

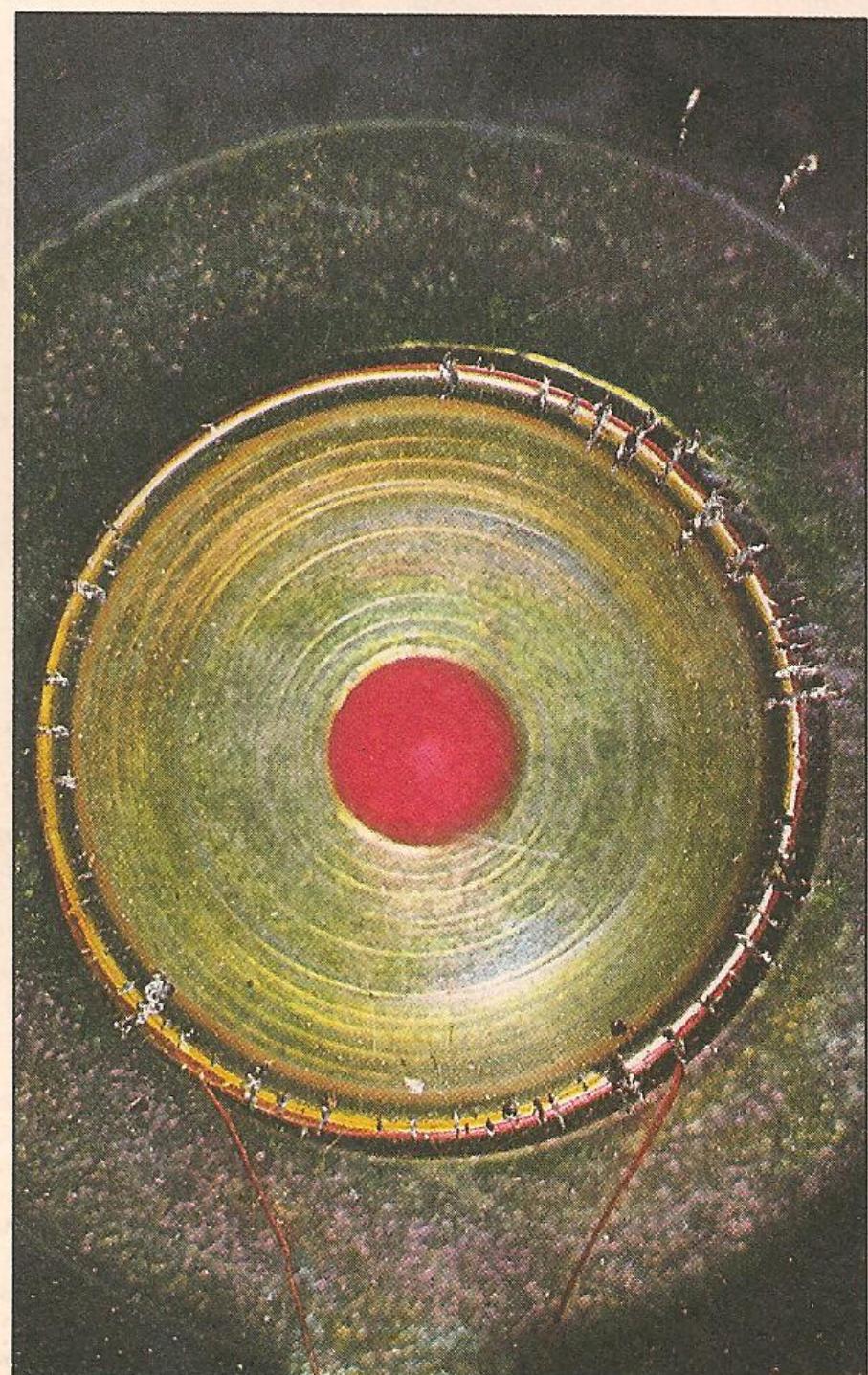
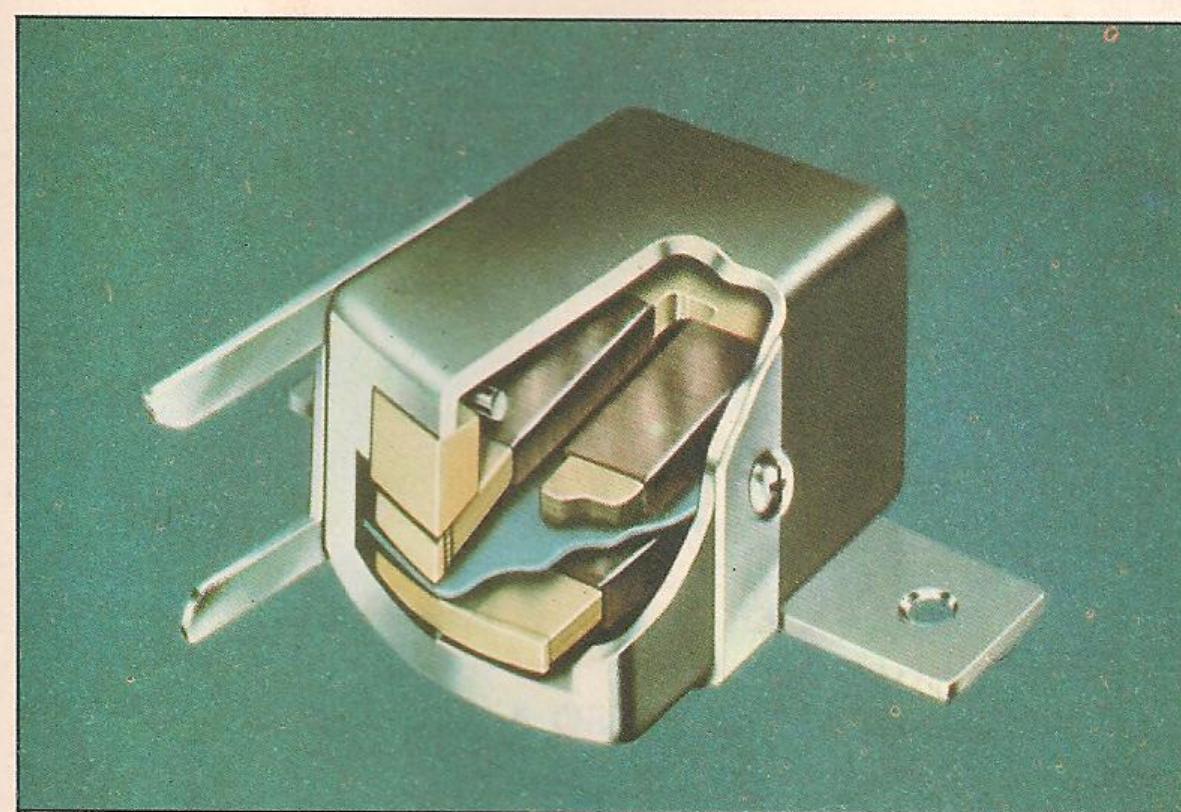
# ELETROÔNICA

32

PASSO A PASSO

Cr\$ 3.500

Abril Cultural



COMPONENTES  
**CABEÇAS MAGNÉTICAS**  
**FONES DE OUVIDO**  
**OS CONETORES**  
INSTRUMENTAÇÃO  
**O ÓRGÃO ELETRÔNICO**



Promoção válida somente no território brasileiro

# CABEÇAS MAGNÉTICAS

*Elas constituem a alma do gravador, e servem para transformar a informação elétrica em informação magnética, durante o processo de gravação. Conheça aqui o funcionamento geral das cabeças magnéticas.*

As cabeças magnéticas são utilizadas nos gravadores para transformar a informação elétrica em informação magnética, durante o processo de gravação, de forma que esta última possa ser arquivada em um suporte permanente: a fita magnética.

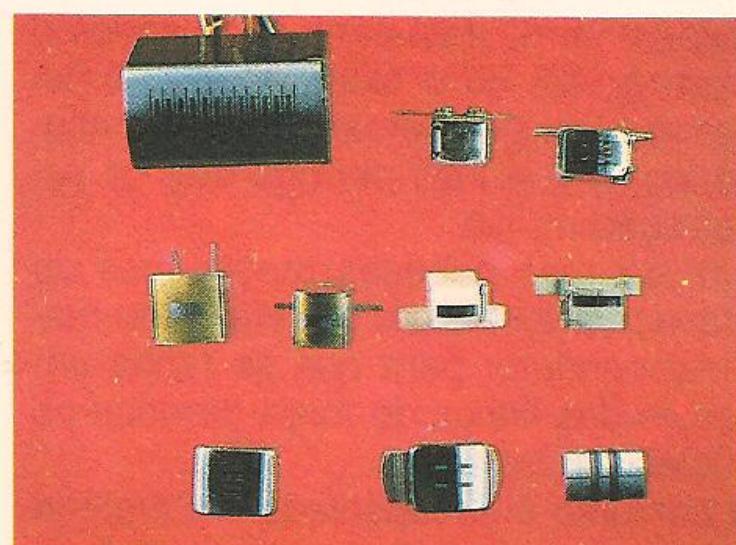
Pode ser realizado também o processo inverso, que consiste na reprodução do sinal armazenado. Em resumo,

a cabeça magnética é um transdutor magnetoelétrico.

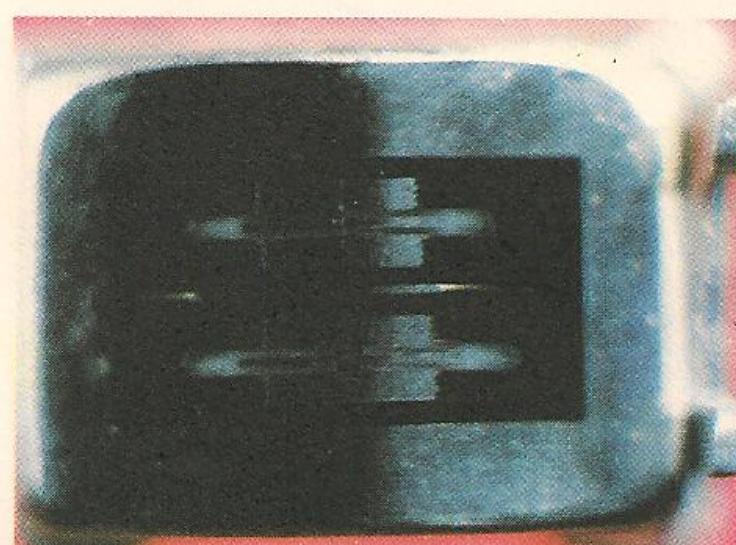
A construção de uma cabeça magnética baseia-se no princípio de variação do fluxo magnético no entreferro de um eletromagneto, em cujo interior circula a corrente do sinal excitador ou a corrente reproduzida na leitura da fita. O núcleo do eletromagneto forma um circuito magnético quase fechado,

com os dois pólos muito próximos, e é exatamente devido a esse entreferro que se efetua o processo de transmissão e recepção da informação. O núcleo é, por essa razão, a área mais importante da cabeça magnética.

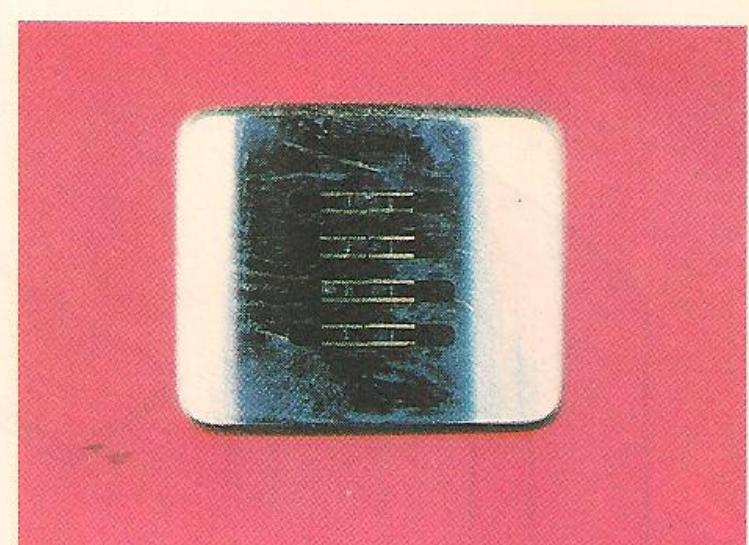
Em geral, o núcleo não constitui uma única peça, mas é construído com dois seminúcleos e sobre cada um deles está colocada uma bobina ligada em



ACIMA: conjunto de cabeças magnéticas de diferentes formatos e tipos.

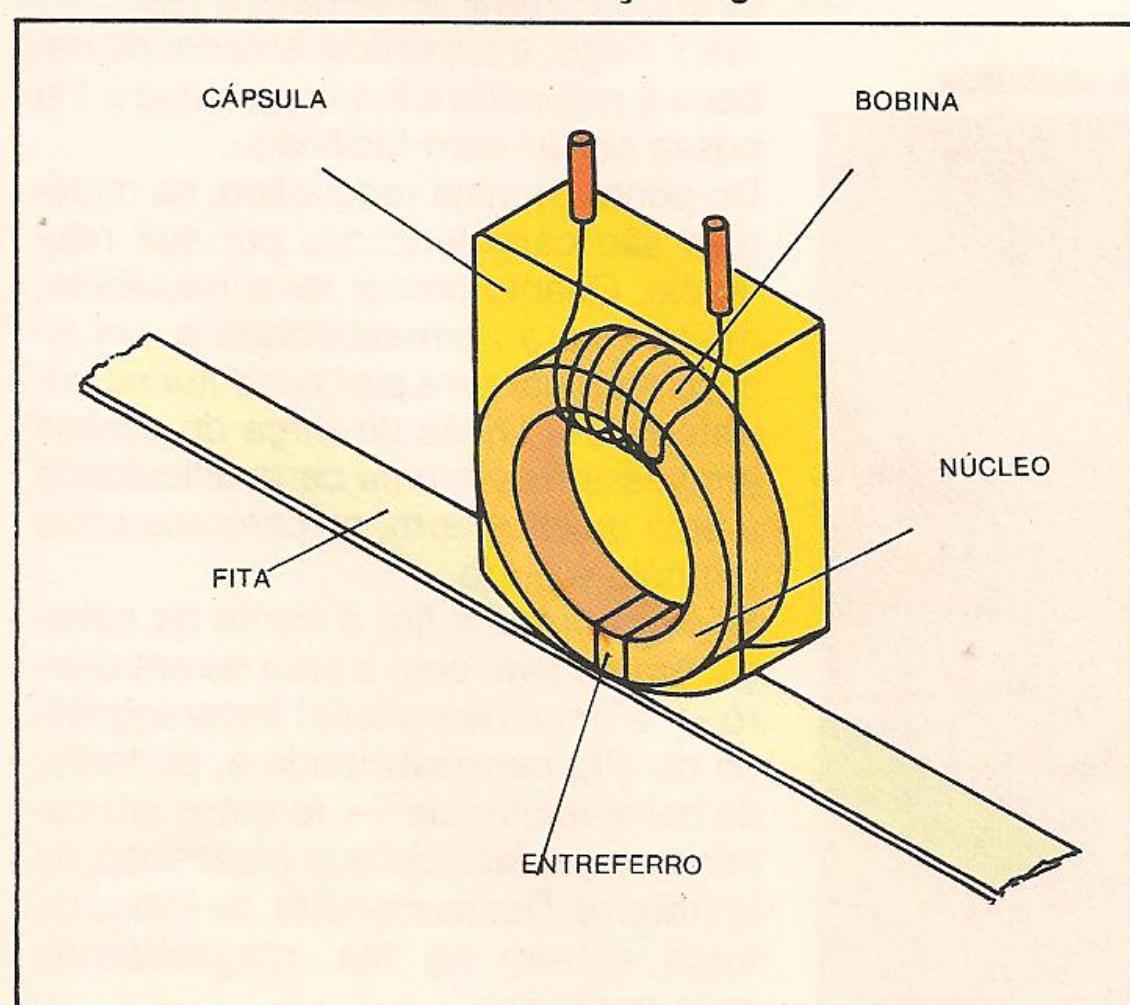


ACIMA: detalhe de uma cabeça magnética de duas pistas para estéreo.

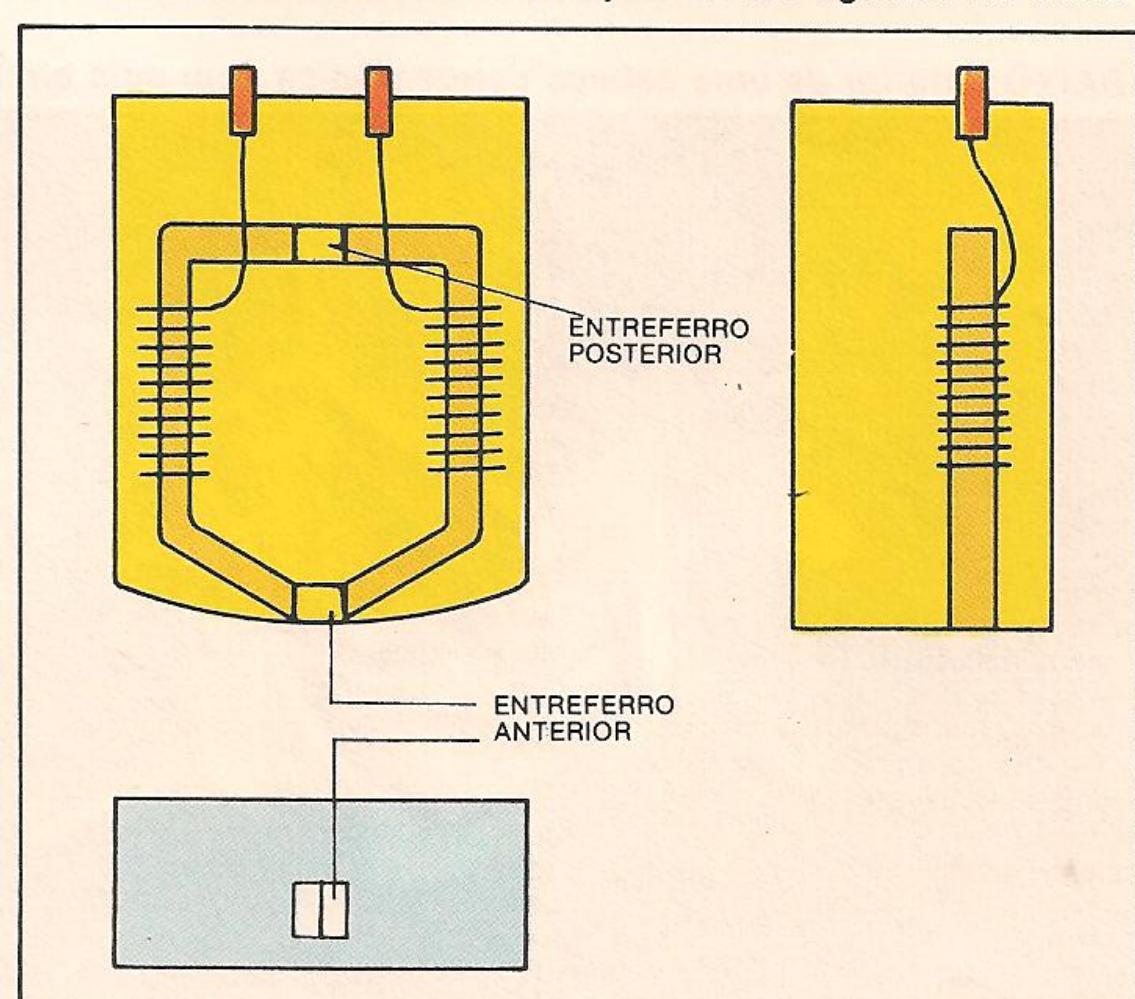


ACIMA: cabeça magnética de quatro trilhas para gravadores profissionais.

ABAIXO: estrutura de uma cabeça magnética.



ABAIXO: configuração de uma cabeça padrão. Há dois seminúcleos com as bobinas correspondentes ligadas em série.



série. Desta maneira, tem-se dois eletrômagos colocados em série. Há dois entreferros, em consequência da existência dos dois seminúcleos: o posterior, que serve para isolar a cabeça magnética em relação aos campos externos e o anterior, que está em contato com a fita: sua altura e sua largura são fundamentais para se conseguir uma boa qualidade de gravação e de reprodução.

As cabeças magnéticas, por uma questão de espaço, não são circulares, mas planas, com um formato levemente retangular. Seus núcleos são construídos com lâminas de material paramagnético, geralmente mumetal (liga de ferro e níquel), de espessura muito fina. Sua fabricação e sua adaptação são feitas sob altas temperaturas, para que adquiram as características mag-

néticas e mecânicas necessárias. As lâminas são superpostas em camadas, para formar o núcleo magnético completo da cabeça.

A construção em camadas limita as perdas de corrente induzida no núcleo quando este é submetido a um campo magnético variável. Quando circulam, as correntes provocam perdas que produzem calor: são as correntes de Foucault. Com a laminação, as lâminas são isoladas e limita-se a circulação das correntes.

A constituição do núcleo em lâminas tem enorme importância, inclusive para dar ao conjunto a firmeza necessária, pois o movimento contínuo da fita produz uma abrasão constante.

O aparecimento no mercado das fitas de cromo e, mais recentemente, das fitas de metais variados, mais abrasivos

do que o óxido de ferro, levou os fabricantes à construção de cabeças magnéticas com ligas mais resistentes e duras: são as cabeças de longa duração (*long life*, em inglês).

Alguns aparelhos têm cabeças em ferrite, material cerâmico magnético com características mecânicas excepcionais quanto à dureza e pouco sensível às perdas por correntes de Foucault. O único problema das cabeças de ferrite é mecânico: muito duras, elas são difíceis de trabalhar e, portanto, muito caras; por essa razão, somente são encontradas em aparelhos de alto custo. As duas bobinas sobre o núcleo (uma para cada seminúcleo) determinam as características do campo magnético criado. Há, portanto, uma grande variedade de modelos para a adaptação ao circuito de cada aparelho.

Os entreferros são constituídos por materiais não-magnéticos para que a eficiência e a uniformidade mecânica aumentem. Geralmente, são usados o cobre-berílio ou o óxido de silício. Esses materiais dispersam o campo magnético, o que lhes permite melhor penetração na fita.

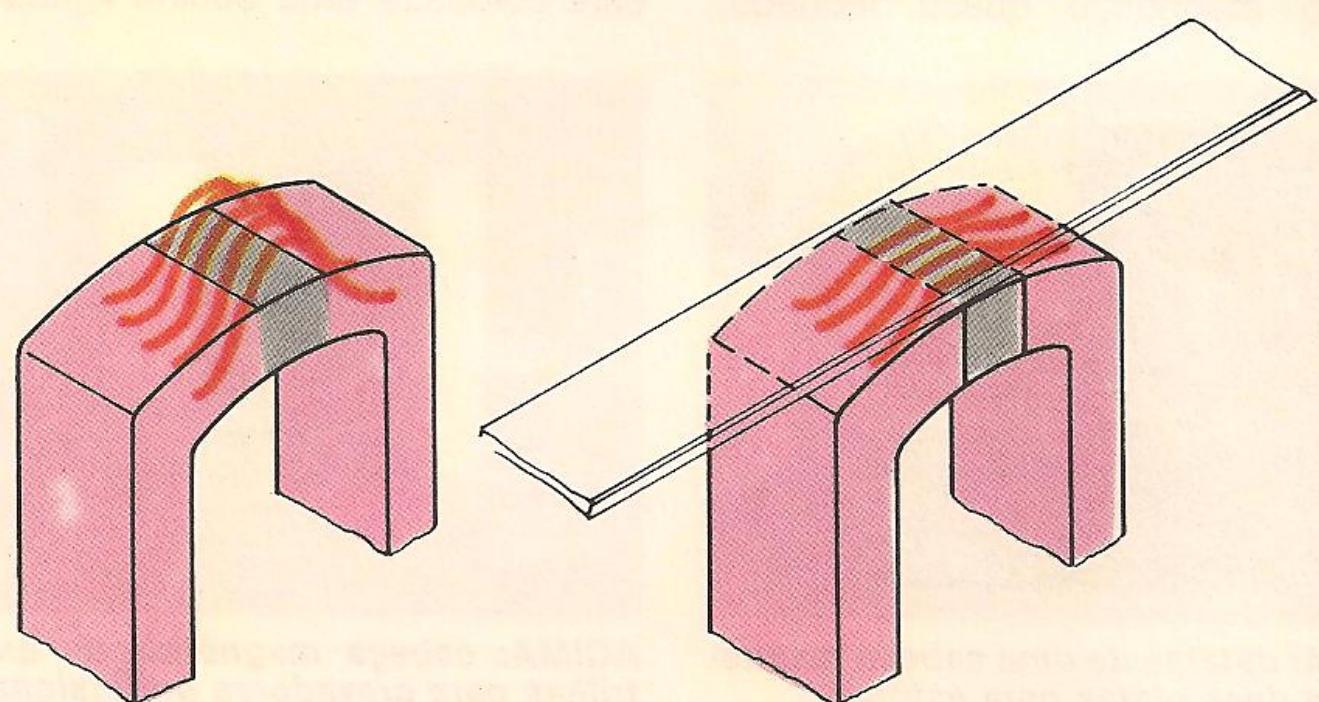
Em algumas cabeças magnéticas de gravação, existe um entreferro de material condutor para que se tenha um desvio das linhas de força geradas no núcleo da cabeça.

O conjunto é encapsulado em matéria plástica e recoberto por uma carcaça metálica para maior proteção contra os campos magnéticos externos. Essa proteção é fundamental durante a gravação, pois qualquer distúrbio na cabeça passa diretamente para a fita.

Além disso, a superfície anterior da cabeça é retificada e limpa para que a fita possa correr com facilidade.

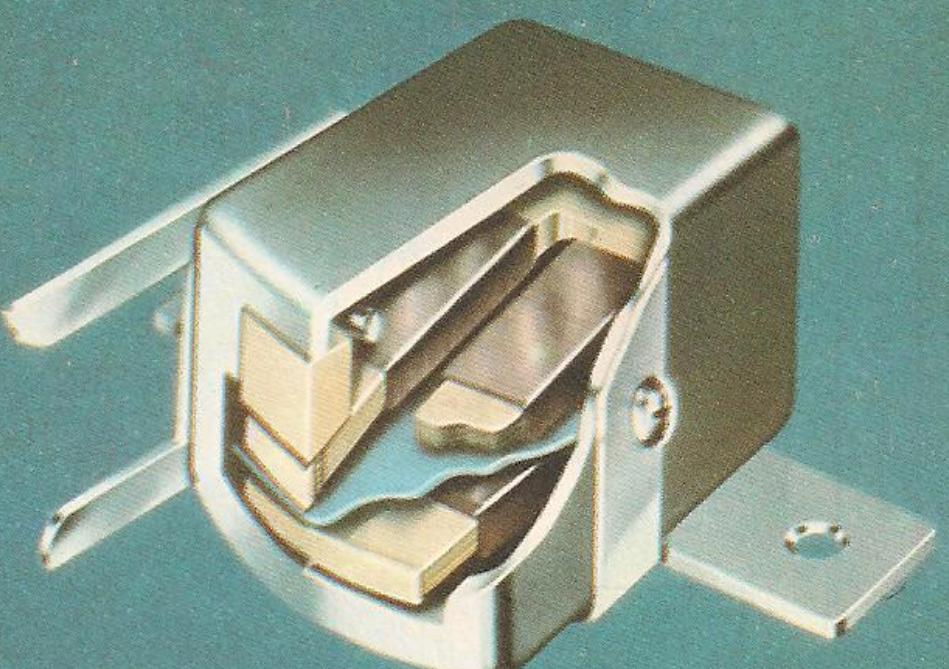
Do ponto de vista magnético, os materiais são caracterizados por sua relutância. Quanto menor for a relutância, maior será a permeabilidade e, por isso, o material será pior condutor no entreferro. As linhas de força do campo atravessam com uma certa dificuldade a área do entreferro, no percurso entre um polo e outro.

Se passarmos a fita à frente da cabeça, em contato com a área do entreferro — a fita é de material ferromagnético de alta permeabilidade e, portanto, de baixa relutância —, teremos um caminho mais fácil do que o caminho do entreferro. Dessa maneira, as linhas de força entram na fita, magnetizando suas partículas.



**ACIMA:** o entreferro com alta relutância desvia o campo magnético para a fita.

**ABAIXO:** interior de uma cabeça estereofônica com dois circuitos isolados.



Durante a gravação, e em contato com o entreferro, a fita é atravessada pelo campo magnético disperso.

A resposta em freqüência, obtida na gravação magnética com uma determinada cabeça, depende fundamentalmente da velocidade de avanço da fita e do entreferro da cabeça magnética. Dessa maneira, um sinal em 100 Hz executa um ciclo completo em um centésimo de segundo.

Se a fita passa em frente à cabeça magnética a uma velocidade de 9,5 cm/s, a gravação deste ciclo ocupará um comprimento de  $L = 9,5 \cdot 1/100 = 0,095$  cm (o espaço ocupado é sempre igual à velocidade do tempo de duração do ciclo).

Se a fita se move a 19 cm/s, o espaço ocupado será maior, ou seja, 0,19 cm, e se a velocidade da fita for de 4,75 cm/s, o espaço ocupado será menor, caindo para 0,0475 cm.

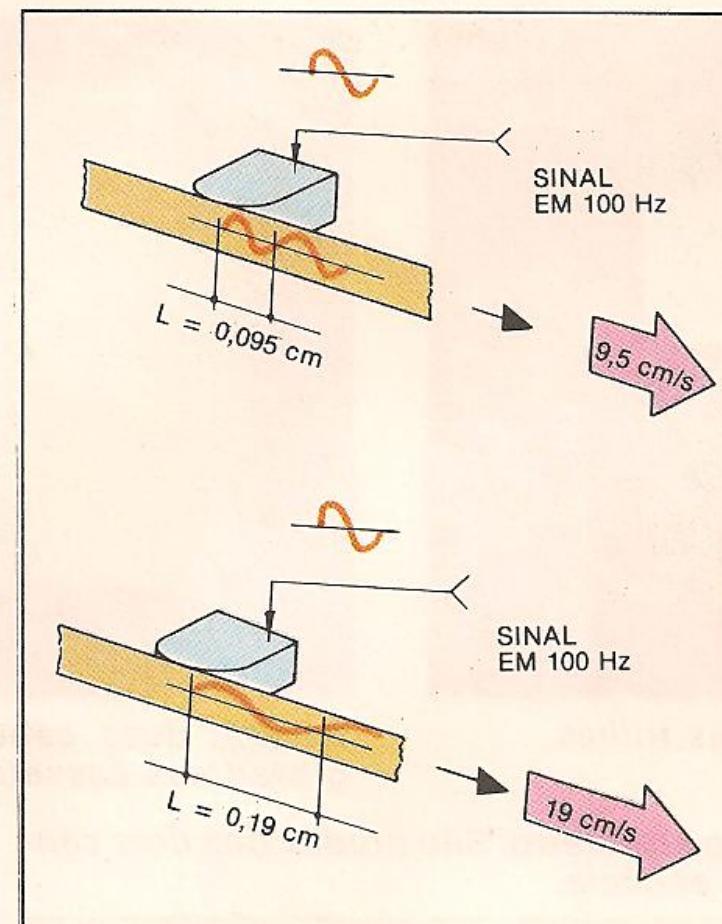
Se a freqüência fosse de 10 kHz, a duração do ciclo seria de 0,1 ms. Se a velocidade da fita for de 9,5 cm/s, o espaço de fita ocupado por um ciclo de sinal será de  $L = 9,5 \cdot 1/10000 = 9,5 \mu\text{m}$  de comprimento de fita.

A partir disso, observa-se que o comprimento de fita ocupado por ciclos do sinal gravado é diretamente proporcional à velocidade de arrasto e inversamente proporcional à freqüência.

Para a leitura dos sinais, o entreferro da cabeça deve ser muito menor do que o comprimento de fita onde está gravado um ciclo de sinal, a fim de que este ciclo seja individualmente identificado. Portanto, a situação pior é em altas freqüências em que o espaço ocupado por um ciclo é muito pequeno.

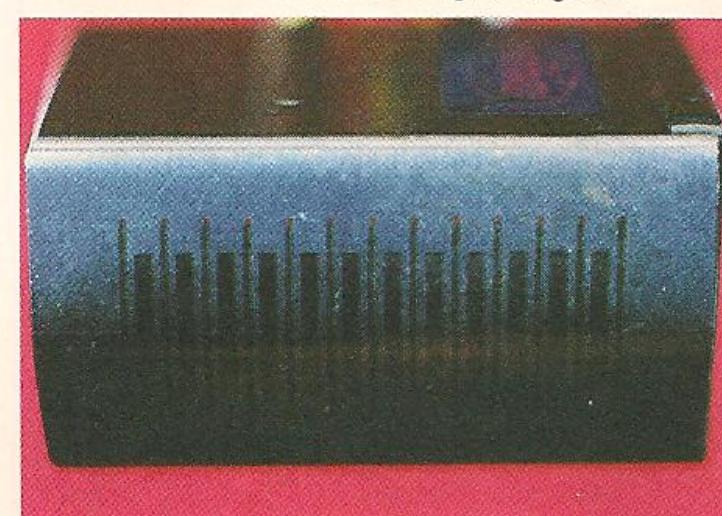
Isto é muito importante em reprodução, pois, como dissemos, o entreferro de reprodução deve ser suficientemente estreito para poder percorrer ao menos um comprimento de onda (um ciclo de sinal) em qualquer freqüência audível. A razão disso pode ser vista claramente de forma gráfica.

Observa-se que, quando aparece um ciclo completo no entreferro, a magnetização é nula e não há sinal, pois os dois magnetos próximos da fita induzem campos contrários de igual amplitude, que se anulam reciprocamente. Por esse motivo, o ideal seria que a espessura do entreferro fosse sempre menor que a metade do comprimento de onda da freqüência mais alta gravada, para não ocorrer nenhum efeito de anulação.

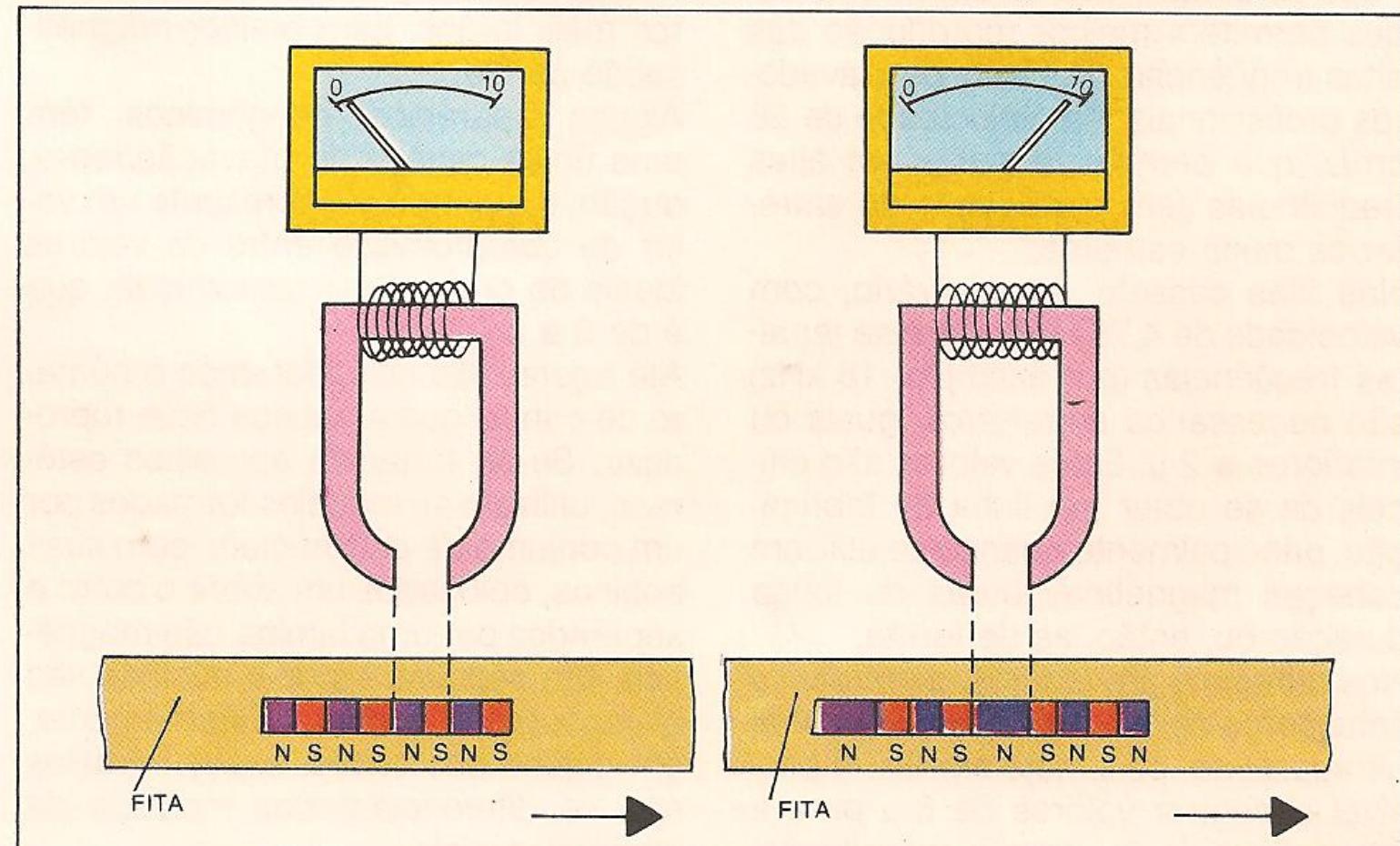


**ACIMA:** o comprimento da fita ocupada por um sinal depende da freqüência e da velocidade de arrasto. Em freqüência fixa, ele aumenta com a velocidade.

**ABAIXO:** cabeça magnética de doze trilhas. Suas aplicações são restritas quase que exclusivamente aos gravadores dos estúdios de gravação.



**ABAIXO:** se o entreferro é maior do que um comprimento de onda do sinal gravado, a saída se anula pois são gerados campos magnéticos de polaridades opostas.



#### Qual é o princípio de funcionamento das cabeças magnéticas?

Variar o fluxo magnético no entreferro de um eletromagneto, em cujo interior circula uma corrente de sinal para a excitação ou a reprodução em leitura de uma fita.

#### Quantas partes compõem o núcleo da cabeça?

São duas partes ou seminúcleos, que contêm a bobina, unidos entre si por alguns entreferros.

#### Qual é o material utilizado na fabricação dos núcleos das cabeças magnéticas?

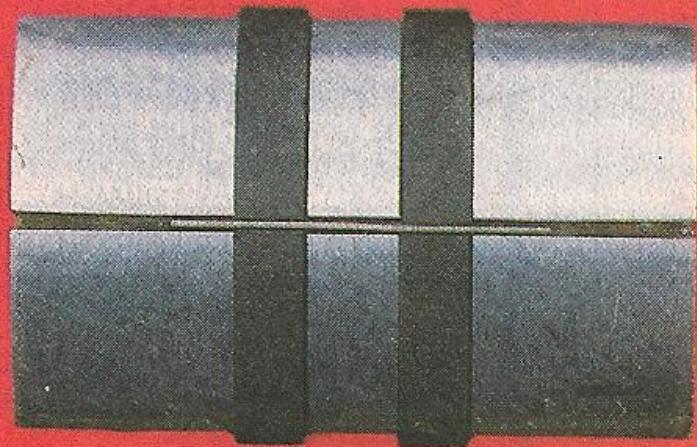
Em geral, utiliza-se o mumetal (uma liga de ferro e níquel), com lâminas de pequena espessura.

#### Que efeito a fita magnética produz ao passar a curta distância da cabeça?

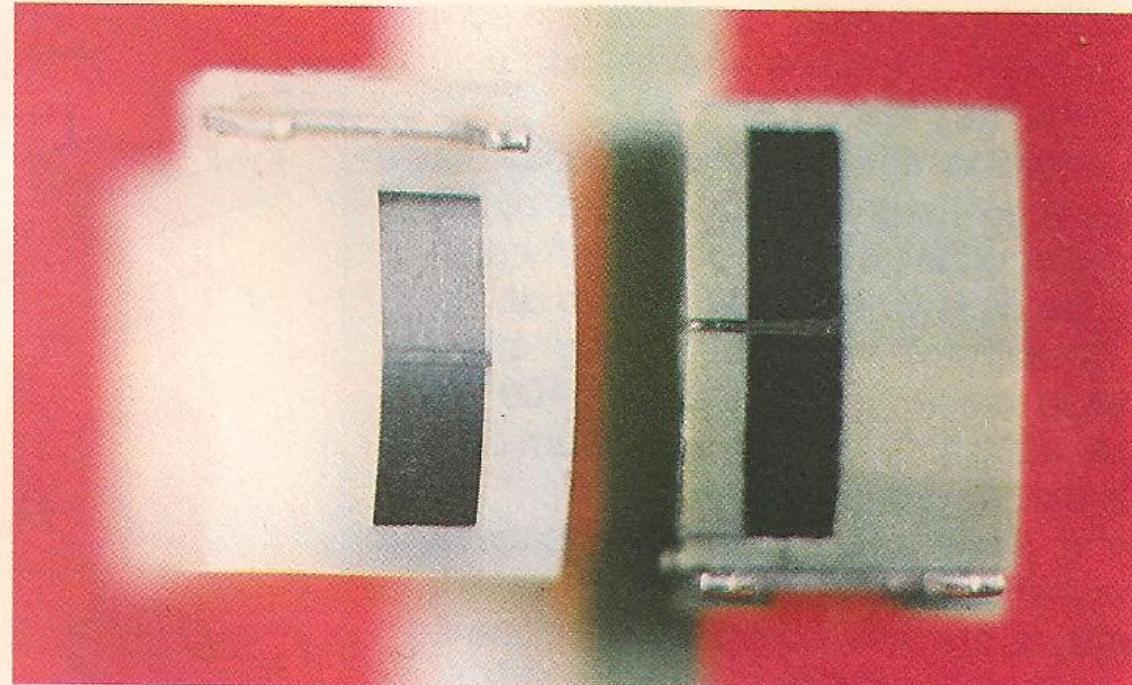
Transforma a relutância no entreferro entre os núcleos, ao mesmo tempo alterando a orientação das partículas da fita, se é uma gravação, ou criando uma tensão induzida nas cabeças magnéticas, se é uma reprodução.

#### O que determina a largura do entreferro?

O comprimento de onda do sinal a ser registrado ou a ser reproduzido, que depende da velocidade de avançamento da fita. Normalmente, o entreferro deve conter menos de um ciclo completo do sinal, pois a freqüência máxima de resposta é sempre limitada pela largura do entreferro.

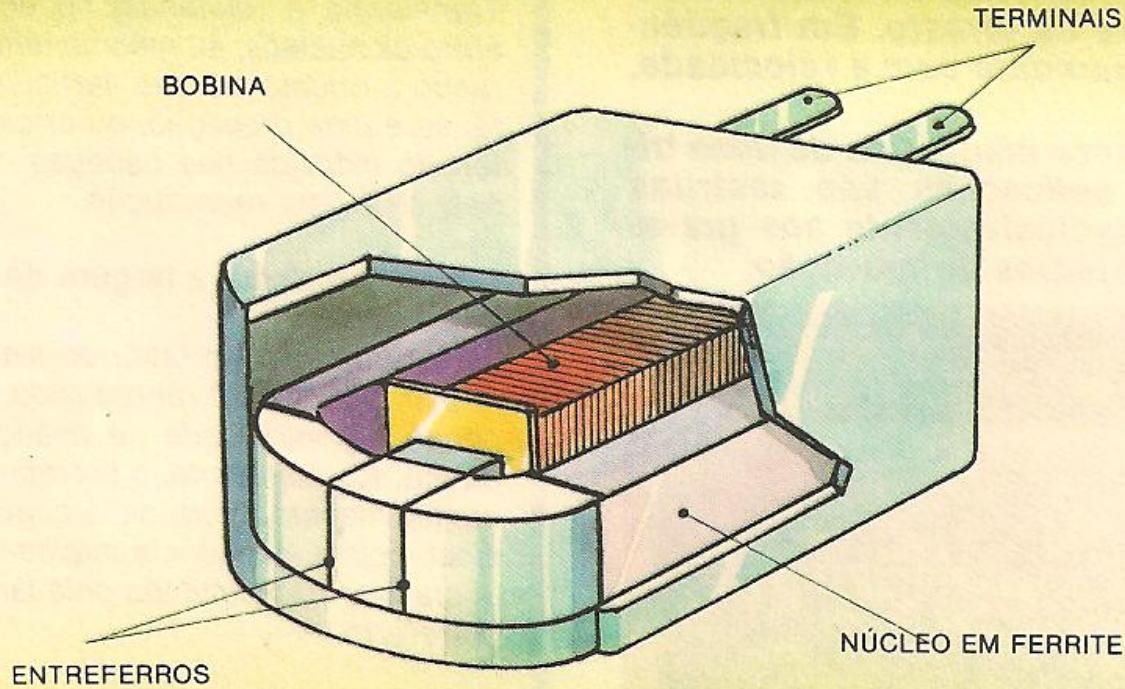


**ACIMA:** este modelo cancela as fitas de mais trilhas.



**ACIMA:** duas cabeças magnéticas de cancelamento para gravadores cassete.

**ABAIXO:** cabeça de cancelamento com duplo entreferro. São produzidos dois cancelamentos consecutivos na fita, com mais eficácia.



Pode-se deduzir que as altas velocidades permitem melhor reprodução das altas freqüências. Por isso, os gravadores profissionais têm velocidade de 38 cm/s, que permite resposta em altas freqüências sem a utilização de entreferros muito estreitos.

Nas fitas cassete, ao contrário, com velocidade de 4,75 cm/s, para se ter altas freqüências (por exemplo, 18 kHz) são necessários entreferros iguais ou inferiores a  $2 \mu$ . Estes valores são difíceis de se obter em linha de fabricação, principalmente quando se utilizam cabeças magnéticas duras de longa duração ou, então, as de ferrite.

Nos primeiros gravadores, o entreferro tinha cerca de  $10 \mu$ , valor tecnicamente ultrapassado, pois, hoje em dia, é possível encontrar valores de  $6 \mu$  para a gravação e de  $2 \mu$  para a reprodução.

As cabeças de gravação têm entreferros mais largos, para melhor magnetização da fita.

Alguns aparelhos econômicos têm uma única cabeça de gravação/reprodução, e o entreferro apresenta um valor de compromisso entre os valores ideais de gravação e reprodução, que é de  $3$  a  $4 \mu$ .

Até agora, não consideramos o número de canais que a cabeça deve reproduzir. Se se tratar de aparelhos estéreos, utilizam-se modelos formados por um conjunto de dois núcleos com suas bobinas, colocados um sobre o outro e separados por uma lâmina não-magnética. Em seguida, os dois núcleos são encapsulados juntos. Externamente, em alguns dos casos, esses modelos não se diferenciam dos modelos de uma única pista.

O escudo de separação de cada núcleo é fundamental para evitar que o sinal de um grupo de bobinas seja induzido no outro, pois o sinal de uma pista apareceria também na outra, em um nível relativamente menor.

O fenômeno de aparecimento de um canal em outro leva o nome de diafonia. Nos sistemas de alta-fidelidade, a interferência entre os canais deve ser muito pequena, mesmo existindo uma certa interação.

Na prática, o nível de sinal indesejado deve ser pequeno em relação ao nível de sinal útil; a diferença pode ser de 60 dB (1 000 vezes menor em tensão). Para efetuar o cancelamento, utiliza-se um tipo especial de cabeça, com bobina sobre um núcleo único.

Deve-se fazer com que uma corrente de freqüência relativamente alta passe pela bobina. Essa corrente leva a fita de volta ao estado neutro ou à saturação, se utilizarmos corrente contínua. Para melhor cancelamento, utilizam-se cabeças magnéticas com dois entreferros bem próximos, para se ter duas operações de cancelamento consecutivas. No caso dessas cabeças magnéticas, existem dois processos de fabricação: de núcleo fechado e em forma de anel. Este último tem um entreferro posterior.

Os núcleos das cabeças de cancelamento são de ferrite, material que provoca poucas perdas nas altas freqüências utilizadas (40 a 120 kHz) para o cancelamento.

As cabeças com núcleos em lâmina são utilizadas apenas nas situações em que a freqüência do sinal de cancelamento for muito baixa ou em corrente contínua.

# FONES DE OUVIDO

*Nos primeiros tempos do rádio, as potências dos receptores eram baixas e a escuta individual indispensável. Nessa época, o fone de ouvido já era bastante utilizado. Hoje, ele aparece nos mais diferentes aparelhos: televisores, amplificadores, walk-man, etc...*

O fone de ouvido é um dos elementos transdutores mais antigos. Ele transmite diretamente ao ouvido o som gerado a partir de um sinal eletroacústico. Teve enorme difusão nos primeiros tempos do rádio, quando as potências desenvolvidas pelos receptores eram reduzidas e a escuta devia ser individual. Só mais tarde o alto-falante tornou-se popular, coincidindo com o aparecimento dos primeiros amplificadores de baixa freqüência.

O princípio de funcionamento dos primeiros fones de ouvido baseava-se em fenômenos eletromagnéticos e, apesar de atualmente terem sido desenvolvidas outras tecnologias, foram acrescentadas poucas modificações ao primeiro modelo. Hoje, temos os seguintes tipos de fones de ouvido:

- fone magnético;
- fone dinâmico;
- fone eletrostático;
- fone isodinâmico.

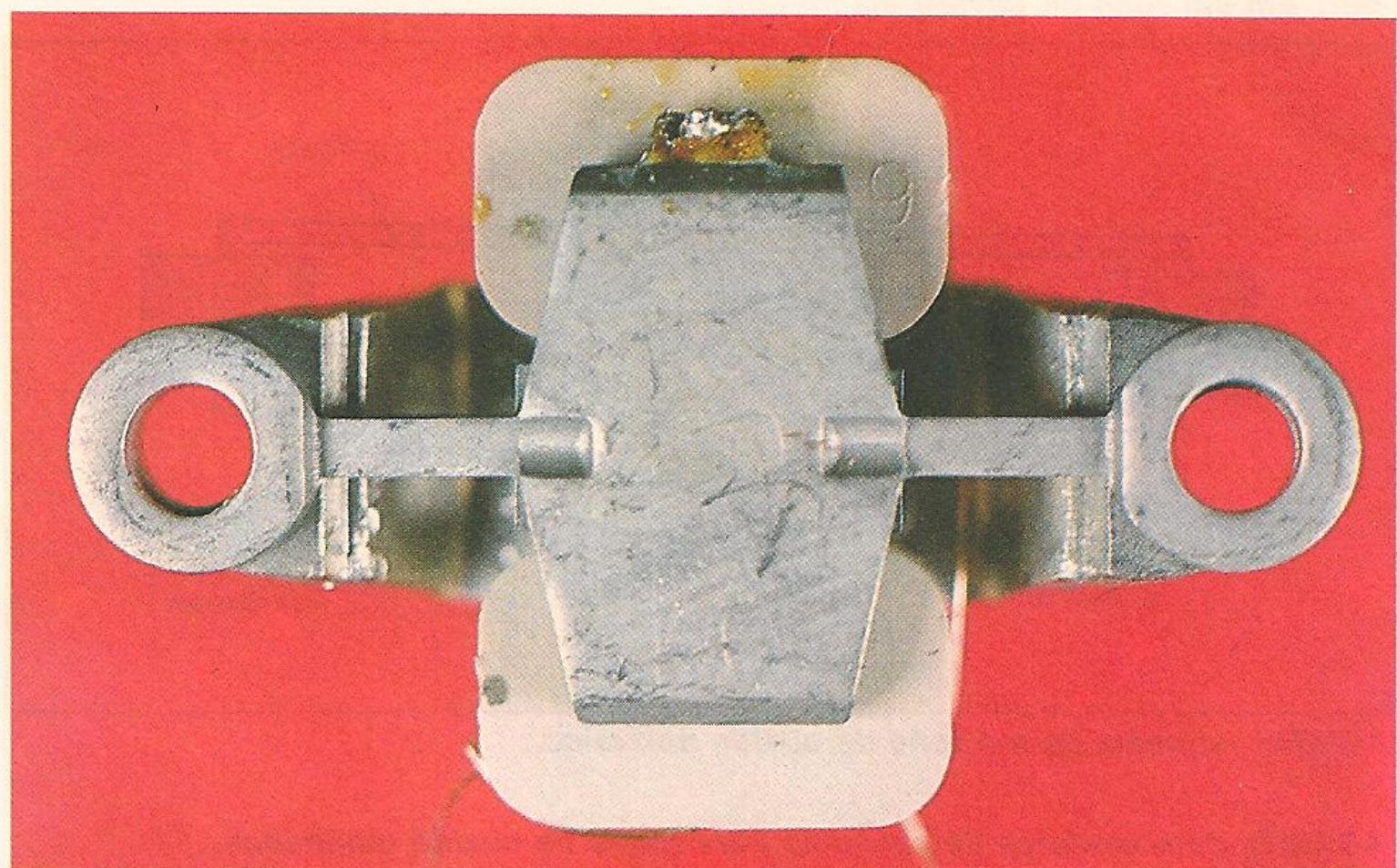
O **fone de ouvido magnético** é constituído por um invólucro cilíndrico muito baixo. No fundo, é aparafusado um magneto permanente em forma de U, que tem um fio elétrico ou uma bobina em cada um dos braços. O magneto, quase sempre de aço ou material se-

melhante, tem uma polarização permanente que atrai uma pequena lâmina ou membrana metálica plana.

A membrana tem o formato de invólucro e, sobre ela, é colocada a tampa, fixada com parafusos.

Quando uma corrente elétrica variável passa pela bobina — como um sinal de áudio —, a magnetização polar aumenta ou diminui. A membrana é atraída com maior ou menor força e os deslocamentos movem o ar a sua volta, transmitindo as vibrações para o ouvido, que as interpreta como sons. O magneto, em alguns casos, é cilíndrico e tem a bobina ao seu redor, com funcionamento idêntico ao que descrevemos.

A vantagem fundamental que esse tipo de fone de ouvido apresenta é a necessidade de pouca energia de ativação, a

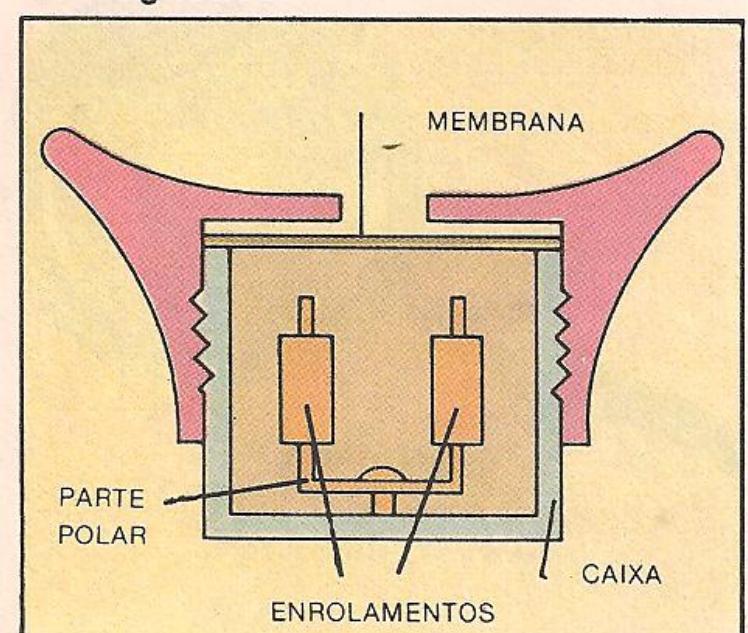


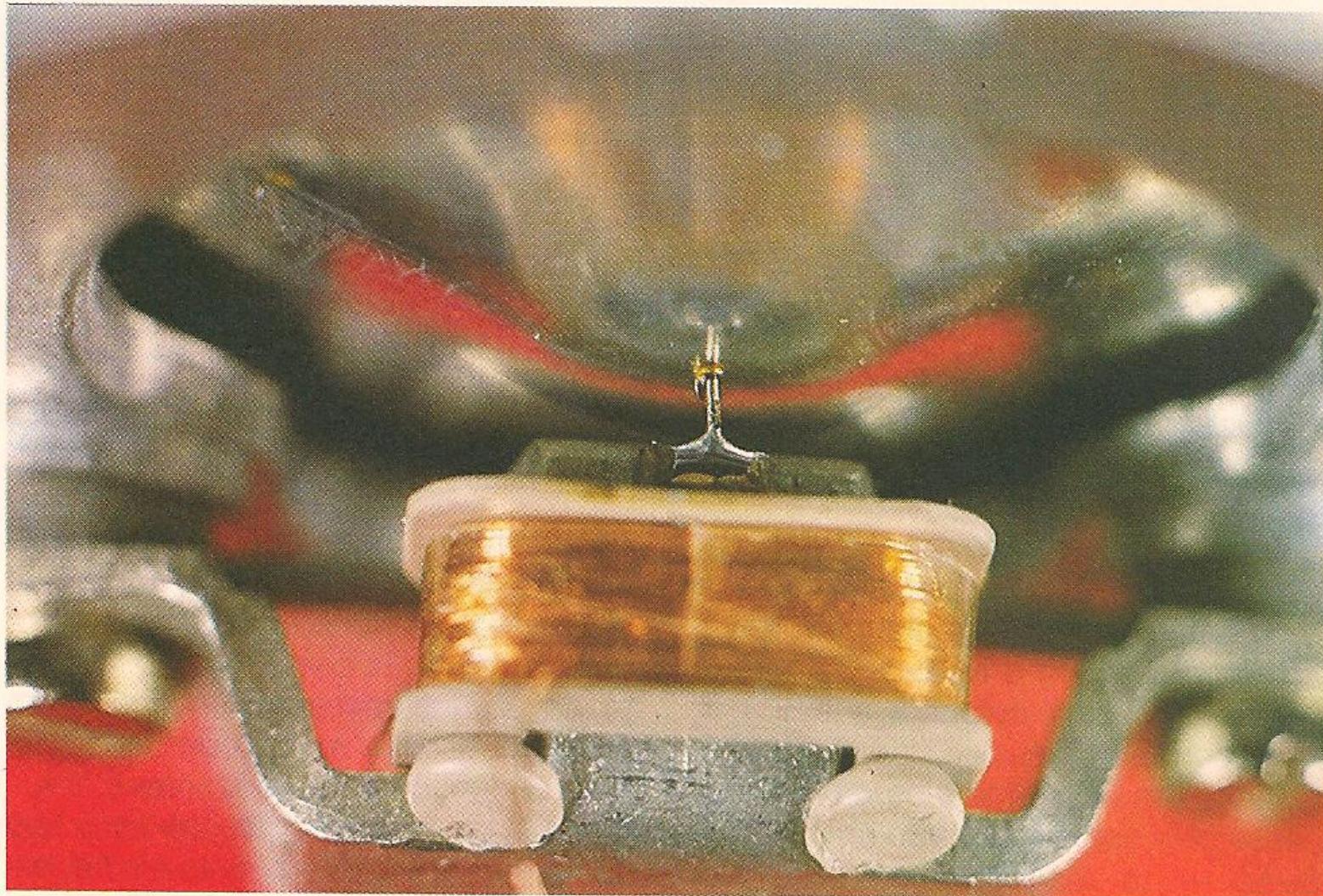
**ACIMA:** detalhe dos pólos de um fone de ouvido magnético, que recebem o sinal de áudio através de enrolamentos e movem o diafragma.

**ABAIXO:** dois modelos de fones de ouvido magnéticos, com características muito semelhantes.

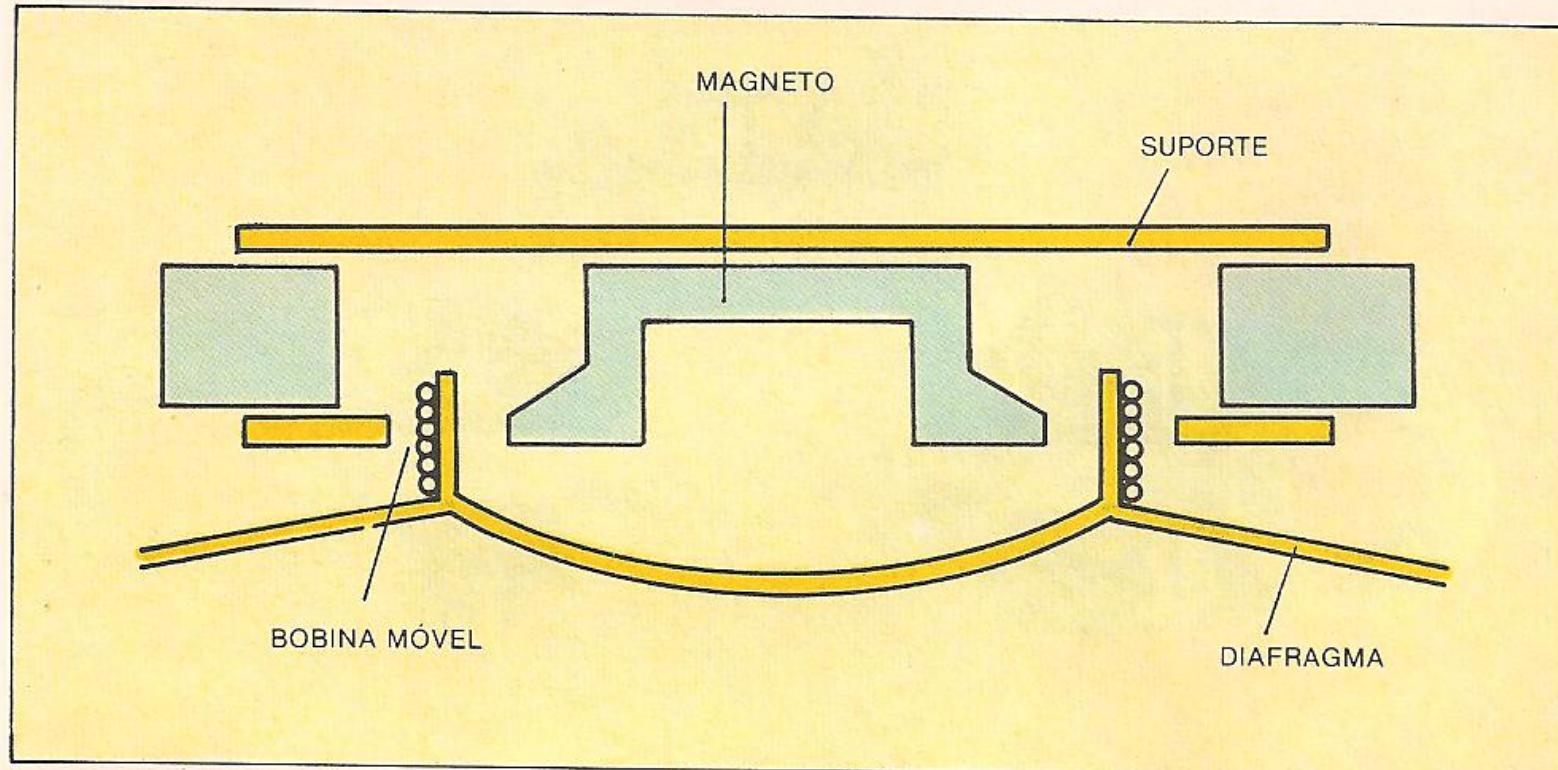


**ABAIXO:** esquema de um fone de ouvido magnético.





**ACIMA:** detalhe da ligação mecânica entre os pólos e o diafragma (na parte superior), em um fone de ouvido magnético.



**ACIMA:** esquema de um fone de ouvido dinâmico.

**ABAIXO:** dois modelos de cápsulas para fones de ouvido dinâmicos.



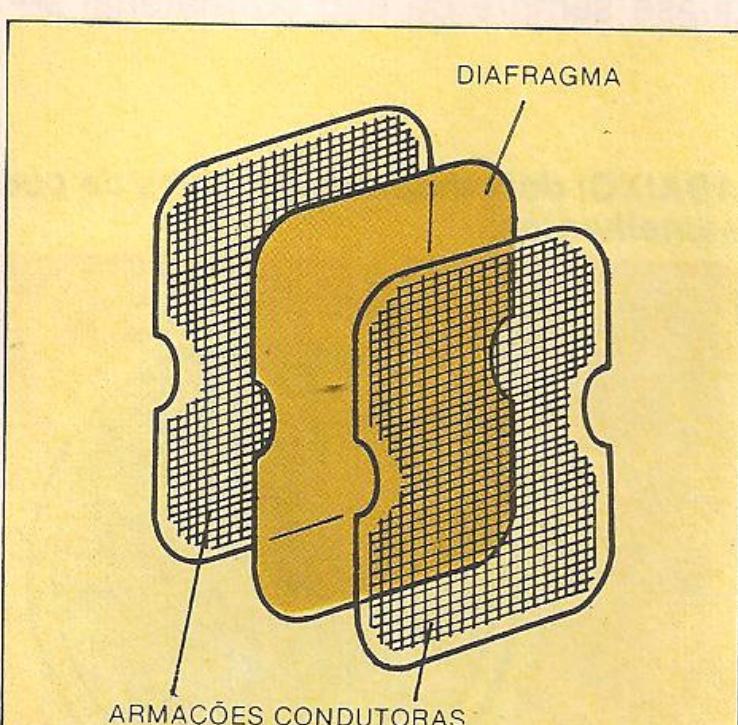
ponto de serem insubstituíveis para os velhos rádios de galena, que não tinham fontes auxiliares de energia nem tampouco alimentação.

Pela mesma razão, esse tipo de fone de ouvido é utilizado em telefonia. Essa área não tem aparelhos com mais de um fone de ouvido e um microfone; são unidos por um simples cabo telefônico e a única fonte de energia é dada pela voz dos usuários durante a comunicação. Dessa maneira funcionam até hoje muitas redes telefônicas. É o caso dos telefones utilizados pelos exércitos de todo o mundo em suas operações, dos aparelhos utilizados em jazidas subterrâneas etc.

O maior problema desse fone é a sua reduzida resposta em freqüência, devido ao próprio princípio de funcionamento. Para que o som tenha um certo nível, o deslocamento da membrana deve ser considerável e, portanto, a variação de magnetização da parte polar deve ser consistente. As bobinas apresentam enrolamentos de muitas espiras, proporcionando uma elevada impedância elétrica (às vezes, de mais de 2000 ohms) não constante, pois aumenta ou diminui em função da freqüência de sinal.

Sua utilização é, portanto, restrita às aplicações em que são reproduzidas apenas as freqüências telefônicas compreendidas entre os 300 Hz e os 3400 Hz.

Um outro modelo, com mais qualidade de reprodução, é o **fone de ouvido dinâmico**, que tem um funcionamento idêntico ao de um moderno alto-falante. Ele é constituído por uma bobina na

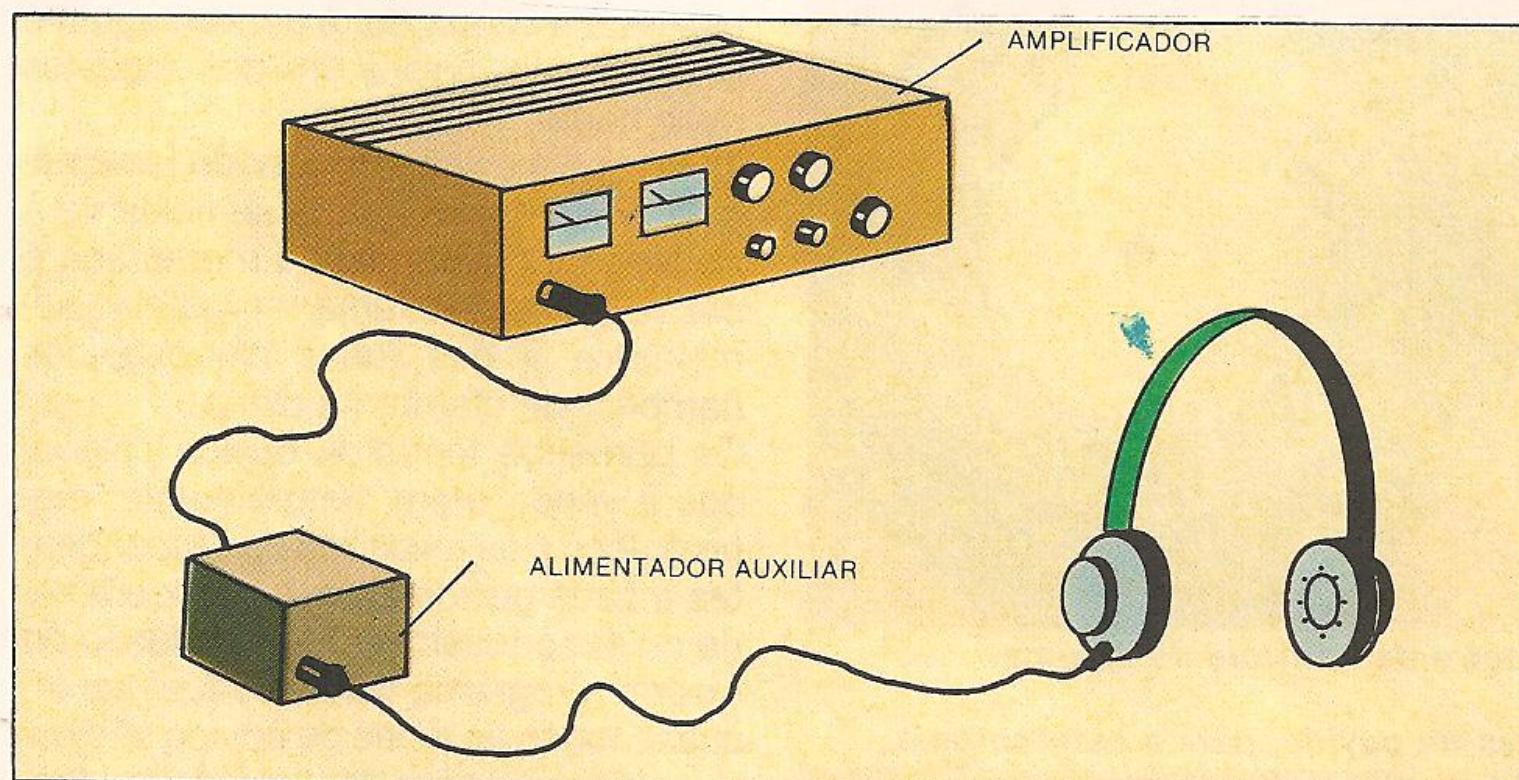


**ACIMA:** os fones de ouvido eletrostáticos utilizam duas armações condutoras, separadas por uma lâmina de material isolante.



**ACIMA:** detalhe do diafragma e da bobina móvel de um fone de ouvido dinâmico. Observe a semelhança com os microfones do mesmo tipo.

**ABAIXO:** para polarizar um fone de ouvido eletrostático, utiliza-se um pequeno alimentador auxiliar ligado ao amplificador.



qual é fixado um diafragma, em geral de material plástico ou magnético-metálico e peso reduzido.

A bobina é submetida à ação de um magneto permanente e, quando passa um sinal de áudio, o diafragma se desloca, irradiando os sons para o ouvido. Nos fones de ouvido mais atuais, há uma tendência a utilizar uma bobina com o maior diâmetro possível, para facilitar a movimentação do diafragma. Além disso, o magneto precisa produzir um campo muito elevado e, portanto, deve ter maior tamanho.

Considerando que a energia a ser irradiada no ar é muito fraca devido à proximidade do ouvido, é extremamente simples o funcionamento do fone na gama de freqüências audíveis, com li-

nearidade apreciável e baixa distorção. Os diafragmas devem ser os mais leves possível, para responder satisfatoriamente às altas freqüências, mas ao mesmo tempo muito rígidos, para uma boa resposta nas baixas freqüências. Além disso, o invólucro funciona como uma verdadeira caixa acústica para reforçar as notas baixas.

A maioria dos fones de ouvido disponíveis no mercado é do tipo dinâmico, pois sua construção é mais simples e econômica. Isso não significa que sejam necessariamente de baixa qualidade, pois há modelos que têm melhor desempenho do que os difusores de duas ou três vias.

O **fone de ouvido eletrostático** tem uma estrutura semelhante ao capaci-

**Qual é o princípio de funcionamento de um fone de ouvido magnético?**  
É a atração magnética de uma lâmina metálica, que constitui a membrana, através de um eletromagneto excitado pelo sinal de áudio.

**Qual é a característica mais significativa de um fone de ouvido magnético?**  
É a reduzida energia necessária para excitá-lo, pois bastam poucos miliwatts para se ter um bom nível de escuta.

**Como trabalha um fone de ouvido dinâmico?**

Por meio de uma bobina móvel, colocada no interior de um magneto permanente, com campo elevado. Sobre a bobina fica o diafragma, de forma que, quando ocorre a recepção do sinal elétrico, é reproduzida uma vibração, transmitida aos ouvidos.

**Como é possível obter uma boa resposta em freqüência nos fones de ouvido dinâmicos?**

Construindo diafragmas muito leves com a finalidade específica de reduzir de forma significativa a inércia e melhorar a resposta nas freqüências elevadas e, ao mesmo tempo, diafragmas suficientemente rígidos (para uma resposta adequada nas baixas freqüências).

**Como o diafragma vibra nos fones de ouvido eletrostáticos?**

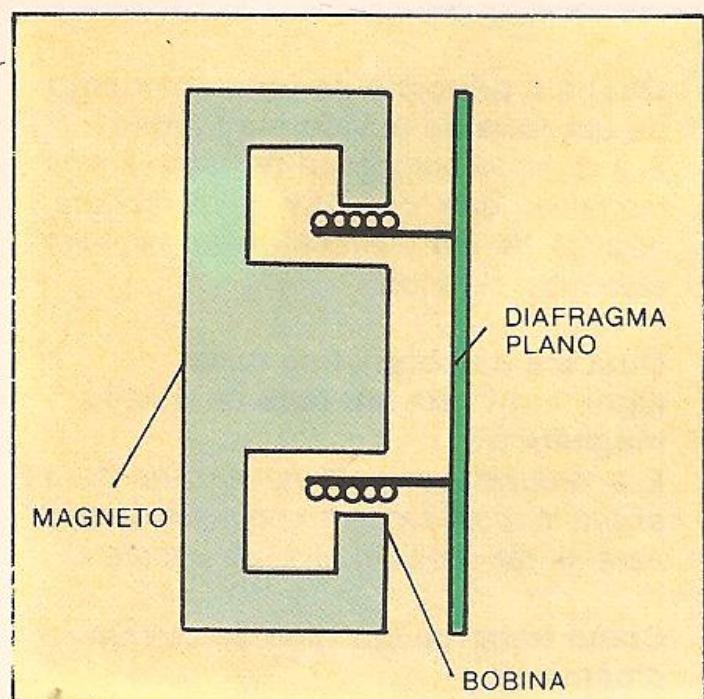
Com a força de atração e repulsão eletrostática, que é produzida por duas armaduras condutoras que recebem o sinal de áudio em tensão.

**Qual a diferença do fone de ouvido isodinâmico em relação aos outros modelos?**

O fone isodinâmico é bastante semelhante ao tipo dinâmico, sobretudo na construção, mas ele tem a membrana plana. Sua reprodução tem a mesma qualidade dos fones eletrostáticos.

**Qual a função do controle de volume que é incorporado em alguns fones?**

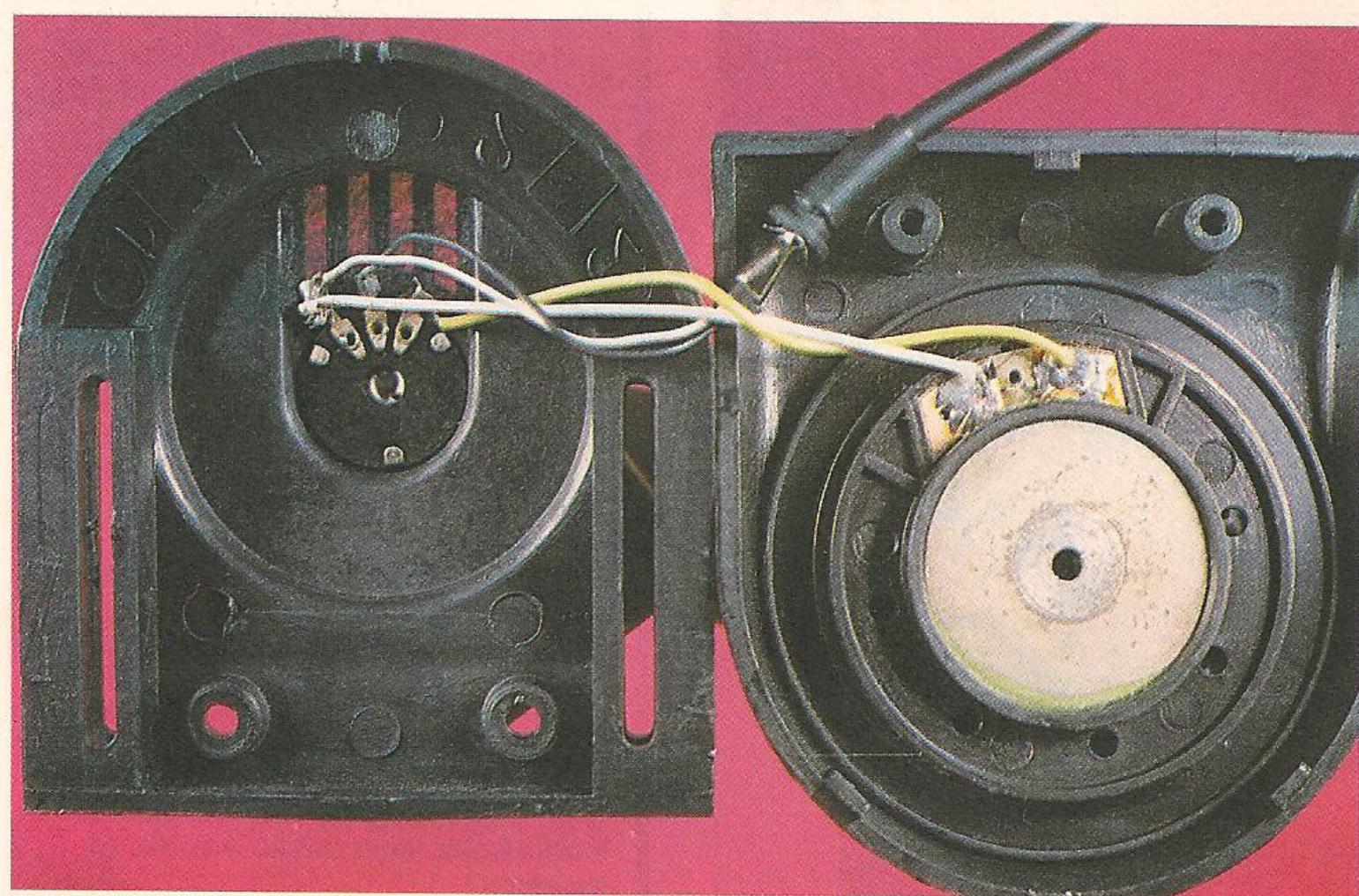
É retocar o nível que chega do amplificador até o valor desejado para cada ouvido.



**ACIMA:** esquema de um fone de ouvido isodinâmico.



**ACIMA:** fone de ouvido que dispõe de controle de volume.



**ACIMA:** detalhe da colocação do potenciômetro de controle de volume

**ABAIXO:** diferentes tipos e modelos de fones de ouvido, para a estereofonia.



tor, com duas armações condutoras, entre as quais há uma armação isolante que funciona como um diafragma. Às armações condutoras é aplicada uma tensão contínua de polarização e a ela é sobreposto um sinal de áudio, para provocar o aparecimento de forças atrativas capazes de fazer o diafragma vibrar e transmitir o som. Os modelos atuais retiram a polarização de um pequeno alimentador ligado ao amplificador, para converter parte do sinal de áudio em tensão contínua de polarização, capaz de fazer o conjunto funcionar. Essa conversão é possível, pois a polarização requer uma corrente muito pequena e pouca energia para obtê-la. Essa energia, porém, deve provir do amplificador, em quantidade suficiente para que se tenha um nível adequado de reprodução.

A principal vantagem desses modelos é a excelência da resposta em freqüência, que pode ser aplicada a toda a gama audível com grande linearidade e baixíssima distorção. A desvantagem é o preço alto, pois é um dos modelos mais caros.

Outro tipo é o **fone de ouvido isodinâmico**. Sua construção é semelhante à do fone dinâmico, mas a membrana é plana. Ele fornece uma reprodução semelhante à dos fones eletrostáticos (também de diafragma plano).

Os primeiros fones de ouvido colocados à venda eram, naturalmente, monofônicos e as unidades correspondentes a cada ouvido eram ligadas em série ou em paralelo, com reprodução do mesmo programa sonoro. Atualmente, quase todos os fones de ouvido são estéreofônicos, com fones independentes que reproduzem os dois canais.

Alguns modelos incorporam um controle de volume, montado em cada fone, para retocar o nível que chega do amplificador até o valor desejado para cada ouvido. Esses controles comportam-se apenas como atenuadores. Portanto, não existe a possibilidade de ouvir através dos fones em um nível sonoro superior ao produzido pelo aparelho. Dessa maneira, mais do que um controle de volume, pode-se falar em um controle de atenuação.

Na maioria dos casos, esse comando não tem grande utilidade. O controle é constituído, na prática, por um potenciômetro, que é um elemento a mais no caminho do sinal, mas que pode introduzir ruídos derivados de efeitos mecânicos ou poeira.

# OS CONETORES

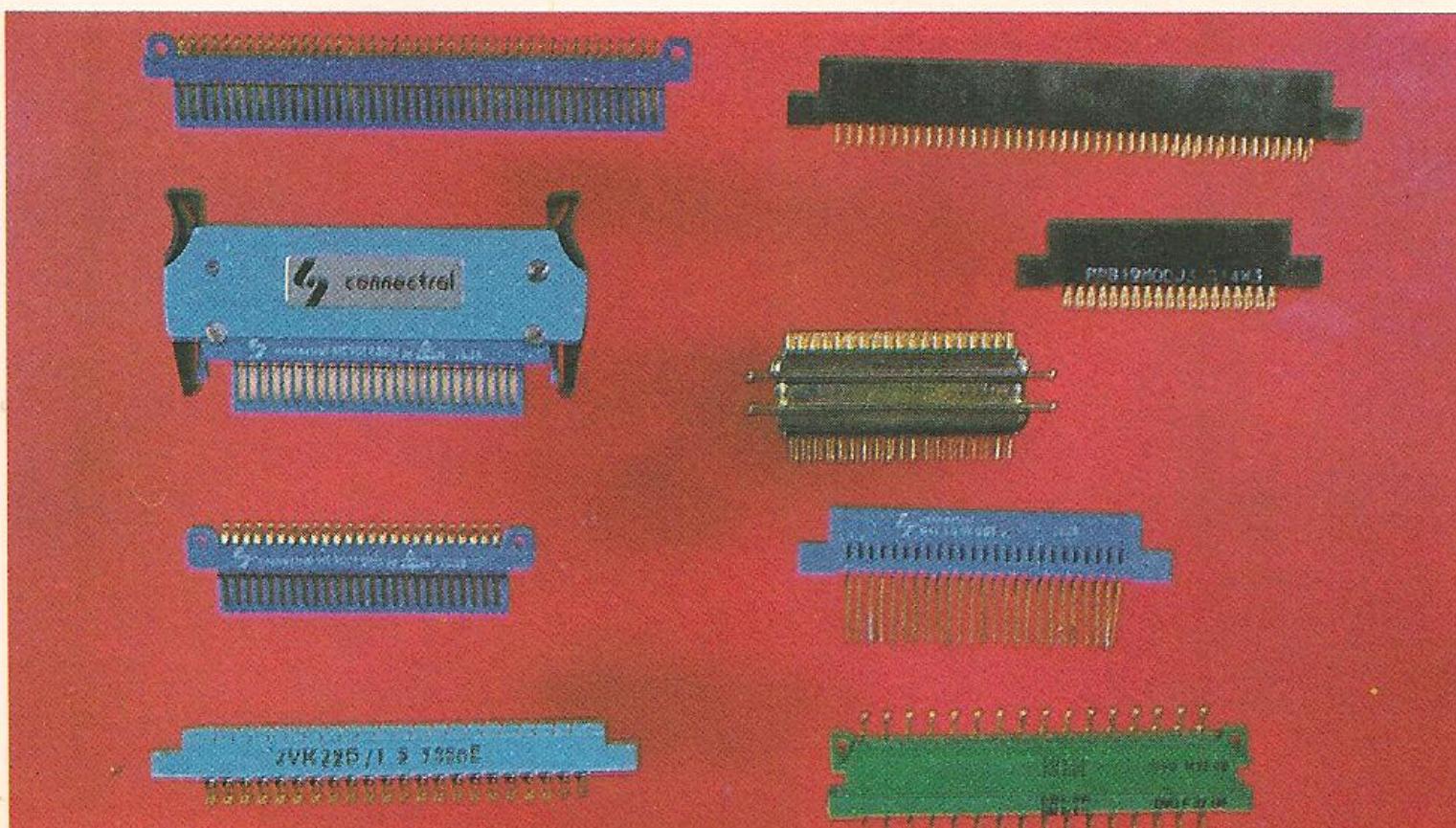
Este é um dos componentes mais difundidos que existem. As tomadas, que estão presentes em todas as casas, são conetores. Sua função é estabelecer ligação entre duas ou mais partes de um circuito eletrônico, ou ligar um aparelho à corrente da rede.

A maioria dos aparelhos eletrônicos apresenta um componente que desempenha uma função muito importante, que é a ligação elétrica entre duas ou mais partes ou seções da aparelhagem, de forma mais ou menos perma-

nente, mas com a particularidade de uma operação de desmontagem simples e rápida, que dispensa chaves de fenda e utensílios especiais.

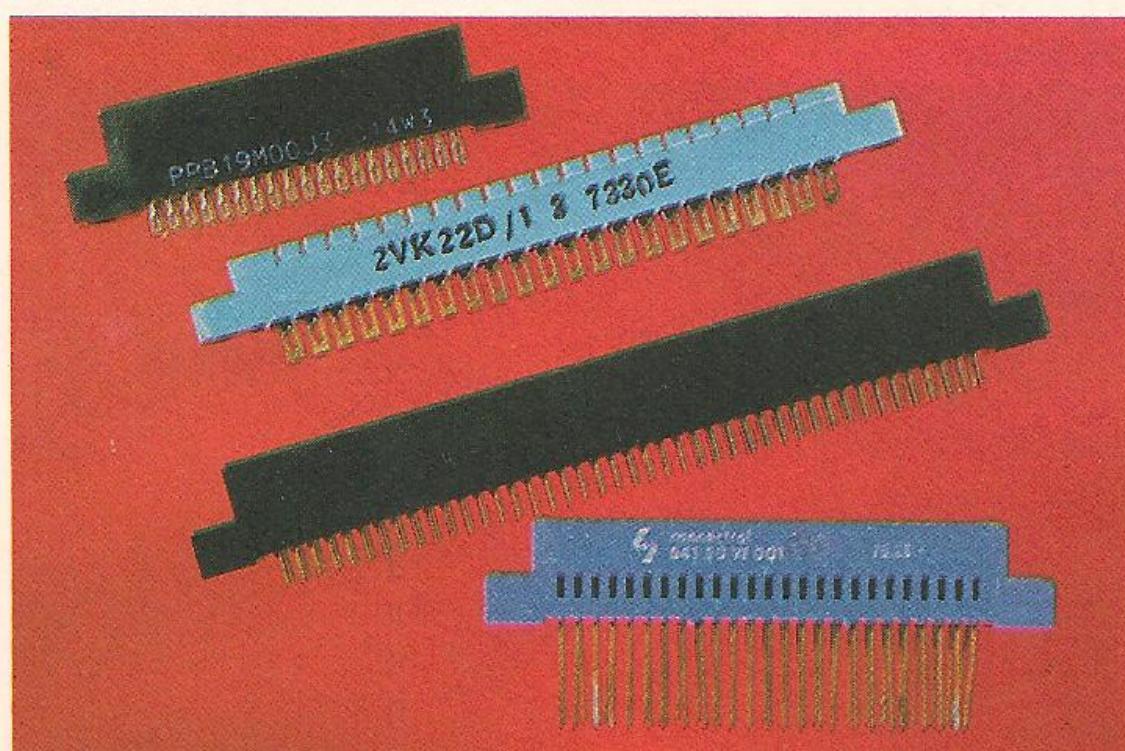
Esses elementos projetados e preparados para facilitar os contatos elétricos

são chamados **conetores**. Há um grande número de aplicações para os conetores, mas as mais características e usuais são a ligação dos circuitos impressos entre si ou com grupos de cabos e a ligação de tudo o que está rela-

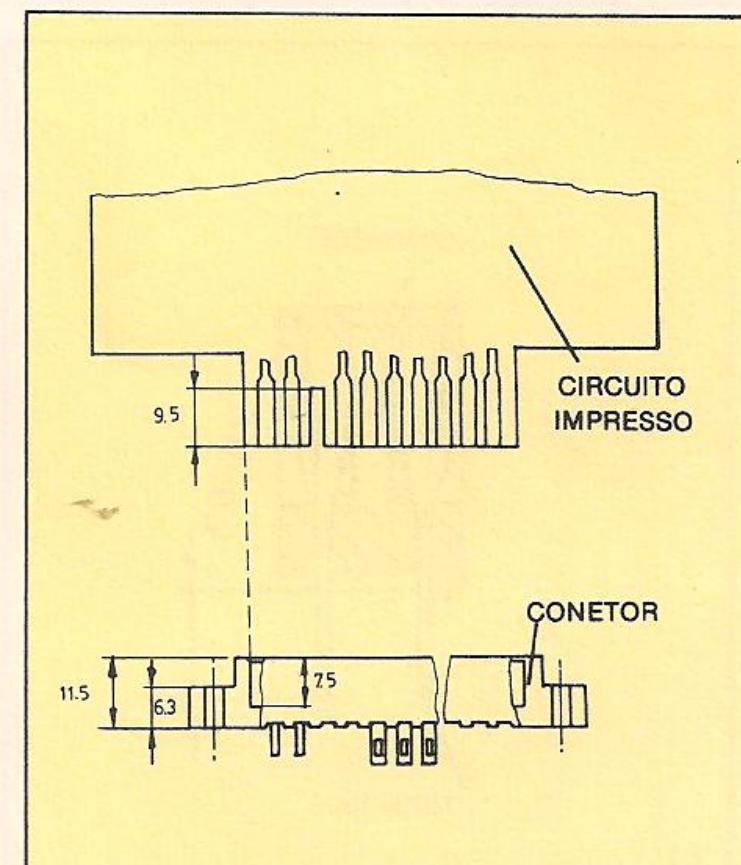
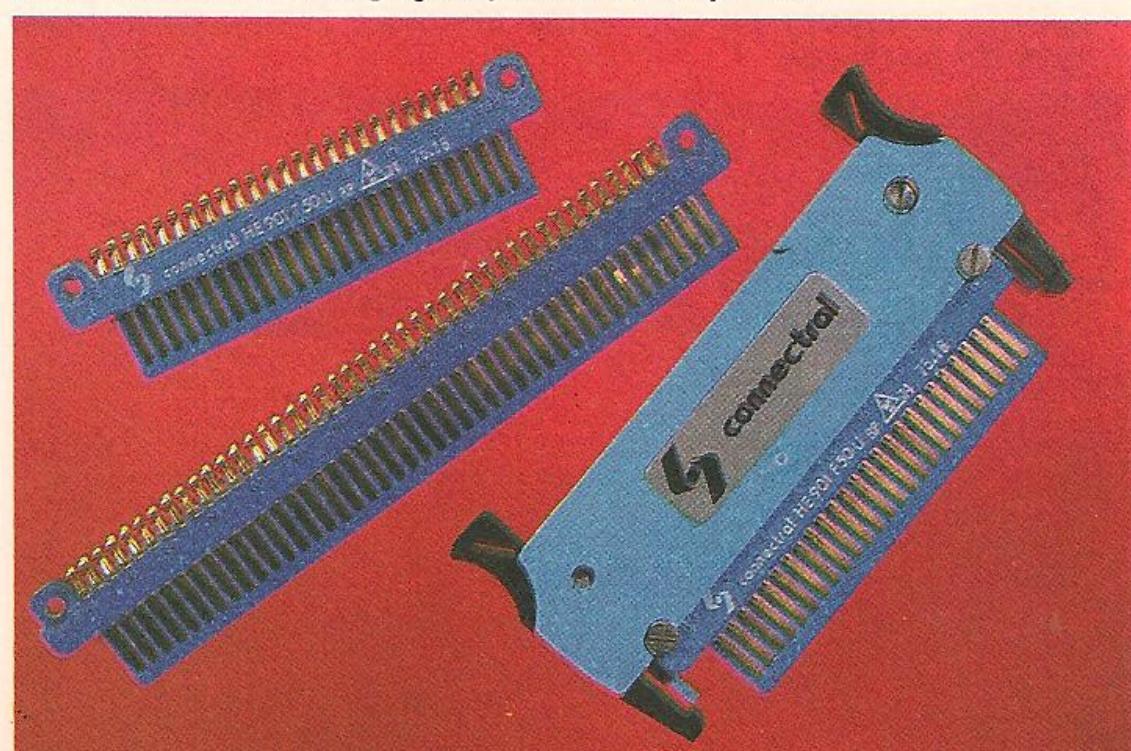


**ACIMA:** alguns modelos e tipos de conetores planos, destinados, em geral, a circuitos impressos.

**ABAIXO:** conetores fêmeas especificamente preparados para as ligações dos circuitos impressos.



**ABAIXO:** modelos utilizados para serem soldados aos circuitos e servirem de ligação para outras placas.



**ACIMA:** ligação entre um circuito impresso e um conector plano.

## COMPONENTES

cionado com as entradas e as saídas, inclusive a alimentação.

Um dos conetores mais simples e conhecidos que existe, mas não o menos importante, é a popular **tomada**, utilizada para unir à rede elétrica industrial ou doméstica todo aparelho que empregue esta forma de energia para o seu funcionamento.

A tomada comum é constituída de duas partes: a base ou conector fêmea e o conector macho.

A base ou conector fêmea está diretamente unida a dois ou três cabos de distribuição, caso a instalação seja monofásica ou trifásica e com ou sem saída de terra. A base é o elemento fixo e se encontra, na maioria dos casos, immobilizada com parafusos ou encaixada em um quadro de rede ou em uma parede.

Em seu interior, há duas ou três cavidades metálicas, separadas por materiais

isolantes, que realizam a conexão propriamente dita, preparadas para receber os sinais.

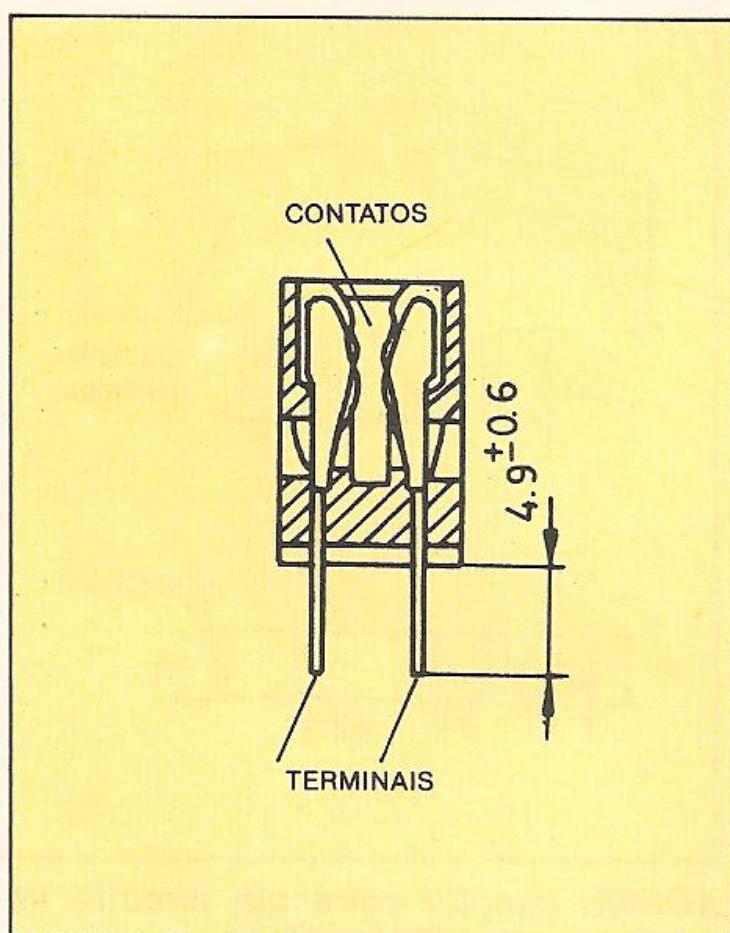
A outra parte da tomada é o elemento móvel, denominado conector macho. É constituído por dois ou três terminais de contato, separados por material isolante e montados sobre um suporte que permite o seu manuseio sem riscos de descargas. Nas extremidades internas são unidos dois ou três cabos que transmitem a corrente elétrica ao aparelho utilizado.

Uma primeira e importante consideração a respeito das tomadas é que o projeto deve garantir quatro aspectos fundamentais:

- O isolamento entre os dois ou três terminais de ligação deve ser suficientemente elevado para permitir a aplicação de altas tensões (110 V ou 220 V nas instalações monofásicas e 380 V nas trifásicas), sem que haja

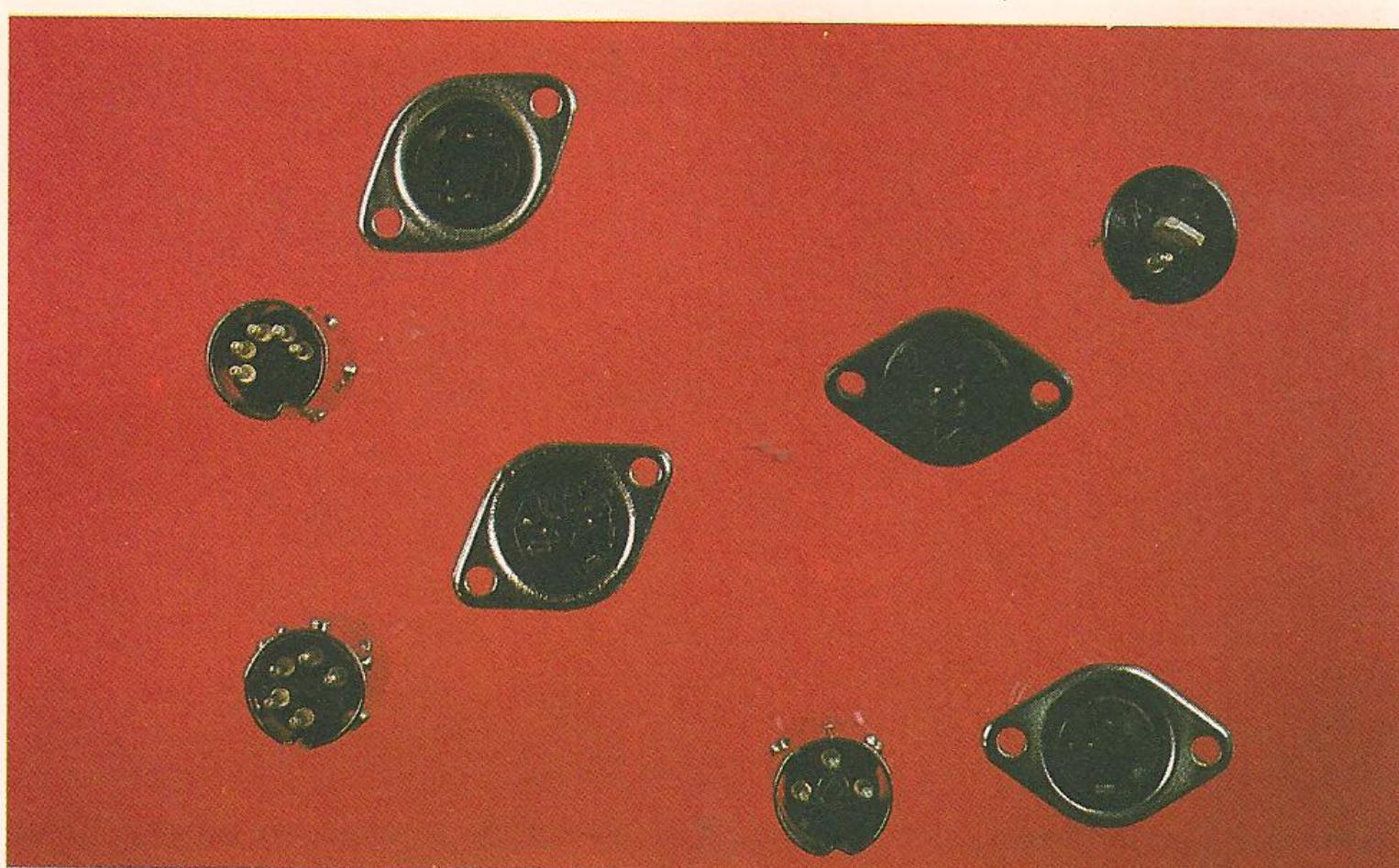
uma circulação de corrente que possa colocar o funcionamento normal em perigo.

- A seção transversal dos terminais deve ser capaz de suportar uma intensidade de corrente tão grande a ponto de absorver, sem esquentar, toda a energia de que o aparelho necessita.
- O resistor de contato entre as duas partes da tomada (macho e fêmea) deve apresentar mínima resistência, para que não se produza, automaticamente, uma certa dissipação de potência sob a forma de calor, o que significaria grave perigo e possível defeito para a instalação.
- O sistema completo deve permitir um certo número de ligações e desligamentos sem que se observe em nenhuma das partes da tomada qualquer sinal de desgaste ou envelhecimento que possa levar à deterioração dos componentes citados.



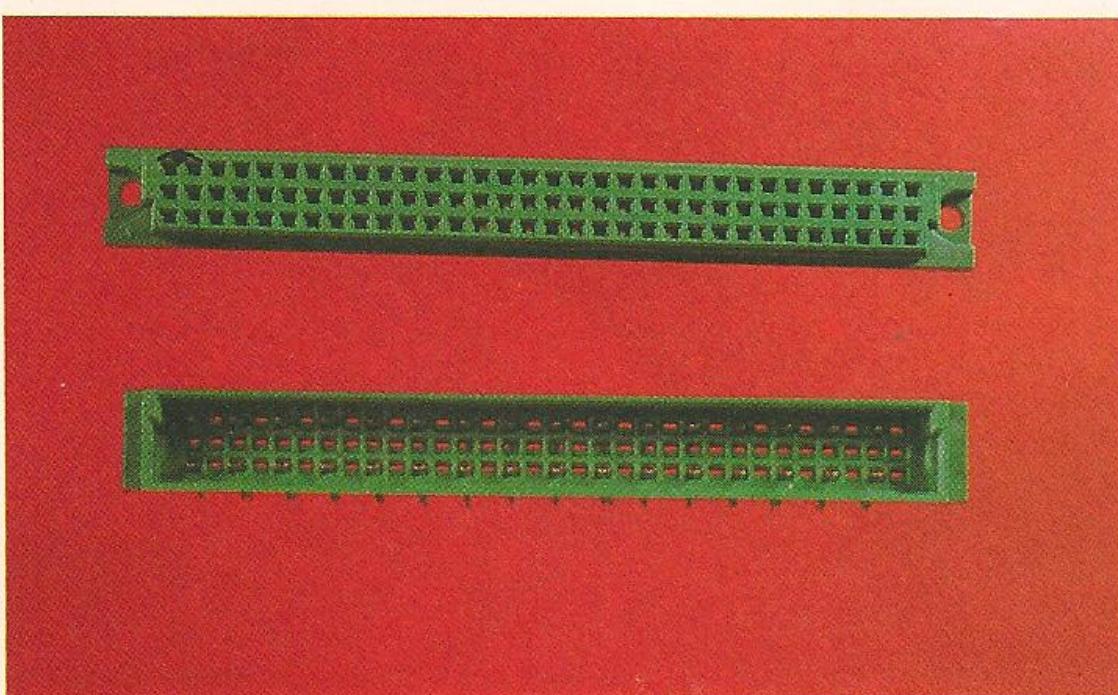
**ACIMA:** detalhe de um contato utilizado para circuito impresso.

**ABAIXO:** conjunto de conetores macho e fêmea com dupla fileira de contatos.



**ACIMA:** conjunto completo de conetores fêmeas do tipo DIN.

**ABAIXO:** três tipos de conetores machos para transmissão de sinais.



Portanto, no caso de conetores utilizados para instalações elétricas, existem determinadas exigências derivadas das características específicas da técnica de ligação.

O mesmo acontece com outras aplicações; por isso, é necessário fazer um estudo das necessidades a que os conetores se destinam para projetar os tipos mais adequados às mesmas. Assim, quando um aparelho compreende uma série de circuitos impressos, geralmente modulares e que permitem uma montagem e uma desmontagem rápidas e fáceis, é necessário ter os conetores apropriados.

É possível utilizar vários sistemas, dependendo das exigências qualitativas e do custo de cada um. O sistema mais usado é o de reservar na borda do circuito impresso uma área para os contatos, de maneira que todas as superfícies metálicas que são obtidas no decorrer do processo construtivo do circuito caibam ali, sem necessidade de nenhum elemento adicional.

Esse procedimento, que pode ser aplicado tanto aos circuitos de face única quanto aos de dupla face, requer uma normalização da distância entre os contatos, das dimensões desses contatos e da margem total do circuito.

Os conetores do tipo fêmea contêm uma série de contatos que exercem uma determinada pressão sobre as partes metalizadas do circuito, garantindo um boa continuidade e uma resistência elétrica extremamente baixa.

O número de pontos de ligação é muito variável, dependendo dos modelos, e, em geral, a distância entre os pontos é fixa e padronizada nos seguintes valores: 2,54 mm, 3,81 mm, 3,96 mm e 5,08 mm.

Para garantir um trabalho perfeito do conector por um longo período de utilização, deve-se dotar o circuito impresso de um revestimento que não altere as suas características em contato com as diferentes condições ambientais (frio, calor, umidade, etc.). Em caso contrário, o circuito deteriora-se rapidamente, tornando-se imprestável.

O material mais utilizado é o ouro, pois ele combina perfeitamente uma grande resistência aos agentes atmosféricos e uma fraca resistência elétrica. Outra alternativa para a ligação do circuito é a utilização de um conector macho soldado ao circuito na área já mencionada. Isso simplifica a fixação com uma consequente redução dos custos.

Este sistema também é utilizado quando o número de pontos de contato é elevado e não se tem espaço suficiente para todos eles às margens do circuito. Nesse caso, são empregados conetores macho e fêmea com duas ou mais fileiras paralelas de terminais de ligação.

Quando é utilizado este sistema de ligação, deve-se considerar todos os aspectos indicados para as tomadas elétricas, que podem ser aplicados da mesma maneira.

Outra família de conetores muito conhecida é a destinada a facilitar as ligações entre dois pontos, entre os quais é transmitido um sinal, tanto de baixa freqüência (como no caso de aparelhos de áudio) como de alta freqüência (nas emissoras e nos receptores ou nos aparelhos que manipulam sinais de vídeo).

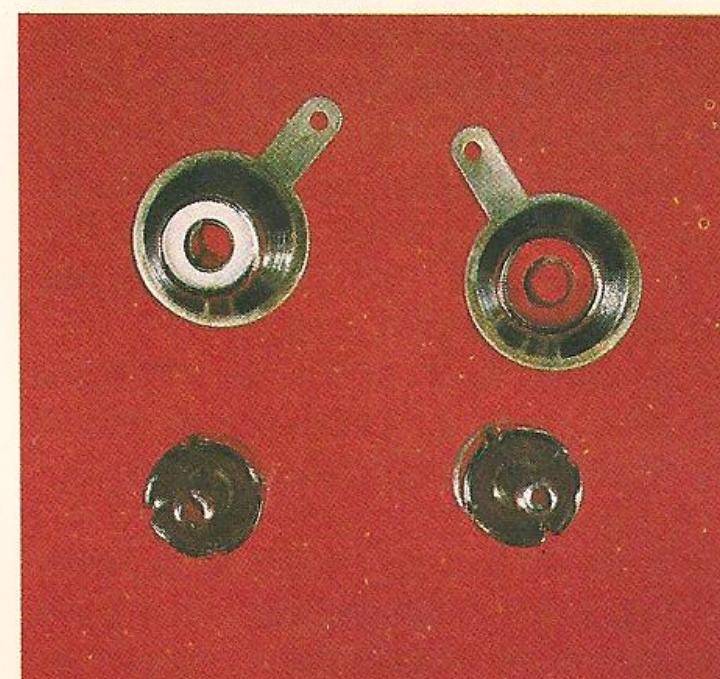
Para os aparelhos de áudio são utiliza-

dos dois tipos padronizados de conetores, denominados DIN e CINCH. O conector **DIN** é incorporado aos aparelhos de origem européia e corresponde ao padrão alemão. Há dois modelos fundamentais: de três ou de cinco terminais. No projeto, está incluída uma saliência ou uma cavidade para ligar o macho e a fêmea em uma única posição, evitando possíveis enganos.

Tendo em vista que, na maioria dos casos, são utilizados cabos blindados ou de malha para essas aplicações, foi padronizada também a ligação de massa, correspondente ao revestimento ou malha do cabo, efetuado sempre sobre o terminal central.

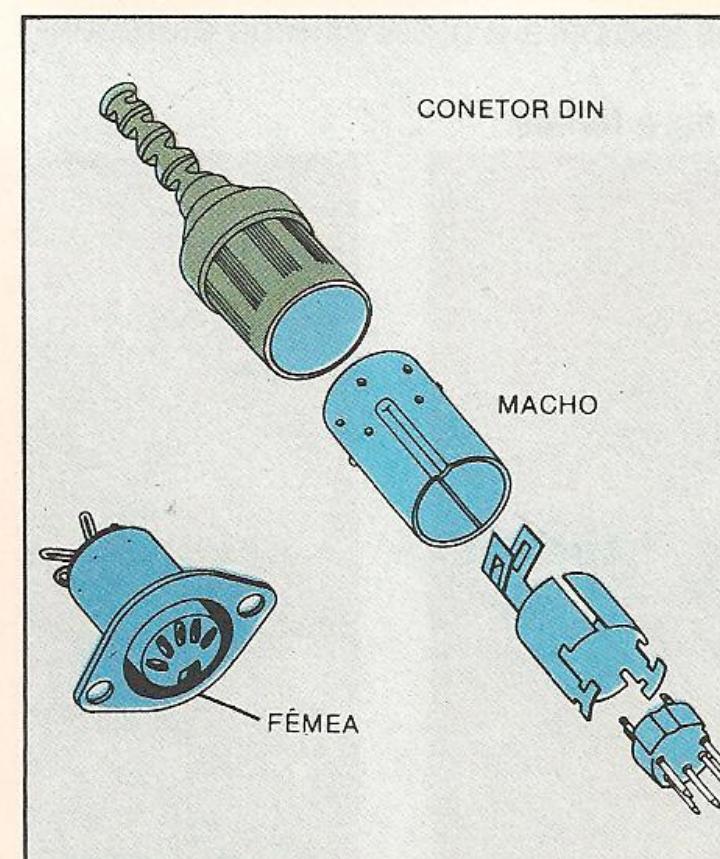
O conector **CINCH** (também chamado **fono RCA**) é utilizado principalmente nos aparelhos de origem americana ou japonesa.

O conector fêmea é composto por um cilindro metálico — com furo central e



**ACIMA:** dois conetores macho e fêmea do tipo CINCH.

**ABAIXO:** corte de um conector DIN. Esse modelo de cinco terminais permite quatro ligações simultâneas.



#### Qual é a função fundamental de um conector?

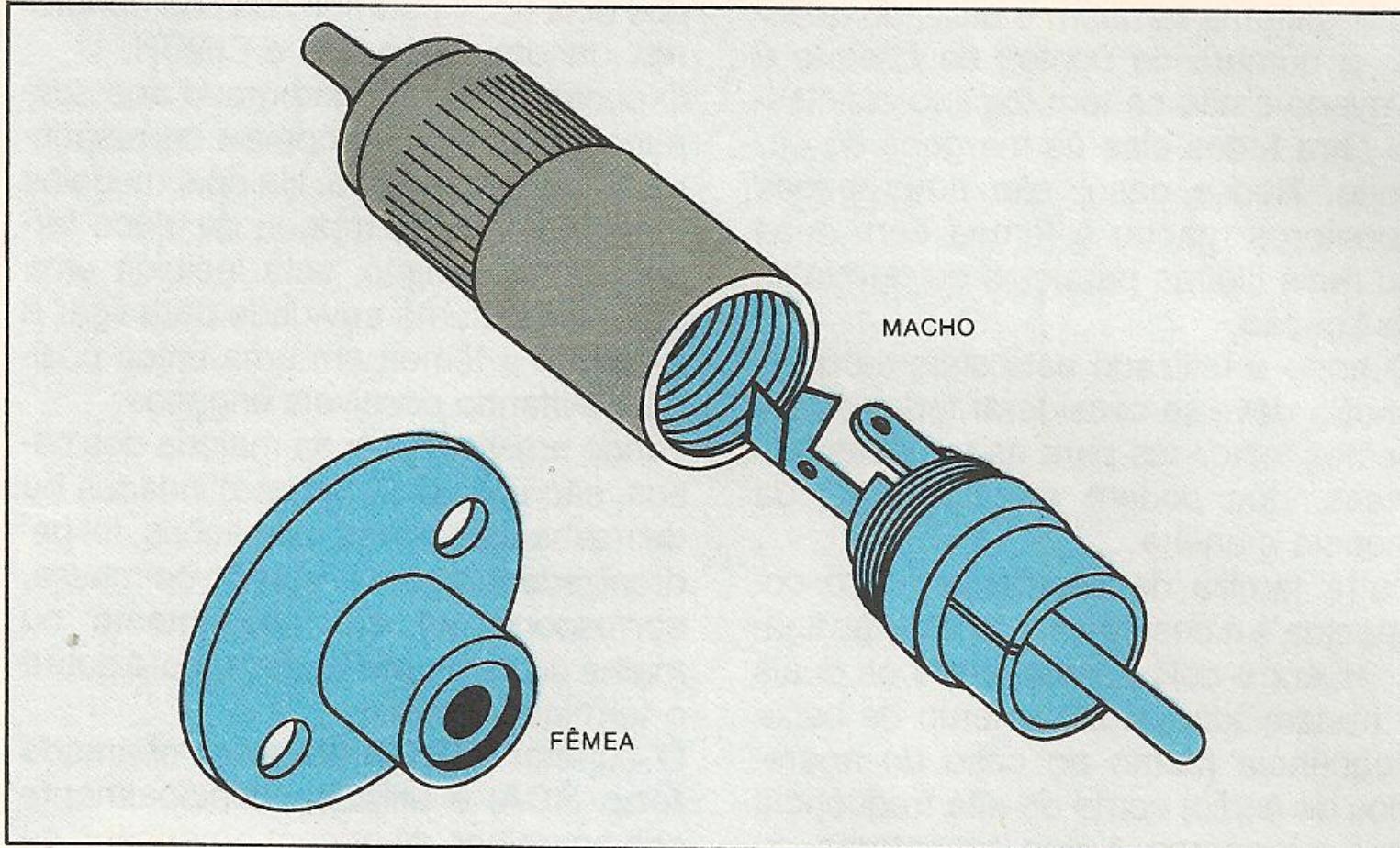
É realizar uma ligação elétrica permanente (ou semipermanente) entre duas seções de um aparelho ou entre entradas e saídas, de forma que possa ser desmontado.

#### Que método de ligação é utilizado pelos conetores?

O contato, por meio de pressão, entre duas superfícies condutoras.

#### Em um conector existe o problema do resistor?

Sim. Sempre que há duas superfícies metálicas em contato, elas se comunicam eletricamente somente nos pontos mais salientes, devido à rugosidade superficial. Tudo isso pode provocar algum aquecimento, se ai circularem correntes elevadas.



**ACIMA:** corte de um conector CINCH. Como se pode observar, ele permite apenas a ligação de cabo blindado ou coaxial.

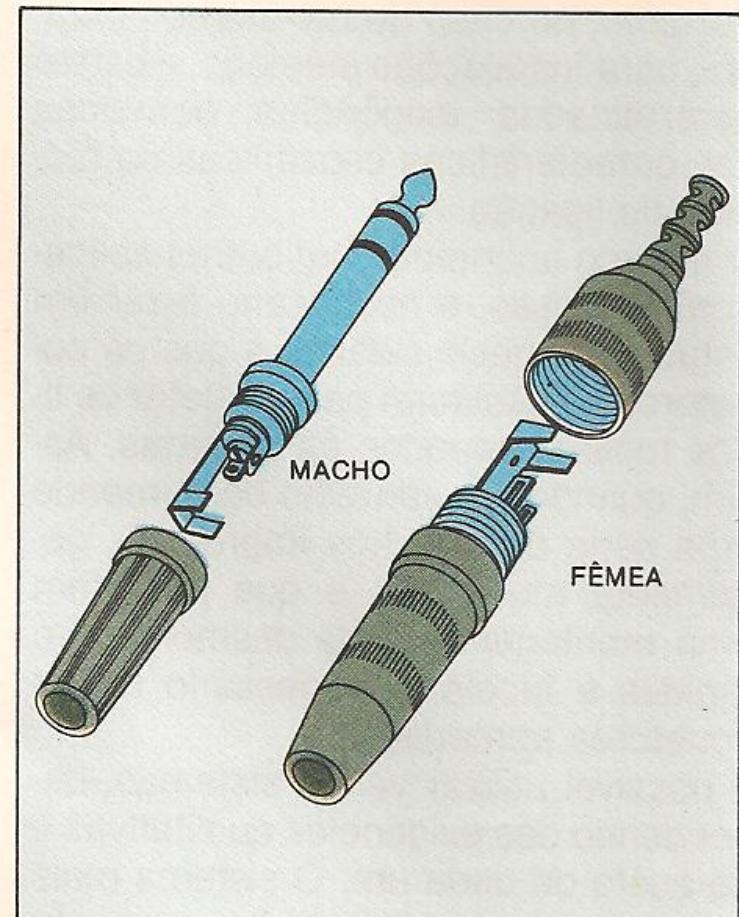
envolvido por um elemento isolante — e por um anel condutor concêntrico. O conector macho é constituído por um terminal central metálico, de diâmetro correspondente para ser inserido com exatidão no furo do cilindro anterior. O terminal também pode ser inserido em um anel condutor de diâmetro suficiente para fazer contato com a área externa do elemento mencionado anteriormente. O revestimento central do cabo é ligado à massa, enquanto o terminal central (também chamado de terminal quente) levará o sinal a ser transmitido.

Comparando os dois tipos de conectores pode-se observar que o DIN efetua quatro ligações, mais a massa (central), enquanto o CINCH tem uma única ligação, sendo necessários quatro conectores CINCH para cada conector DIN de cinco terminais.

Do ponto de vista prático, o conector CINCH é mais cômodo, enquanto o conector DIN permite ligações com massas separadas e unidas em pontos diferentes. Este aspecto pode ser importante quando os sinais são muito fracos ou quando as ligações que vão ser efetuadas são muito longas.

É importante falar, ainda, de um outro tipo de conector, que está presente em numerosas aplicações: trata-se do conector tipo **jack**.

Como os anteriores, ele é composto por dois elementos padronizados para a ligação: macho e fêmea. O jack é formado por um tubo metálico externo que constitui um dos contatos. No interior desse tubo há uma série de tubos de diâmetro menor e comprimento maior, separados por alguns isolantes. As extremidades de contato desses tubos vão para a parte externa oferecen-

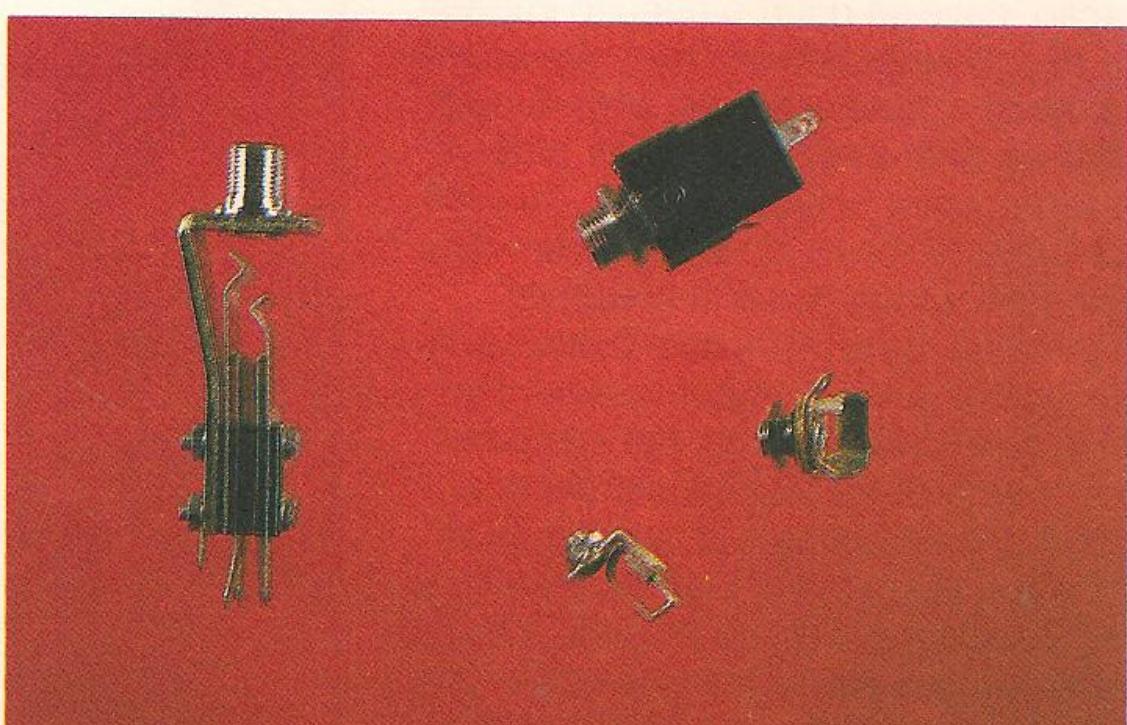
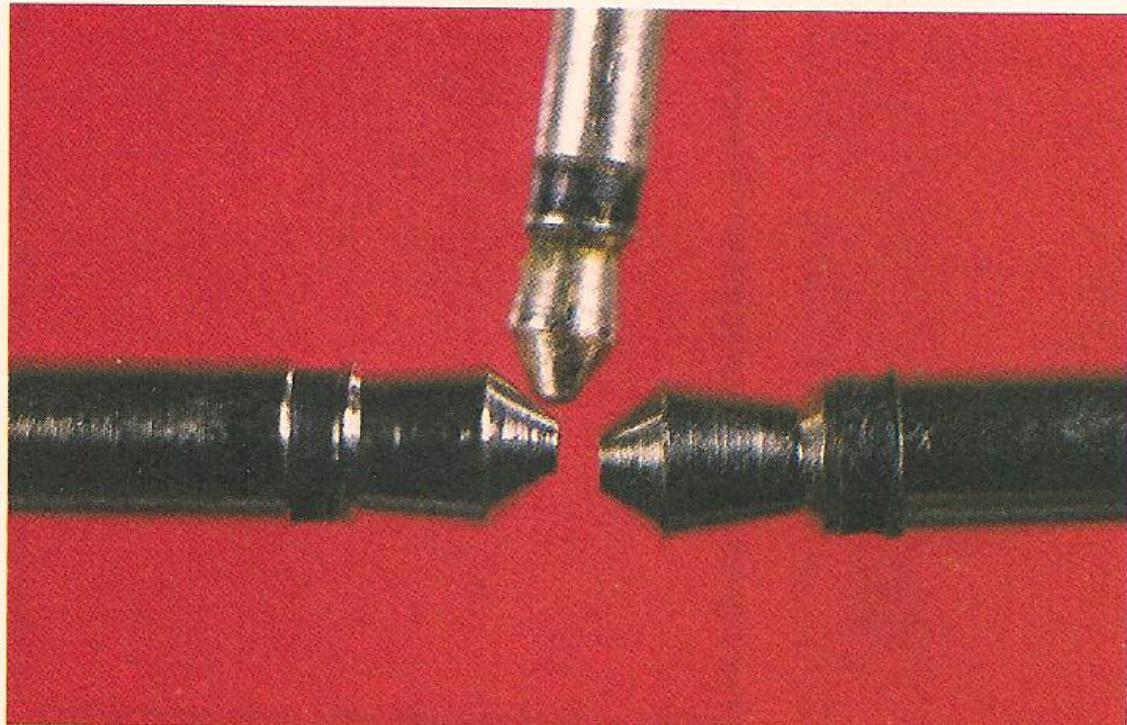


**ACIMA:** par de conectores jack macho e fêmea para montagem em painel.

do diversas superfícies cilíndricas de contato, até formarem a ponta do jack, de configuração semi-esférica, que constitui o último dos próprios contatos. Sobre essa ponta há um pequeno entalhe, para a fixação mecânica permanente entre macho e fêmea. Os modelos mais comuns de jacks têm duas ou três áreas de ligação e são utilizados para transmitir um ou dois sinais simultaneamente. Caso seja utilizado o cabo blindado, as malhas são unidas ao corpo mais externo, e os terminais quentes aos internos.

Existem vários modelos padronizados de conectores jack, com vários comprimentos e diâmetros. São destinados a funções como: ligação de microfones e de tomadas de entrada e saída em aparelhos portáteis e ligações com fones de ouvido (dois contatos) monofônicos ou estéreos (três contatos).

**ABAIXO:** alguns tipos de conectores jack macho e fêmea.



## NOÇÕES TEÓRICAS

### Indicadores de volumes e volumes unitários

Quando um instrumento é específico para medir a potência em condições estacionárias, ele não oferece maiores dificuldades e sua escala pode ser calibrada em decibéis com relação a qualquer nível de referência desejado. Em programas de estúdio, porém, temos a potência flutuando constantemente e a resposta do instrumento dependerá de sua velocidade e de seu amortecimento interno.

Nesse caso, o volume é aplicado para que se obtenham indicações de um dispositivo denominado indicador de volume, cujo trabalho depende da forma prescrita para sua calibração e leitura.

O **indicador de volume** é um instrumento padrão que foi desenvolvido primeiramente para o controle e a monitorização de programas de rádio. O indicador é um instrumento do tipo raiz média quadrática, feito originalmente com retificadores de óxido de cobre. A lei desses retificadores é uma lei intermediária entre uma lei linear e uma lei quadrática, tendo uma exponencial de  $1,2 \pm 0,2$ .

As características dinâmicas desse retificador demonstram que se uma tensão senoidal (com freqüência entre 35 Hz e 10000 Hz e com amplitude conveniente de modo a dar uma deflexão de referência sob condições permanentes) for subitamente aplicada, o ponteiro atingirá 99 % de deflexão de referência em 0,3 s ( $\pm 10\%$ ) e, então, ultrapassará a deflexão de referência 1 % e não mais que 1,5 %. O ponteiro dará ainda uma leitura de 80 % a um impulso senoidal com a duração de 0,025 s.

A deflexão de referência é marcada com 0, formando a escala VU (Volume Unitário). Essa deflexão é cerca de 71 % da máxima escala de leitura (fundo de escala), estendendo-se para +3 (máximo) e -20 (mínimo) e uma porcentagem de escala de tensão com 100 %.

O instrumento apresenta escalas marcadas diferentemente: com escala A, a escala VU é destacada, ficando situada acima da escala porcentual. Esse procedimento é adotado em instrumentos de medida em que a leitura do medidor, juntamente com a leitura de um atenuador associado, fornece o nível de potência atual. Já com a escala B, a escala porcentual é destacada, ficando acima da escala VU. Este último caso é utilizado no controle de estúdios, etc., quando o operador não é técnico, e não está interessado em níveis atuais.

A sensibilidade não deve se afastar por mais de 0,2 dB entre 35 kHz e 10 kHz, num nível de entrada de 0 VU, nem mais que 0,5 dB entre 25 kHz e 16 kHz.

Para calibrar o instrumento, deve-se conectar-lo em paralelo com um resistor de  $600\Omega$ , através do qual está fluindo uma potência de 1 mW em 1 kHz, quando a leitura é de 0 VU ou de  $n$  VU e a potência de calibração é de  $n$  decibéis acima de 1 mW.

Se o instrumento é conectado através de um outro resistor, o volume indicado deve ser corrigido, adicionando-se  $10 \log_{10} (600/R)$ , onde  $R$  é a resistência do resistor usado, em ohms. A impedância total do indicador de volume é de 7500 ohms, dos quais 3 600 ohms são externos ao instrumento.

O indicador de volume destina-se a ler os desvios do volume de referência 0 VU após a compensação para o controle de sensibilidade (atenuador), que também é calibrado em VU. A leitura é determinada pelas maiores deflexões que ocorrem num período de aproximadamente um minuto para ondas programadas, ou em um período menor (por exemplo, 5 s a 10 s) para ondas de conversa em mensagens telefônicas, excluindo-se uma ou duas deflexões ocasionais de amplitude não-usual.

O **volume unitário (VU)** é uma unidade que expressa o nível de uma onda complexa em

termos de decibéis, acima ou abaixo de um volume de referência que será definido a seguir. Um nível, que vamos chamar de  $X$  VU, significa a média de potência de uma onda complexa lida num medidor VU. Os volumes unitários nunca devem ser usados para indicar o nível de um sinal de onda senoidal, que deve ser sempre reportado como tendo determinado número de dBm. Desse modo, se um medidor VU for usado para ler, a leitura feita deve ser reportada como tendo tantos dBm (decibéis de potência, tendo como referência a potência de 1 mW).

Um volume unitário implica numa onda complexa, ou seja, uma forma de onda de programa com picos elevados. Na convenção usual, assume-se que o valor de pico está em 10 dB acima do pico de onda senoidal, embora possam ocorrer picos ocasionais maiores em condições especiais. Por essa razão, o teste de um amplificador para sistemas de radiodifusão é feito com um sinal senoidal de entrada, que provoca um nível de 10 dB acima do máximo nível VU para o qual o amplificador deve ser usado. Por exemplo: um sistema operando num nível de 12 VU deve ser testado para distorções em um nível de +22 dBm com sinais de onda senoidal.

O **volume de referência** é definido como a amplitude de conversa ou programa em sinal elétrico que resulta numa leitura de 0 VU num indicador de volume, como o descrito acima, calibrado para ler 0 VU numa onda estacionária de 1 kHz, cuja potência é 1 mW em  $600\Omega$ .

Deve-se tomar bastante cuidado para distinguir entre esta definição de volume de referência, que é arbitrário e não-definível em termos fundamentais, e o nível de referência de 1 miliwatt, utilizado para medidas de potência em regime permanente para uma única freqüência.

# AS CARACTERÍSTICAS DAS FITAS MAGNÉTICAS

Neste capítulo, analisamos as características das fitas magnéticas utilizadas nos gravadores. Com base em nossos comentários, o leitor poderá escolher tranquilamente a fita adequada ao seu aparelho.

É grande a diversidade de tipos de fita magnética existentes no mercado, com preços e qualidades muito diferentes. Por isso, é de extrema utilidade conhecer suas propriedades para tomar a decisão mais oportuna, escolhendo o modelo que melhor se adapta ao gravador à disposição e aproveitando ao máximo as características elétricas e magnéticas de cada peça.

A recomendação é utilizar sempre fitas de qualidade; caso contrário, o apre-

lho não poderá ser aproveitado completamente. É melhor também utilizar as fitas indicadas pelo fabricante, pois os ajustes são feitos para esse tipo determinado de fita.

Uma fita de baixa qualidade caracteriza-se pela presença de áreas onde o nível de sinal desce mais do que o previsto. Estes intervalos de gravação são devidos à má distribuição das partículas magnéticas sobre a camada de plástico. Há, portanto, acúmulos e falta

de material, que provocam os efeitos mencionados.

As fitas de baixa qualidade são muito abrasivas e provocam um desgaste prematuro nas cabeças magnéticas. Caso os produtos que fixam o óxido sobre o suporte plástico sejam instáveis, um depósito marrom ou preto forma-se sobre as cabeças magnéticas e sobre os elementos de arrasto da fita, diminuindo assim sua eficiência. Quanto às fitas cassete, é muito importante que o sistema mecânico da fita seja de ótima qualidade; caso contrário, haverá graves problemas de arrasto.

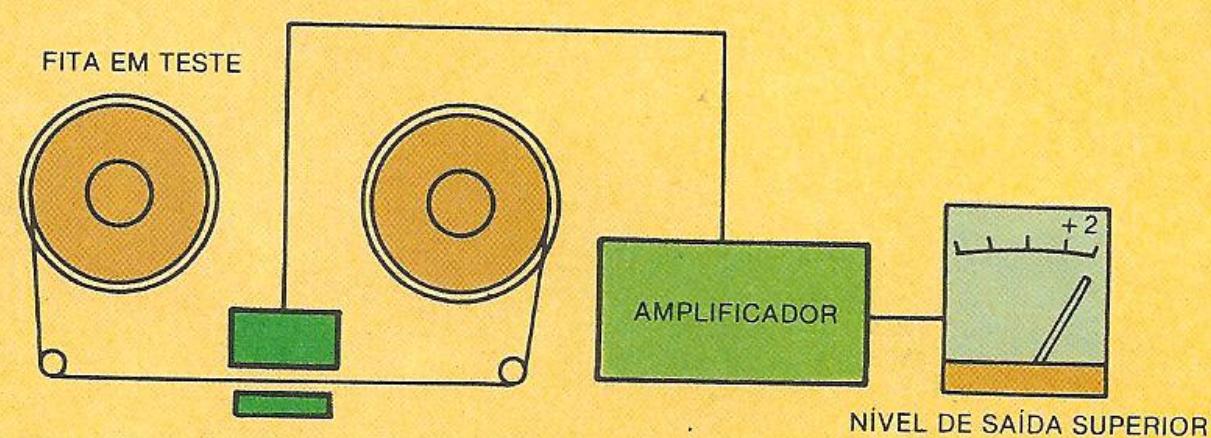
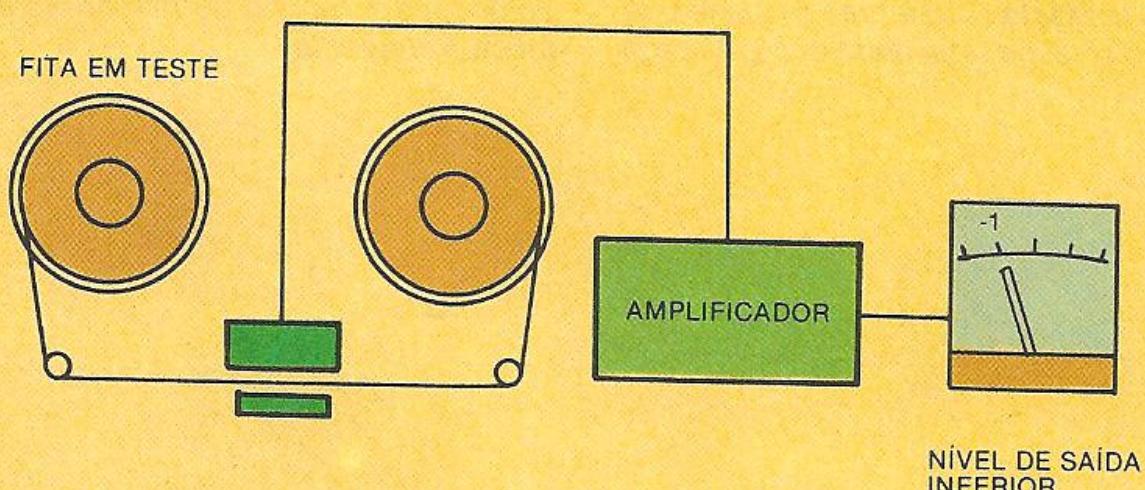
Uma vez seguidos os conselhos mencionados e se familiarizando com as propriedades das fitas magnéticas, podemos considerar três grupos diferentes de características:

- características mecânicas e dimensionais: referem-se às dimensões, à duração e à resistência mecânica da fita;
- características magnéticas: referem-se às propriedades intrínsecas dos materiais utilizados para cobrir a fita com plástico.
- características eletromagnéticas: definem as propriedades de resposta da fita, através de uma determinada excitação da cabeça magnética ativada por um sinal elétrico.

No primeiro grupo, há um elevado grau de padronização entre os fabricantes, pois as fitas devem se adaptar ao maior número possível de aparelhos. Devem ser considerados os seguintes aspectos:

- suporte plástico;
- espessura da fita;
- comprimento;
- duração;
- diâmetro do enrolador;
- resistência à tração mecânica.

Suporte plástico: atualmente, são feitos de poliéster.



Espessura da fita: 6,35 mm para as bobinas e 3,81 mm para as fitas cassette. Comprimento (metros de fita contidos na bobina): variável.

Duração: em minutos, no caso das fitas cassette; não é dada no caso das fitas em rolo, pois a sua duração depende da velocidade de arrasto.

Diâmetro do enrolador: 13, 15 e 18 cm são os mais freqüentes.

Resistência à tração mecânica: mede-se em newton (N), e o valor deve ser alto para evitar possíveis rupturas. É um valor padrão (20 N para fitas em rolo e 10 N para fitas cassette).

As propriedades magnéticas importantes são duas:

- coercitividade;
- magnetização residual.

Coercitividade: se um material ferromagnético é magnetizado, ao desaparecer a força magnética permanece uma certa magnetização. Para eliminá-la, é preciso aplicar uma força magnética de sentido contrário à inicial. O valor desta força é a coercitividade.

Magnetização residual: é a indução magnética que permanece quando desaparece a força magnetizante externa. Quanto maior é a magnetização residual, maior será o nível de saída da fita. É medida em gauss.

Altos valores de coercitividade e de magnetização residual dão um alto nível de saída, melhorando o ruído de fundo.

As características eletromagnéticas são as seguintes:

- sensibilidade;
- resposta em freqüência;
- modulação máxima de gravação;
- ruído de fundo;
- dinâmica;
- relação sinal/ruído;
- polarização;
- equalização.

Sensibilidade: para determinar a sensibilidade da fita, são gravados sinais em 330 Hz e em 10 kHz, no mesmo nível da fita matriz e é obtido um certo nível como resultado. Quando da reprodução da fita, são observados níveis diferentes, chamados níveis de sensibilidade, em relação ao nível da fita matriz. Se os valores são em decibéis positivos, a sensibilidade é superior à da fita matriz; se negativos, é inferior e será a mesma para o valor de 0 dB.

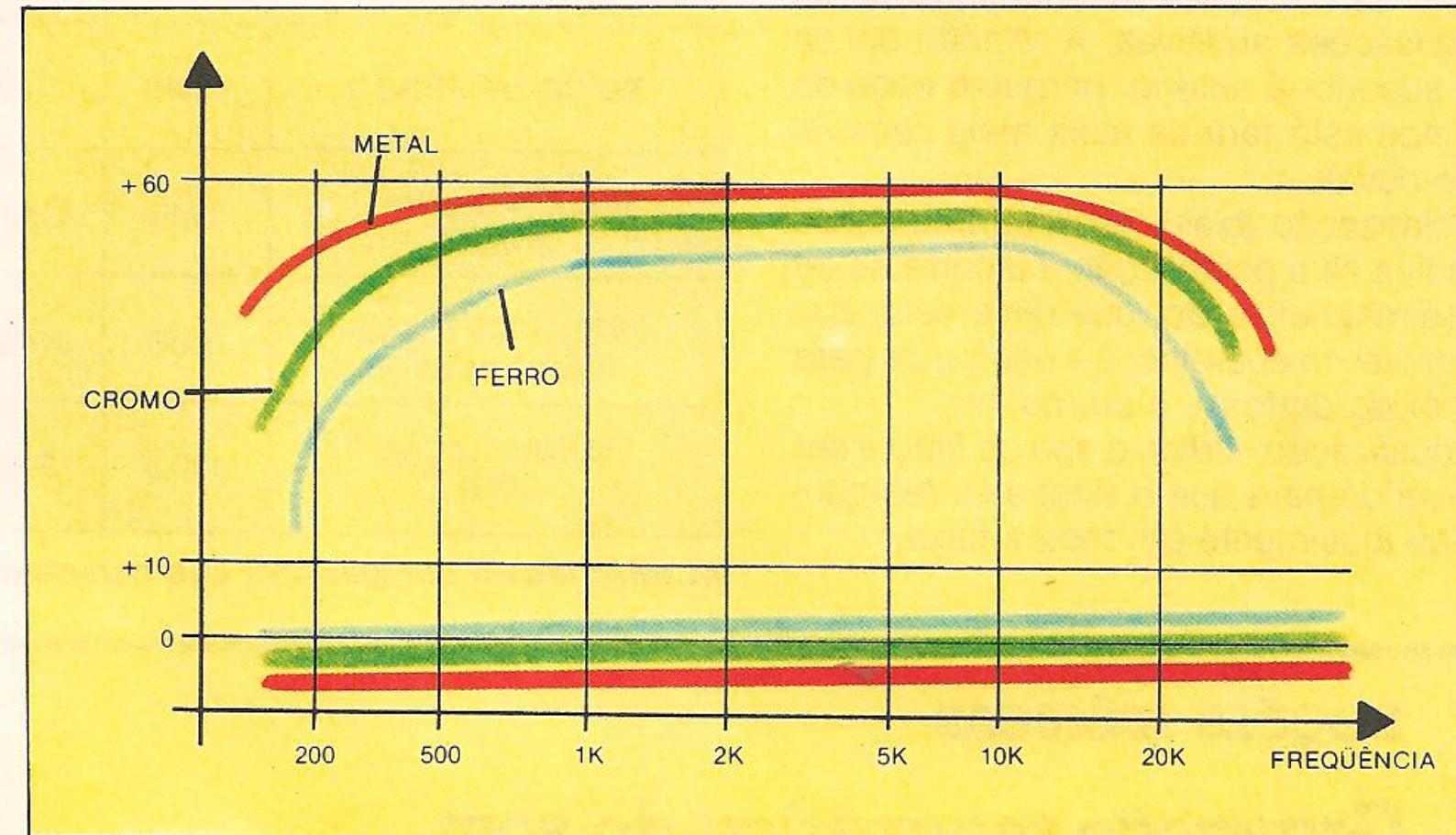
Resposta em freqüência: dá noção do comportamento da fita em função da freqüência. A resposta não se dá como curva, pois depende da velocidade da

fita. É expressa em decibel como consequência do método de medição.

Para a medição, são registradas freqüências em 330 Hz e 10 kHz, em um nível de -20 dB do valor de máxima modulação, com uma corrente estabelecida de pré-magnetização. São obtidas, então, para ambas as freqüências, determinadas tensões de saída. O coeficiente desses valores, expresso em decibéis, é a medida da resposta em freqüência. Uma medida de 0 dB indica uma resposta igual para as duas freqüências, isto é, uma resposta plana. Modulação máxima ou nível máximo de gravação: quando aumenta o nível do sinal a ser registrado, aumentam a distorção, especialmente da terceira

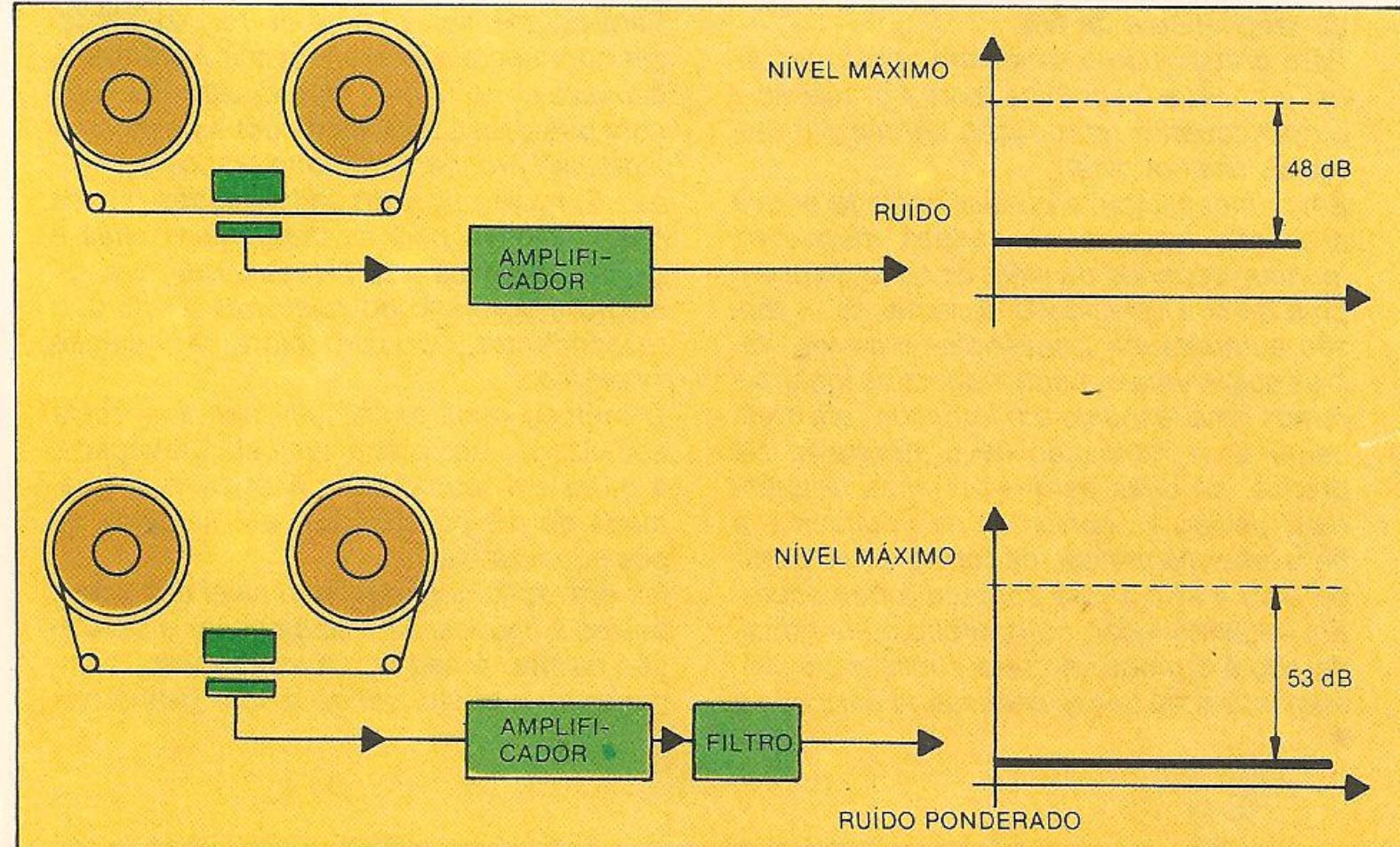
harmônica, e a saturação da fita. Um nível aceitável de distorção é de 3%. O valor máximo de modulação é aquele em que se tem uma distorção de 3%, e é calibrado com a fita matriz, depois dos indicadores de nível apontarem 0 dB. As fitas com valor máximo de modulação saturam em um nível mais alto, e é possível obter através delas uma saída mais elevada.

Ruído de fundo: é o valor de tensão que aparece na fita submetida à pré-magnetização, mas não à modulação. É um valor muito baixo em relação ao padrão. Mede-se em decibéis. Nas fitas de alta-fidelidade esse nível é de cerca de -50 dB em relação à referência. Quanto mais elevado for o valor



**ACIMA:** níveis de resposta das fitas de metal, de cromo e de óxido de ferro. As curvas dependem diretamente da coercitividade e da indução residual que o material magnético apresenta.

**ABAIXO:** a relação sinal/ruído é medida diretamente ou com um filtro que dá um "peso" ao ruído, em função da resposta fisiológica do ouvido.



numérico, menor ruído produzirá a fita. Dinâmica: é a medida relativa entre a tensão de saída em modulação máxima e o ruído de fundo. Uma fita de qualidade deve ter uma dinâmica boa, para conter o ruído de fundo e para permitir boas gravações em alta dinâmica.

Relação sinal/ruído: apresenta-se como sinal/ruído ou então como sinal/ruído ponderado.

No primeiro caso, são medidos diretamente os níveis do ruído de fundo e do máximo sinal não distorcido. O valor encontrado é expresso em decibéis.

Caso se tenha a relação ponderada, o sinal passa através de um filtro que acentua as freqüências às quais o ouvido humano é mais sensível, para efetuar as medições mais adequadas às sensações auditivas. A relação obtida é superior à anterior porque o ruído de fundo está fora da faixa mais sensível ao ouvido.

Polarização (bias): essa característica indica se a polarização, ou corrente de pré-magnetização, que deve estar disponível no aparelho, é a adequada para o óxido de ferro, o cromo, etc.

Equalização: indica o tipo de filtro a ser inserido para que o sinal seja reproduzido igualmente em toda a faixa.

	FERRO (I)	FERRO (II)	CROMO (I)	CROMO (II)	FERRO-CROMO	METAL
<b>MAGNET. RESIDUAL (GAUSS)</b>	1150	1300	1400	1450	1550	3000
<b>COERCITIVIDADE (OERSTED)</b>	325	300	470	450	300/ 470	1000
<b>SENSIBILIDADE 330HZ: 10KHZ:</b>	-1dB 0dB	0dB 0dB	0dB 0dB	+ 1dB + 1dB	0dB 0dB	+ 2dB + 2dB
<b>RESPOSTA EM FREQÜÊNCIA</b>	-1dB	0dB	0dB	0dB	0dB	0dB
<b>MÁXIMA MODULAÇÃO</b>	0dB	+ 2dB	+ 2dB	+ 5dB	+ 4dB	+ 3dB
<b>RUÍDO DE FUNDO</b>	-48dB	-47dB	-51dB	-50dB	-51dB	-52dB
<b>RELAÇÃO SINAL/ RUÍDO</b>	48dB	49dB	53dB	55dB	55dB	55dB
<b>RELAÇÃO SINAL/ RUÍDO PESADO</b>	50dB	51dB	54dB	57dB	58dB	57dB
<b>EQUALIZAÇÃO (EQ)</b>	120 $\mu$	120 $\mu$	70 $\mu$	70 $\mu$	70/120 $\mu$	70 $\mu$

ACIMA: tabela comparativa das características das fitas magnéticas.

## NOÇÕES TEÓRICAS

### Gravação magnética do som

A gravação do som em fita magnética é uma operação aparentemente simples, mas na qual entra em jogo uma série de fatores relacionados com a resposta da cabeça magnética e da fita.

Para gravar, não é suficiente aplicar um sinal à cabeça magnética, pois a gravação e a consequente reprodução seriam diferentes do sinal original.

Em primeiro lugar, é preciso considerar que a tensão induzida na cabeça magnética (bobina) depende do valor do fluxo magnético e de sua velocidade de variação. A tensão aumenta em freqüências maiores. Vamos supor uma cabeça magnética ideal: temos uma resposta em forma de reta crescente com inclinação de 6 dB/octava. Na prática, há duas perdas em altas freqüências, devido às correntes de Foucault e à histerese magnética, de forma que a partir de 3 ou 4 kHz a reta começa a decrescer. Em segundo lugar, outro efeito a ser considerado é o produzido pela corrente de pré-magnetização (bias), necessária para que a

cabeça magnética opere em um ponto de trabalho adequado. Esse efeito, somado ao anterior, acarreta um certo apagamento em altas freqüências.

Para compensar a curva de resposta e fazer com que ela apareça plana e uniforme, equaliza-se o sinal reproduzido fazendo com que passe através de um amplificador e de um filtro, para dar uma resposta inversa. Surgem algumas dificuldades nesse procedimento, pois as freqüências altas e baixas são mais amplificadas, com um aumento indesejado do ruído nas áreas correspondentes, o que piora a relação sinal/ruído.

O método mais eficaz utilizado é a dupla equalização dos sinais, uma em gravação e a outra em reprodução. A primeira é chamada de pré-equalização, e a segunda de pós-equalização.

Na gravação aumenta-se o nível dos sinais baixos e agudos, sem se alcançar a saturação da fita. A seguir, na reprodução, compensa-se o efeito, dando menor ganho nas

freqüências citadas. Com isso, será menor a amplificação do ruído, com melhoria da relação sinal/ruído.

Para que haja compatibilidade entre fitas gravadas em aparelhos diferentes, existem normas que definem as características dos filtros de equalização. As mais importantes são as normas NAB, AME e CCIR.

Também é importante o tipo de fita utilizado, pois há vários níveis de sensibilidade relacionados com a freqüência. Portanto, diferentes tipos de fitas têm necessidade de diferentes equalizações.

Geralmente, os gravadores têm diferentes equalizações, que podem ser selecionadas com um comutador, com padrões para fitas de óxido de ferro, de cromo, de ferro-cromo e de metal.

As características dos filtros de equalização para os diversos tipos de fita são observadas por sua constante de tempo. Assim, para as fitas de ferro são utilizados os 120 microsegundos e para as fitas de cromo, os 70 microsegundos.

# O ÓRGÃO ELETRÔNICO

Com este instrumento e algum preparo musical, você imita sons incríveis de sopro, corda, baixo e bateria. E pode executar no teclado as múltiplas sonoridades de uma orquestra inteira. Veja como funciona esta mágica da eletrônica.



**ACIMA:** vários modelos de órgãos eletrônicos que incorporam sistemas automáticos de registros, como também efeitos especiais e acompanhamentos de ritmos.

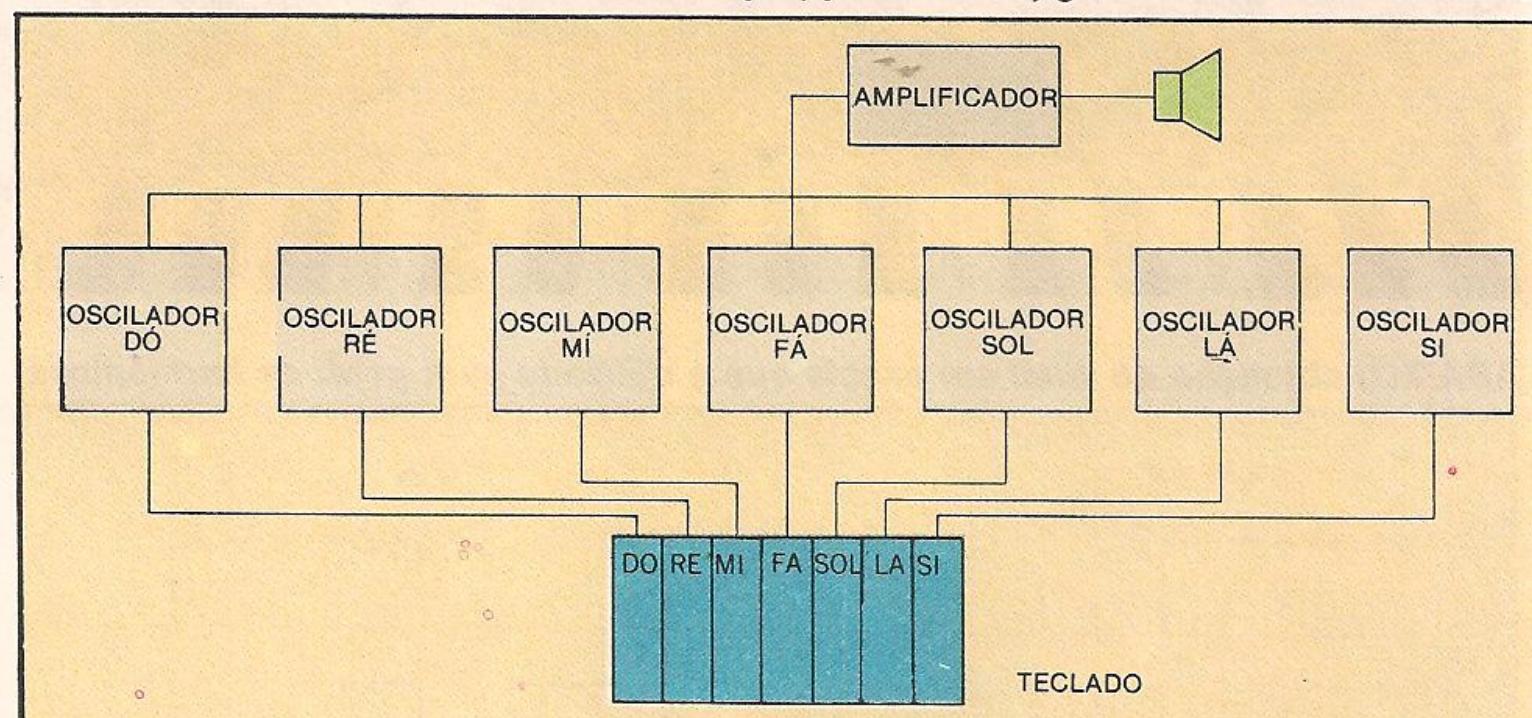
**ABAIXO:** esquema em blocos de um órgão eletrônico de estrutura muito simples: um teclado que aciona os osciladores que, por sua vez, geram as notas musicais.

O órgão eletrônico pode ser considerado o instrumento musical que substitui o modelo clássico, efetuando simulações através de caminhos inteiramente eletrônicos.

Atualmente, há uma grande variedade de modelos que vão desde o simples aparelho monofônico até o polifônico, com numerosos teclados e sistemas automáticos de registros, incluindo efeitos e ritmos de acompanhamento. O princípio de funcionamento de um órgão eletrônico é muito simples e consiste em osciladores que geram freqüências, uma para cada nota musical. Um instrumento é um órgão quando todos os osciladores estão associados a um teclado com um conjunto de interruptores que abre e fecha a alimentação desses osciladores ou coloca em massa alguns pontos de circuito.

Um sistema mais simples é a utilização de um oscilador com freqüência variável em intervalos fixos, por meio de resistores que são comutados por um teclado. O inconveniente é que, quando se pressiona mais de um botão, a freqüência gerada não corresponde à soma das notas.

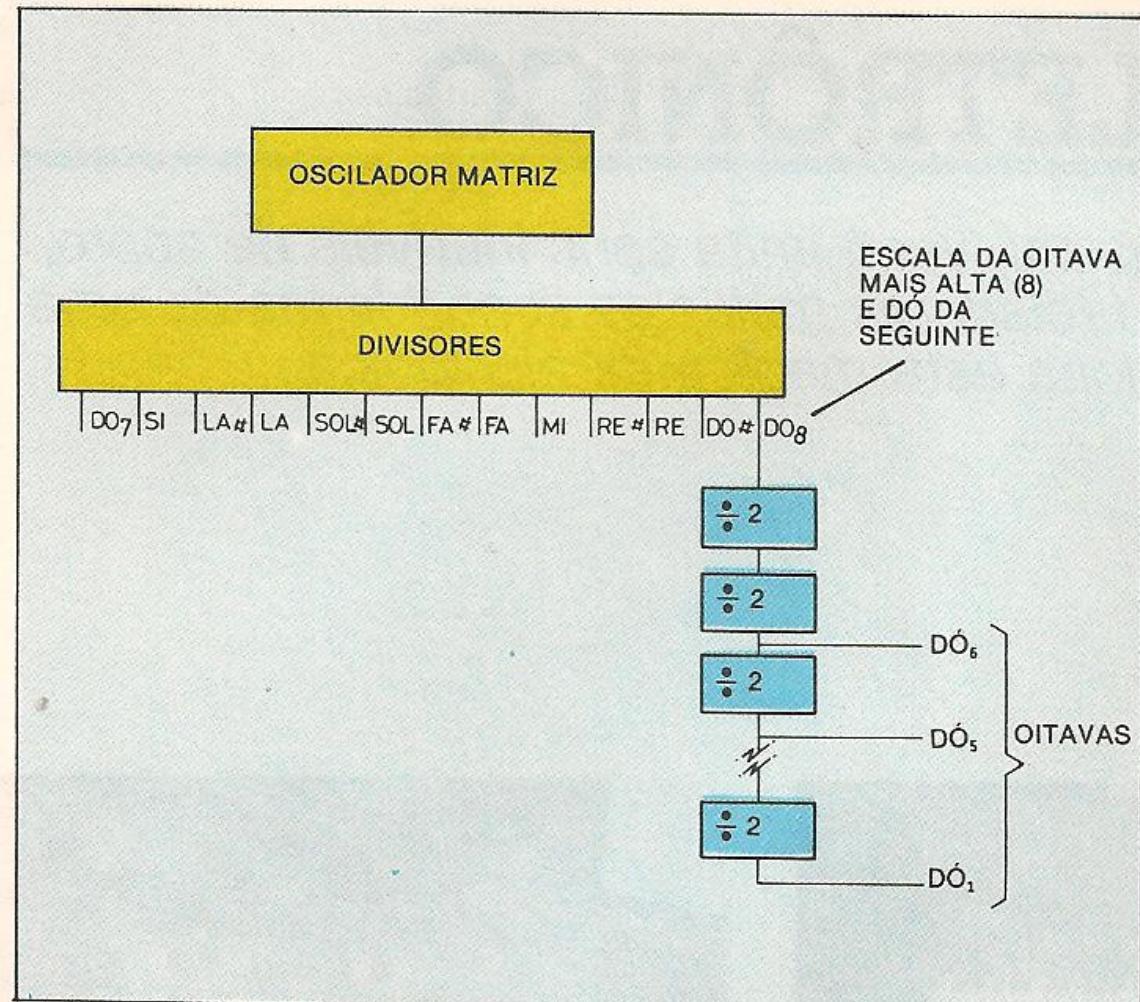
Nenhum dos aparelhos mencionados



cria notas com o timbre que caracteriza os diferentes instrumentos musicais. Isso significa que é possível obter somente a freqüência fundamental em amplitude constante, mas são deixadas de lado as variações de amplitude. São essas variações que permitem distinguir a freqüência fundamental, por exemplo, entre um instrumento de corda e um de sopro.

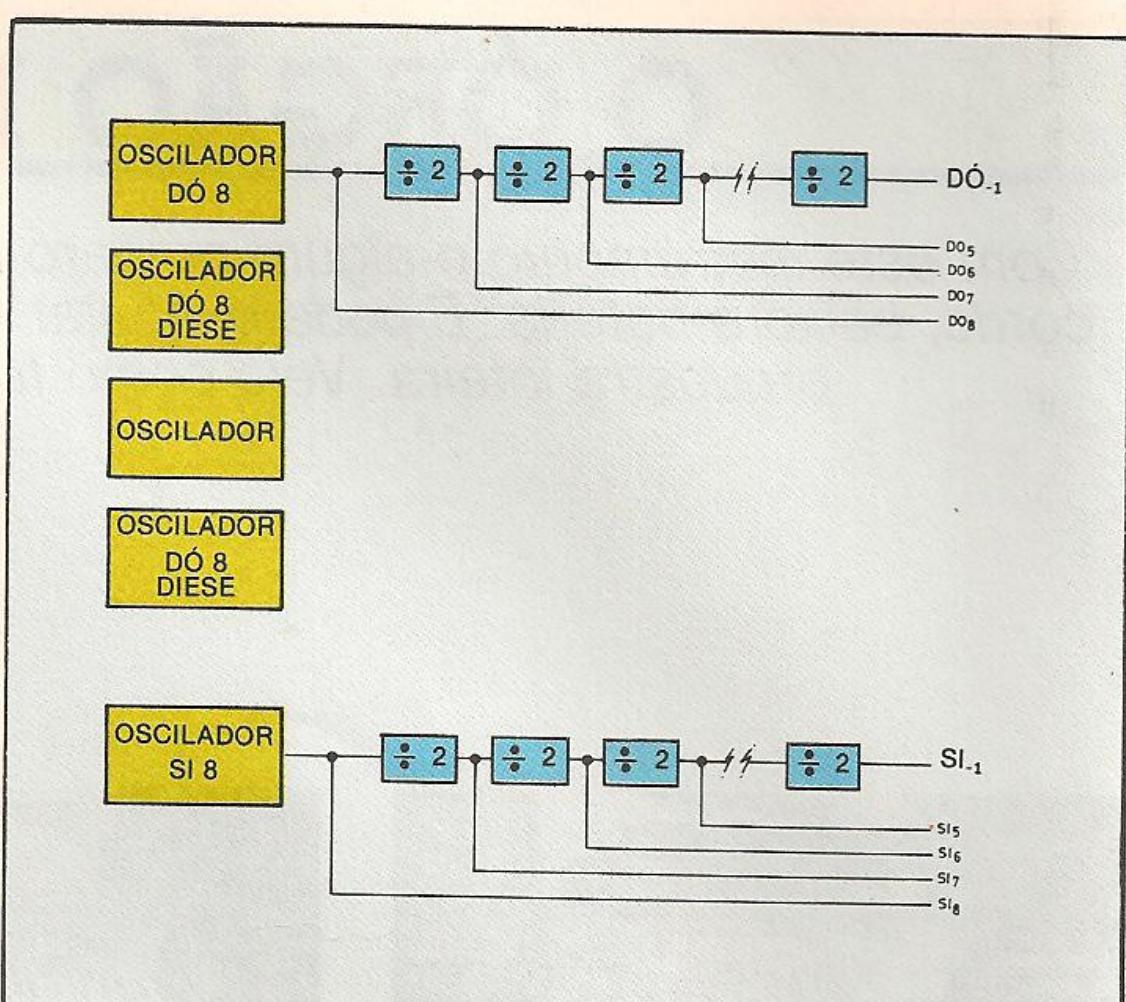
Além dos osciladores citados, é preciso dispor de outros que gerem as harmônicas que acompanham a freqüência fundamental. Esses osciladores de-

vem ser acompanhados de uma série de circuitos de controle, um gerador e circuitos auxiliares, para criar efeitos como o trêmulo, o vibrato, etc. Comumente, os órgãos têm um oscilador para a freqüência fundamental de uma nota e outros para as suas harmônicas. São utilizados dois sistemas. Em um deles, há um oscilador matriz, que proporciona uma freqüência de vários MHz em elevada estabilidade, e, no outro, há vários osciladores. No primeiro sistema, o sinal é dividido por circuitos divisores fixos, em geral

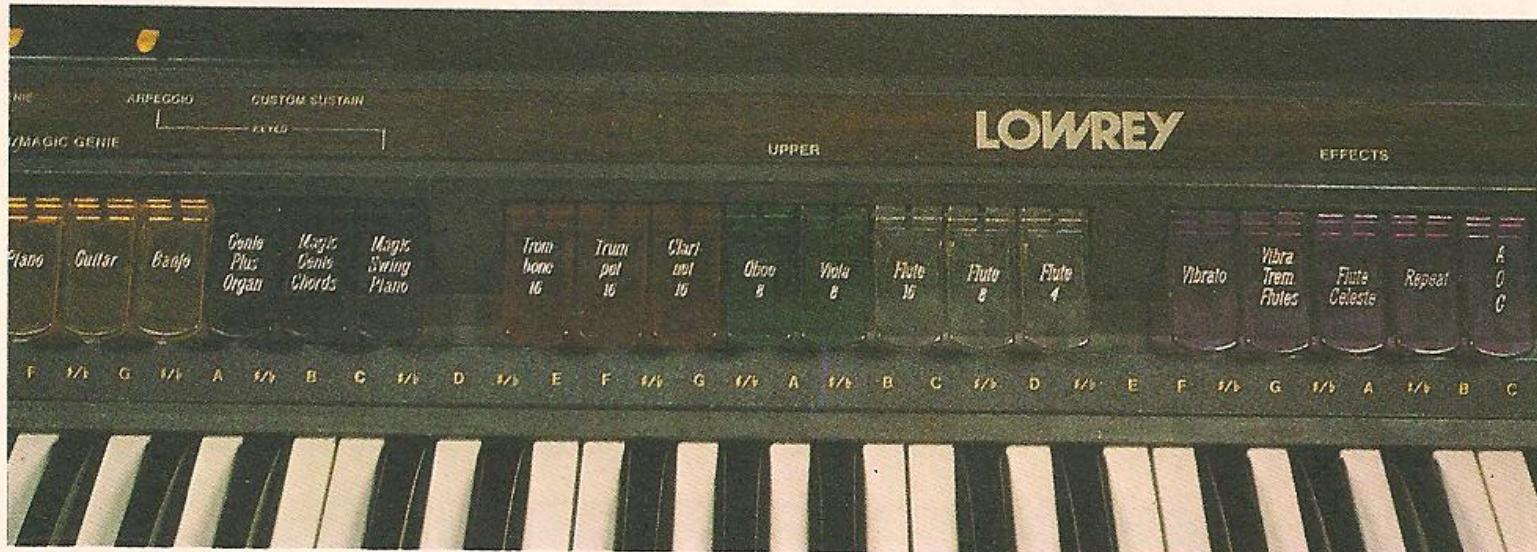


**ACIMA:** esquema em blocos do sistema de geração de notas que utiliza um oscilador matriz acompanhado por divisores de freqüência.

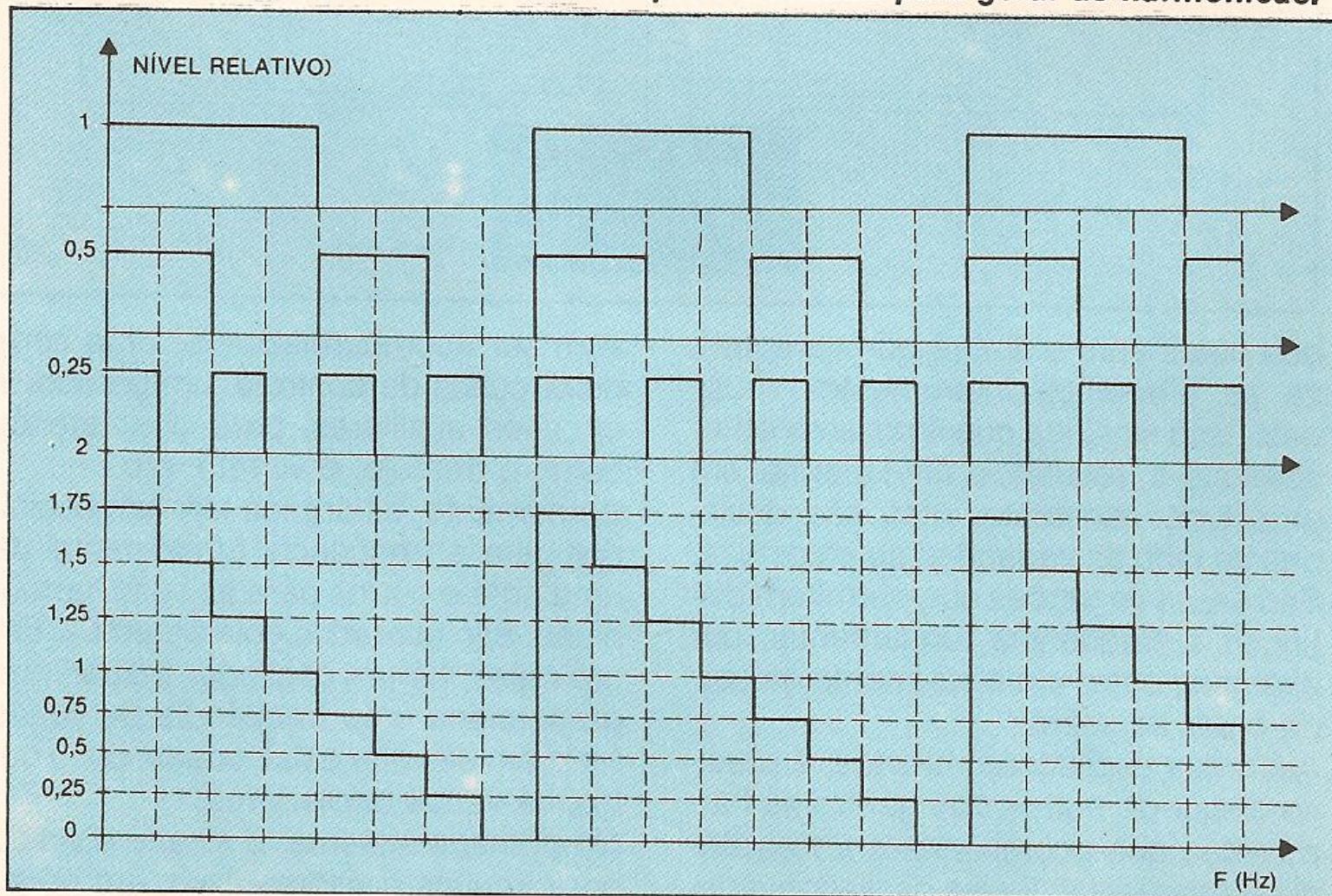
**ABAIXO:** detalhe dos botões ou comutadores de registros. Por intermédio deles, simulam-se os diferentes instrumentos



**ACIMA:** esquema em blocos da estrutura de um órgão que contém treze osciladores, um para cada nota da oitava mais alta, com os correspondentes divisores de freqüência



**ABAIXO:** obtenção do sinal em escala que é utilizado para gerar as harmônicas.



digitais, para se obter as doze freqüências fundamentais das notas da escala temperada mais alta, além da nota dó da escala seguinte. Em seguida, cada nota é dividida tantas vezes quantas são as oitavas do aparelho.

Esse procedimento propicia uma grande qualidade técnica, pois a freqüência da nota mais aguda é de alguns kHz e o oscilador é da ordem de MHz; portanto, os erros são divididos pelo mesmo fator de escala, até atingir valores desprezíveis.

O segundo sistema utiliza doze osciladores, um por nota da escala mais alta. A partir deles, por divisões sucessivas, temos as notas das escalas inferiores. Os sinais, em ambos os sistemas, têm forma quadrada, pois provêm de circuitos digitais integrados.

Uma outra parte do órgão deve produzir os diferentes registros, para acrescentar as harmônicas às freqüências principais e dar uma envoltória ao sinal.

As harmônicas são obtidas de circuitos que geram sinais em dente de serra e produzidas por um somador que acrescenta ao sinal de freqüência desejada um outro sinal de freqüência dupla e de metade de amplitude, mais um sinal de freqüência quádrupla e um quarto de amplitude, e assim por diante.

O aspecto do sinal é o de uma escada com muitos degraus, que simula o que acontece na realidade.



**ACIMA:** pedal de volume do órgão eletrônico. Trabalha de forma semelhante a um potenciômetro de volume.

Os sinais passam, então, por filtros de faixa que controlam o conteúdo das harmônicas e, na saída dos filtros, aparece a onda do instrumento que se deseja imitar.

São utilizados, em geral, filtros em oitavas, tantas quantas são as oitavas do instrumento. O número total de filtros depende dos instrumentos que se deseja imitar. Os botões do órgão correspondem aos registros e, ligados aos filtros, são independentes, podendo ser acionados simultaneamente.

A envoltória do sinal dá as alterações de amplitude necessárias para a imitação do instrumento desejado. É possível manter o som durante todo o tempo em que o botão é pressionado ou, então, dando um "impulso" sonoro que cessa rapidamente. Entre os extremos, há as variações de todos os instrumentos musicais e de outros inexistentes em condições normais.

Os sinais de envoltória são produzidos por circuitos de baixa freqüência. O sinal de saída é utilizado como modulador do sinal principal. A seleção da envoltória é efetuada com o mesmo botão de comutação dos filtros, de forma a obter o registro desejado.

Apesar desta ser a estrutura eletrônica de base, há necessidade de um amplificador de saída e de um alto-falante para a escuta. Os modelos de órgãos eletrônicos mais complexos têm circui-

tos adicionais para dar maior vivacidade de interpretação. Possuem, portanto, pedal de volume e são dotados de recursos como o trémulo, o vibrato e o efeito de reverberação.

O **pedal de volume** age sobre a potência de saída do amplificador, comportando-se, assim, como um controle de volume.

Para a medida de acionamento do pedal, não é utilizado o potenciômetro, devido a sua pouca durabilidade, mas sim circuitos sem contatos mecânicos rotatórios, normalmente fotorresistores, e uma lâmpada.

Entre os circuitos e a lâmpada, há uma peça de perfil triangular movida a pedal. Essa peça regula a quantidade de luz a ser enviada ao fotorresistor, que provoca uma variação decorrente de seu valor ôhmico.

O **vibrato** é um efeito obtido com uma pequena variação da freqüência da fundamental, correspondente ao valor central da nota musical. Essa variação produz um efeito semelhante à modulação de freqüência.

A variação é pequena, de 2% a 5%, e é utilizado um oscilador de freqüência inferior a 100 Hz para se ter a modulação. Caso se disponha de um controle da amplitude do sinal e de um outro da freqüência, é possível alterar a porcentagem, a variação e a velocidade do efeito.

#### Qual é o princípio de funcionamento de um órgão eletrônico?

Seu funcionamento simula uma grande variedade de instrumentos musicais, gerando as freqüências e as harmônicas que os caracterizam como meios puramente eletrônicos.

#### Como são obtidas as freqüências das notas fundamentais?

São obtidas com dois sistemas alternativos. Um sistema é baseado em um único oscilador de alta estabilidade seguido por uma corrente de divisores de freqüência. O outro sistema baseia-se em doze osciladores que geram as notas da escala temperada mais alta.

#### Que sinais são utilizados para se ter todas as harmônicas características de cada registro?

Há circuitos que geram sinais em dente de serra ou em escada, de forma a somar a freqüência da nota fundamental à freqüência dupla, quádrupla, e assim por diante, nas proporções corretas.

#### Para que serve o pedal de volume?

Aumenta a potência de saída do amplificador de forma semelhante ao potenciômetro de volume.

#### Como se obtém o efeito de vibrato?

O vibrato é obtido com a modulação em freqüência da nota fundamental e com um sinal cujas amplitudes e freqüência variem livremente. A modulação controla a velocidade do efeito e a porcentagem de variação.

#### Como é obtido o efeito de trémulo?

O trémulo corresponde a uma modulação em amplitude do sinal com um outro sinal em freqüência muito baixa (normalmente, menos de 10 Hz). Externamente, somente a intensidade e a velocidade podem ser variadas.

#### Como são gerados nos órgãos os efeitos de acompanhamento?

Por meio de um circuito gerador de ritmos, através do qual é possível obter as harmônicas características de cada instrumento de acompanhamento, utilizando-se um sinal de relógio para definir a medida do tempo da melodia desejada.

## INSTRUMENTAÇÃO

O **trêmulo** introduz, de modo periódico, uma variação na amplitude do sinal principal. Obtém-se, portanto, uma modulação em amplitude.

A freqüência do oscilador utilizado deve ser inferior a 10 Hz. O oscilador deve ainda possuir um controle de amplitude e um de freqüência, para regular a intensidade e a velocidade do efeito. O oscilador age sobre o amplificador, dando maior ou menor ganho, e obtendo uma alteração proporcional ao volume sonoro.

O **efeito de reverberação** simula eletronicamente a resposta acústica de um ambiente não adequado para a au-

díção do órgão. Por meio desse efeito, nós temos, portanto, a mesma sensação que teríamos se o instrumento fosse ouvido numa sala pequena.

O sistema mais utilizado é o eletromecânico, com elementos piezelétricos unidos a um suporte muito elástico. Em um deles, é aplicada a entrada e no outro, a saída. A propagação é mecânica e feita por molas, obtendo o atraso que deve ser sobreposto ao sinal para criar a reverberação.

Além dos circuitos que permitem obter notas musicais para uma melodia, há circuitos especiais para o acompanhamento automático.

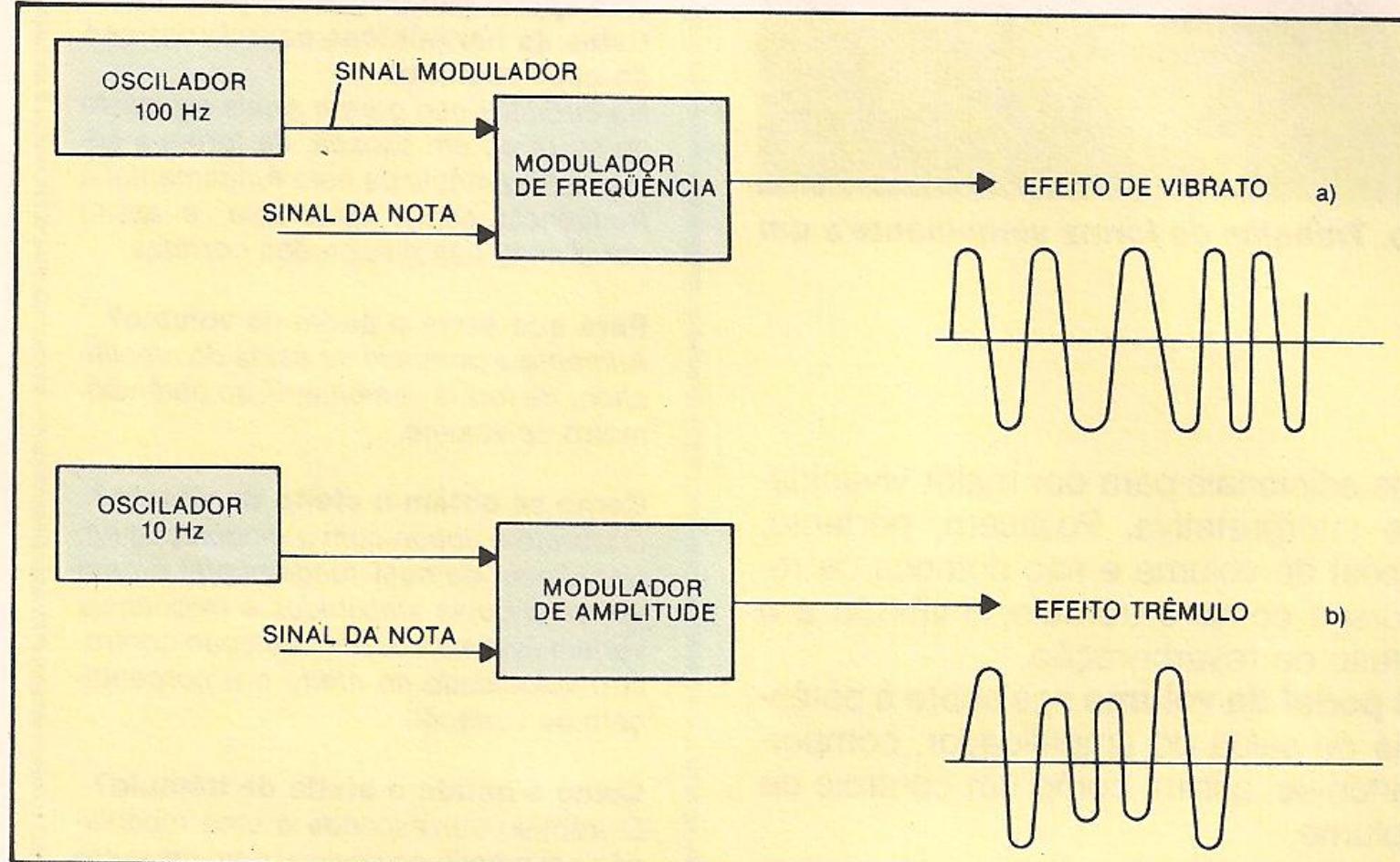
O órgão utiliza um gerador de ritmos com estágios diferenciados. Há um estágio para criar o som característico dos instrumentos rítmicos da orquestra (bateria, pratos, bumbo, etc.), com harmônicas, componentes de ruído branco e o acréscimo de um sinal de envoltória. Existe também um estágio para cada instrumento, com os eventuais circuitos comuns.

A medida do tempo é gerada por oscilador de onda quadrada em relação com um sinal de relógio. A função do oscilador é variar a freqüência através de controle externo, para adaptar a medida do tempo à melodia que está sendo executada.

Para combinar os diferentes instrumentos rítmicos, indicando o instante de entrada de cada um, há diagramas de tempo, em função de uma série de ritmos preestabelecidos (valsa, tango, samba, etc.), que são usados como referência a fim de se projetar o circuito lógico e enviar os sinais de relógio para cada gerador de instrumentos no momento oportuno.

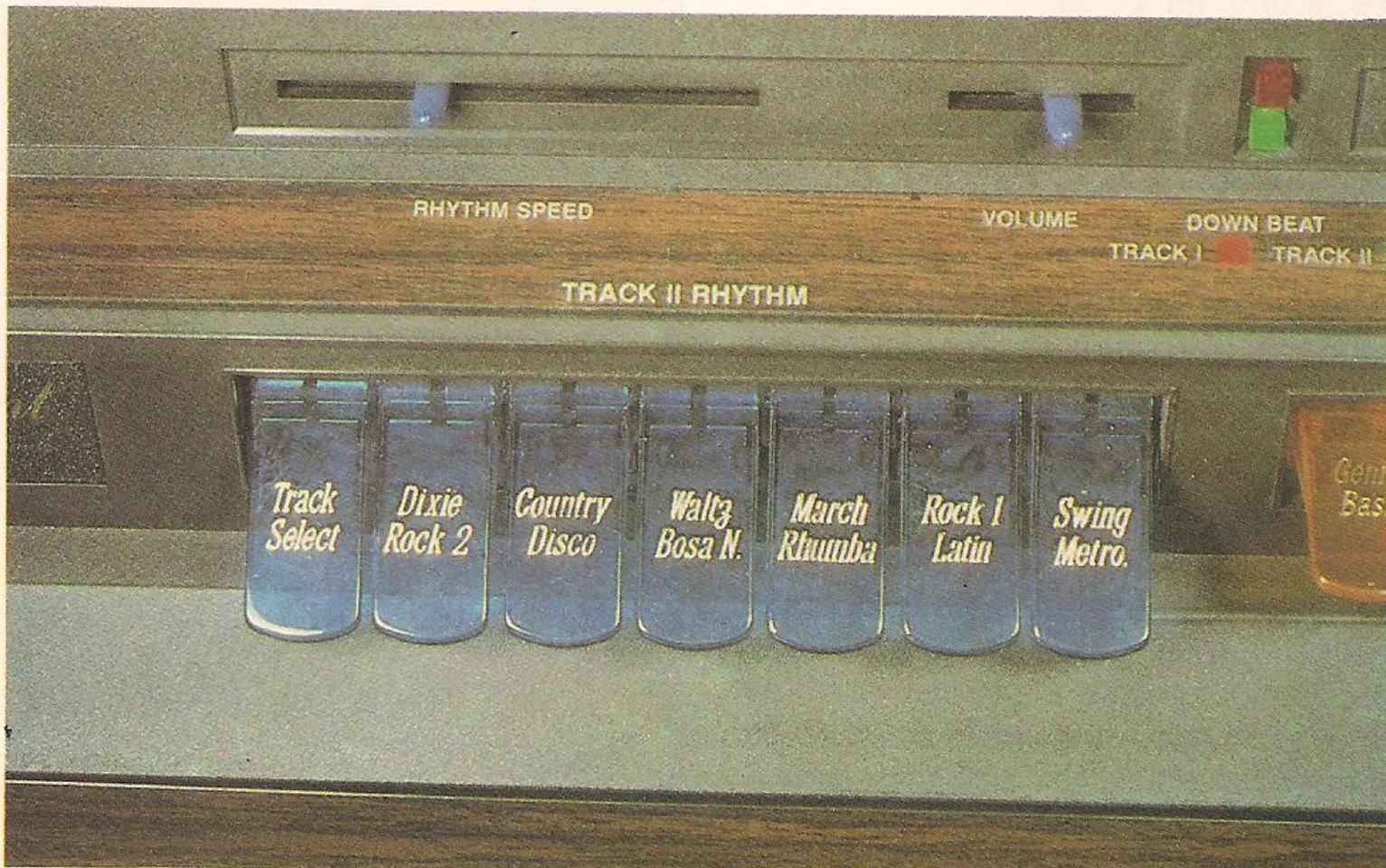
O acorde é o último efeito eletrônico previsto para esse tipo de órgão. O acorde é um acompanhamento realizado com notas mais baixas, tocadas juntamente com a melodia solista.

Como esse acompanhamento requer uma certa técnica e habilidade, facilita-se a função ao iniciantes com controles de acorde selecionáveis a gosto. Os controles fazem com que as notas toquem ao se pressionar o botão da dominante. De um modo geral, há tantos comandos de seleção dos acordes quantos são os comandos que o órgão eletrônico é capaz de reproduzir.



**ACIMA:** esquema em blocos do modo de se obter os efeitos de vibrato e de tremolo: a) o vibrato é gerado pela modulação de freqüência; b) o tremolo é obtido com a modulação em amplitude.

**ABAIXO:** botões destinados à seleção dos ritmos automáticos. Há uma série determinada de ritmos preestabelecidos.



**ABAIXO:** botões para os efeitos de vibrato e de tremolo, com modulações de freqüência e de amplitude.

