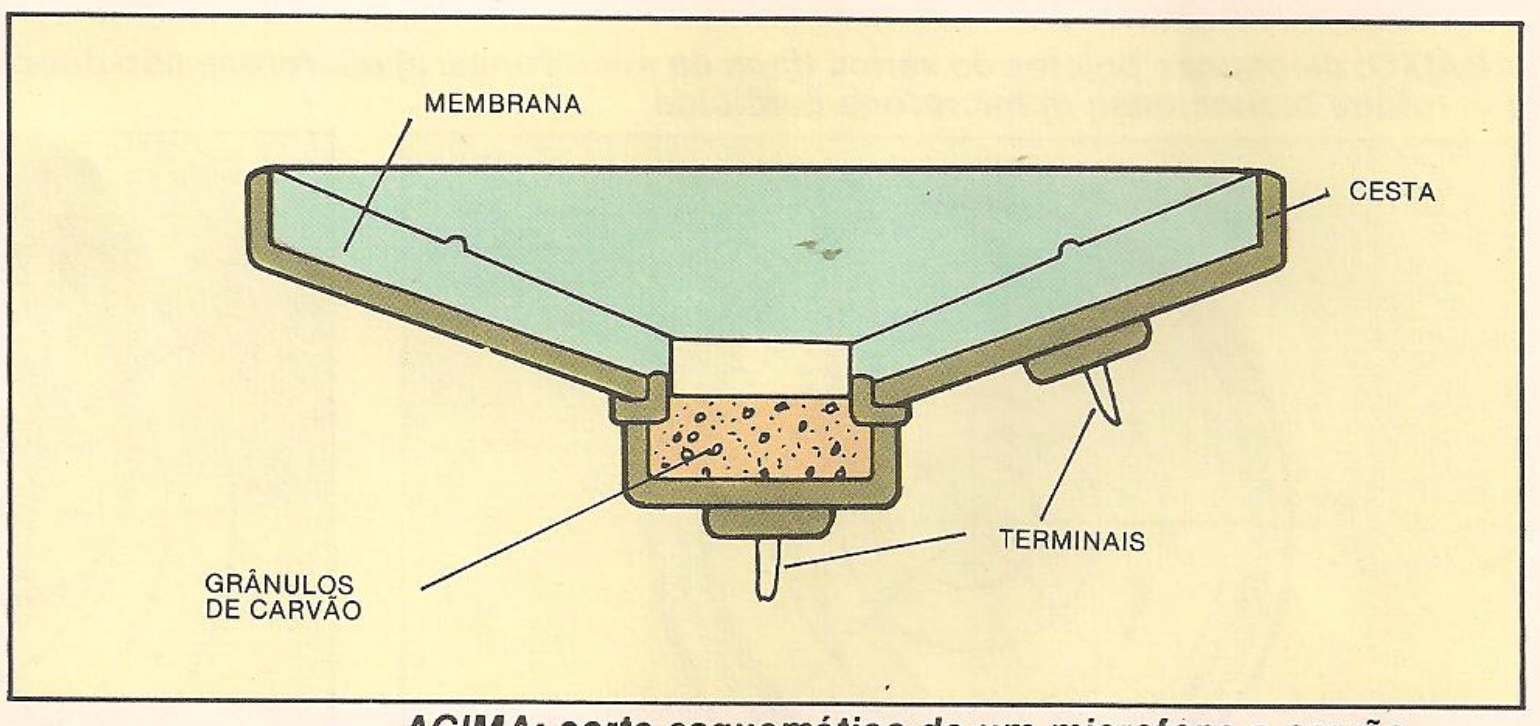
O que é a sensibilidade?
A sensibilidade serve para exprimir o maior ou menor nível de sinal elétrico que pode ser produzido por um microfone, em função de um determinado nível de excitação acústica.

Do que depende a fidelidade de reprodução?
Da resposta do microfone a sinais sonoros de freqüências diferentes. Com isso, serão mais ou menos alteradas as componentes sonoras originais, determinando ou não o mesmo timbre do som.

O que significa a direcionalidade de um microfone?
Com a direcionalidade é indicada a capacidade que o microfone tem de captar os sons nas várias direções.

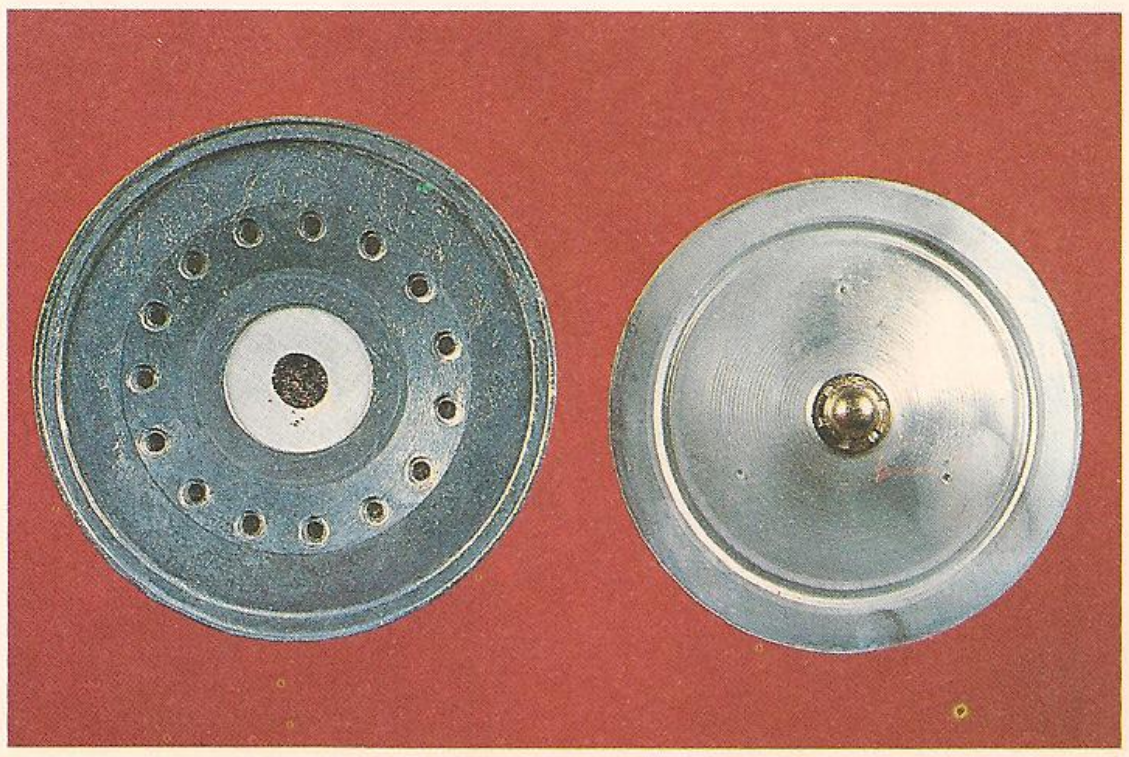


ACIMA: estrutura de base de uma cápsula microfônica.

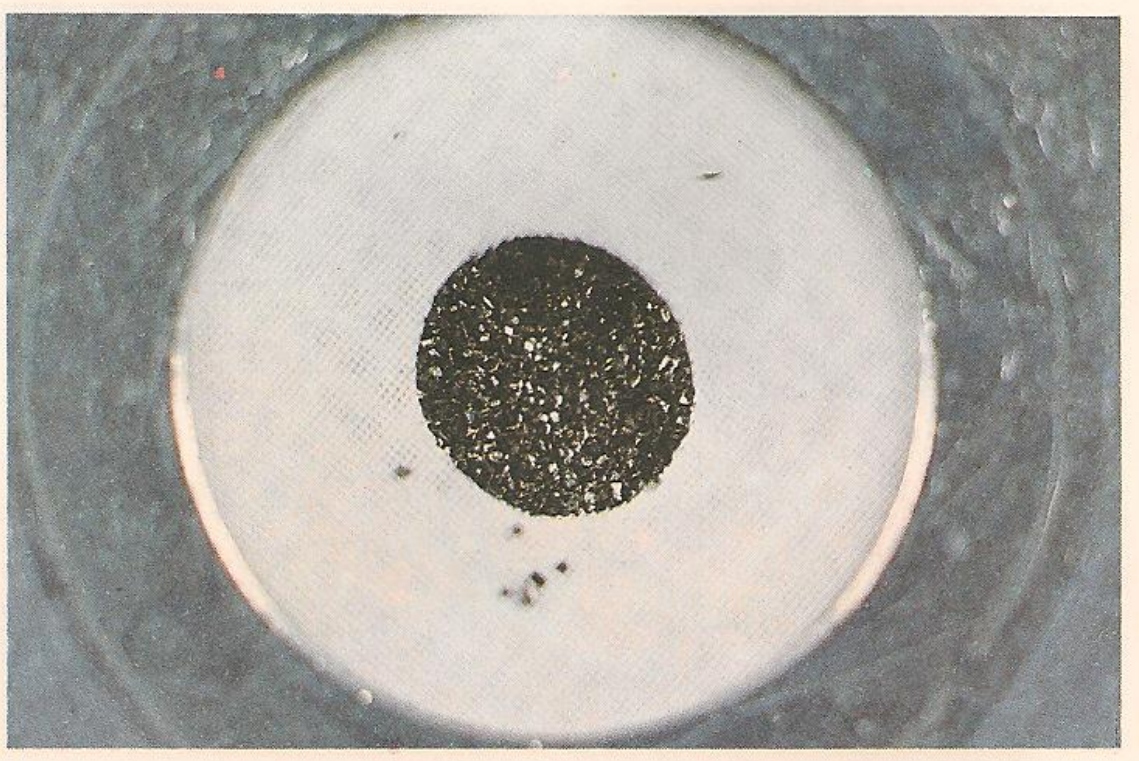


ACIMA: corte esquemático de um microfone a carvão.

ABAIXO: interior de um microfone a carvão. À direita vê-se a membrana.



ABAIXO: detalhe do encaixe dos grânulos de carvão, que modificam a resistência elétrica quando comprimidos pela membrana.



MONTAGEM

NERVO-TESTE

É quase um brinquedo, mas com este dispositivo eletrônico você testa mesmo a firmeza de suas mãos. E pode avaliar, com resultados confiáveis, como anda o seu estado emocional.

O nervo-teste é um brinquedo eletrônico muito interessante, pois com ele você pode medir, com resultados confiáveis, a firmeza de suas mãos e o seu estado emocional geral.

Para isso, a argola que fica na extremidade de uma manopla deverá ser passada ao longo de um percurso sinuoso e irregular, formado por um pedaço de fio rígido e sem casca.

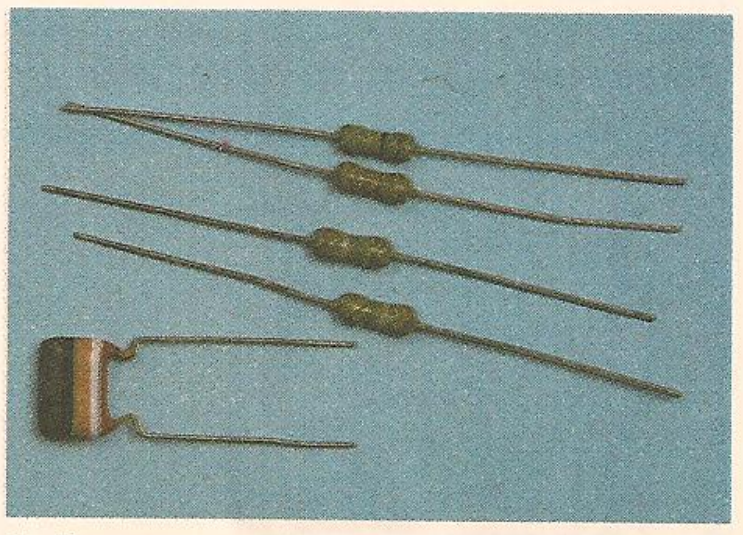
O percurso deve ser feito de modo que, em momento algum, a argola toque no fio. O comprimento total do percurso é de aproximadamente 30 cm, e atravessá-lo sem nenhum toque é privilégio dos que têm mãos muito firmes.

Assim, o nervo-teste funciona exatamente como o seu nome indica: um autêntico "teste de nervos". Com ele você pode fazer brincadeiras interessantes, reunindo um grupo de amigos para ver quem está realmente com os nervos em ordem.

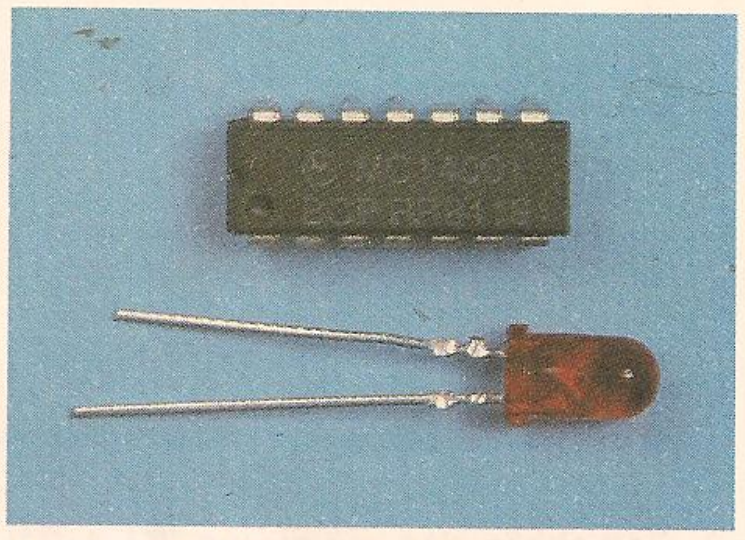
É muito fácil usá-lo: cada pessoa que



1. Peças necessárias para a montagem do nervo-teste.

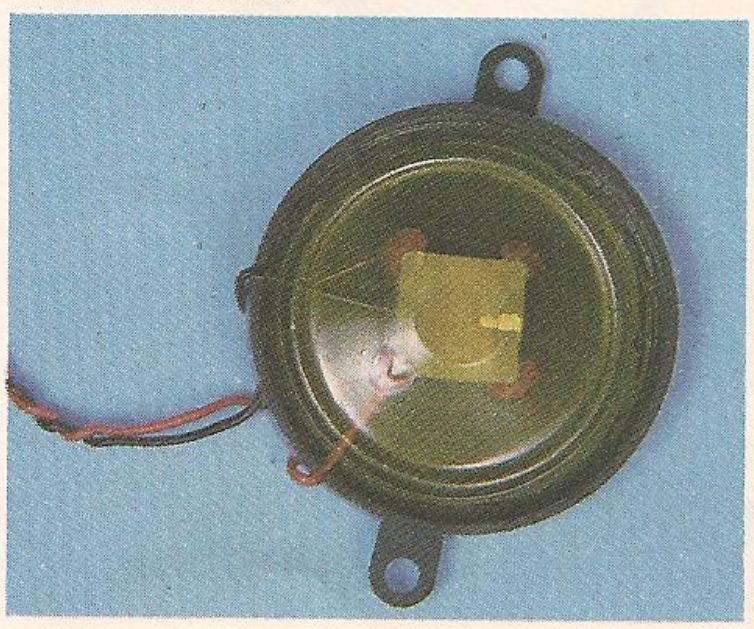


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R4) e capacitor de poliéster (C1).

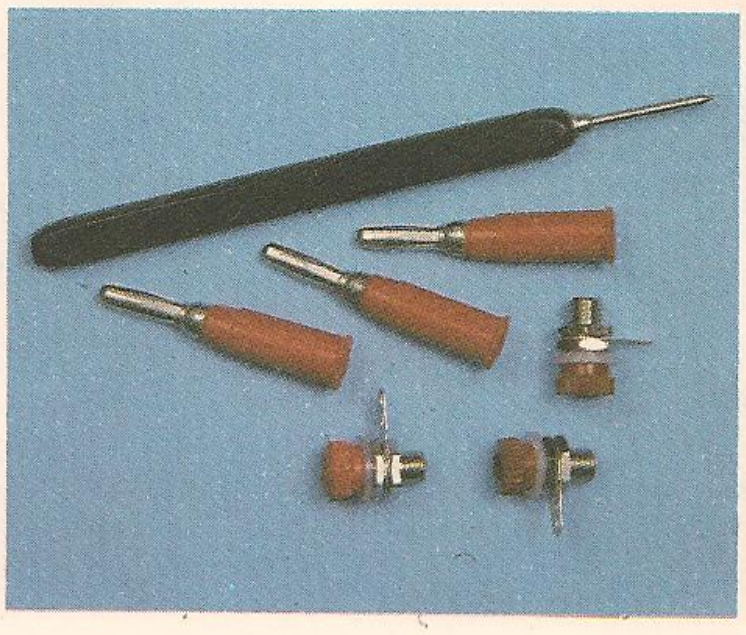


3. Circuito integrado (CI1) e led vermelho de 5 mm.

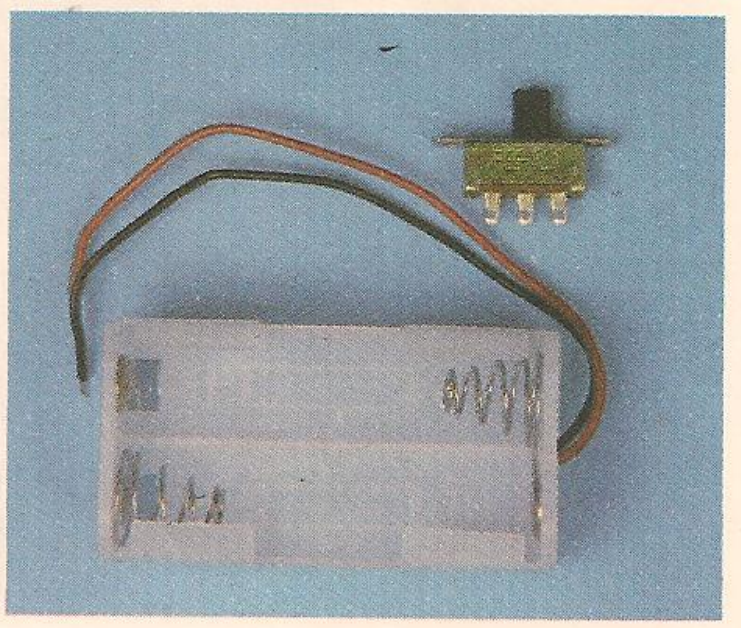
4. Microfone de cristal, que será usado como alto-falante.

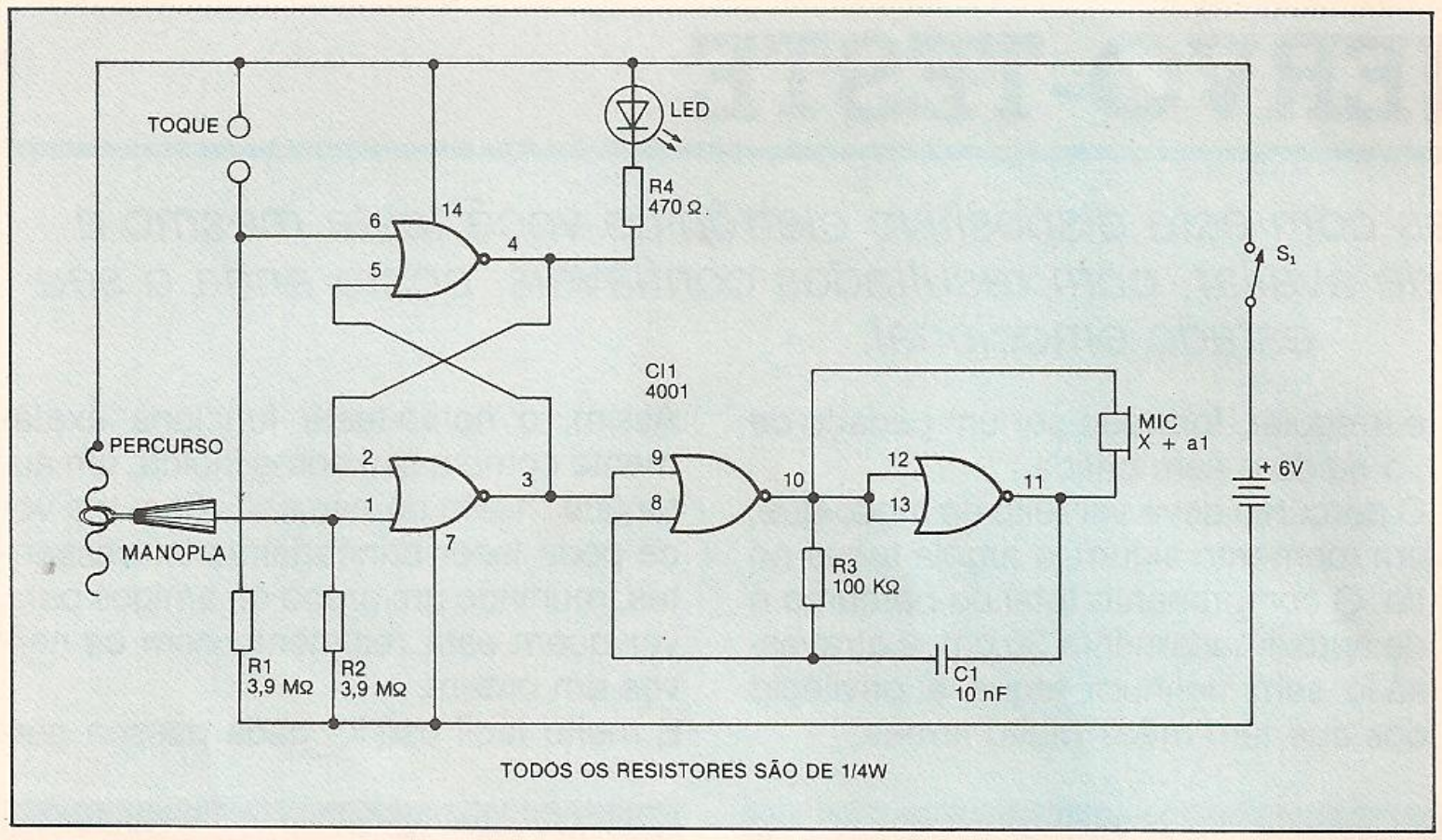


5. Ponta de prova, pinos banana e jacks banana.

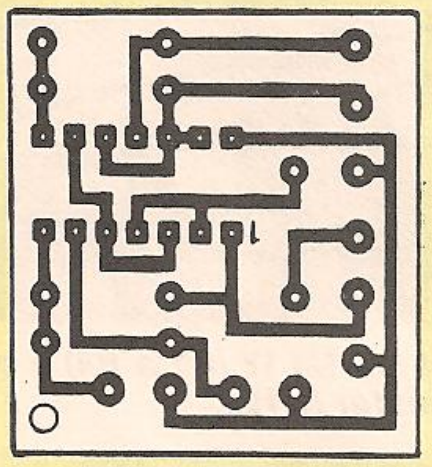


6. Chave H-H em miniatura e suporte para pilhas.



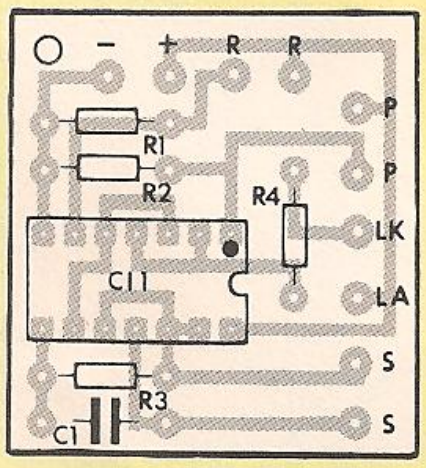


7. Esquema elétrico do nervo-teste.



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.

vai ser testada liga a chave geral de alimentação do nervo-teste e segura a manopla no começo do percurso, de modo que a argola não toque no fio metálico sinuoso.

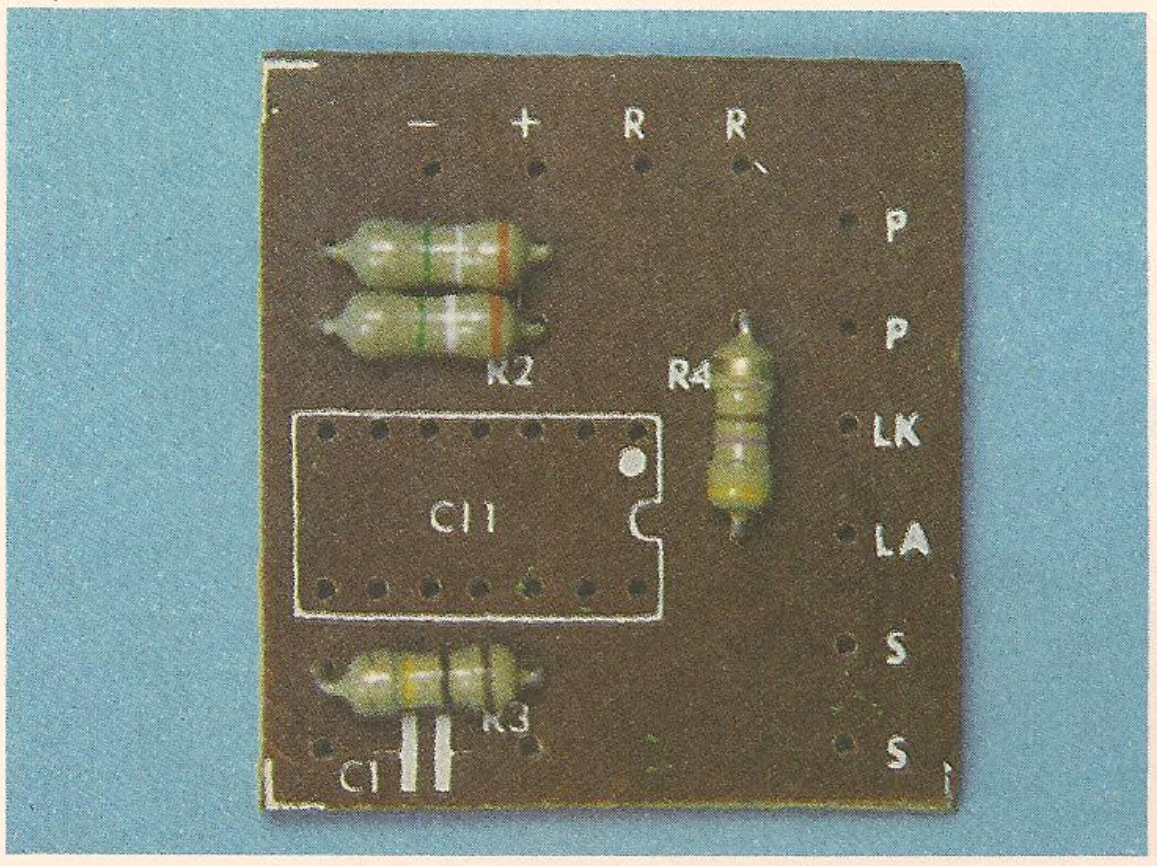
Se, ao ligar o aparelho, ouvir-se um sinal sonoro e o indicador luminoso (led) estiver apagado, basta um leve toque de dedo sobre os dois parafusos para rearmar o aparelho. Com isso, o sinal sonoro pára e o indicador luminoso se acende, desde que a argola não esteja tocando no percurso.

A brincadeira pode, então, começar. Passa-se a argola através do percurso, evitando sempre tocar o fio metálico. Se a pessoa que estiver fazendo o teste for muito nervosa, acabará tocando no fio. Isso fará com que ocorra imediatamente o disparo do sinal sonoro e o apagamento do sinal luminoso.

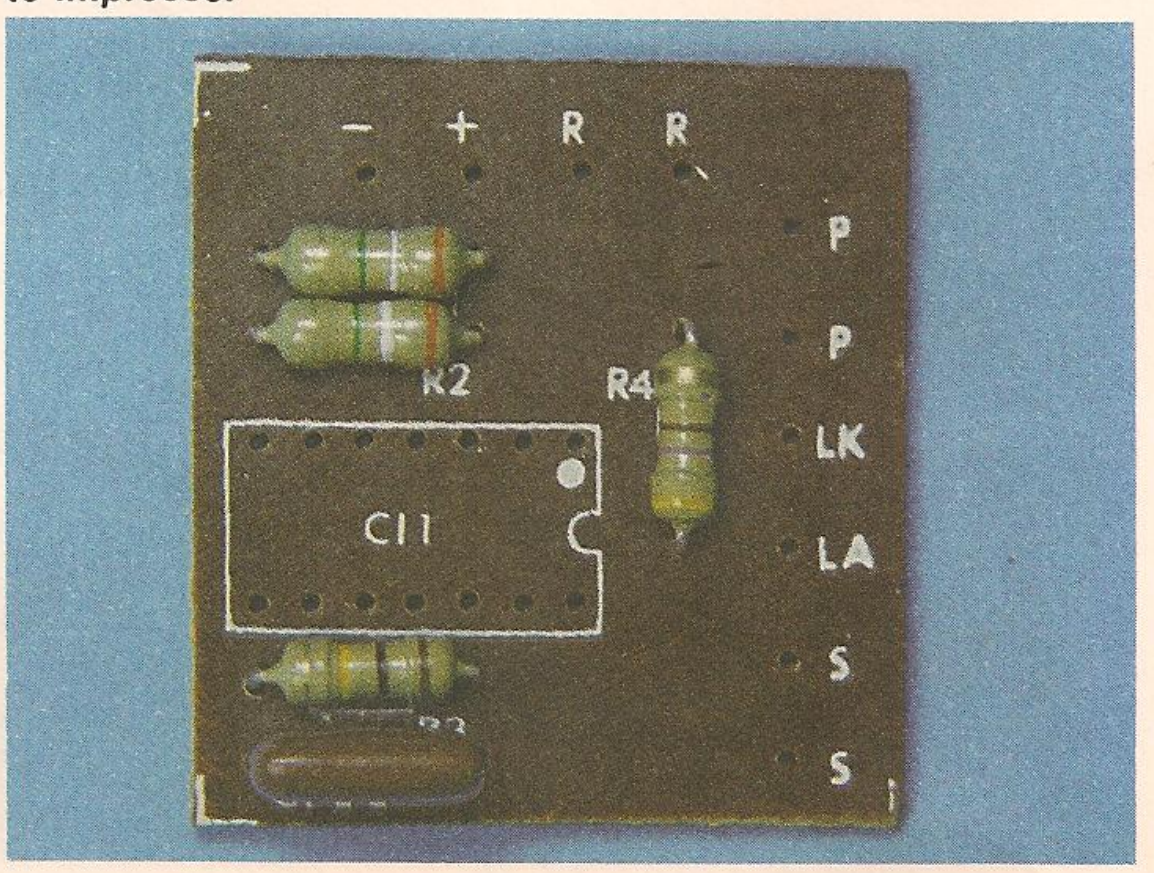
Graças à extrema sensibilidade do circuito eletrônico do aparelho, não adiantará nada tentar desfazer rapidamente o toque da argola contra o fio, pois o dispositivo é dotado de memória. Assim, o sinal sonoro continua e o led permanece apagado.

Para continuar a brincadeira, deve-se tocar com o dedo os contatos de rearmar. Os mais nervosos dificilmente conseguem terminar o percurso sem tocá-lo pelo menos uma vez. Pessoas medianamente calmas podem conseguir terminar o percurso sem toques, mas bem lentamente. Já as pessoas extremamente calmas, controladas e firmes realizam todo o percurso, sem toques e com relativa rapidez. Isso, porém, não é tão simples e fácil. Vamos tentar?

8. Colocação dos resistores (R1 a R4) na placa de circuito impresso.



9. Colocação do capacitor de poliéster (C1) na placa de circuito impresso.



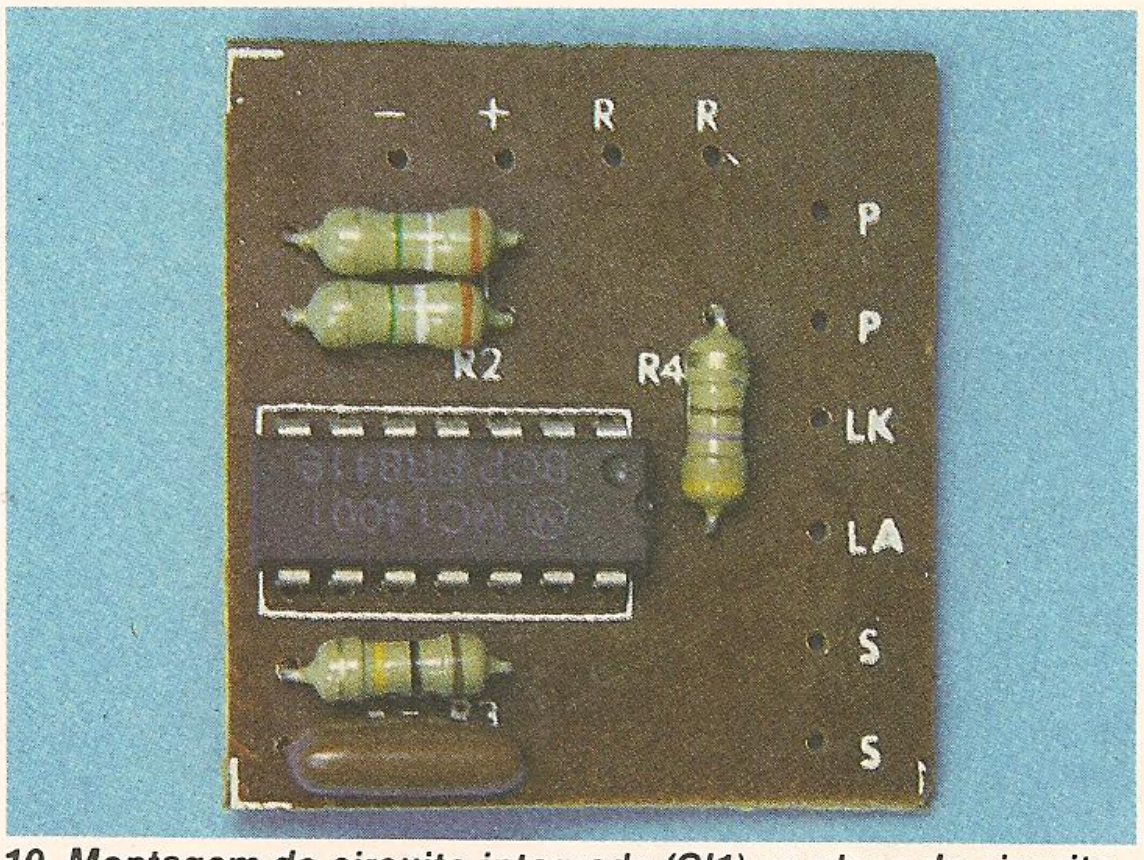
Ferramentas necessárias

- 1 ferro de soldar com potência máxima de 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

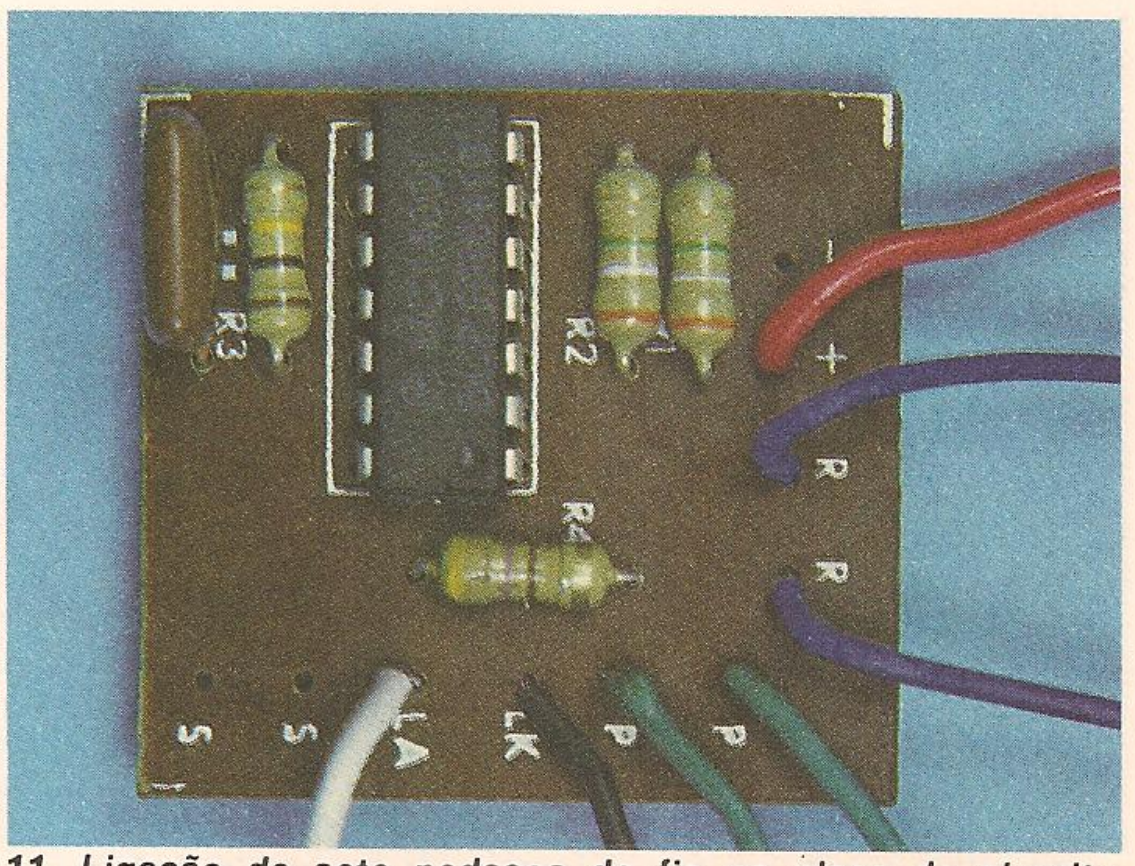
Componentes

Os componentes são os seguintes:

- 1 placa de circuito impresso de 36 mm x 33 mm
- 4 resistores de 1/4 W, ns posições R1 a R4 da placa de circuito impresso, com os seguintes valores e cores para identificação:
  R1 - 3,9 MΩ (laranja-branco-verde)
  R2 - 3,9 MΩ (laranja-branco-verde)
  R3 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
  R4 - 470 Ω (amarelo-violeta-marrom)
- 1 capacitor de poliéster, na posição C1 da placa de circuito impresso, com o seguinte valor e cores para identificação:
  C1 - 10 nF ou 10 KpF (marrom-preto-laranja)
  Pode-se usar também um capacitor cerâmico do mesmo valor.
- 1 circuito integrado, na posição CI1 da placa de circuito impresso, com o seguinte código:
  CI1 - MC14001 ou somente 4001
- 1 led vermelho de 5 mm de diâmetro
- 1 microfone de cristal
- 1 chave H-H em miniatura
- 1 suporte para 4 pilhas pequenas
- 1 ponta de prova
- 3 pinos banana
- 3 jacks banana
- 40 cm de fio rígido sem casca
- 30 cm de fio azul n.º 22
- 50 cm de fio verde n.º 22
- 30 cm de fio preto n.º 22
- 15 cm de fio branco n.º 22
- 30 cm de fio amarelo n.º 22
- 15 cm de fio vermelho n.º 22
- 1 chassi de plástico com tampa de alumínio (altura = 55 mm; largura = 147 mm; profundidade = 95 mm)
- 2 parafusos de 1/8'' x 1/2''
- 2 porcas de 1/8''
- 7 parafusos auto-atarraxantes de 3 mm x 8 mm
- 1 pedaço de solda 60/40

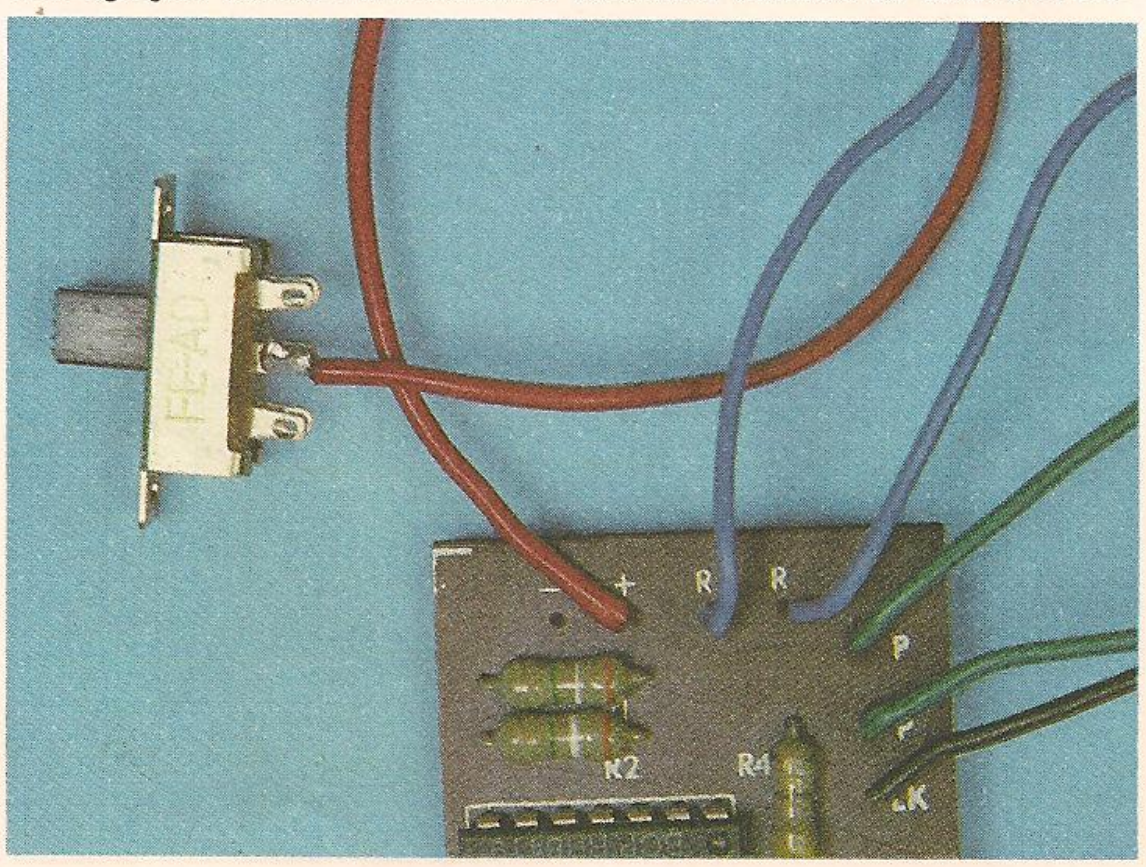


10. Montagem do circuito integrado (CI1) na placa de circuito impressc.

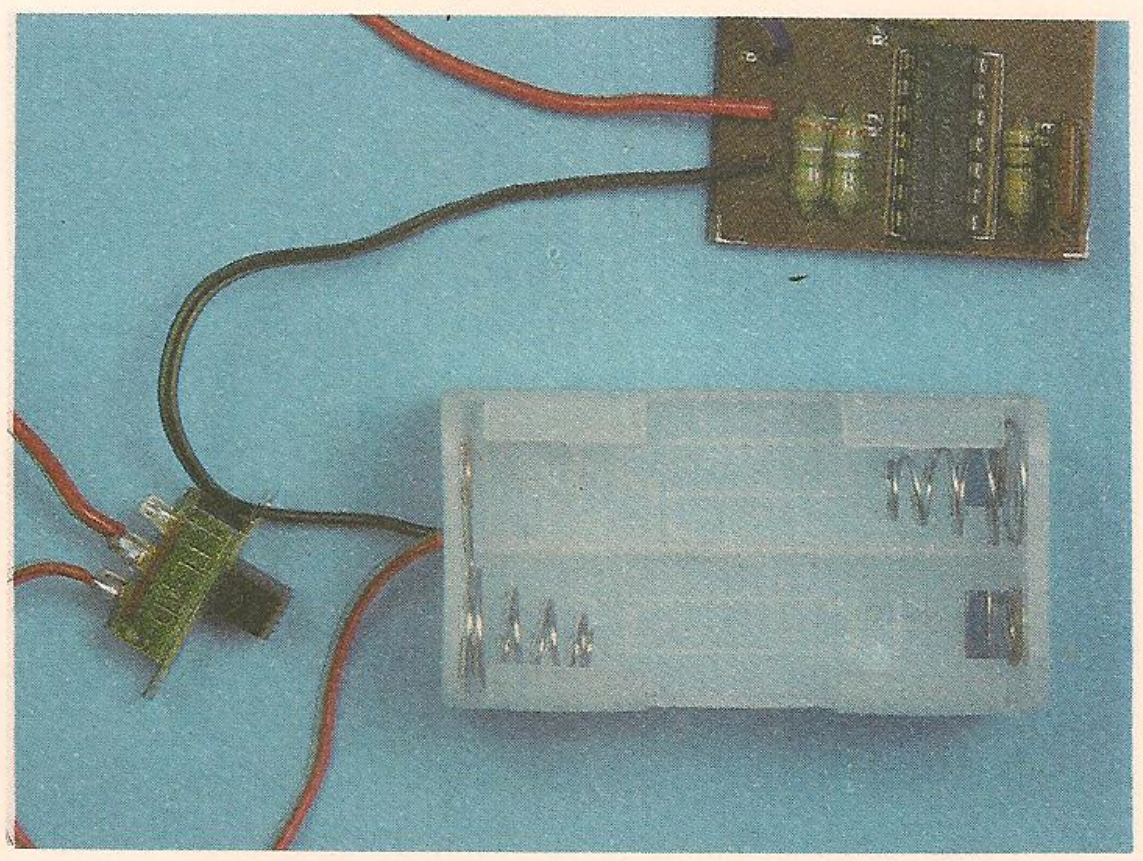


11. Ligação de sete pedaços de fio na placa de circuito impresso.

12. Ligação do fio vermelho no terminal central da chave H-H.



13. Ligação dos fios vermelho e preto do suporte para pilhas na chave H-H e na placa, respectivamente.



MONTAGEM

Montagem

Os passos são os seguintes:

1.º) Solde os resistores nas posições R1 a R4 da placa de circuito impresso (veja foto 8).

2.º) Solde o capacitor de poliéster na posição C1 da placa de circuito impresso (veja foto 9).

3.º) Encaixe e solde o circuito integrado na posição CI1 da placa de circuito impresso, de modo que a marca existente no corpo do integrado coincida com o sinal branco do símbolo desenhado na placa (veja foto 10).

4.º) Para fazer a ligação dos sete pedaços de fio nos furos da placa de circuito impresso, oriente-se pelas duas colunas da direita da tabela I e veja a foto 11.

5.º) Solde o fio vermelho ligado à placa num dos terminais centrais da chave H-H (veja foto 12).

6.º) Solde o fio vermelho do suporte de pilhas num dos terminais laterais da chave H-H, situados no mesmo lado em que foi ligado anteriormente o outro fio vermelho. Em seguida, solde o fio preto do suporte para pilhas diretamente no furo marcado com o sinal (-) da placa de circuito impresso (veja foto 13).

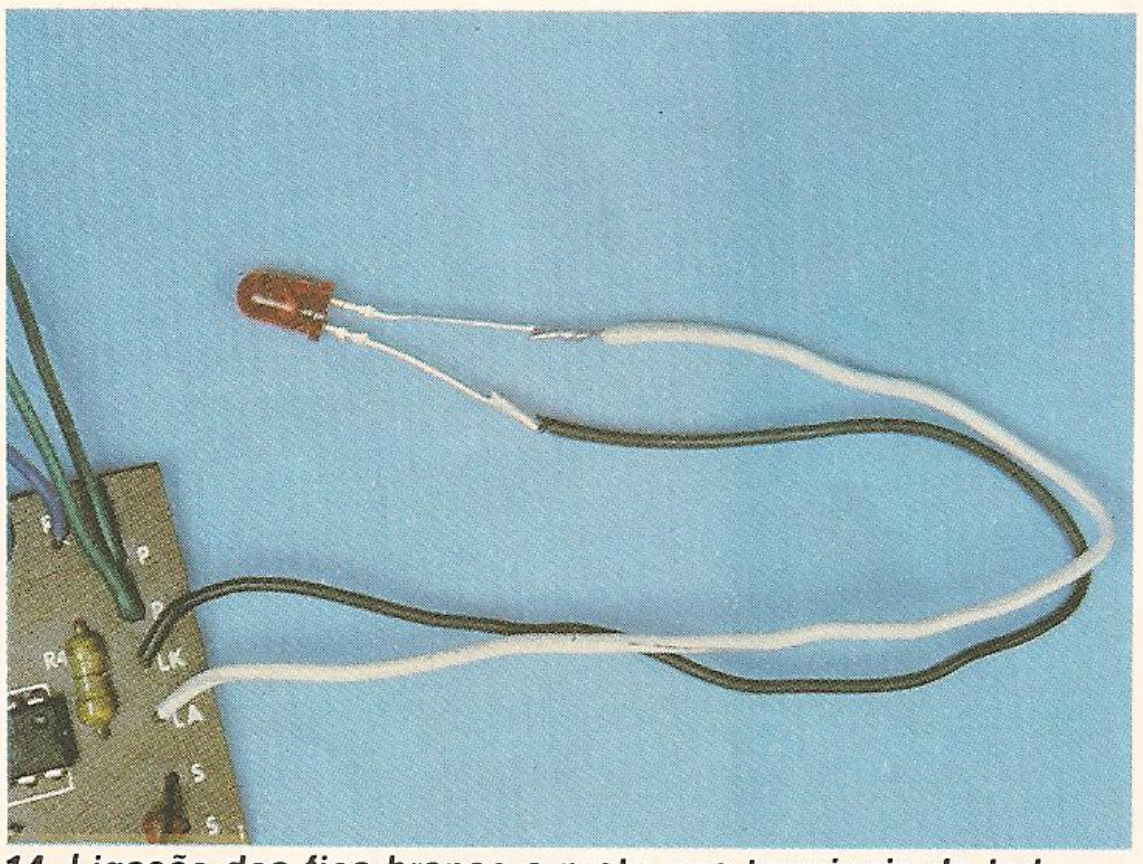
7.º) Solde o fio preto ligado à placa no terminal do led (catodo) que possui um pequeno ressalto ou que fica do lado chanfrado do corpo do led. Em seguida, solde o fio branco ligado à placa de circuito impresso no outro terminal do led (anodo) (veja foto 14).

8.º) Solde o fio vermelho do microfone num dos furos marcados com a letra S da placa de circuito impresso. Em seguida, solde o fio preto do microfone no outro furo da placa, marcado com a letra S (veja foto 15).

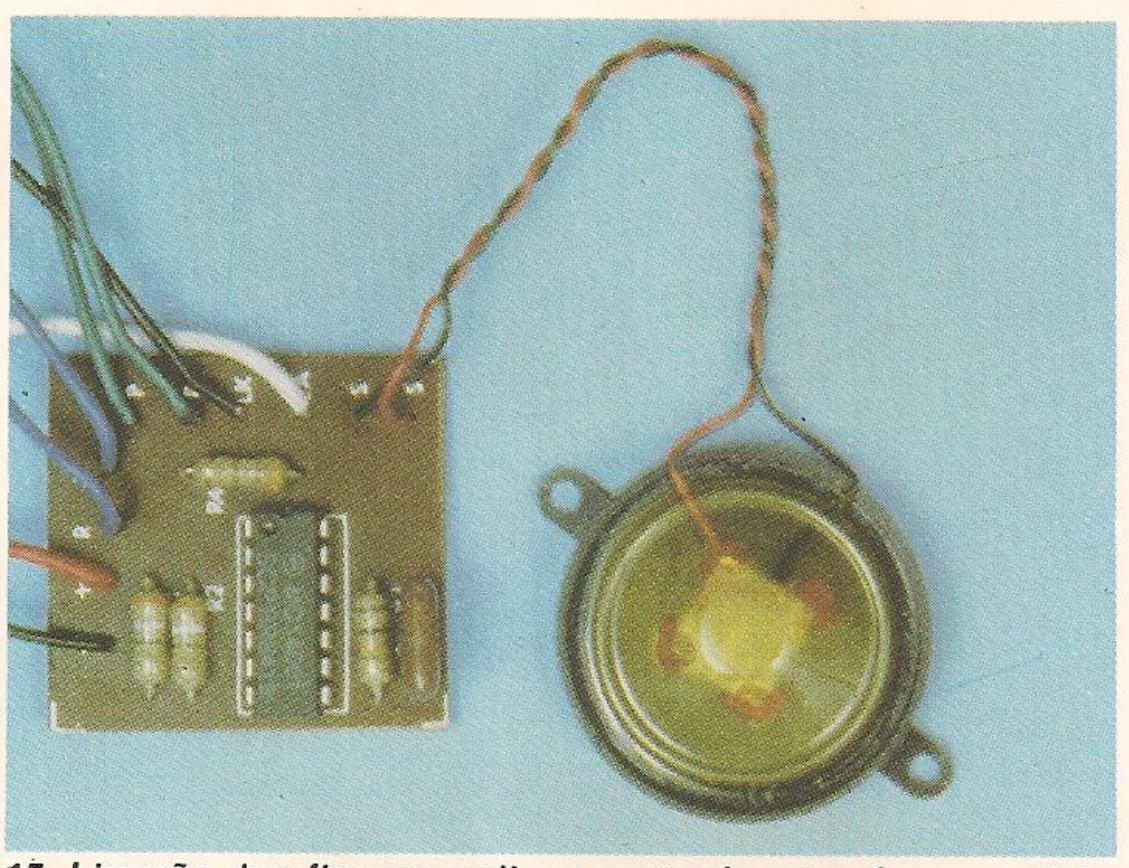
9.º) Prepare a furação da tampa de alumínio, orientando-se pela foto 16 e pela ilustração 17.

10.º) Verifique atentamente cada jack banana e as peças que compõem cada um deles. Você vai notar que uma dessas peças é um isolador de plástico de cor branca.

11.º) Fixe dois jacks banana na tampa de alumínio, de modo que a parte metálica fique isolada da tampa por meio do isolador de plástico, que deve ser encaixado e fixado pelo lado de trás,

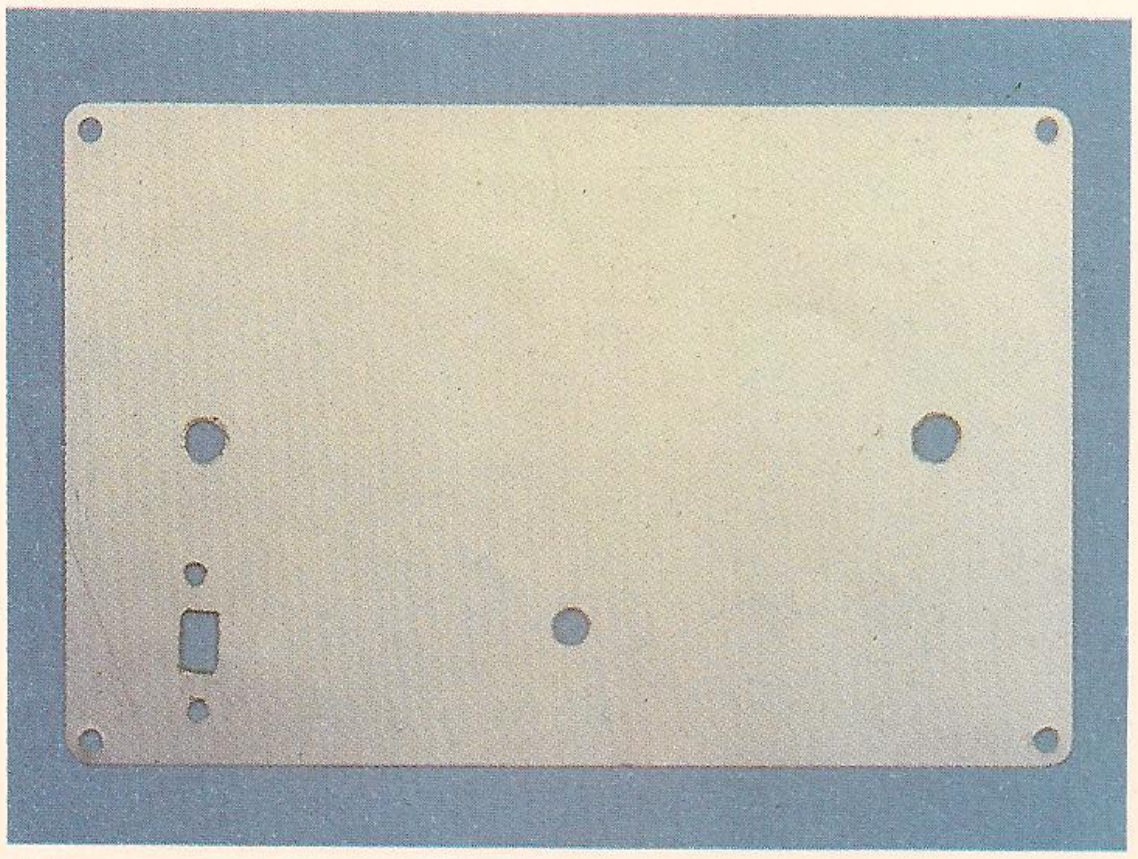


14. Ligação dos fios branco e preto nos terminais do led.

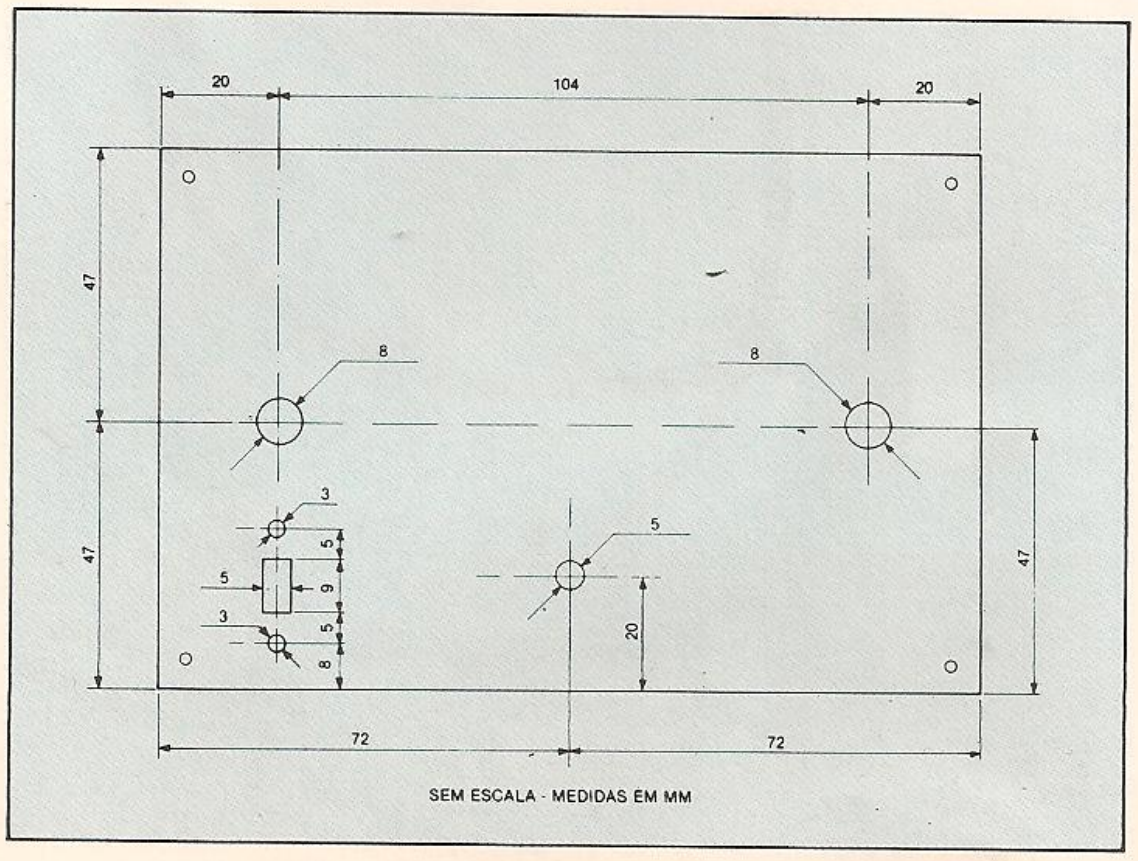


15. Ligação dos fios vermelho e preto do microfone em dois furos da placa.

16. Tampa de alumínio depois de furada.



17. Desenho da furação na tampa de alumínio e suas medidas.



antes das porcas e do terminal (veja fotos 18 e 23).

12.º) Prepare a furação no chassi de plástico, orientando-se pela foto 20 e pela ilustração 19.

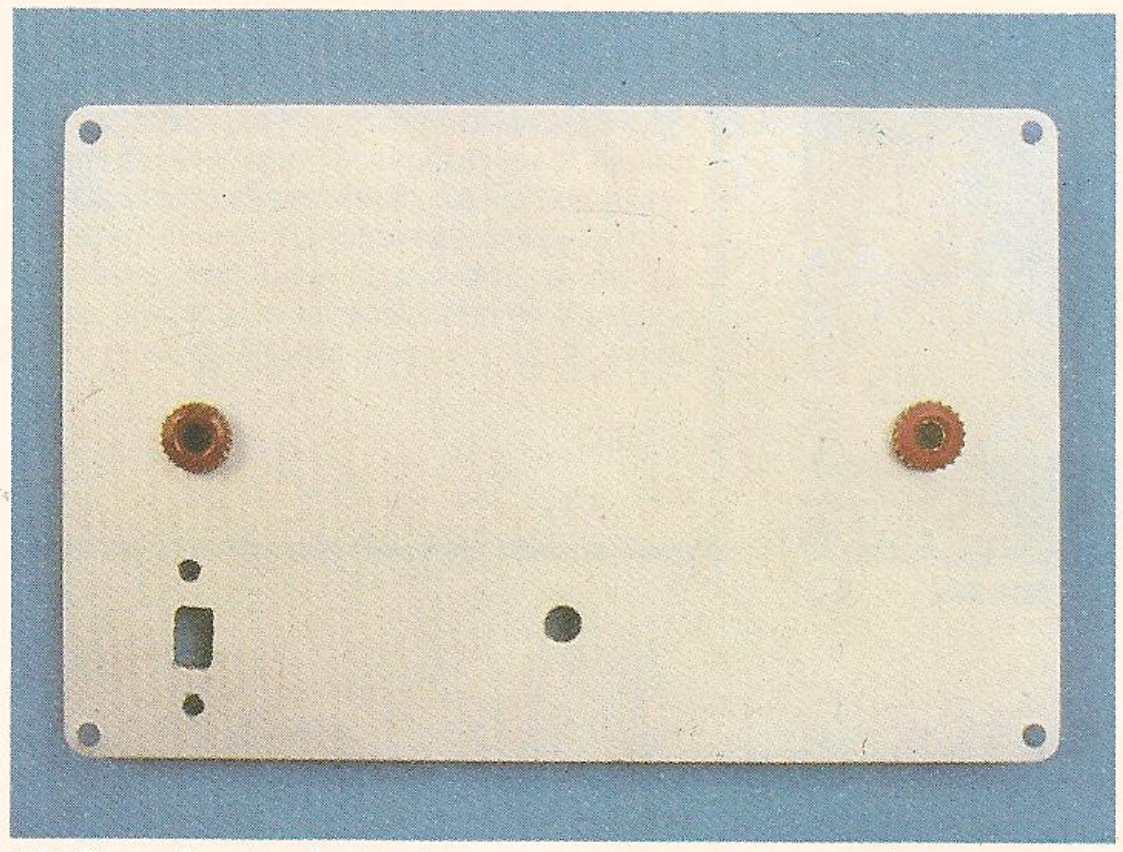
13.º) Encaixe e fixe dois parafusos de 1/8'' x 1/2'' e um jack banana nos furos do chassi. Como o chassi é de plástico, não é preciso preocupar-se com o isolamento do jack banana (veja foto 21).

14.º) Fixe a placa de circuito impresso montada num dos ressaltos existentes no fundo do chassi, usando um parafuso auto-atarraxante. Em seguida, cole o microfone na parede do chassi (veja foto 22).

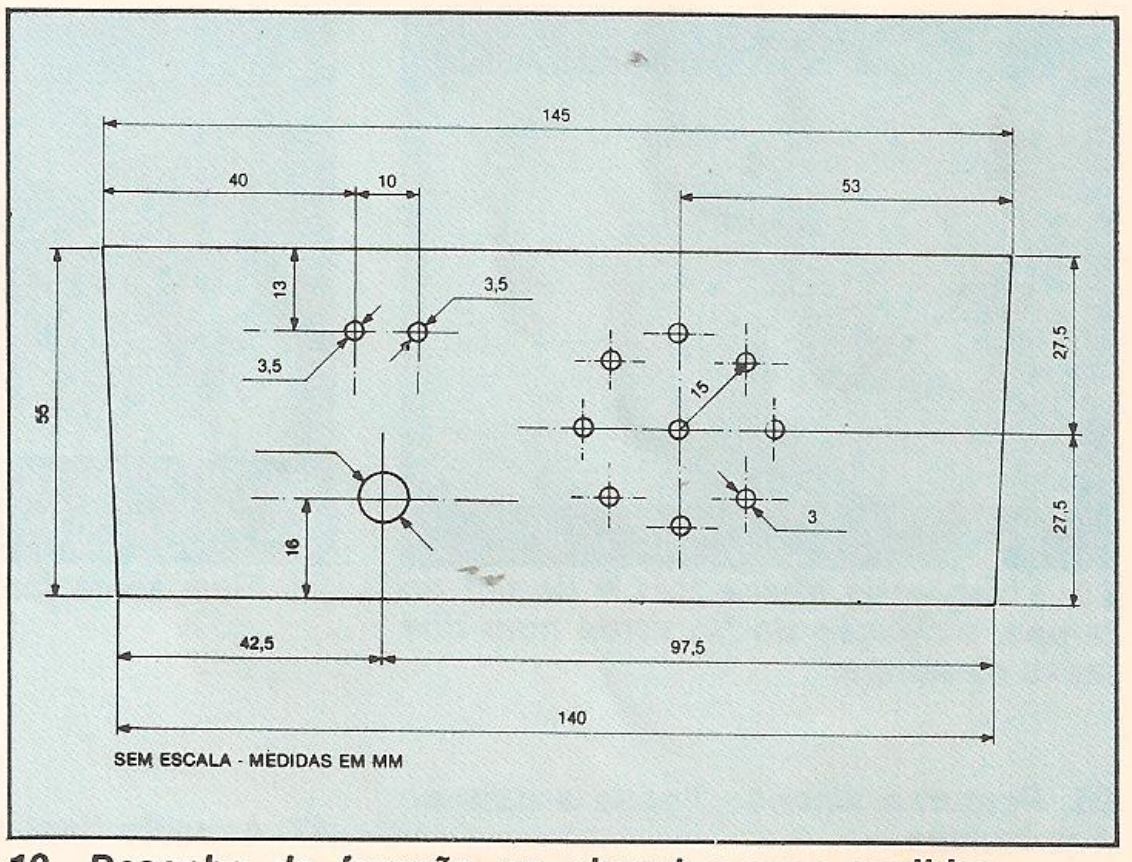
15.º) Solde um dos fios verdes ligados à placa no terminal do jack banana fixado no chassi. Em seguida, ligue os dois

TABELA I — LIGAÇÃO DE FIOS NA PLACA, NO LED, NOS JACKS, NOS PARAFUSOS E NA CHAVE H-H

COMPONENTES	FIOS	FUROS NA PLACA
LED		
Anodo	15 cm de fio branco n.º 22	LA
Catodo	15 cm de fio preto n.º 22	LK
Jack da tampa	17 cm de fio verde n.º 22	P
Jack do chassi	17 cm de fio verde n.º 22	P
Parafusos de toque	15 cm de fio azul n.º 22	R
	15 cm de fio azul n.º 22	R
CHAVE H-H		
Terminal central	15 cm de fio vermelho n.º 22	+

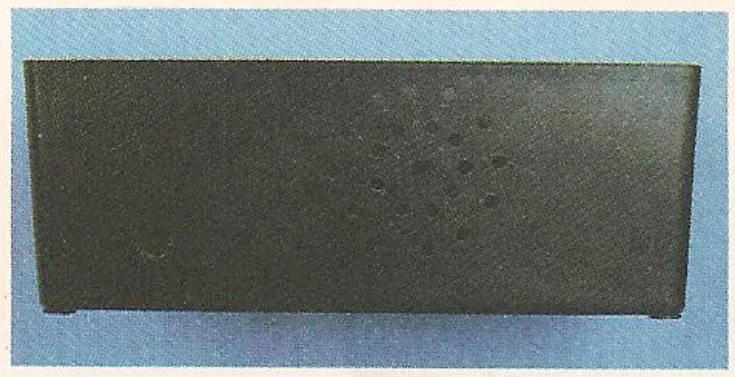


18. Fixação dos jacks banana na tampa de alumínio.

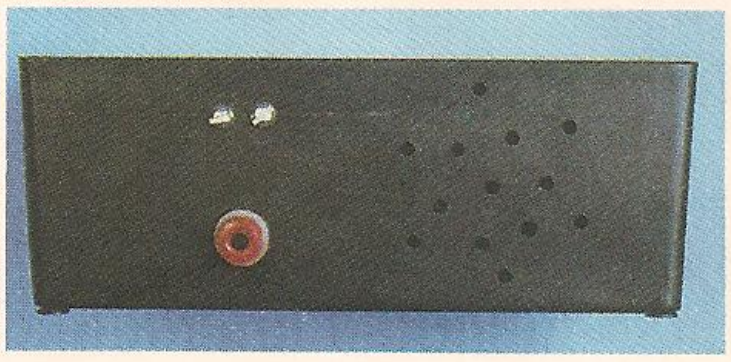


19. Desenho da furação no chassi e suas medidas.

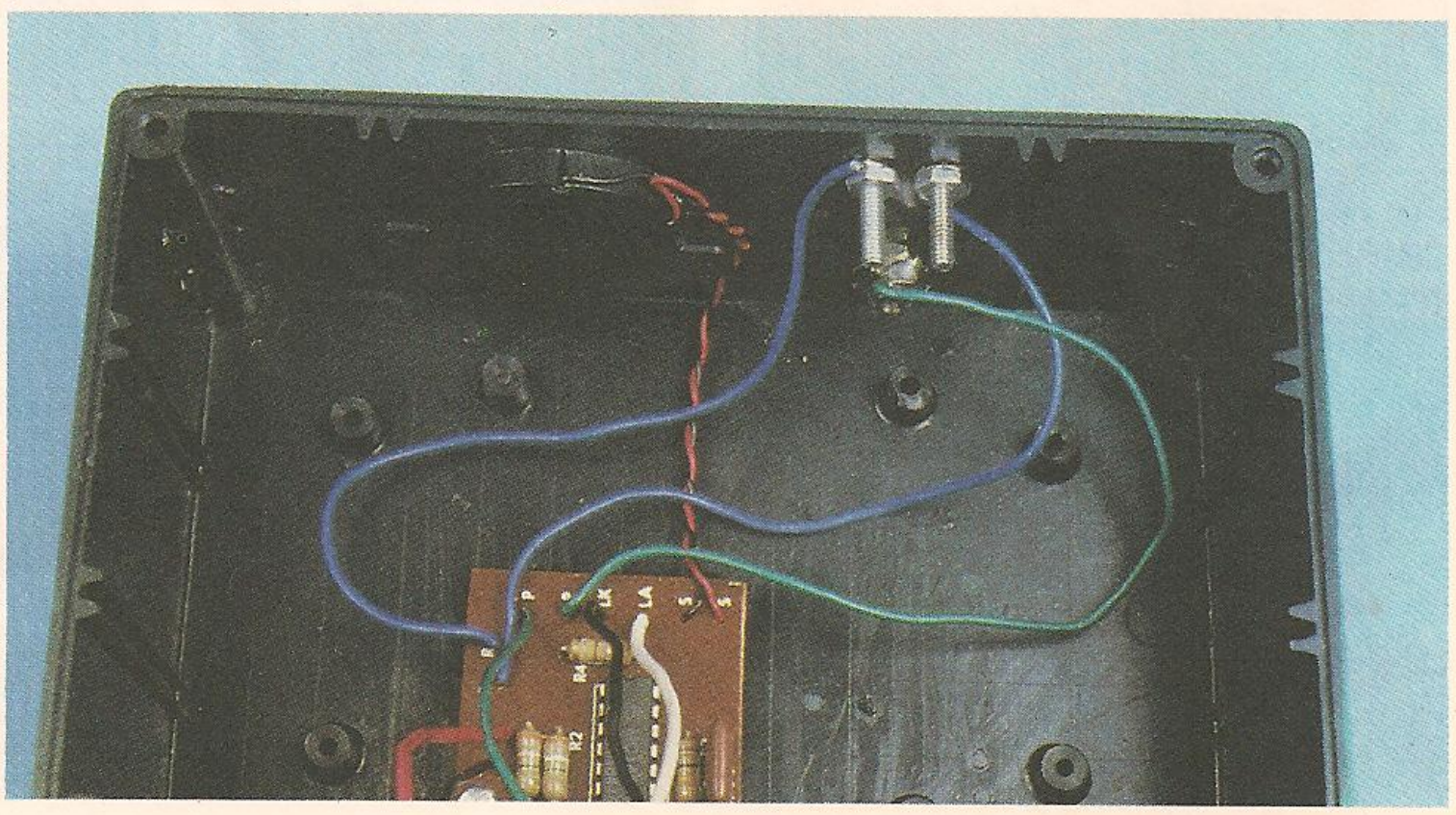
20. Chassi de plástico depois de furado.



21. Fixação de dois parafusos e de um jack banana no chassi.



22. Fixação da placa de circuito impresso montada e do microfone no chassi, e ligação de fios nos parafusos e no jack banana.



fios azuis, que também estão ligados à placa, nos parafusos do chassi, prendendo cada ponta de fio com uma porca de 1/8'' (veja foto 22).

16.º) Fixe a chave H-H na tampa do chassi, usando dois parafusos auto-atarraxantes. Em seguida, encaixe e fixe o led na tampa e solde o outro fio verde, que havia ficado livre, no terminal de um dos jacks banana isolados da tampa de alumínio do aparelho (veja foto 23).

17.º) Coloque quatro pilhas pequenas no suporte para pilhas do aparelho. Em seguida, fixe a tampa de alumínio no chassi, usando quatro parafusos auto-atarraxantes (veja foto 24).

18.º) Prepare o percurso sinuoso, usando para isso um pedaço de fio rígido sem casca. Em seguida, solde cada ponta do percurso em um pino banana (veja foto 25).

19.º) Faça uma pequena argola, usando um pedaço de fio rígido sem casca, e solde-a na extremidade metálica da ponta de prova.

Em seguida, ligue um pedaço de fio verde entre a ponta de prova e o pino banana (veja foto 26).

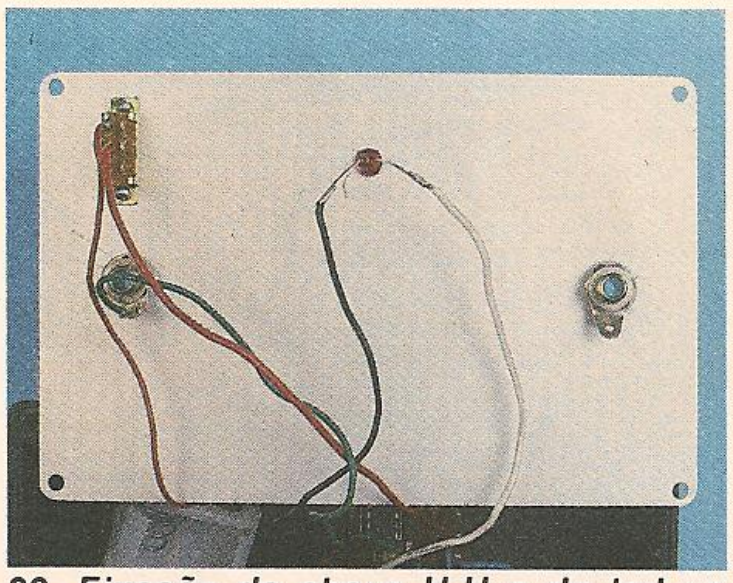
20.º) Encaixe os dois pinos banana, que foram ligados ao percurso, nos dois jacks banana fixados na tampa do aparelho. Em seguida, encaixe o pino banana, ligado à ponta de prova, no jack banana que foi fixado no chassi do aparelho. Finalmente, o nervo-teste está pronto para diverti-lo (veja foto 27). Quem se habilita?

O componente que emite o sinal sonoro é um microfone ou um alto-falante?

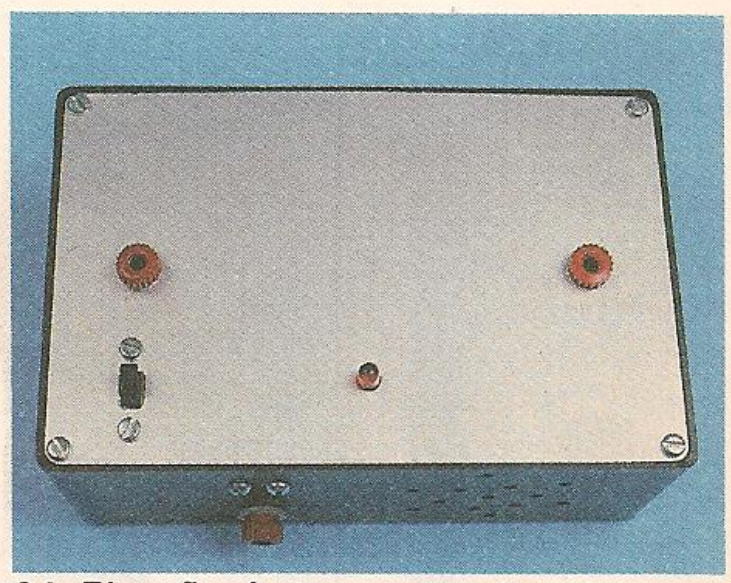
Na verdade, o componente que emite o sinal sonoro é um microfone de cristal mas, no aparelho, ele funciona como um alto-falante, pois recebe em seus terminais um sinal elétrico oscilante e transforma esse sinal em som, através de um fenômeno que é conhecido como efeito piezelétrico.

Como funciona o circuito do nervo-teste?

O funcionamento do circuito é baseado no circuito integrado CI1, que contém quatro portas NOR de duas entradas cada uma. Duas dessas portas estão ligadas de modo a formar um biestável ou célula de memória, e essa memória pode ser acionada pelo toque da argola durante o percurso e ser apagada pelo toque de um dedo sobre os parafusos de rearmar. As outras duas portas NOR estão ligadas formando um oscilador (astável), cuja freqüência está situada na faixa audível e é determinada pelo resistor R3 e pelo capacitor C1. O sinal gerado por esse oscilador é aplicado a uma cápsula de microfone de cristal que, no caso, funciona como um alto-falante.

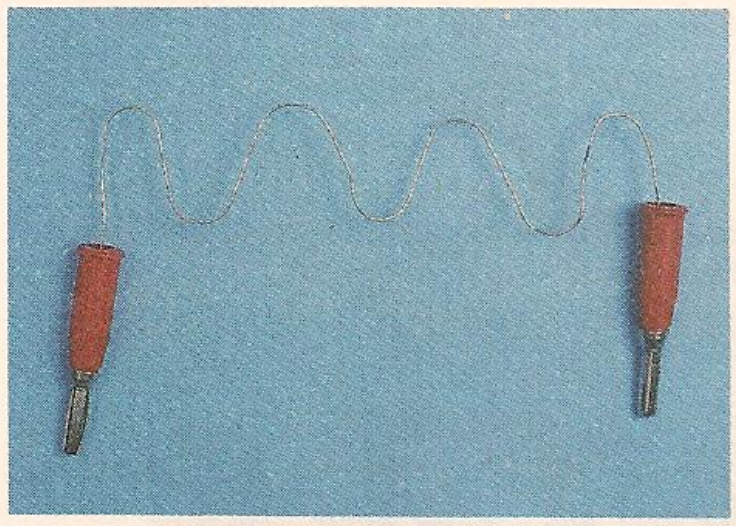


23. Fixação da chave H-H e do led na tampa, e ligação do fio verde num dos jacks da tampa.

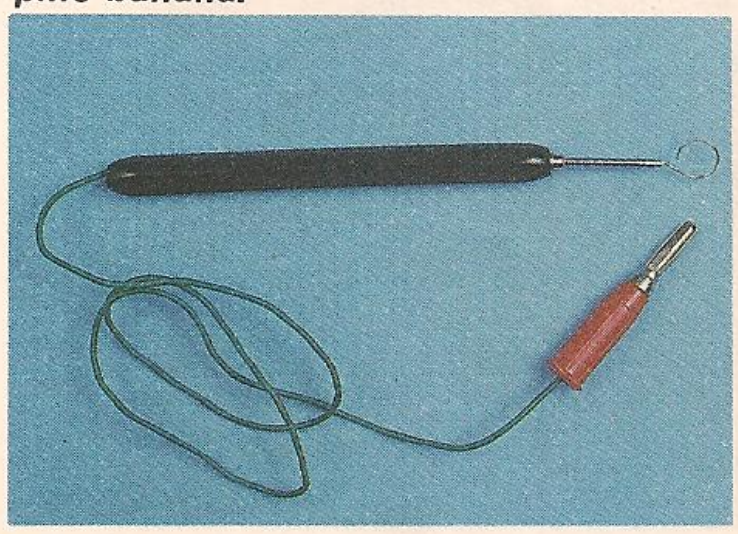


24. Fixação da tampa no chassi.

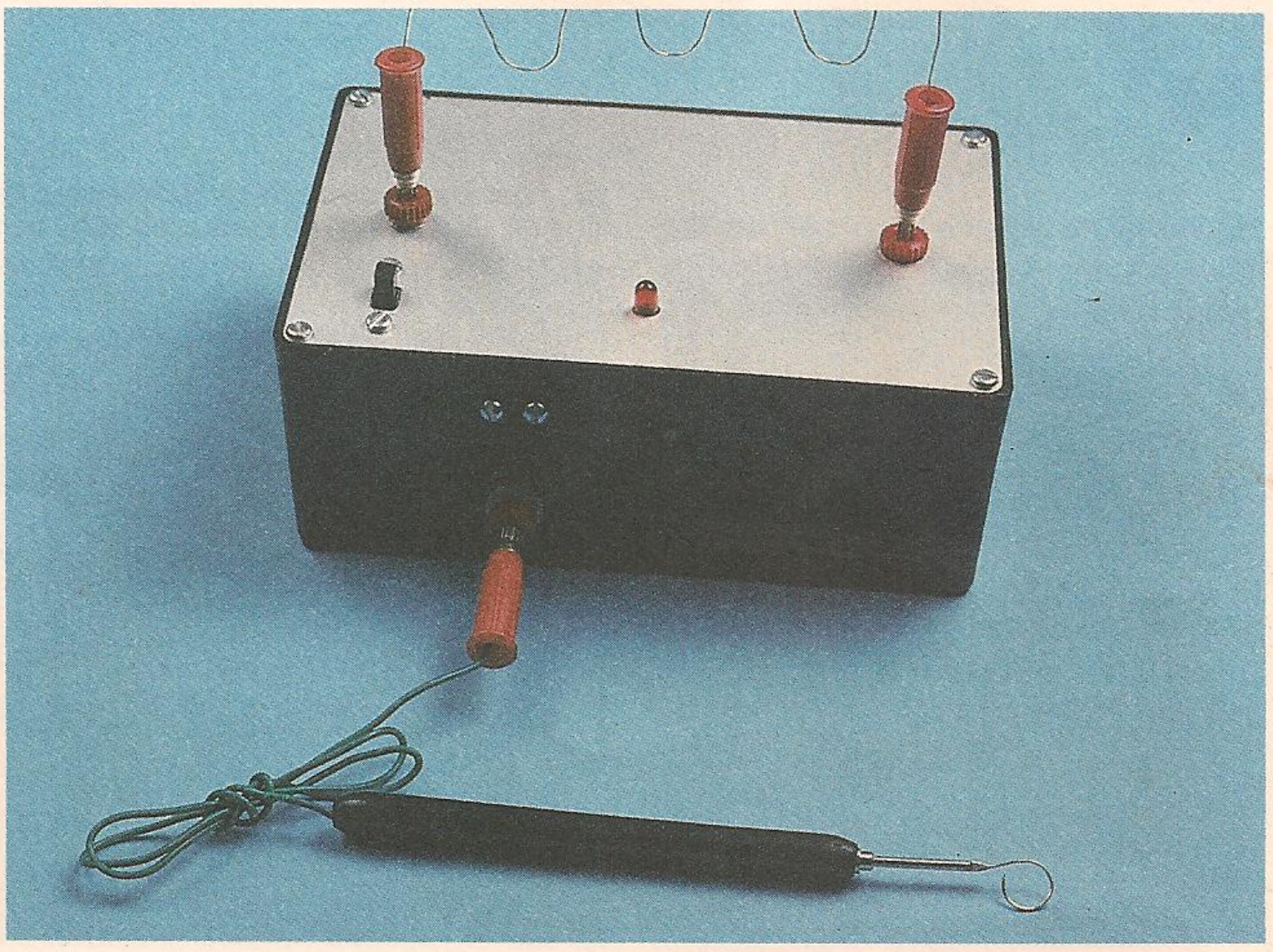
25. Percurso sinuoso ligado a dois pinos banana.



26. Ponta de prova com argola ligada ao pino banana.



27. Aspecto final do nervo-teste montado.



O RÁDIO-RELÓGIO (1)

Os rádios-relógios são uma feliz combinação de dois aparelhos: um radiorreceptor AM/FM e um relógio digital. Agora você vai aprender a lidar corretamente com esta engenhosa invenção da eletrônica.

Hoje em dia os rádios-relógios estão presentes em quase todos os lares. Além de funcionarem como um receptor de rádio (reproduzindo músicas, notícias, etc.), eles apresentam todas as características de um relógio despertador eletrônico, fornecendo a hora certa, despertando em um horário programado previamente (função ALARM) ou, então, desligando o receptor automaticamente, após um período de tempo predeterminado.

Possuindo uma alimentação auxiliar (bateria de 9 V) para o relógio, eles também irão despertar o usuário quando ocorrer falta de energia elétrica.

Neste capítulo, iremos analisar os diversos controles de um rádio-relógio digital eletrônico de fabricação comercial. Num próximo capítulo, veremos o seu princípio de funcionamento, discutindo os seus circuitos.

Vejamos, primeiramente, a identificação das teclas, chaves e dos controles.

Na parte frontal do rádio-relógio (veja foto 1), da esquerda para a direita, encontram-se as teclas: SLEEP (para ajuste do intervalo de temporização), ALARM OFF (para desativar o alarme por um período de 24 horas), TIME (para ajuste da hora real do dia), ALARM (para ajuste da hora de despertar), FAST (que possibilita o ajuste rápido) e SLOW (que permite o ajuste lento).

A seguir, encontra-se a chave seletora de funções, que possui quatro posições: BUZZ (alarme com o sinal de BIP), RADIO (alarme com o sinal do próprio rádio: música, por exemplo), OFF (rádio desligado) e ON (rádio ligado). Por fim, há a chave seletora de faixas, com duas posições: AM (para a sintonia das emissoras de ondas médias: 530 KHz a 1650 KHz) e FM (para a sintonia das emissoras em freqüência modulada: 88 MHz a 108 MHz).

Na lateral direita (veja foto 2) encontram-se o controle de sintonia (ou TUNING) e o controle de volume do receptor. Na parte superior (veja foto 3) está a tecla SNOOZE, que permite obter a função SONECA.

Por último, na parte traseira (veja foto 4), próxima à saída do cabo de força, está a chave seletora de voltagem, de duas posições: 120 V e 220 V.

A hora certa (ou hora real do dia) é exibida por um display de leds com quatro dígitos de sete segmentos, no sistema americano (12 horas).

Antes de ligar o aparelho, devemos comutar a chave seletora de voltagem para a posição correspondente à rede elétrica CA do local (120 V ou 220 V).

Quando se conetar o plugue do cabo de força numa tomada de corrente, o display indicará 12:00 e os quatro dígitos ficarão piscando à razão de 1 Hz.

Para o ajuste da hora certa, deve-se pressionar as teclas TIME e FAST ao mesmo tempo (os dígitos irão avançar rapidamente). Pouco antes de atingir a hora desejada, libera-se só a tecla FAST e aperta-se a tecla SLOW (os dígitos irão avançar lentamente). Por fim,

1. Vista frontal, mostrando as diversas teclas e as chaves seletoras.



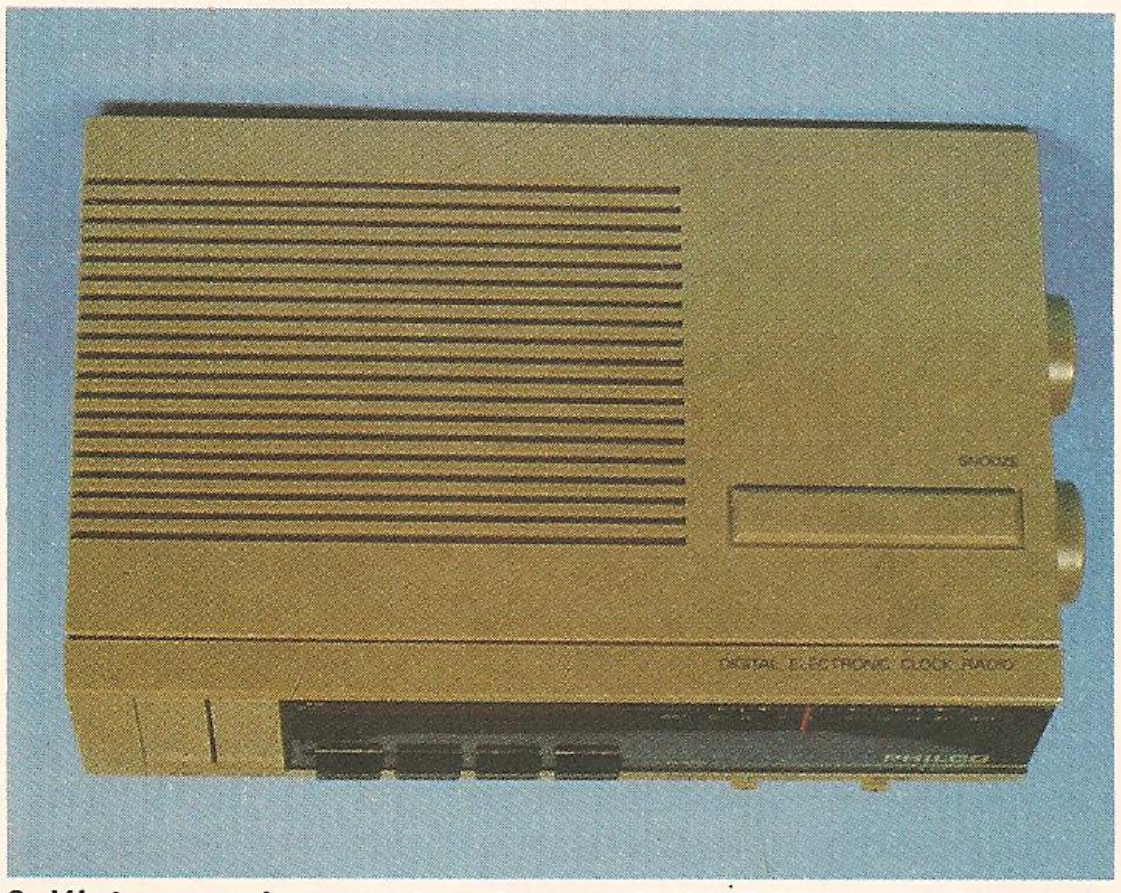
2. Vista lateral direita, mostrando os controles TUNING (ou sintonia) e VOLUME.



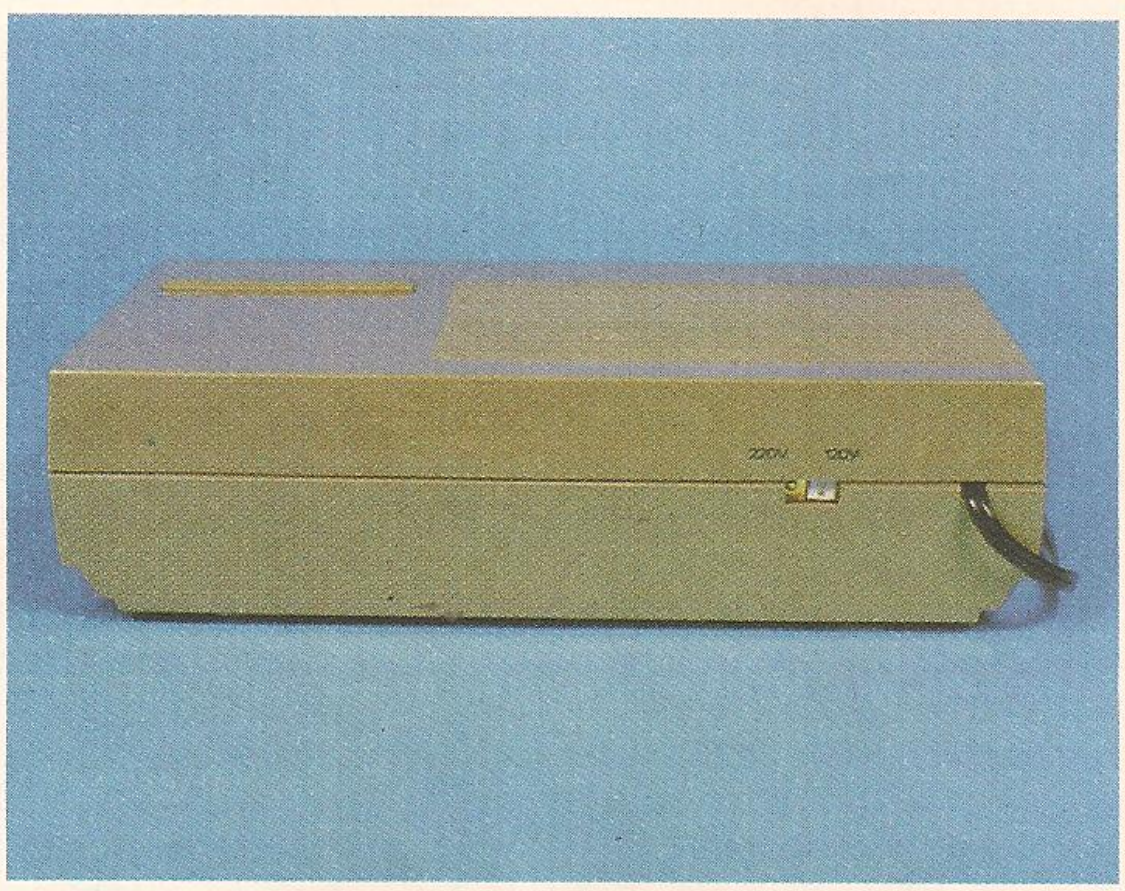
ao ser atingido o horário desejado, soltam-se as teclas TIME e SLOW.
Na foto 5, apresentamos um exemplo. O relógio foi ajustado para as 10 horas e 45 minutos da noite.
Tal como é feito com a hora certa, a hora para despertar também é exibida através de quatro dígitos, no formato de 12 horas.
O ajuste da hora para despertar é realizado pressionando-se, simultaneamente, as teclas ALARM e FAST (ajuste rápido) ou ALARM e SLOW (ajuste lento). Feito isso, deve-se escolher o tipo de alarme:

- despertador com BIP, sinal de 700 Hz interrompido por 2 Hz (veja exemplo na foto 6);
- despertador com música, rádio AM (veja exemplo na foto 7);
- despertador com música, rádio FM (veja exemplo na foto 8).

O procedimento é o seguinte: com a chave seletora de funções na posição ON, escolher a emissora desejada (segundo e terceiro casos), bem como ajustar o controle de volume para um nível sonoro adequado. Passando a chave seletora para a posição BUZZ ou RADIO, conforme o caso, no orifício marcado, ALARM, logo acima dessa chave, deverá aparecer um ponto (''bandeira''), de cor vermelha: o despertador está ''armado''. Assim, o BIP ou o rádio serão acionados, automaticamente, no horário programado.
Quando o despertador (BIP ou rádio) entrar em funcionamento, um leve toque na tecla SNOOZE fará com que ele seja interrompido por um intervalo de nove minutos. Após esse período, o despertador voltará a funcionar, automaticamente.
Tal operação pode ser repetida até cinco vezes seguidas.
A função SONECA permite, ao usuário, cochilar por mais alguns minutos antes de acordar.
Se, enquanto o despertador estiver ativo, for dado um leve toque na tecla ALARM OFF, ele ficará inoperante por um período de vinte e quatro horas, ou seja, voltará a funcionar somente no dia seguinte, no horário programado.

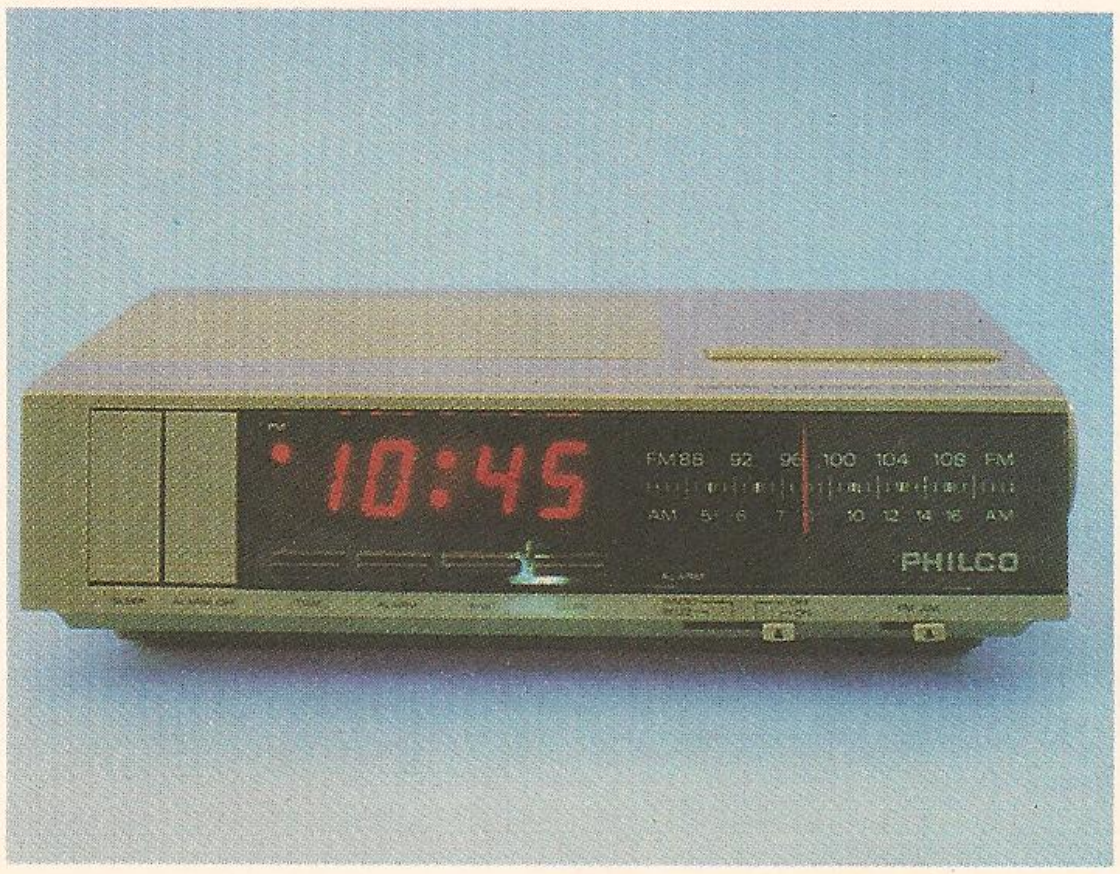


3. Vista superior, mostrando a tecla SNOOZE (ou SONECA).



4. Vista traseira, mostrando a chave seletora de voltagem (120 V e 220 V).

5. Hora real do dia. O ponto luminoso aceso (PM), no canto esquerdo superior do display, indica que o horário foi ajustado para depois do meio-dia (22 horas e 45 minutos, nesse exemplo).



6. Hora para soar o alarme (despertador com BIP). O ponto PM apagado indica que o horário foi ajustado para antes do meio-dia (6 horas da manhã).



Vejamos, agora, como ajustar o intervalo de temporização (uso do TIMER). Com a chave seletora de funções na posição OFF, ao se pressionar a tecla SLEEP o rádio entrará em funcionamento. Além disso, no display aparecerão somente os dígitos (unidades e dezenas) dos minutos (veja foto 9).

O intervalo de temporização poderá ser ajustado entre 59 minutos e 1 minuto, mantendo-se a tecla SLEEP apertada e acionando-se a tecla FAST (decréscimo rápido) ou SLOW (decréscimo lento).

Uma vez esgotado o intervalo ajustado, o rádio desligará automaticamente. Dentro do período de temporização, o receptor poderá ser desligado manualmente, a qualquer instante que se desejar. Para isso, basta dar um leve toque na tecla SNOOZE, na parte superior do gabinete.

O uso do temporizador (ou TIMER) permite, por exemplo, que o usuário se deite ouvindo música, notícias, etc., e não se preocupe em desligar o rádio, caso adormeça.

O temporizador, por sua vez, também poderá ser utilizado em conjunto com o despertador. Para tanto, deve-se programar o despertador como já descrito e, a seguir, acionar o temporizador, como acabamos de explicar, não esquecendo de colocar a chave seletora de funções em RADIO ou BUZZ, conforme desejado.

Tal operação permite que o usuário durma ouvindo rádio e desperte com o próprio rádio ou, então, com o BIP.

Os rádios-relógios também podem fun-

NOÇÕES TEÓRICAS

O monoestável

O monoestável, chamado também de multivibrador monoestável, é um circuito que, ao contrário do biestável, dispõe de um só estado permanentemente estável e de um outro que é chamado de semi-estável.

Para produzir a comutação do estado estável para o estado semi-estável, é necessário aplicar em sua entrada um sinal de comutação adequado. Quando a comutação inter-estados for efetuada, o circuito se manterá no estado semi-estável por um período de tempo especificado. Porém, invariavelmente, ao fim deste período, ele retorna ao estado estável inicial sem a necessidade de outro sinal externo.

Pode-se construir um circuito monoestável partindo de diversos elementos de tipo analógico ou digital, como um par de transistores, duas portas NE ou um circuito integrado projetado especialmente para este fim.

Independentemente da sua estrutura, em todos os casos é indispensável contar com dois elementos fundamentais e insubstituíveis que determinam o tempo de permanência no estado semi-estável. Trata-se de um resistor e um capacitor, cuja combinação de valores ôhmicos e de capacitância permite fixar o tempo em que o circuito permanece no estado semi-estável. O produto R.C é denominado de constante de tempo do circuito.

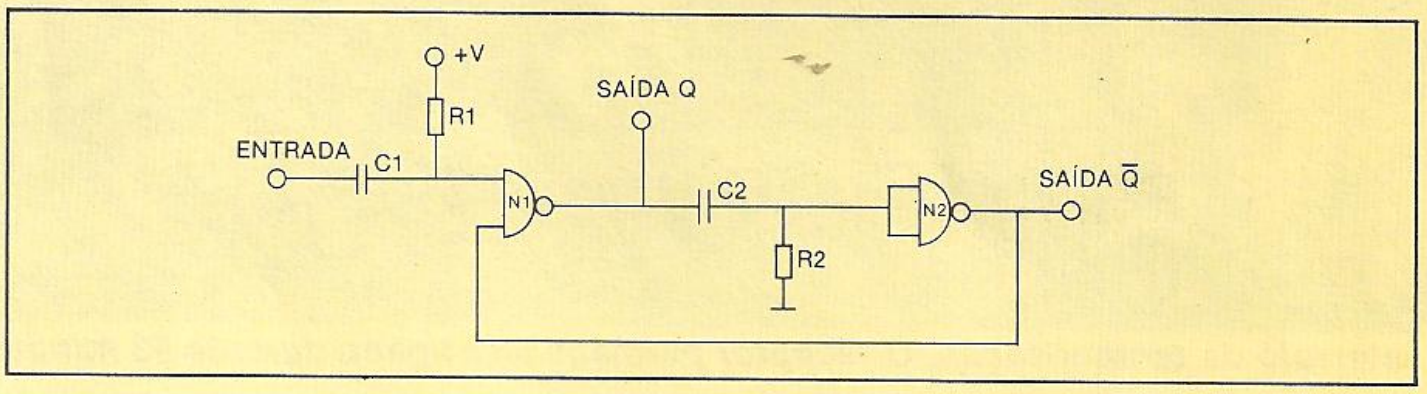
Tomemos como exemplo o circuito representado na figura, realizado com base em duas portas NE. Quando a entrada é posta em 0, aplica-se um pulso negativo à entrada N1, o que produz um valor digital 1 na sua saída. Isto produz um pulso positivo que chega à entrada N2 através de C2. Em conseqüência, a saída de N2 permanece.

Este estado é transmitido à segunda entrada de N1 para assegurar que sua saída permaneça no valor digital 1, mesmo que seja injetado um outro pulso na entrada.

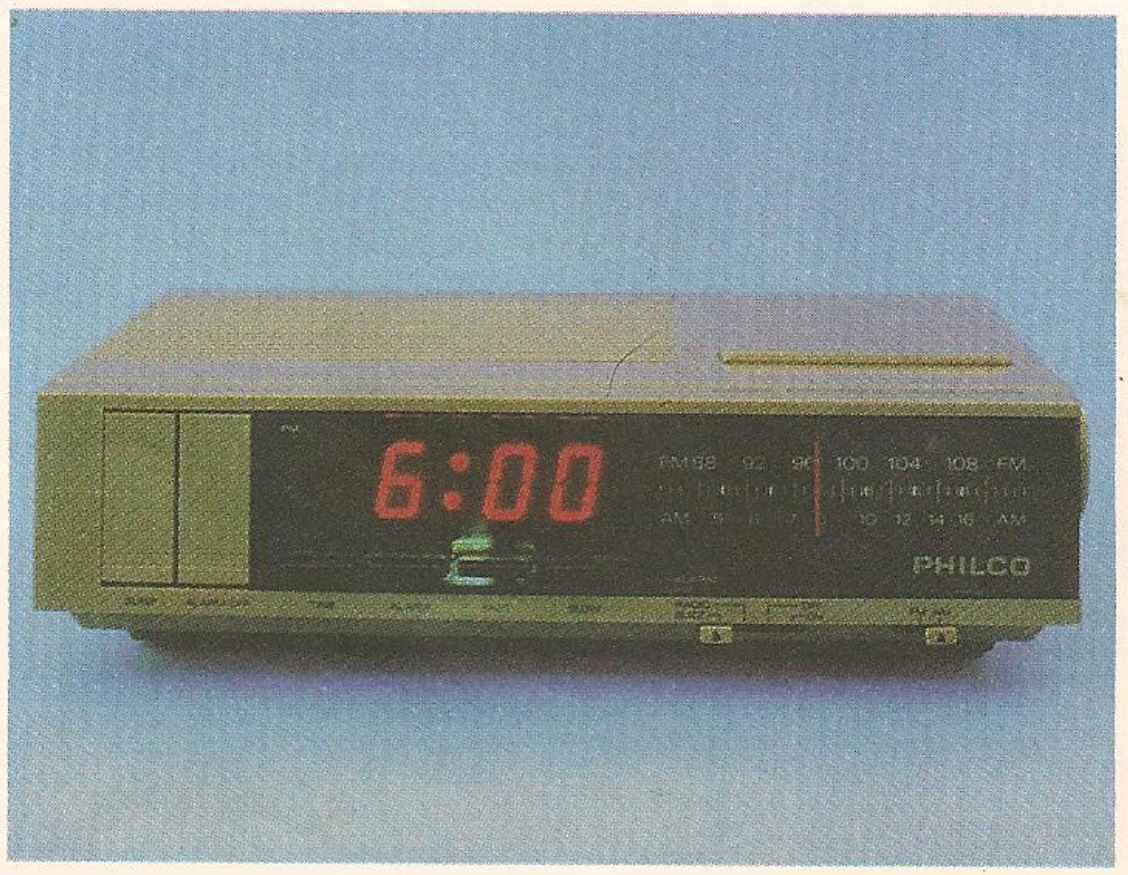
Nessa situação, o capacitor C2 recebe uma tensão 0 através do resistor R2. Portanto, ele começa a carregar-se até que a placa da direita atinja uma tensão tão baixa que a porta N2 interpreta como valor digital 0.

Nesse momento, a sua saída vai ao valor digital 1 2 e, conseqüentemente, a saída de N1 cai a 0, de modo que o sistema retorna ao seu estado inicial com a saída de N1 no valor digital 0 e a saída de N2 ao valor digital 1.

Como se pode observar, o período de permanência do circuito no estado semi-estável é completamente definido pela constante de tempo de carga do capacitor C2, através do resistor R2.



7. Hora marcada para soar o alarme (despertador com música, rádio AM).



8. Hora marcada para soar o alarme (despertador com música, rádio FM).

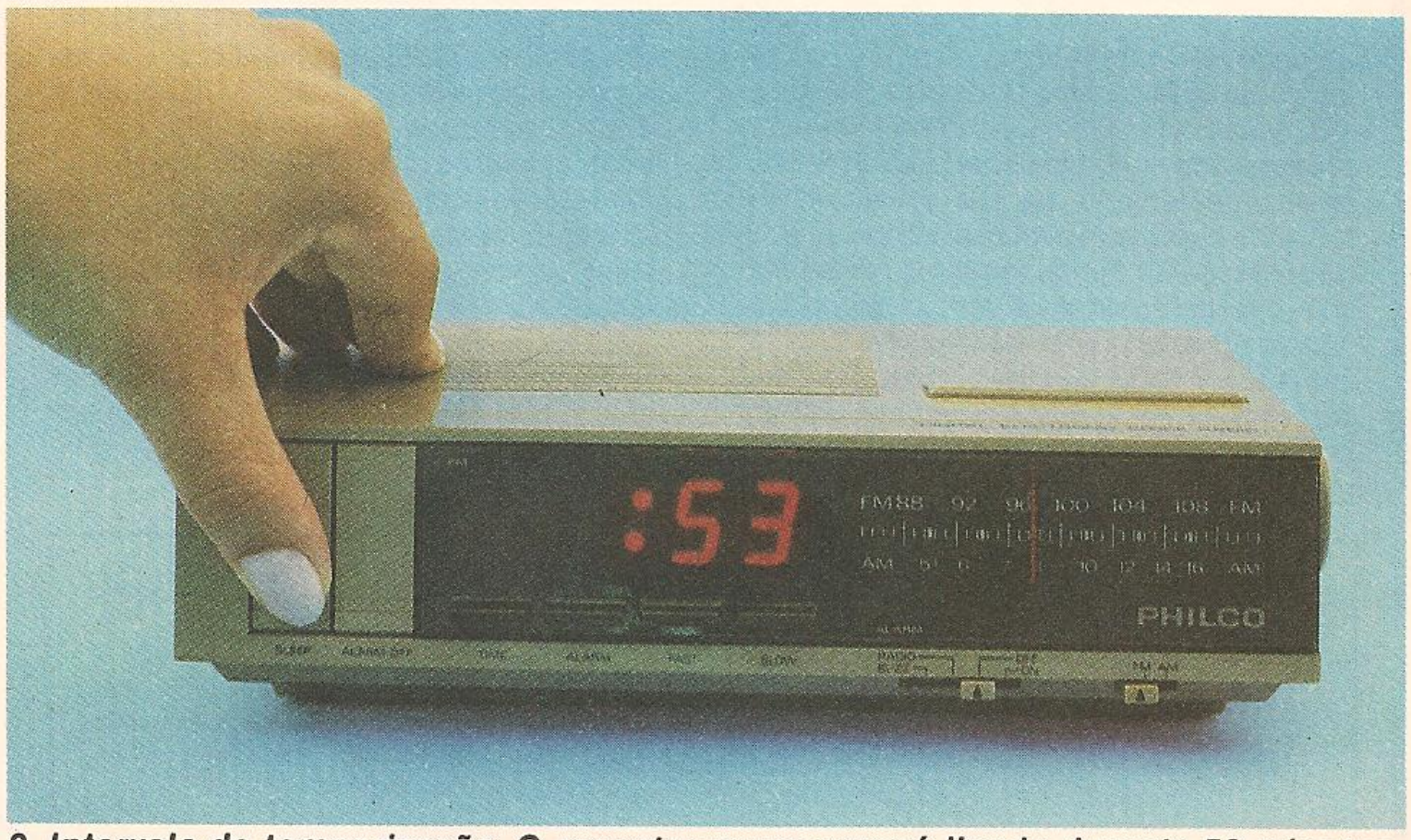


cionar com bateria. Na parte inferior do aparelho (veja foto 10) existe um compartimento para a instalação de uma bateria de 9 V. Se o rádio-relógio estiver equipado com tal bateria (em bom estado) e ocorrer um corte no fornecimento da energia elétrica, os circuitos do receptor, bem como o display de leds, ficarão inoperantes, pois os mesmos são alimentados pela rede CA, apenas. Porém, os contadores do relógio, do despertador e do temporizador continuarão funcionando, alimentados pela bateria (a comutação rede-bateria é automática). Assim, se o despertador estiver programado para despertar com música, na falta de energia ele o fará com o BIP.

Também, na falta de energia elétrica, e com a bateria instalada, o temporizador não perderá a sua programação. Quando a energia voltar, caso o período de temporização ainda não se tenha esgotado, o rádio continuará funcionando até o fim desse intervalo.

Se o aparelho estiver sem bateria, ou mesmo se ela estiver descarregada, quando o fornecimento de energia elétrica for restabelecido, o mostrador indicará 12:00 e ficará piscando na freqüência de 1 Hz.

Este fato serve para alertar ao usuário que toda a programação foi perdida e, em vista disso, novos ajustes (do relógio, do despertador e do temporizador) são necessários.



9. Intervalo de temporização. O receptor permanecerá ligado durante 53 minutos.

10. Vista inferior, mostrando o compartimento para a bateria de 9 V.



O rádio-relógio pode funcionar em redes elétricas de 220 V?
Sim. Para tanto, antes de conetá-lo à tomada de corrente, deve-se comutar a chave seletora de voltagem (parte traseira) para 220 V.

O aparelho funciona sem energia elétrica (corrente alternada)?
Quando ocorrer uma interrupção no fornecimento de energia, o radiorreceptor e o display ficarão inoperantes. Se a bateria de 9 V estiver instalada, os contadores do relógio, do despertador e do temporizador funcionarão normalmente, alimentados pela bateria.

O que ocorrerá quando acabar a energia elétrica um pouco antes da hora de despertar?
Se o aparelho estiver equipado com a bateria, quando chegar a hora de despertar, o alarme será feito pelo sinal de BIP, apenas.

Quando o despertador entrar em funcionamento, o que fazer para silenciá-lo durante nove minutos?
Basta pressionar, momentaneamente, a tecla SNOOZE (ou SONECA).

Quando o despertador for acionado, como proceder para interrompê-lo e deixá-lo programado para o dia seguinte, no mesmo horário?
É necessário apenas pressionar, momentaneamente, a tecla ALARM OFF.

Quais os limites de ajuste do intervalo de temporização?
O período de temporização pode ser ajustado entre 59 minutos e 1 minuto.

Como proceder para desligar o rádio durante um intervalo de temporização?
Deve-se pressionar, momentaneamente, a tecla SNOOZE.

O que indica o piscar constante do display em 12:00?
Indica que, devido à falta de energia elétrica, toda a programação foi perdida e, portanto, novos ajustes são necessários. Se o aparelho estiver equipado com a bateria de 9 V, ela provavelmente perdeu sua carga; neste caso, a bateria deverá ser substituída por outra em boas condições.

AS PROPRIEDADES DO SOM E O OUVIDO HUMANO

Intensidade, tonalidade e timbre são os três fatores que caracterizam um dos fenômenos mais familiares a todos nós: o som. Neste capítulo, analisaremos as propriedades do som, e descreveremos também as partes que compõem o ouvido.

Em condições normais, o som caracteriza-se por três fatores, que definem as suas propriedades mais importantes: intensidade, tonalidade e timbre.

A **intensidade** é o valor máximo da pressão sonora, transmitida pelo ar, sob a forma de ondas (em geral, senoidais), que provoca diretamente a sensação de escuta quando incide sobre as regiões sensíveis do ouvido.

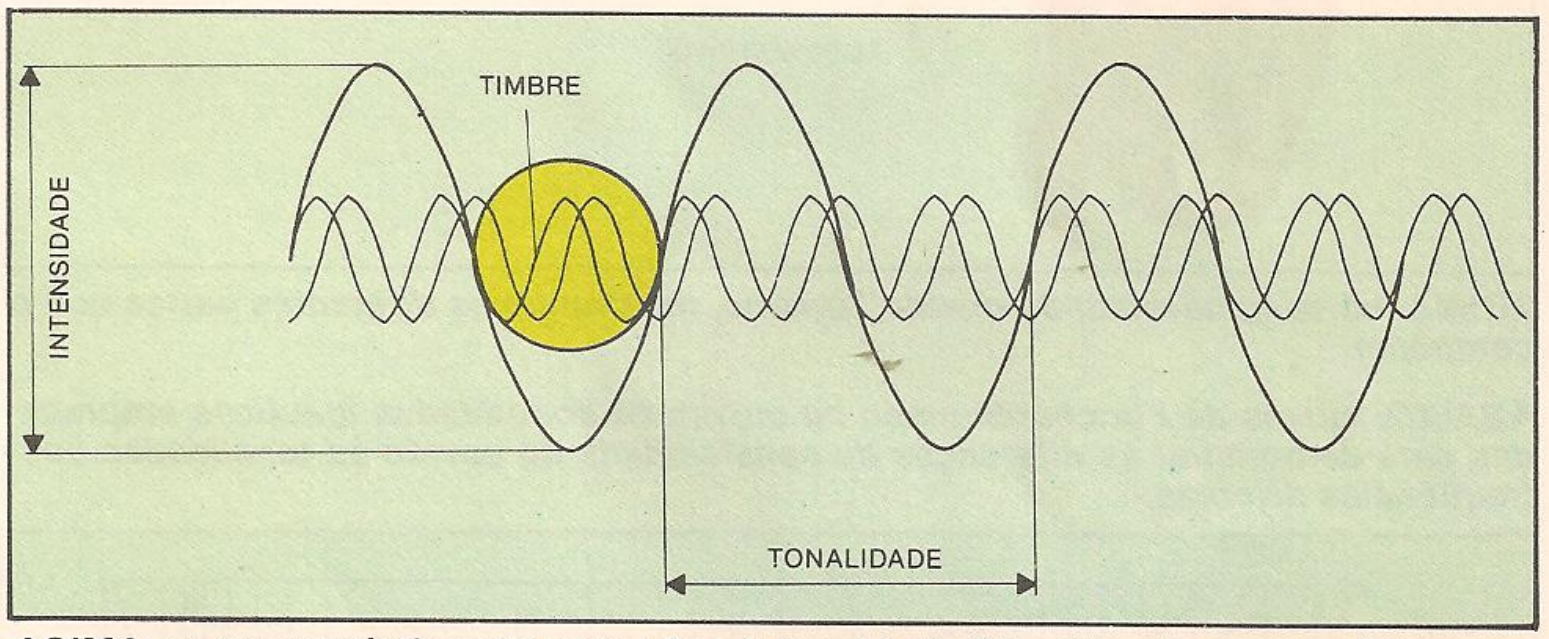
Essa pressão sonora é medida em relação a um determinado nível de referência. O resultado obtido, que vem expresso em decibel, representa o valor procurado. O nível de pressão tomado como referência tem um valor de $1{,}96 \cdot 10^{-6}$ kg/m², adotando-se uma freqüência de 1 KHz para o sinal de referência. Do nível zero de pressão (correspondente ao nível mínimo de audibilidade), até os 120 dB, que correspondem ao limiar da dor (devido à amplitude do som que atinge o ouvido), há uma grande variedade de níveis sonoros que podem ser associados a diferentes situações do nosso cotidiano.

Em cada caso, esses níveis podem ser determinados com alguma aproximação, sem necessidade de nenhum instrumento de medição. Por exemplo, um nível de 20 dB, equivalente a uma pressão sonora absoluta de $2 \cdot 10^{-5}$ kg/m², pode corresponder ao nível sonoro existente em um jardim localizado longe de estradas ou vias de tráfego e na ausência de qualquer fonte sonora artificial que eleve anormalmente esse nível. Assim, essa intensidade pode ser considerada fraca. Um caso de maior pressão sonora é o nível de 40 dB, que representa aproximadamente $2 \cdot 10^{-4}$ kg/m², ou seja, dez vezes superior ao anterior. Esse nível corresponde ao nível acústico de um apartamento vazio, sujeito unicamente aos ruídos transmitidos através das paredes, do piso e do teto.

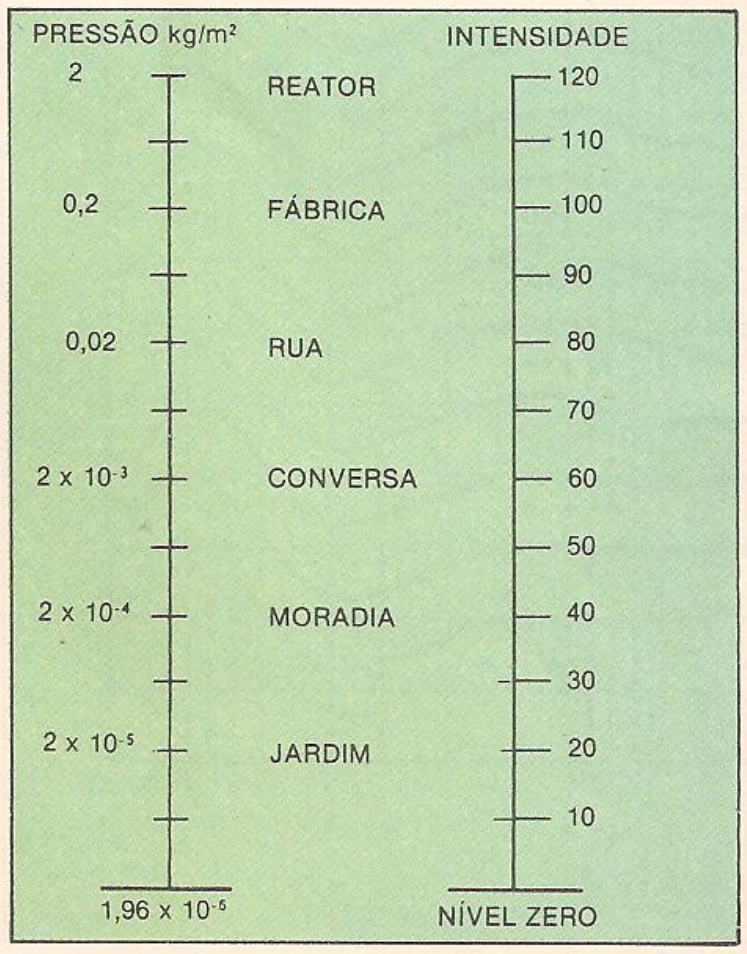
Se desejarmos níveis mais elevados, podemos considerar o de 60 dB, que pressupõe uma pressão de $2 \cdot 10^{-3}$ kg/m², equivalente à intensidade sonora gerada por uma conversa entre várias pessoas sem que nenhuma delas eleve o tom de voz.

Níveis muito mais elevados correspondem a valores da ordem de 100 dB que, em termos de pressão, alinham-se em 0,2 kg/m² = 200 g/m². A sensação acústica desse nível corresponde à do som produzido no interior de uma fábrica em plena atividade.

Enfim, podemos indicar um nível de mais ou menos 120 dB como o máximo tolerado pelo ouvido humano sem que ocorram lesões graves, embora haja uma sensação dolorosa. Essa intensidade, em termos de pressão, equivale a 2 kg/m², e pode ser provocada pelo



ACIMA: as características do som são a intensidade (identificada com a máxima amplitude relativa do sinal), a tonalidade (correspondente à sua freqüência fundamental) e o timbre (que leva em consideração os componentes harmônicos do sinal).



AO LADO: escalas de intensidade sonora expressas em unidades de sensibilidade (dB SPL) e em unidades de precisão absoluta (kg/m²).

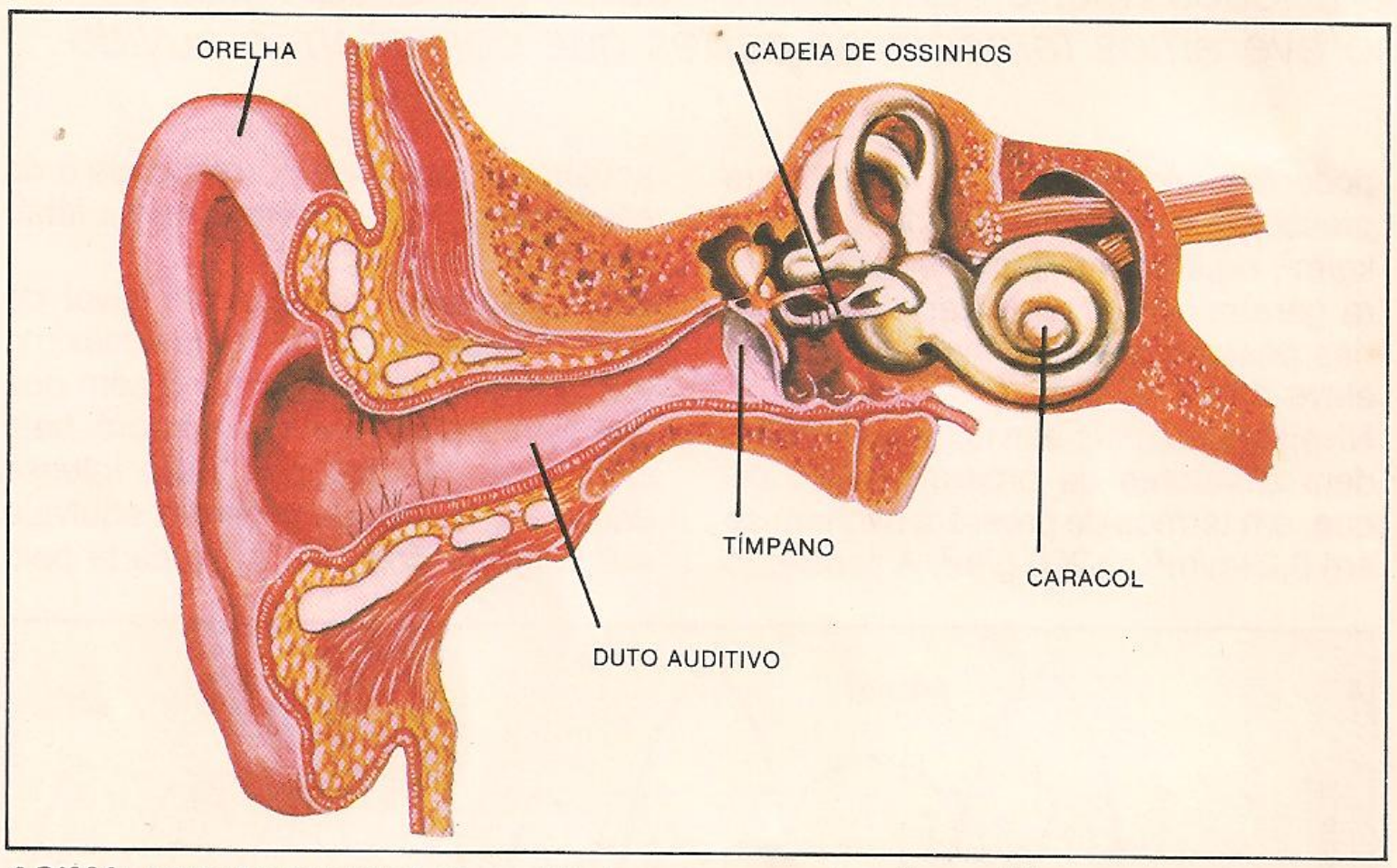
MEIO DE PROPAGAÇÃO	VELOCIDADE M/S
ÁGUA	1 441
FERRO	5 128
MADEIRA	3 300
CHUMBO	1 223
VIDRO	5 000
TIJOLO	3 800

ACIMA: tabela de velocidade da propagação do som.

barulho produzido por um avião a jato no momento da decolagem e a uma curta distância.

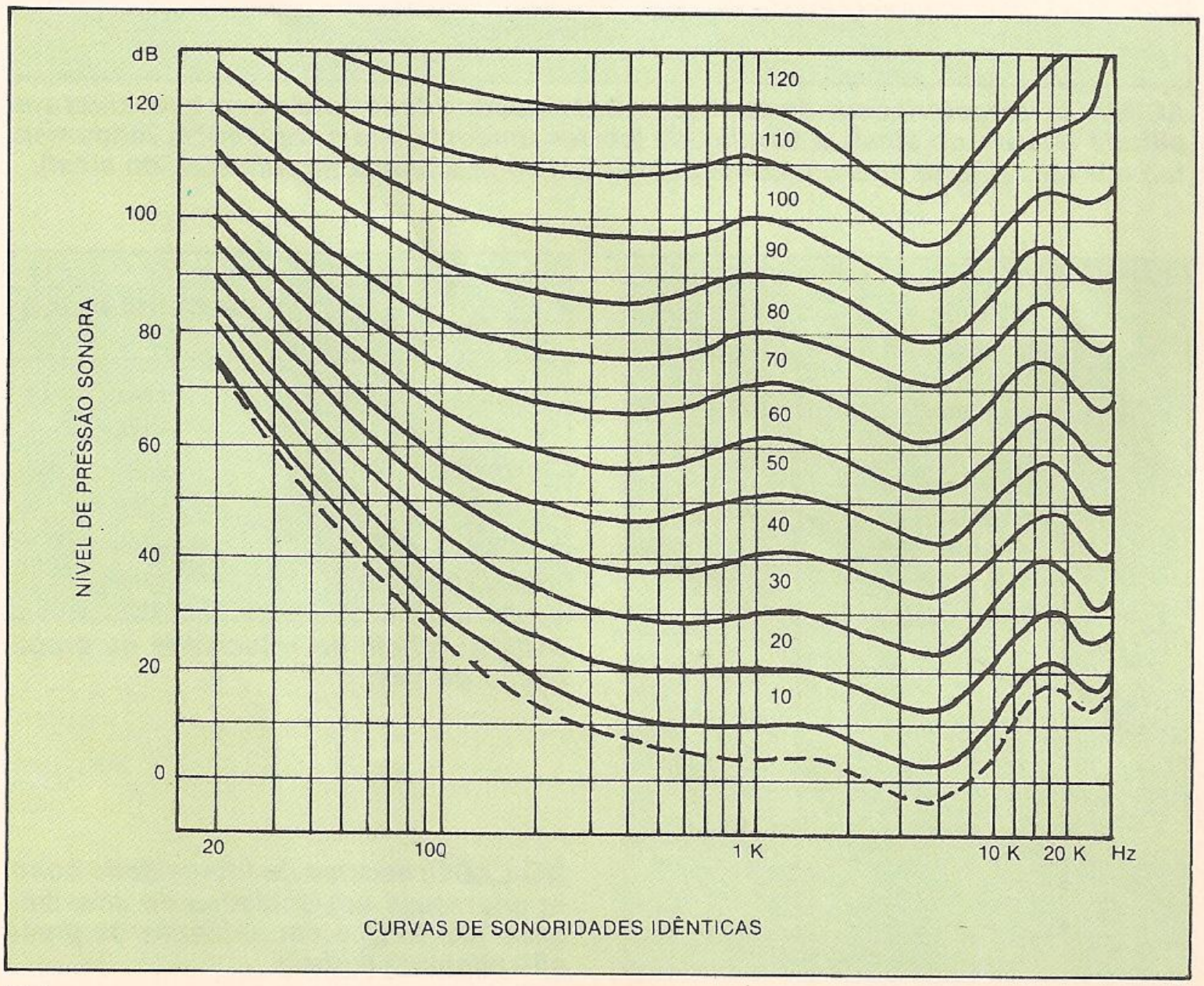
A **tonalidade**, outro fator característico do som, pode ser definida pela freqüência em Hertz e produz no ouvinte uma sensação de graves ou agudos, isto é, de tonalidades baixas ou altas.

A terceira característica do som é o **timbre**. Na realidade, é impossível ouvir um som puro (equivalente a um sinal senoidal único de freqüência determinada), a menos que ele seja produzido artificialmente. O timbre dá uma idéia do número de freqüências diferentes, com níveis mais ou menos elevados, que acompanham a freqüência fundamental. Essas freqüências, quando são múltiplas da fundamental, recebem o nome de harmônicas.



ACIMA: corte transversal do ouvido humano, mostrando as diferentes partes que o compõem.

ABAIXO: curvas de Fletcher-Munsen ou curvas de sonoridades idênticas empregadas para demonstrar as diferenças de sensibilidade do ouvido às tonalidades com freqüências diversas.



Quando ocorre uma mistura de diferentes freqüências numa forma coordenada, o resultado provoca sensações agradáveis. É o caso da música, por exemplo.

Definidas as características dos sons, convém falar rapidamente sobre sua forma de propagação em relação ao ouvinte. Qualquer som é produzido pela vibração de um determinado elemento em uma freqüência superior a 20 Hz e inferior a 20 KHz. Essa vibração produz compressões e expansões nas camadas de ar que a envolvem e que se propagam pela atmosfera, provocando o acionamento de camadas de ar mais afastadas.

A vibração inicial transmite-se sob a forma de ondas de pressão que se espalham e perdem intensidade à medida que se distanciam. A velocidade de afastamento dessas ondas da fonte sonora é de 340 m/s no ar à temperatura de 27°C.

O som, porém, não se transmite somente através do ar, mas também por meio de qualquer material que possua alguma elasticidade.

A velocidade de cada um desses meios é diferente da velocidade do ar e depende das propriedades físicas de cada um, mesmo que, como regra geral, nos líquidos e nos sólidos a propagação seja muito mais rápida do que no ar. Esse fenômeno é explicável pelo mecanismo que intervém na transmissão, constituído pela vibração das moléculas do meio: no ar e nos gases, as moléculas são mais separadas do que nos líquidos.

Analisados os aspectos fundamentais da produção e da propagação das ondas acústicas, descreveremos, agora, como ocorre a percepção do som por parte dos seres humanos. O mecanismo auditivo transmite ao cérebro a sensação obtida através dos diferentes níveis de pressão sonora ambiente.

O som incide sobre o pavilhão da orelha, que tem a função de funil, concentrando a energia acústica recebida para enviá-la ao duto auditivo. Seu formato tem um papel importante, pois permite que se localize, com um certo grau de aproximação, a direção de onde provêm os sinais.

As diferenças de pressão alcançam o tímpano, localizado no fim do duto auditivo. O tímpano é formado por uma membrana que separa o duto do ouvido médio. Ele tem uma superfície de cerca de 1 cm² e o efeito da onda sono-

ra é fazê-lo entrar imediatamente em vibração, no ritmo imposto pelo sinal que está chegando. Este sinal se transmite ao ouvido interno através de uma corrente de ossinhos denominados martelo, bigorna e estribo.

A área terminal do ouvido interno, a membrana basilar, é sensível às várias freqüências e transmite a informação obtida ao nervo auditivo, de onde, afinal, é transmitida ao cérebro.

O processo auditivo consiste em uma série de fenômenos distintos cuja complexidade não permite encontrar uma resposta simples e única entre a medida física da pressão sonora e a sua percepção por parte do ouvido.

Por essa razão, há uma falta de linearidade na reação da estrutura do ouvido, tanto no que diz respeito à freqüência quanto à amplitude.

Foram realizadas diversas experiências para estudar as principais características da audição. Uma das mensurações executadas é a da capacidade auditiva mínima em uma determinada freqüência, ou seja, a intensidade mínima que pode ser percebida nessa freqüência. Os resultados variam consideravelmente de um indivíduo a outro. Então, para ouvir sons de freqüências diferentes com a mesma sensação de sonoridade ou de intensidade sonora, os sons devem ser emitidos com um nível de potência distinto, já que o ouvido não reage linearmente.

A sonoridade, entendida como a capacidade subjetiva de perceber os sons, depende não apenas da intensidade, mas também da freqüência. Já em 1933, Fletcher e Munsen trabalharam sobre estes fenômenos e o resultado concretizou-se nas curvas de sonoridade idênticas.

Estas curvas são obtidas confrontando-se dois sons puros, um de 1 KHz e outro de qualquer freqüência e regulando o nível de intensidade do segundo para fazer com que a sua sonoridade subjetiva seja igual à do primeiro. Estas curvas demonstram que a melhor percepção sonora está localizada entre 600 Hz e 10 KHz.

Os resultados destas experiências são levados em consideração no projeto de amplificadores de áudio por meio do circuito de compensação fisiológica. Este circuito coloca em evidência as freqüências altas e baixas, igualando e compensando a audição dos sons produzidos por estas freqüências em relação às freqüências médias.

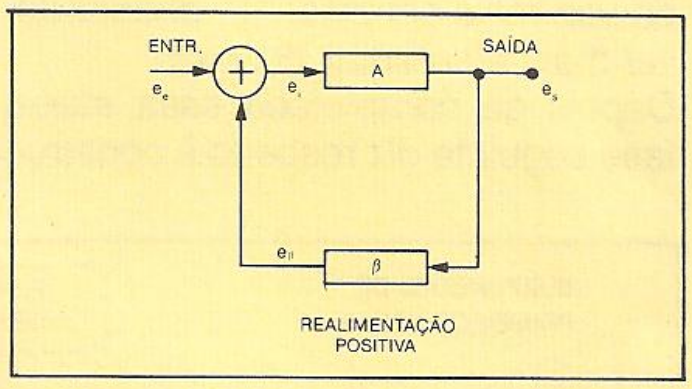
NOÇÕES TEÓRICAS

A realimentação

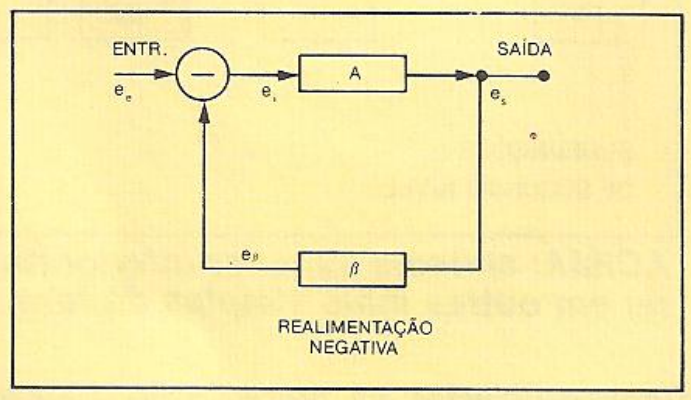
Diz-se que um circuito eletrônico está realimentado ou contém uma forma de realimentação quando o sinal aplicado em sua entrada é formado por dois termos: um é o sinal que chega de fora, o outro é uma fração do sinal tomado em um ponto qualquer do circuito, incluindo sua saída. Este procedimento é bastante utilizado em circuitos que realizam funções diferentes, entre os quais destacam-se os amplificadores e os osciladores.

Dependendo das características do sinal que retorna da saída para a entrada, podemos considerar dois tipos diferentes de realimentação: positiva ou em fase, e negativa ou em contrafase.

Na **realimentação positiva** *ou* **em fase** *os dois sinais que chegam à entrada tendem a se somar em fase, resultando num reforço do sinal total aplicado ao circuito.*



A **realimentação negativa** *ou* **em contrafase** *ocorre quando o sinal que retorna da saída está em oposição de fase ao sinal de entrada. Nesse caso, o efeito obtido será sempre uma diferença entre os dois, com diminuição do nível total de sinal aplicado ao amplificador.*



Supondo um amplificador que tenha um ganho A, ao qual se acrescenta uma rede de realimentação em fase que provoca o retorno para a entrada de uma fração β do sinal de saída, obtém-se um novo ganho total que pode ser calculado por:

$e_s = Ae_i$

mas $e_i = e_e + e_\beta$

e $e_\beta = \beta \cdot e_s$

daí $e_s = Ae_e + A\beta e_s$

$$\text{ou } A_r = \frac{e_s}{e_e} = \frac{A}{1 - A\beta}$$

Caso o produto de A . β seja positivo, ocorrerá uma realimentação positiva. Caso o valor de A . β se aproxime de 1, o ganho A_r aumentará.

Observe-se que o circuito pode tornar-se instável caso A . β tenda a 1, já que o denominador (1 - A . β) tende a 0, com o ganho de realimentação A_r tendendo ao infinito. Este é o princípio de funcionamento dos osciladores, pois neles temos uma tensão de saída com a tensão de entrada igual a 0.

Se, ao contrário, o produto A . β for negativo, o resultado da fórmula anterior será inferior ao ganho A em malha aberta. Nesse caso, temos realimentação negativa ou em contrafase. O resultado obtido pela multiplicação do ganho A pela fração do sinal de saída β é chamado de ganho de malha ou fator de realimentação. O ganho A_r é chamado de ganho em malha fechada.

Em circuitos que trabalham sobre uma faixa elevada de freqüência, pode acontecer que, mesmo utilizando uma malha fixa de realimentação, sejam obtidos simultaneamente os dois tipos de realimentação, pois, em geral, as fases do sinal de entrada e de saída dependem da resposta de freqüência do circuito. Assim, pode existir uma freqüência em que o ganho de malha seja positivo e se aproxime de 1 (βA = 1). Nessa freqüência, o circuito apresenta um comportamento absolutamente instável.

Os efeitos produzidos por uma malha de realimentação negativa resultam numa redução do ganho, tendo como contrapartida uma certa melhora das principais características do amplificador.

Entre os parâmetros mais afetados temos uma grande melhoria da linearidade do circuito. Assim, as distorções são reduzidas, pois geram harmônicas indesejáveis que prejudicam a qualidade do sinal.

É possível obter também uma melhora da relação sinal/ruído, mas somente quando o ruído se produza dentro do estágio com realimentação, não tendo nenhum efeito sobre o sinal que provém da entrada juntamente com o sinal útil.

Existe, enfim, um outro efeito a ser considerado, que diz respeito às impedâncias de entrada e saída do circuito. Uma reação negativa de tensão origina um aumento da impedância de entrada e uma redução da impedância de saída; mas se, em vez de uma tensão, reage-se uma corrente, o efeito é inverso, já que a impedância de entrada diminui e a de saída aumenta.

INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO

Todas as aparelhagens eletrônicas que funcionam com base em microprocessadores necessitam de um programa de instruções. Neste capítulo, nós apresentamos alguns aspectos fundamentais da introdução à programação.

Qualquer aparelhagem eletrônica, cujo funcionamento é baseado em um microprocessador, requer a elaboração de um programa de instruções que seja interpretado pela UCP (Unidade Central de Processamento) e dirija as operações que o sistema deve executar.

Antes de começar a preparar este programa, é importante considerar alguns aspectos preliminares, que facilitarão muito o seu trabalho. São os seguintes:

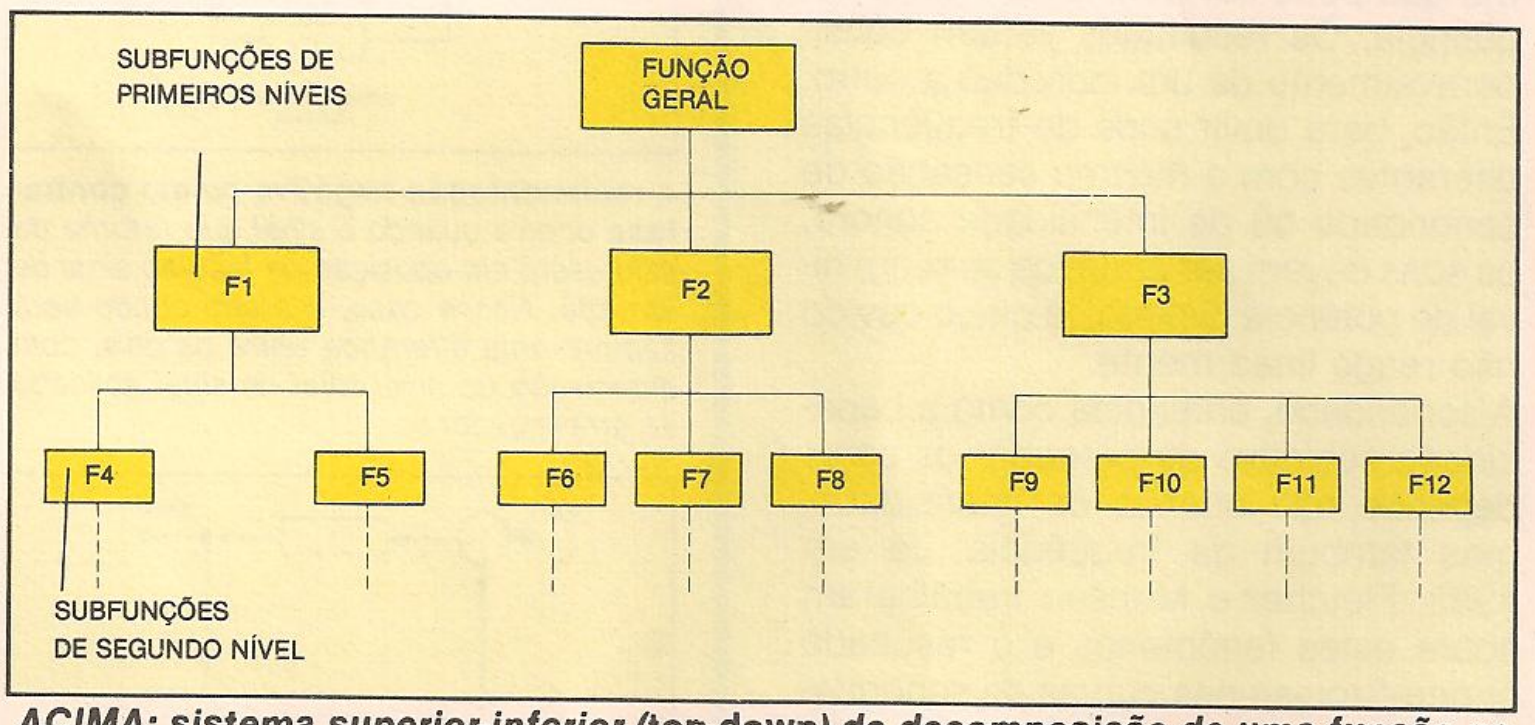
Definição dos dados: é indispensável conhecer antecipadamente os dados disponíveis para resolver o problema ou para realizar a função prefixada.

Definição dos resultados: é importante também conhecer com precisão o resultado que se deseja alcançar e a forma que este deve assumir.

Estrutura interna dos dados: este aspecto refere-se à organização dos dados no interior da memória do microprocessador, com a finalidade de obter o máximo rendimento do sistema.

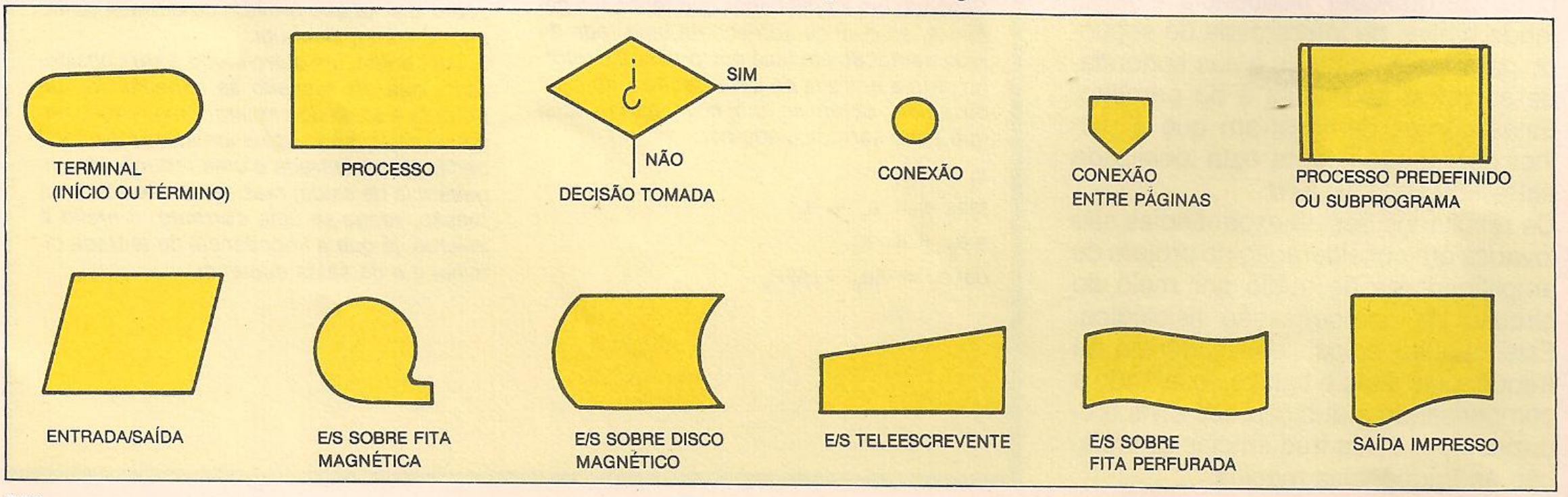
Definição das operações: este é um aspecto muito importante, pois é baseado na descrição de todas as operações elementares ou passos que o programa deve realizar para a solução de uma determinada função, que é o objetivo geral do programa. Recorre-se, para isso, a um sistema de análises denominado superior-inferior (***top-down***, em inglês), que consiste em obter uma série contínua e ordenada de funções, partindo de uma função geral. Isso significa que, à medida que se faz essa decomposição, obtêm-se funções cada vez mais simples, até chegar ao nível mais elementar possível.

Depois de completada essa etapa, a fase seguinte diz respeito à construção de um organograma do processo, também chamado de diagrama de fluxo. Ele consiste em realizar uma representação gráfica da seqüência de operações elementares. Expõe-se, através de símbolos gráficos, todas as fases do programa, evidenciando os pontos nos quais é necessário tomar uma decisão ou executar qualquer tipo de operação especial. Pode-se dizer que essa fase equivale ao esquema elétrico de um circuito, utilizado tanto para realizar sua montagem como para qualquer



ACIMA: sistema superior-inferior* (top-down) *de decomposição de uma função geral em outras mais simples de forma contínua e ordenada.

ABAIXO: representação dos símbolos gráficos utilizados na redação do diagrama de fluxo.



trabalho de análise de defeitos, etc. Nos diagramas de fluxo, é possível distinguir diferentes tipos de símbolos gráficos característicos:

- Símbolos ou blocos destinados às funções INICIO e TERMINO ou FIM.
- Símbolos o blocos que representam as entradas e as saídas.
- Símbolos ou blocos de destino, para os casos em que é necessário aplicar um valor numérico a uma variável, ou intercambiar uma variável com outra. Esses destinos são de tipo destrutivo, já que o valor da variável é modificado e o original se anula.
- Símbolos ou blocos de decisão, que servem para escolher um entre dois possíveis percursos do diagrama, de acordo com uma decisão tomada no próprio bloco. Com esta finalidade, no interior do bloco se encontrará sempre um determinado pedido, cuja resposta é SIM, NAO, CERTO e ERRADO. Conseqüentemente, o símbolo gráfico possui duas saídas ligadas a outros dois ramos do diagrama. Dependendo da decisão tomada, o processo tomará um caminho ou outro.

Às vezes, dependendo do processo descrito no programa, são produzidos círculos fechados (enlaces), através do quais o programa passa várias vezes durante a execução. Em geral, ocorrem no bloco de decisão. Realmente, algumas vezes é necessário repetir uma determinada instrução até obter o resultado esperado e, nesse momento, o programa sai do enlace, quando muda a saída do bloco de decisão.

Freqüentemente, durante a elaboração do programa, aparece um determinado ramo que deve ser utilizado mais de uma vez no diagrama de fluxo. Portanto, é mais prático escrevê-lo uma única vez e referir-se a ele toda vez que for necessário utilizá-lo. Esse ramo é definido com o nome de SUB-ROTINA (***SUBROUTINE***, em inglês).

Uma sub-rotina é, então, um determinado diagrama de fluxo ou subprograma que tem um início e um fim, com uma única condição: quando é "chamado" pelo programa principal, o processo de chamada e o de execução devem ser o mesmo.

Para esclarecer e desenvolver o conjunto de conceitos analisados até aqui, tomaremos como exemplo a realização do diagrama de fluxo do processo efetuado para obter o resultado escrito da soma de dois números com dois algarismos cada um.

NOÇÕES TEÓRICAS

As linguagens da programação

A linguagem utilizada na programação de um microcomputador, com base em microprocessadores ou outras estruturas computadorizadas mais complexas, constitui o meio utilizado para a comunicação homem-máquina. Com a linguagem, é possível desenvolver programas que são aceitos diretamente pelo equipamento para serem sucessivamente armazenados na memória. Os programas estabelecem uma seqüência de instruções que, quando executadas, realizam uma função desejada.

Atualmente são usados três níveis de linguagens, com características definidas:

Linguagem de máquina: *é o nível mais elementar em que as instruções podem ser colocadas pelo usuário. As instruções de máquina são compostas de conjuntos de bits 0 e 1 de forma que a máquina possa interpretá-las diretamente. Estes conjuntos de bits podem ser interpretados como um número binário ou, então, podem ser agrupados em conjuntos de quatro bits, formando números hexadecimais. Isso é feito habitualmente para a interpretação mais simples do programa por parte do usuário.*

Um programa escrito em linguagem de máquina recebe o nome de **programa-objeto**. *Apesar da vantagem representada pela velocidade de execução da máquina, a informação sobre as características operativas é muito escassa, pois a interpretação por parte do usuário de todos os códigos utilizados é muito difícil.*

Linguagens de montagem ou ASSEMBLER: *com este tipo de linguagens são substituídos os códigos de instrução e os saltos condicionais escritos em código de máquina e que formam as instruções do programa-objeto, por códigos simbólicos, que correspondem aos códigos de instruções em linguagem de máquina.*

Em geral são utilizados símbolos alfanuméricos, em que as letras ou palavras empregadas dão uma idéia da instrução de que se trata e são relativamente fáceis de serem lembradas. Esses códigos também são denominados mnemônicos. O programa obtido é chamado **programa-fonte**. *Esse programa não é interpretado diretamente pelo processador, pois é necessário traduzi-lo para transformá-lo em programa-objeto.*

Há no microcomputador um programa específico com a função de tradúzir programas em linguagem ASSEMBLER para programas escritos em linguagem de máquina. Esse programa recebe o nome de montador. Isso é possível porque se trata de uma operação completamente automática e repetitiva, podendo, assim, ser realizada por um programa que receba como dados as instruções do programa em linguagem ASSEMBLER e que obtenha como resultado as mesmas instruções no código de máquina que configura o programa-objeto, diretamente executável pela máquina.

A linguagem ASSEMBLER facilita a análise e a interpretação dos programas e oferece a possibilidade de introduzir comentários para esclarecer as instruções.

Linguagens de alto nivel: *são linguagens não tanto relacionadas com a máquina em si, como a linguagem ASSEMBLER, mas que oferecem ao usuário maior facilidade para a realização do programa. As linguagens de alto nível contam com um conjunto de instruções orientado para uma área específica de atividades. Além disso, essas linguagens podem também ser gerais, isto é, podem ser independentes de determinado tipo de microcomputador.*

Uma linguagem desse tipo é o FORTRAN. A rigor, qualquer máquina que contenha essa linguagem pode interpretar programas escritos em FORTRAN. A linguagem FORTRAN é considerada uma linguagem de alto nível, ou seja, uma linguagem mais facilmente manipulada pelo usuário.

O programa escrito em linguagem de alto nível é chamado de **programa-fonte**. *As máquinas que dispõem de uma linguagem de alto nível, como o FORTRAN, por exemplo, utilizam um programa tradutor, que verte o programa escrito em linguagem de alto nível para um programa escrito em linguagem ASSEMBLER. Os programas de tradução são chamados, dependendo dos casos, de compiladores ou de interpretadores. A maior dificuldade dessas linguagens está na complexidade do programa tradutor.*

As linguagens de alto nível mais comuns são FORTRAN, BASIC, PASCAL, PL-1, ALGOL, COBOL, etc. Mais recentemente, estão sendo empregadas as linguagens LISP e PROLOG para a implementação de sistemas com inteligência artificial.

As considerações preliminares são muito simples e podem ser decompostas como segue:

Definição dos dados: os dados iniciais são perfeitamente conhecidos e consistem nos dois números que se quer somar.

Definição dos resultados: o resultado a ser obtido é escrito abaixo de uma linha de separação traçada sob os dois adendos, que são superpostos.

Estrutura interna dos dados: neste caso, já que o processo é realizado por uma pessoa, é suficiente que esta saiba de que forma se efetua a soma de dois números, ou seja, a adição.

Definição das operações: consiste em descrever todas as operações elementares ou passos a serem efetuados para executar esta soma. Esta seqüência não é única, pois é possível escrever outras semelhantes sem que o resultado mude.

A seqüência das instruções é esta:

- Ler o primeiro adendo.
- Escrever no papel o primeiro adendo.
- Ler o segundo adendo.
- Escrever o segundo adendo abaixo do primeiro, fazendo coincidir os algarismos das unidades e das dezenas de forma que fiquem nas mesmas colunas.
- Somar os algarismos das unidades.

O passo seguinte implica uma decisão, já que se deve estabelecer se existe um "vai um" depois da operação (caso o resultado seja superior a 9). A instrução, portanto, é: "Há resto?".

No caso de resposta afirmativa, são realizados os dois passos seguintes:

- Escrever o primeiro algarismo do resultado obtido sob a linha horizontal em correspondência com a coluna das unidades.
- Colocar no espaço imediatamente acima da coluna das dezenas o "vem um" da soma das unidades.

Se a resposta à pergunta anterior fosse negativa, seria necessário proceder da seguinte forma:

- Escrever o resultado obtido sob a linha horizontal em correspondência com a coluna das unidades.

A partir deste momento, os dois ramos anteriores convergem para:

- Somar a coluna das dezenas.
- Escrever o resultado sob a linha horizontal em correspondência com a coluna das dezenas e, no caso de "vai um", escrever o algarismo correspondente à esquerda do anterior.

Com esta seqüência, pode ser redigido o diagrama de fluxo desta página.

ABAIXO: diagrama de fluxo correspondente às operações para a obtenção de dois números de dois algarismos.

