

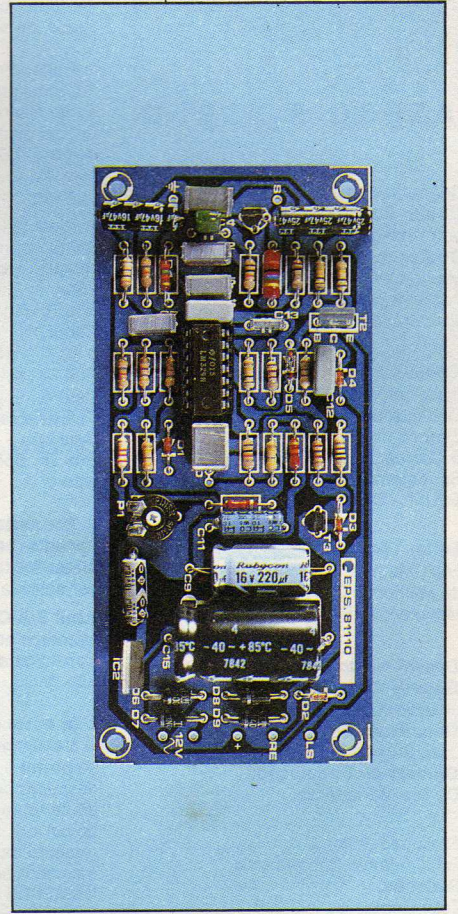
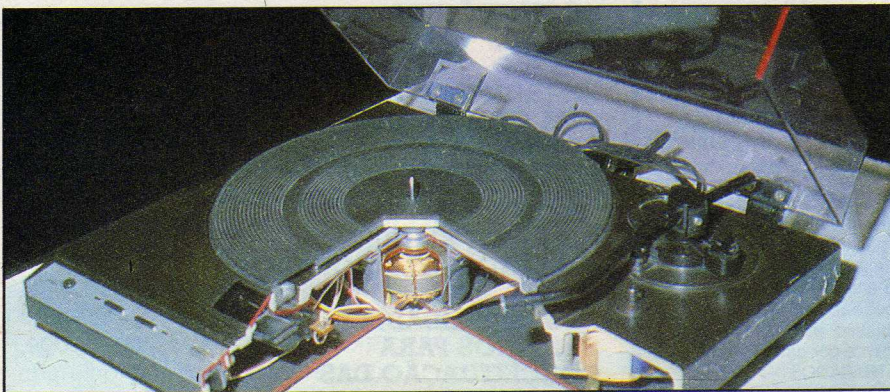
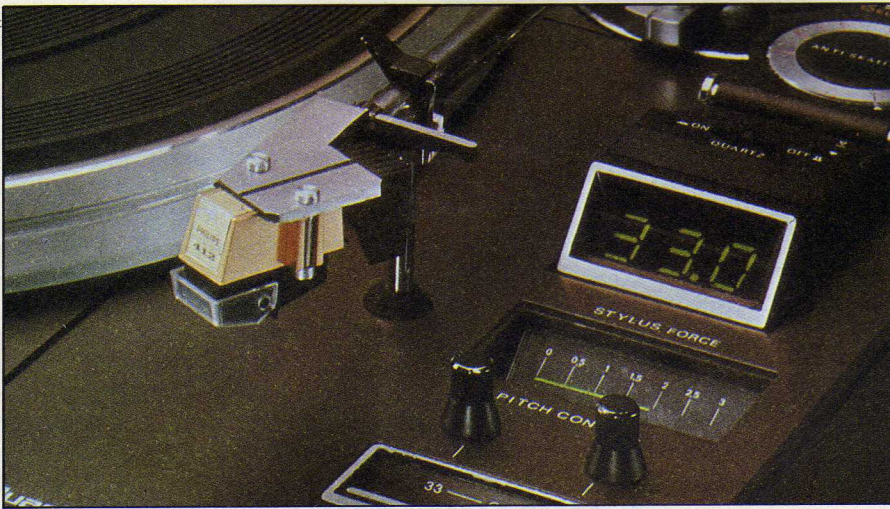
ELETRÔNICA

42

PASSO A PASSO

Cr\$ 5.100

Abril Cultural



MONTAGEM

O DETECTOR DE MOVIMENTOS

INSTRUMENTAÇÃO

**O FUNCIONAMENTO DO TOCA-DISCOS
GRAVAÇÃO DO SOM**

O DETECTOR DE MOVIMENTOS

Desta vez, sugerimos ao leitor um aparelho detector de movimentos, capaz de evidenciar a presença de pessoas dentro de seu raio de ação. Entre outras funções, ele pode ser utilizado como um sistema de alarme. Além disso, é fácil de montar.

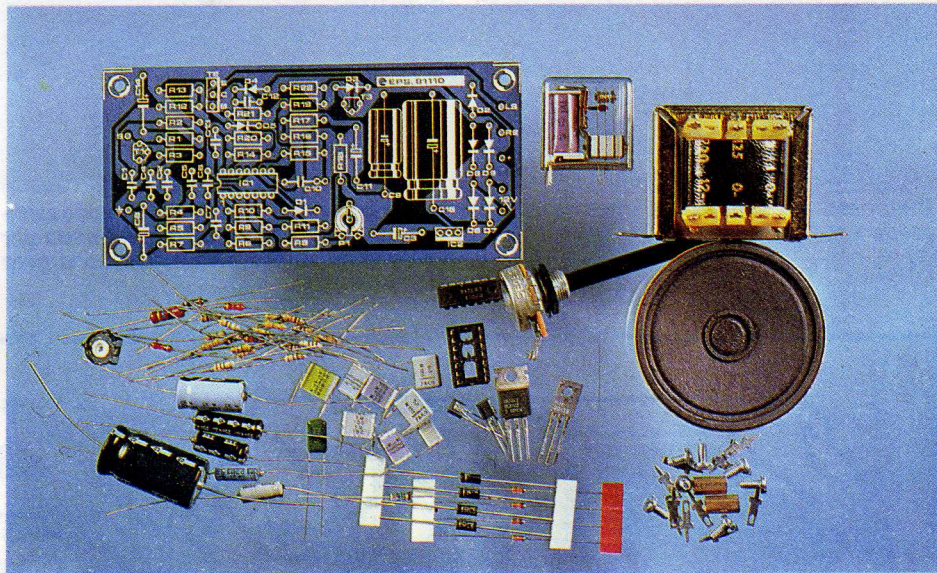
Os aparelhos eletrônicos que detectam a presença ou a aproximação de pessoas não representam uma grande novidade. A maioria baseia o seu funcionamento nos raios infravermelhos. As possibilidades de aplicação desses aparelhos são muito vastas, principalmente na ação de abertura automática de portas quando uma pessoa entra no seu raio de atuação.

O aparelho que vamos descrever é um detector de movimentos baseado num circuito que detecta as variações do campo eletrostático na vizinhança de uma placa sensível. Essa montagem tem seu raio de ação determinado pela área da placa sensível. Por exemplo, para uma placa de 20 cm x 15 cm, a montagem detecta movimentos nas proximidades da área dessa placa. Quanto maior a placa, maior a área abrangida.

De fato, qualquer objeto contendo uma certa carga elétrica produz uma perturbação no campo elétrico da área onde é introduzido. Trata-se de um fenômeno de duração curta porque as cargas se redistribuem rapidamente e o campo reassume a sua estabilidade. É necessário, portanto, distinguir essa perturbação, para obter, assim, o efeito desejado. Também as pessoas produzem alterações no campo elétrico, pois são portadoras de cargas eletrostáticas. Logo, é possível fazer funcionar esse aparelho por meio da presença de seres humanos.

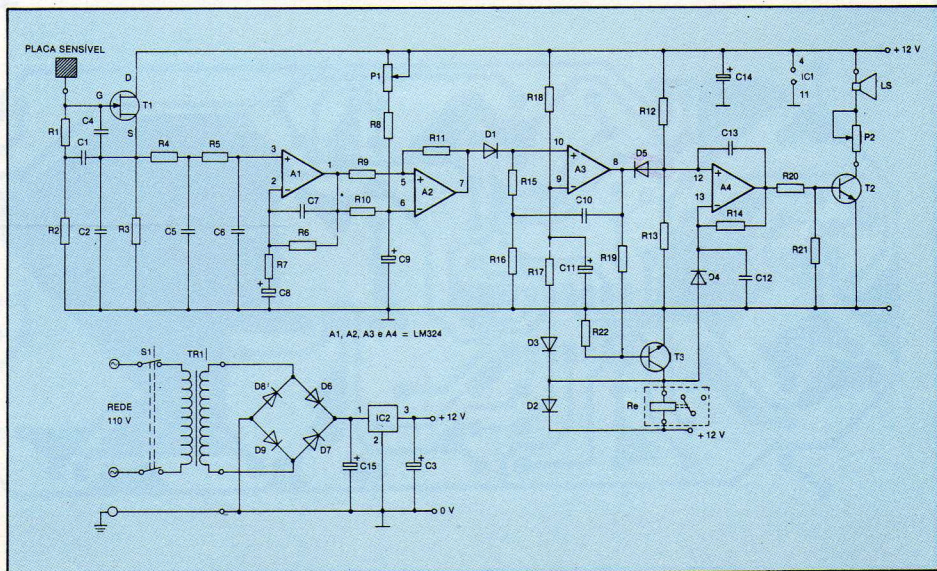
Ferramentas necessárias

- 1 alicate de corte
- 1 alicate de bico
- 1 chave de fenda média
- 1 ferro de soldar de 30 W
- 1 furadeira
- 1 jogo de brocas (diâmetros: 1 mm; 1,5 mm; 3,5 mm)
- material para confecção do circuito impresso



1. Componentes empregados na montagem. O relê utilizado é do tipo RUD 101012.

Esquema elétrico do detector de movimentos.



Componentes

- 1 placa de circuito impresso de 129 mm x 60 mm
- 1 placa de circuito impresso de dupla face de 200 mm x 150 mm
- 7 terminais espadinha
- 1 cabo de força (2 x 22)
- 4 espaçadores metálicos de 10 mm de altura

- 4 parafusos de 3 mm x 7 mm
- 2 m de fio flexível AWG26
- 50 cm de cabo blindado
- 1 transformador de força com primário de 110 V/220 V e secundário de 12 V/500 mA
- 1 relê tipo RUD 101012
- 1 alto-falante de 8 Ω /0,2 W
- 21 resistores de 1/4 W, nas posições

R2 a R22 da placa, com os seguintes valores e cores:

- R2 - 1M Ω (marrom-preto-verde)
- R3 - 10 K Ω (marrom-preto-laranja)
- R4 - 15 K Ω (marrom-verde-laranja)
- R5 - 47 K Ω (amarelo-violeta-laranja)
- R6 - 47 K Ω (amarelo-violeta-laranja)
- R7 - 470 Ω (amarelo-violeta-marrom)
- R8 - 33 K Ω (laranja-laranja-laranja)
- R9 - 4,7 K Ω (amarelo-violeta-vermelho)
- R10 - 4,7 K Ω (amarelo-violeta-vermelho)
- R11 - 470 K Ω (amarelo-violeta-amarelo)
- R12 - 100 K Ω (marrom-preto-amarelo)
- R13 - 100 K Ω (marrom-preto-amarelo)
- R14 - 100 K Ω (marrom-preto-amarelo)
- R15 - 10 K Ω (marrom-preto-laranja)
- R16 - 470 K Ω (amarelo-violeta-amarelo)
- R17 - 22 K Ω (vermelho-vermelho-laranja)
- R18 - 22 K Ω (vermelho-vermelho-laranja)

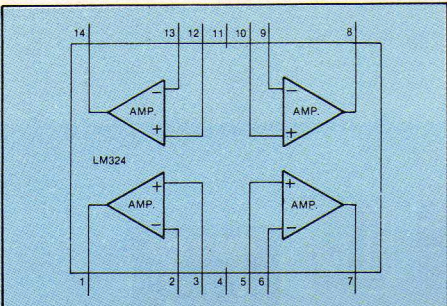
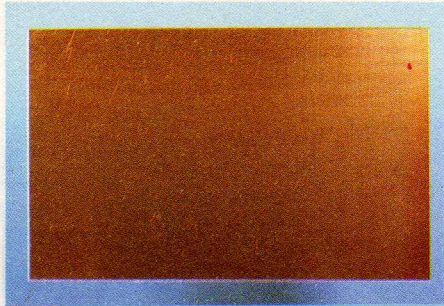
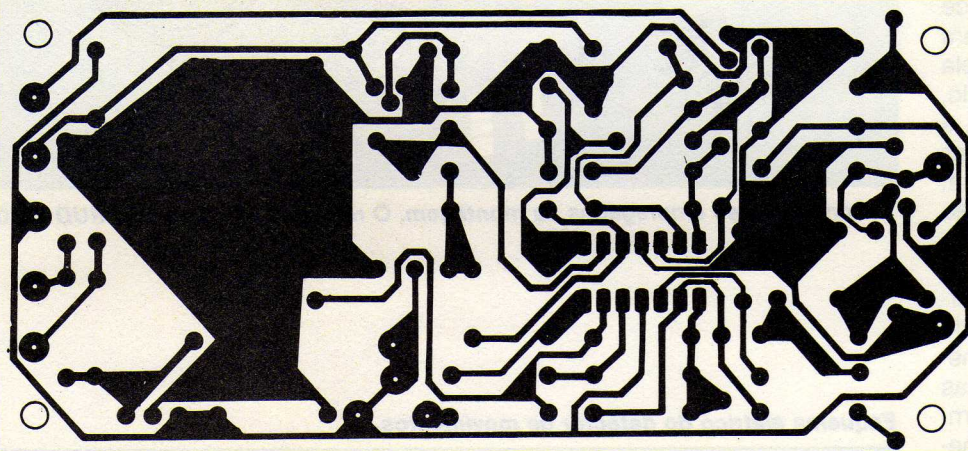


Diagrama em blocos do circuito integrado LM 324.

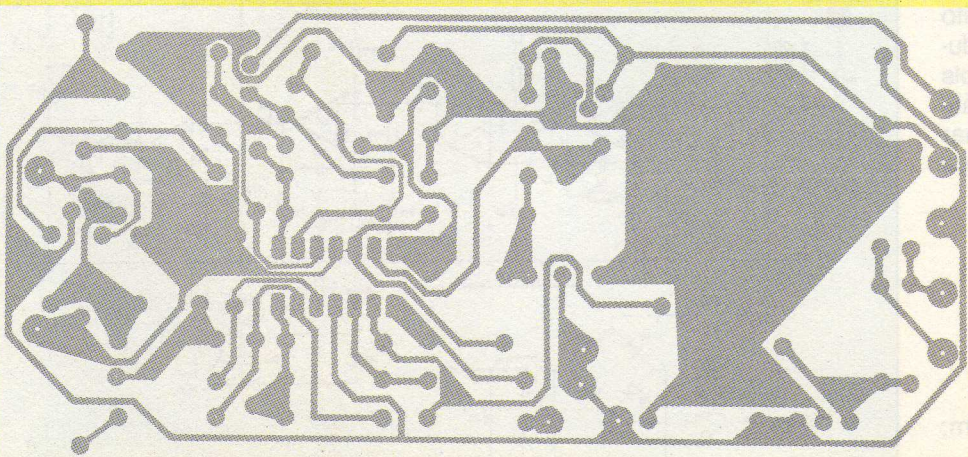


2. Para realizar a detecção, necessitamos de uma placa sensível formada por um pedaço de circuito impresso virgem de dupla face.



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.

R19 - 2,7 K Ω (vermelho-violeta-vermelho)
 R20 - 1,2 K Ω (marrom-vermelho-vermelho)
 R21 - 470 Ω (amarelo-violeta-marrom)
 R22 - 1 K Ω (marrom-preto-vermelho)

C1 - 560 KpF/100 V
 C2 - 330 KpF/100 V
 C5 - 390 KpF/100 V
 C6 - 100 KpF/100 V
 C7 - 330 KpF/100 V
 C10 - 1 μ F/100 V
 C12 - 100 KpF/100 V
 C13 - 3,3 KpF/100 V

• 3 transistores, nas posições T1 a T3 da placa, com os seguintes códigos:
 T1 - BF256C (FET)
 T2 - BD139
 T3 - BC547B

• 1 resistor de 1/2 W, na posição R1 da placa, com o seguinte valor e cores:
 R1 - 10 M Ω (marrom-preto-azul)

• 1 trim-pot, na posição P1 da placa, com o seguinte valor:
 P1 - 220 K Ω

• 1 soquete de 14 pinos
 • 2 circuitos integrados, nas posições IC1 e IC2 da placa, com os seguintes códigos:

• 6 capacitores eletrolíticos, nas seguintes posições da placa, e com os respectivos valores:

• 1 potenciômetro com o seguinte valor:
 P2 - 100 Ω - linear

IC1 - LM 324
 IC2 - 7812

C3 - 10 μ F/16 V
 C8 - 47 μ F/16 V
 C9 - 220 μ F/25 V
 C11 - 10 μ F/16 V
 C14 - 47 μ F/16 V
 C15 - 1000 μ F/25 V

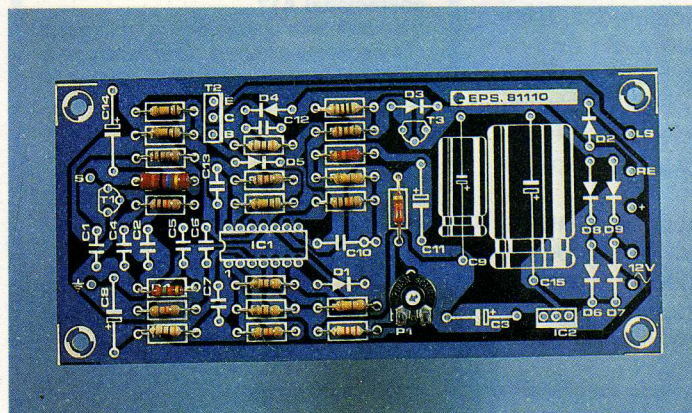
• 9 diodos, nas posições D1 a D9 da placa, com os seguintes códigos:

• 1 pedaço de solda 60/40.
 O funcionamento do aparelho é baseado no acoplamento entre a placa sensível (placa de dupla face) e o estágio de entrada do circuito, por meio dos capacitores C1, C2 e C4 e dos resistores R1, R2 e R3, que fazem parte do primeiro estágio amplificador, formado pelo transistor FET T1, que fornece uma impedância de entrada elevada. Esse estágio amplificador possui ganho unitário, pois está montado na configuração seguidor de fonte. O comportamento

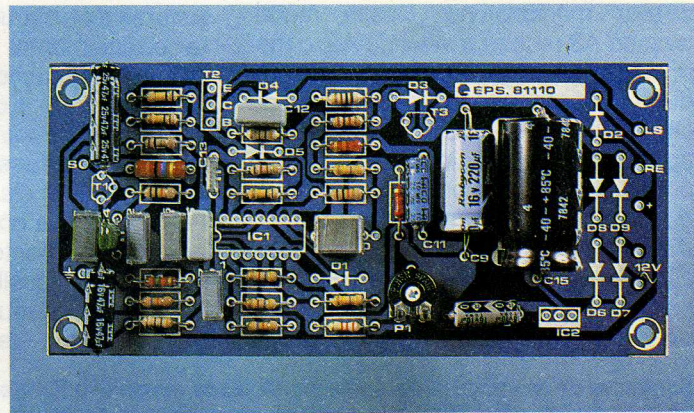
• 1 capacitor cerâmico, na posição C4 da placa, com o seguinte valor:
 C4 - 10 KpF/100 V

• 9 diodos, nas posições D1 a D9 da placa, com os seguintes códigos:
 D1 - 1N4148 ou equivalente
 D2 - 1N4148 ou equivalente
 D3 - 1N4148 ou equivalente
 D4 - 1N4148 ou equivalente
 D5 - OA 95
 D6 - 1N4001 ou equivalente
 D7 - 1N4001 ou equivalente
 D8 - 1N4001 ou equivalente
 D9 - 1N4001 ou equivalente

• 8 capacitores de poliéster nas seguintes posições da placa, com os respectivos valores:



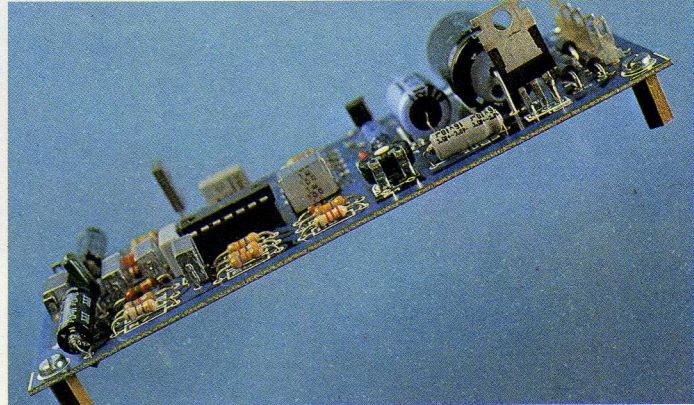
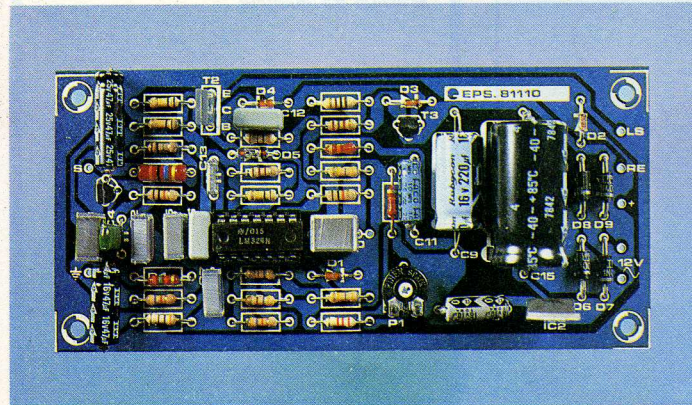
3. A primeira fase da montagem está relacionada com o encaixe de todos os resistores nas respectivas posições, indicadas na serigrafia do circuito, e também do trim-pot P1.



4. Procede-se, depois, à montagem dos capacitores, cujas posições também são indicadas. Atenção à posição dos capacitores eletrolíticos: é preciso respeitar a sua polaridade.

5. Monta-se o conjunto de semicondutores (deixando por último o encaixe do circuito integrado IC1) no soquete já montado. A referência de montagem desse circuito integrado é uma pequena marca localizada numa de suas extremidades.

6. A montagem da placa completa-se com a colocação dos terminais espadinha e dos espaçadores, como mostra a foto. Vê-se também o circuito integrado IC2 na posição correta de montagem.



desse conjunto de componentes é muito particularizado: o ponto de união de R1, R2 e C1 comporta-se como uma bobina à qual está conetada em paralelo a placa sensível que trabalha como um capacitor, formando um circuito LC, com frequência de ressonância inferior aos 60 Hz da rede.

Qualquer modificação que se produza no campo elétrico próximo à placa faz entrar em ressonância esse circuito, produzindo uma oscilação que se transfere ao primeiro amplificador operacional (A1) dos quatro pertencentes ao circuito integrado IC1. Esse amplificador operacional deixa passar as frequências baixas devido aos componentes externos. A sensibilidade do aparelho pode ser ajustada pelo trim-pot P1, situado no ponto de ligação com o amplificador operacional A2, que emite um sinal só quando a tensão de entrada supera um valor prefixado.

O amplificador operacional A3 e seus componentes externos formam um oscilador monoestável. Desse modo, quando A3 recebe o sinal de A2, o monoestável produz um pulso de saída de curta duração, que atua sobre o diodo D5 e o bloqueia. Assim, a entrada do amplificador operacional A4 torna-se positiva e este gera um sinal de 400 Hz que, depois de ser amplificado por T2, é transformado em sinal sonoro pelo alto-falante. Regula-se o volume do sinal sonoro com a ajuda do potenciômetro P2. O pulso de saída de A3 chega

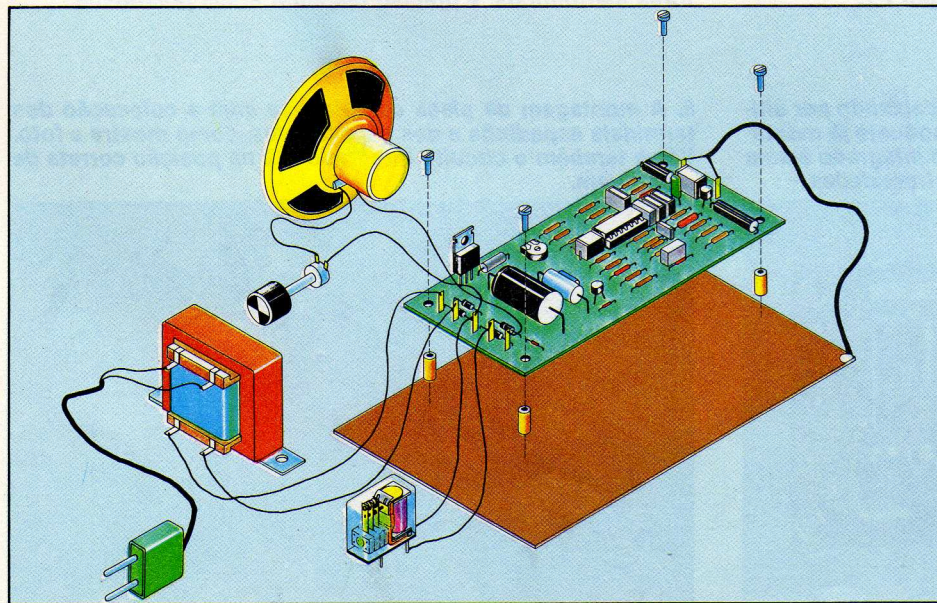
também ao transistor T3 encarregado de acionar o relê Re. Esse relê comanda, por meio do fechamento dos seus contatos, o circuito que produz um sinal luminoso, abre uma porta, etc.

O circuito tem a sua própria fonte de alimentação, a partir da tensão da rede, por meio do transformador de força TR1, dos diodos D6, D7, D8 e D9, dos capacitores C15 e C3 e do circuito regulador e estabilizador de tensão IC2. Para o bom funcionamento do circuito, é necessário fazer a ligação da massa do circuito ao ponto de terra disponível, próximo ao local de instalação do aparelho. Também deve-se ligar o circuito à rede elétrica, observando-se a fase da mesma. Para isso, liga-se o cabo de força à rede; se o circuito não funcionar, deve-se inverter os pinos do plugue do cabo.

A montagem é executada seguindo-se as etapas já conhecidas, iniciando pelos resistores e capacitores, e completando o circuito com os diodos, os transistores e os circuitos integrados. Monta-se, finalmente, os terminais espadinha e os espaçadores, que permitem fixar o circuito a uma caixa, escolhida entre os diversos modelos existentes no comércio, apesar do aparelho poder funcionar sem ela.

Por ocasião da colocação do aparelho em funcionamento, ajusta-se o potenciômetro de sensibilidade P1, com a finalidade de adequar o aparelho ao ambiente em que ele vai trabalhar.

Esquema de montagem do aparelho. A placa sensível é ligada à entrada do circuito através de um cabo blindado soldado em ambas as faces da placa. Ligados os outros componentes, inclusive o potenciômetro P2 que controla o volume, a montagem está terminada.



Qual é a constituição interna do circuito integrado LM 324?

Internamente, o circuito integrado LM 324 é constituído de quatro amplificadores operacionais. Esses amplificadores, por sua vez, podem ser utilizados, separadamente, em circuitos eletrônicos onde for necessário.

Qual é a função do trim-pot P1 no circuito detector de movimentos?

A função do trim-pot P1 é a de possibilitar o ajuste da sensibilidade do circuito. Atuando-se sobre o trim-pot P1, consegue-se variar a distância em relação à placa sensível, para o acionamento do aparelho.

Qual é a função do potenciômetro P2 no circuito do aparelho?

A função do potenciômetro P2 é a de controlar o volume do sinal sonoro, emitido pelo alto-falante. Quando a resistência de P2 é aumentada, o volume diminui e quando a resistência de P2 é diminuída, o volume aumenta.

O que faz o amplificador operacional A1?

O amplificador operacional A1 e os seus componentes externos funcionam como um filtro ativo, deixando passar somente os sinais de frequências baixas. Os sinais de frequências médias e altas são atenuados.

Qual é a função da parte do circuito que utiliza o amplificador operacional A2?

A função dessa parte do circuito é a de emitir um sinal somente quando a tensão da entrada de A2 ultrapassa um certo valor predeterminado. Essa parte do circuito funciona, na prática, como um comparador de tensão.

Qual é a função do amplificador operacional A4?

A função do amplificador operacional A4 e de seus componentes externos é a de gerar um sinal elétrico de 400 Hz, aproximadamente. Esse sinal, depois de ser amplificado pelo transistor T2, é reproduzido pelo alto-falante em forma de um sinal sonoro. O amplificador A4 gera o sinal apenas quando a sua tensão de entrada for positiva.

O FUNCIONAMENTO DO TOCA-DISCOS (2)

Neste capítulo, vamos analisar o prato do toca-discos, descrevendo o seu motor e o suporte de discos. E ajudaremos você a identificar as principais características que determinam a qualidade do prato.

Concluimos o capítulo anterior com uma descrição da agulha de leitura, suas formas e seus tipos. Antes, já havíamos comentado a cápsula fonocaptadora. A seguir, o leitor ficará sabendo como funciona a haste, outro elemento relacionado com a cápsula e que serve de suporte para a agulha.

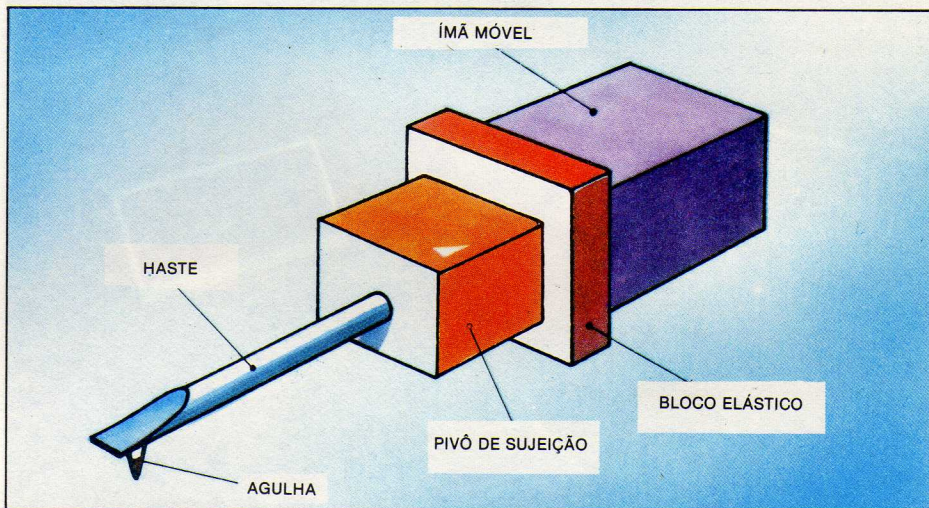
A haste

Este elemento, apesar de ser, em geral, esquecido, é responsável por efeitos muito importantes. A haste é encarregada de transmitir ao cristal, ao ferro doce, ao ímã ou às bobinas — dependendo do tipo de cápsula — todos os movimentos da agulha que está lendo o sulco do disco. A haste, ao mesmo tempo, funciona como apoio para a agulha que, quase sempre, está presa em sua extremidade. A haste deve ser de pouco peso e ter grande rigidez; por isso, é construída em alumínio, titânio, berílio ou metais semelhantes. Atualmente, o berílio é o metal mais utilizado. Quando se fala em elasticidade de uma cápsula, a haste é fundamental.

Força de apoio e elasticidade

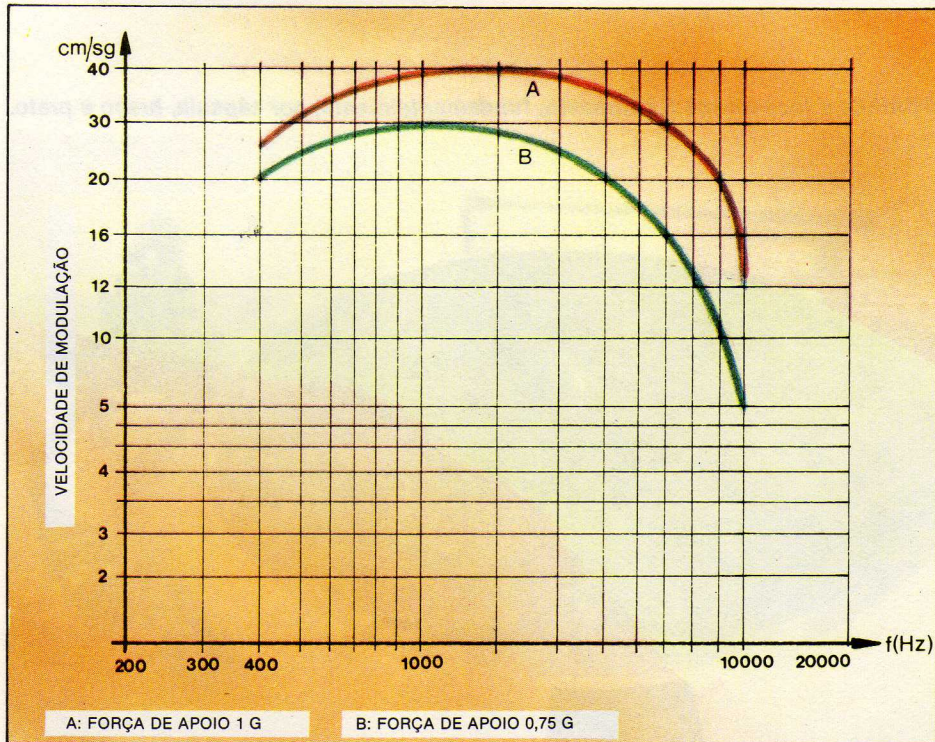
Algo a ser considerado quando se adquire uma cápsula é a força de apoio que ela apresenta. Essa força deve ser suficiente para manter a cápsula dentro do sulco, sem que ela oscile ou suba por seus lados. Por isso, a cápsula também deve possuir uma grande elasticidade. O grau de elasticidade de uma cápsula é dado pela força aplicada à haste e que é proporcional, em maior ou menor intensidade, ao deslocamento dessa mesma haste. É importante que a elasticidade seja a maior possível. Ela é fornecida em cm/dina e deve estar compreendida entre $20 \cdot 10^{-6}$ e $40 \cdot 10^{-6} \text{ cm/dina}$ ou mais.

Se a força de apoio for aumentada, diminuirá a distorção. A força de apoio depende da frequência; a necessidade da força de apoio ser mais ou menos



ACIMA: a haste tem vital importância, pois é encarregada de transferir fielmente as oscilações que a agulha sofre quando percorre o sulco.

ABAIXO: gráfico de habilidade de leitura. Para as altas frequências, a velocidade de modulação sofre uma queda brusca.



elevada fundamenta-se no fato de que devem ser reproduzidos os tons graves e também os agudos. Geralmente, escolhe-se a menor força de apoio, mas isso é errado, pois esse procedimento aumenta a distorção, e a curva de resposta em frequência é feita de forma menos linear. Além disso, a frequência de ressonância da cápsula fonocaptadora diminui, quando o ideal é que ela

se eleve, para que a ressonância ocorra em algum ponto da faixa não-audível de frequência.

Outro critério a ser considerado na escolha da cápsula é a sua habilidade de leitura (**trackability** ou **tracking**, em inglês). Esse conceito já foi abordado; consiste na medida da habilidade da cápsula em manter-se em contato com o sulco ao longo de toda a margem de

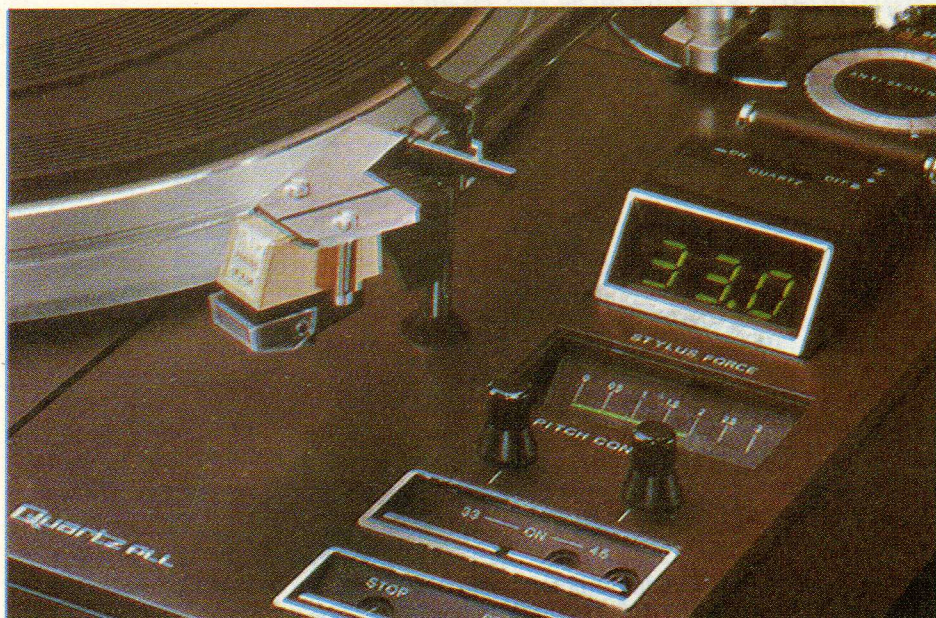
frequências que será reproduzida. Se a velocidade de gravação, em um certo ponto, é superior à habilidade de leitura da cápsula, surgem erros de leitura e aumentam os desgastes da agulha e dos sulcos.

Em algumas gravações, existem picos de velocidade, principalmente nos agudos, que devem ser levados em conta quando se projeta uma cápsula. Para que essa habilidade ou capacidade seja a máxima possível, a força de apoio deve ser correspondente. A força de apoio das boas cápsulas atuais está entre 0,75 g e 4 g. Como essa medida é importante, há equipamentos que podem medir essa força. Esses equipamentos comprovam o excesso ou a falta de apoio, permitindo um ajuste exato para a obtenção da máxima capacidade de leitura.

Já conhecemos os fundamentos em que o funcionamento de uma cápsula fonocaptadora se baseia, assim como os seus diversos tipos e características. Vejamos, agora, a relação da cápsula com os outros componentes do toca-discos. A cápsula, para recolher a informação contida no disco, necessita, em primeiro lugar, de um suporte no qual a agulha é colocada para manter-se em contato com o sulco. Esse suporte é o braço, que deve ter características específicas de peso, forma e material (titânio, alumínio, plástico ou madeira). Além disso, o conjunto braço-cápsula deve ser o mais homogêneo possível, para que a agulha mantenha-se sempre em contato com o sulco e para que o sulco e a agulha não sejam danificados.

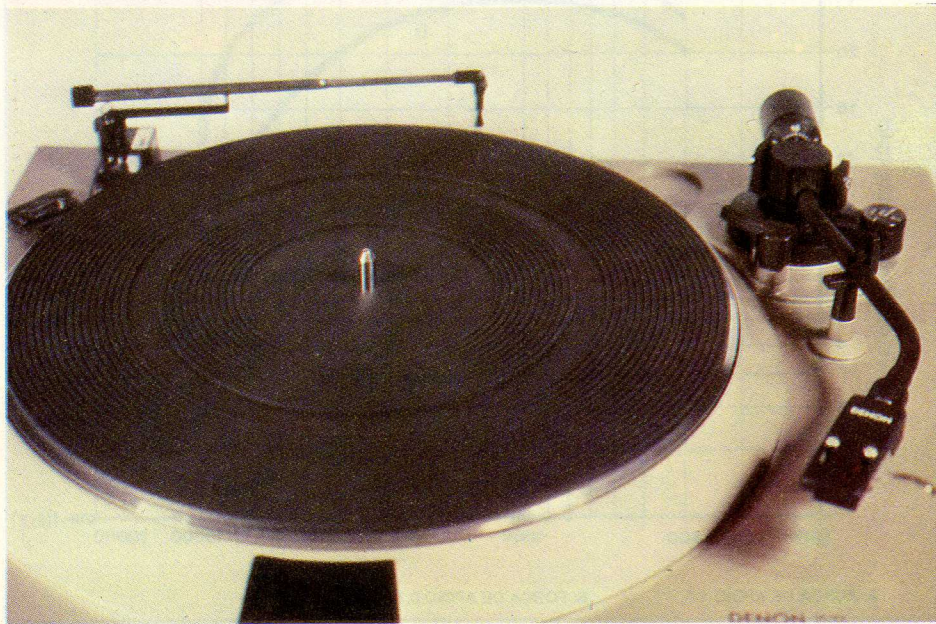
Em segundo lugar, para que o conjunto braço-cápsula possa seguir fielmente as oscilações horizontais e verticais contidas no sulco, o disco deve ser colocado em um suporte que o mantenha em posição horizontal e que, ao mesmo tempo, gire em uma velocidade prefixada. Essa velocidade deve ser a mais constante possível e adequada ao disco que queremos reproduzir. A velocidade constante é proporcionada por um motor, que também apresenta vários tipos de funcionamento. A função do motor é fazer girar o suporte do disco, diretamente ou através de uma correia. Esse dispositivo, que sustenta o disco e que o faz girar a uma velocidade constante e determinada, recebe a denominação de prato.

Como já vimos anteriormente, o conjunto formado por cápsula, braço e pra-



ACIMA: há dispositivos que são capazes de medir a força de apoio feita pela cápsula sobre o sulco. Esses dispositivos demonstram se há excesso ou falta de apoio, permitindo um ajuste perfeito da pressão exercida sobre o sulco.

ABAIXO: o toca-discos é composto, fundamentalmente, por cápsula, braço e prato.



to chama-se toca-discos. Agora, estu-
daremos com mais detalhes o funcio-
namento do prato.

O prato

Podemos analisar o prato a partir de
dois componentes fundamentais: o su-
porte propriamente dito e o sistema
motor, no qual se incluem os sistemas
de tração atuais.

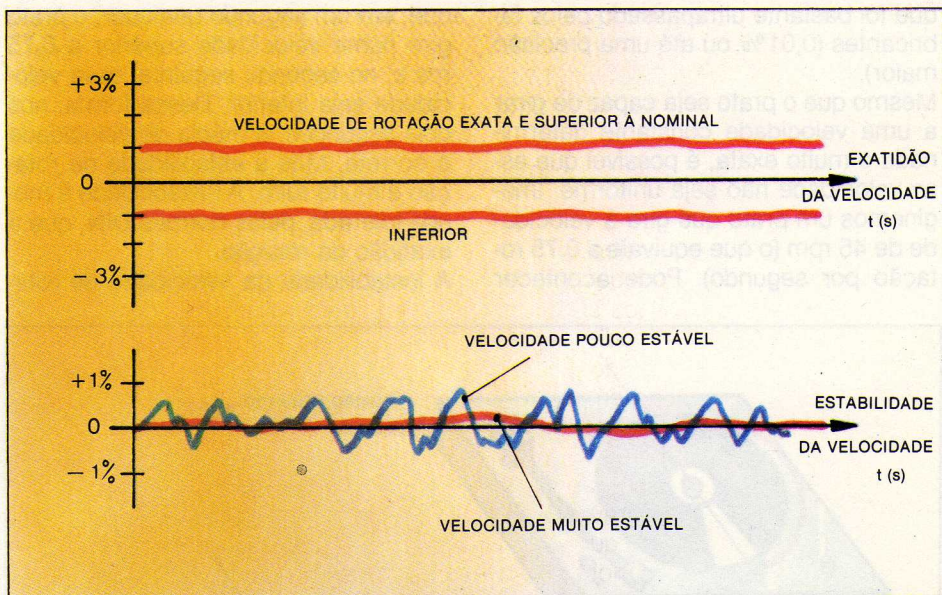
O que podemos exigir de um prato? Em
primeiro lugar, a velocidade de rotaçã
deve ser exatamente igual à veloci-
dade com que o disco foi gravado. Se a
velocidade for diferente, a leitura será
deturpada, já que, com a variação da
velocidade de reprodução, a freqüên-
cia irá variar. Portanto, ouviremos uma
reprodução totalmente desvirtuada.

Baixando a velocidade, a freqüência de
audição diminui, de modo que um tom
de 3000 Hz, no momento da gravação,
pode ser ouvido, na reprodução, como
um tom de 2000 Hz. A velocidade de
rotação mais utilizada é a de 33 1/3
rpm (rotações por minuto) e também a
de 45 rpm. Essas são as duas veloci-
dades utilizadas também para gravação.
As normas DIN para alta-fidelidade ad-
mitem uma variação dessa velocidade
entre +1,5% e -1% (para um disco
de 45 rpm, a variação fica entre 44,55
rpm e 45,675 rpm). Esses valores estão
ultrapassados hoje em dia, já que a
precisão é cada vez maior. Além disso,
existe um ajuste fino de velocidade
(pitch, em inglês) que permite varia-
ções de ± 3%, de maneira que ne-
nhum prato atual apresenta problemas
para permanecer dentro dos limites di-
tados pelas normas DIN. Para esse
ajuste, recorre-se aos estroboscópios,
dos quais falaremos mais adiante.

Estabilidade de rotação

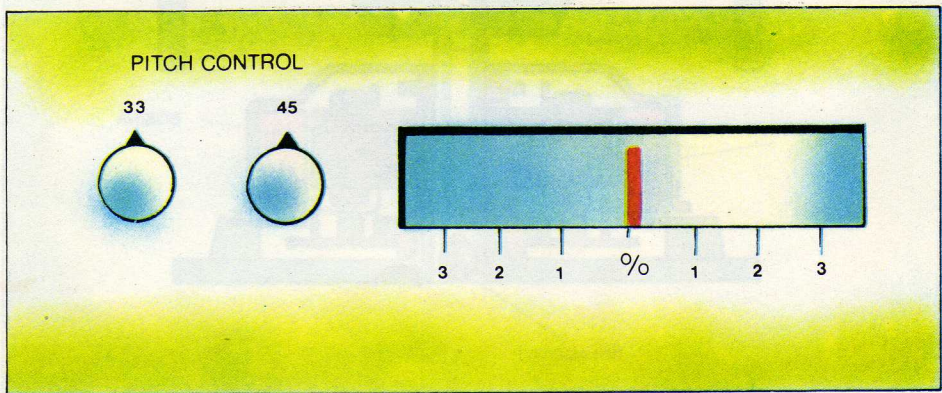
Em segundo lugar, a velocidade de ro-
tação exigida (33 1/3 rpm ou 45 rpm)
deve se manter constante ao longo da
reprodução.

O prato deve girar de uma maneira uni-
forme, sem flutuações (falta de estabili-
dade) nem saltos. Essas flutuações,
apesar de serem muito reduzidas nos
sistemas modernos, podem ser causa-
das por vários fatores. Entre eles, po-
demos citar os seguintes fatores: as vi-
brações exteriores, as variações de
tensão da rede (dependendo do motor
utilizado), o tipo de tração, etc. Essas
variações são dadas em porcentagem.
As normas DIN exigem uma estabili-
dade mínima de rotação de 0,16%, valor



ACIMA: a velocidade de rotação do prato deve ser exatamente igual à velocidade com que foi gravado o disco. Por outro lado, a velocidade deve manter-se rigorosamente constante durante toda a reprodução.

ABAIXO: os pratos de toca-discos possuem sofisticados sistemas que controlam, com grande precisão, a velocidade de rotação. Com esses dispositivos, são conseguidos limites de variação de até ± 3%, o que permite obter uma grande exatidão da velocidade de rotação.



que foi bastante ultrapassado pelos fabricantes (0,01% ou até uma precisão maior).

Mesmo que o prato seja capaz de girar a uma velocidade constante determinada e muito exata, é possível que essa velocidade não seja uniforme. Imaginemos um prato que gira à velocidade de 45 rpm (o que equivale a 0,75 rotação por segundo). Pode acontecer

que, em um segundo qualquer, o prato gire numa velocidade superior a 0,75 rps e, no segundo seguinte, essa velocidade seja inferior. Dessa forma, nos dois segundos, a média de velocidade é correta. Mas a estabilidade de rotação é muito ruim. A instabilidade é menos tolerada, pelas normas DIN, que a exatidão da rotação.

A instabilidade da velocidade de rota-

ção manifesta-se em nossos ouvidos sob a forma de choros ou tremores, que são conhecidos por choro e flutuação (**wow** e **flutter**, respectivamente, em inglês).

O choro é ocasionado pelas variações de velocidade das frequências baixas. Essas variações são causadas por defeitos mecânicos no sistema de transmissão (correias frouxas, polias descentradas, etc.) ou, então, por defeitos no próprio suporte (mal equilibrado, com peso inadequado, etc.).

A flutuação é consequência de variações de velocidade nas frequências altas. Em geral, é causada por defeitos de rotação do próprio motor.

A medida do choro e da flutuação é feita conjuntamente para os dois efeitos. É expressa em porcentagem. Há dois modos de se dar esse valor: pelo pico a pico ou pelo valor eficaz (RMS). A diferença entre as duas medidas é considerável, já que, para o mesmo problema, uma chega a ser quase três vezes a outra. Por isso, deve-se dar o valor porcentual do pico a pico, que é o maior. Esse valor é conseguido medindo-se a diferença entre a maior e a menor velocidade de rotação, após um número determinado de rotações.

Por exemplo, em um prato que gira meia volta durante 1 segundo e uma volta durante o segundo seguinte, de forma periódica, poderíamos, depois de 1 minuto, determinar que o prato girou 45 vezes, o que é a velocidade exata. Porém, o choro e a flutuação são muito elevados (6%). Isso é inadmissível pelas normas DIN, que estipulam uma variação máxima de 0,3%, quando se trata de valor pico a pico.

Os pratos atuais superam bastante essas especificações, pois o choro e a flutuação correspondentes são da ordem de 0,05% ou ainda menos. Para reduzir esse valor, é necessário que o prato esteja equilibrado e, também, que o seu peso seja adequado ao motor utilizado.

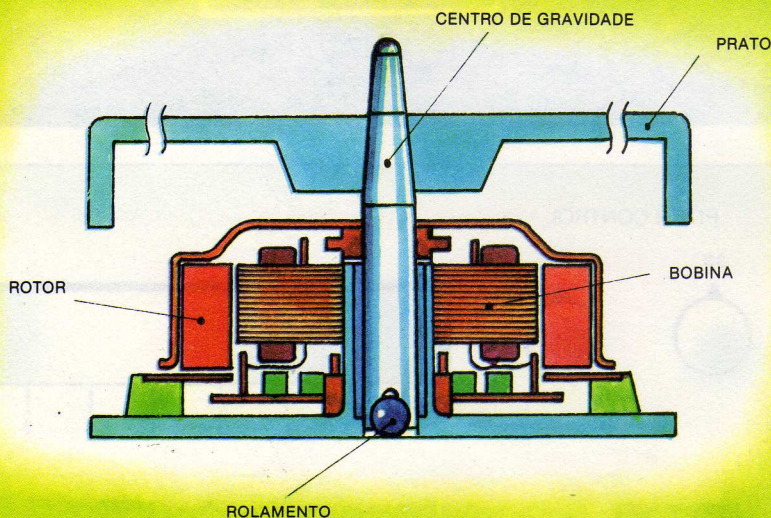
No caso de motores assíncronos, o peso deve ser bastante elevado. Além disso, deve-se cuidar de todo o sistema de arrasto para evitar imperfeições que poderiam provocar porcentagens elevadas.

Essas porcentagens, em certas ocasiões, podem ser dadas como medida ponderada. Isso significa que se leva em conta a particularidade do ouvido humano não ter a mesma sensibilidade para perceber determinadas variações



ACIMA: na figura, o prato, depois de 2 s, girou uma volta e meia, isto é, 0,75 rps. Se isso se repetir, depois de 1 min, ele terá girado 60. $0,75 = 45 \text{ rpm}$, que é o valor preciso. No entanto, a sua estabilidade de velocidade de rotação é péssima.

ABAIXO: corte de um motor convencional. Uma das fontes produtoras de ruído no prato do toca-discos é o motor. Ao girar, o motor produz vibrações que, se não são absorvidas pelo sistema de transmissão, afetam diretamente a cápsula, falseando a sua leitura.



de frequência. Essa medida consiste em fazer uma ponderação semelhante à das curvas de Fletcher-Munson.

Ruídos de transmissão

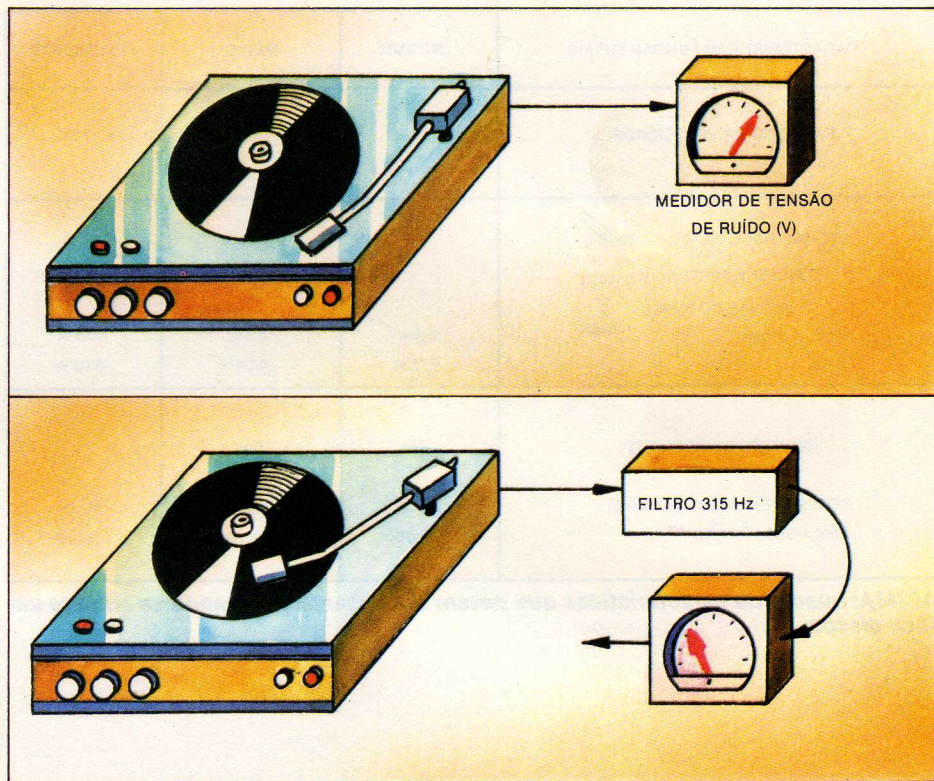
Outro item a ser exigido de um toca-discos é o de não ultrapassar um determinado nível de ruído. A vibração do motor que, por sua vez, provoca vibrações no suporte e no conjunto braço-cápsula, é a causa principal do ruído que aparece superposto ao sinal de gravação. Como esse ruído, gerado pelo sistema de transmissão, é de baixa frequência (com pico de poucas centenas de hertz), ele também é conhecido pelo nome de bamboleio (*rumble*, em inglês). O ruído de bamboleio é de origem mecânica. Ele é o produto das irregularidades e defeitos de fabricação das peças que integram o sistema de transmissão, incluindo o próprio motor. Esse ruído é transmitido, através da cadeia de amplificação, até os alto-falantes, desvirtuando a qualidade de reprodução. São ruídos que chegam até os ouvidos como zumbidos e roncoss rimbombantes de baixa frequência, bem desagradáveis. Atualmente, os amplificadores possuem um filtro que elimina as baixas frequências, a partir de um certo nível (60 Hz ou 70 Hz). Assim, os fabricantes ainda encontram alguma dificuldade para superar o problema do rumble.

As vibrações produzidas pelo motor precisam ser amortecidas desde sua origem (o próprio motor) e as que persistem devem ser absorvidas pela suspensão do prato, para que não consigam alcançar a cápsula. Isso é necessário porque a cápsula é totalmente incapaz de discernir se as vibrações são produzidas pelo sistema de transmissão ou se são provocadas pelas ondulações existentes nos sulcos dos discos. O amortecimento ou suspensão ideal deve eliminar completamente essas vibrações, permitindo que a cápsula receba apenas as informações contidas nos sulcos.

As normas DIN determinam que a medida do rumble deve ser realizada intercalando-se um filtro padrão entre o prato do toca-discos e o medidor. Esse filtro tem frequência central de 315 Hz, com pendentes de 12 dB/oitava. O rumble, apesar de ser medido como uma tensão de ruído, não é expresso em volts, mas por meio de uma relação entre o sinal e o ruído, fixando-se previamente o nível de uma determinada

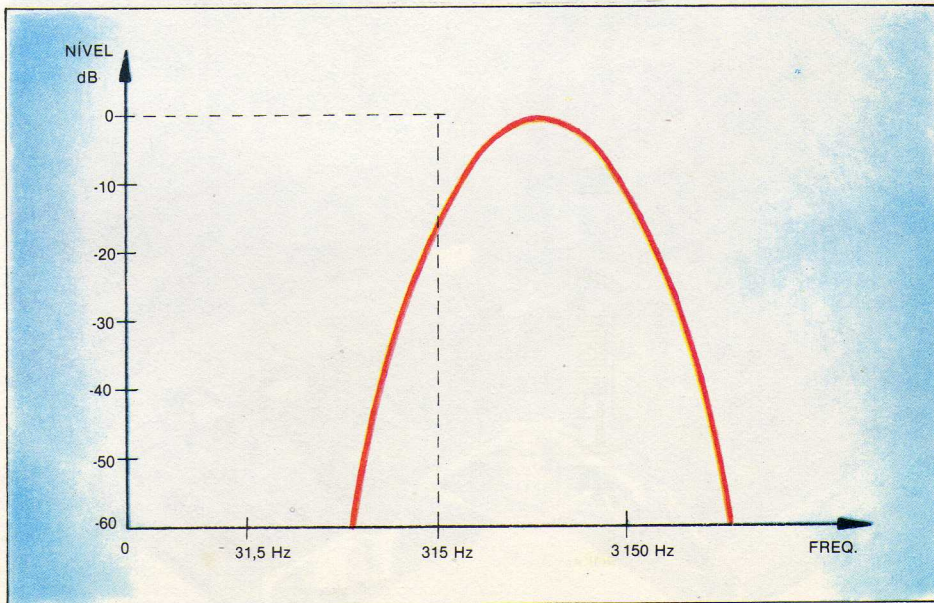
modulação. Portanto, o rumble é expresso em decibéis. Quanto mais insignificante for o rumble, maior será a sua cifra de decibéis. Quando se comparam as características de diversos toca-discos, o melhor deles, quanto à relação sinal/ruído ou rumble, é o que apresenta a maior cifra de decibéis. Suponhamos que três toca-discos possuam um rumble de 20 dB, 40 dB e 60

dB, respectivamente. Pelo que dissemos, o melhor deles é o que apresenta 60 dB. O toca-discos que apresenta um prato com rumble de 20 dB possui, na realidade, uma tensão de ruído (através do filtro de 315 Hz) 10 vezes menor que o sinal prefixado como nível de referência. No caso do prato do toca-discos com 40 dB, a tensão de ruído é 100 vezes menor que a referência. No



ACIMA: a relação sinal/ruído pode ser expressa de duas formas: como medida ponderada do rumble ou sem ponderação.

ABAIXO: curva do filtro para a medida com ponderação do sinal/ruído.



toca-discos com 60 dB, a tensão de ruído é 1000 vezes menor. Além disso, pode-se dar ao rumble uma característica de medida com ponderação ou sem ponderação, assim como ocorre com a medição de choro e flutuação. A medida ponderada baseia-se em considerar aproximadamente as curvas de Fletcher-Munson. É a medida mais importante e pode apresentar diferenças

de até 20 dB em relação à medida não ponderada. O ideal seria fornecer as duas medidas (com e sem filtro, isto é, ponderada e não ponderada). Muitas vezes, os valores maiores são fornecidos sem a especificação de como se chegou a tal medida. Devemos, portanto, ter muito cuidado quando formos interpretar esses valores. Pode-se afirmar que um toca-discos começa a ser

bom a partir de 60 dB ou 65 dB, com ponderação, e 45 dB, sem ponderação. Existem toca-discos com rumble ponderado de 75 dB ou mais. Quando o fabricante apresenta as duas medidas, em geral fornece a medida não ponderada como relação sinal/ruído e a ponderada como rumble (com exceção de alguns casos).

Sintetizando, podemos assegurar que a escolha de um toca-discos deve se basear fundamentalmente nas três características já mencionadas:

- precisão de velocidade de rotação;
- estabilidade de rotação (o choro e a flutuação);
- ruído de bamboleio.

Para superar essas características, procura-se, a cada dia, construir com mais cuidado os sistemas de transmissão, os motores, os mecanismos de estabilização de rotação, etc.

O motor

Um dos componentes do prato do toca-discos é o motor. Ele tem a função de fazer girar o prato em determinada velocidade que não deve sofrer flutuações e deve se manter constante durante todo o tempo. Além disso, deve ser construído com grande precisão para não transmitir vibrações ao restante do conjunto. Para satisfazer a essas exigências, são feitos motores cada vez mais sofisticados, com sistemas de regulagem da velocidade e sistemas de amortecimento das vibrações quase perfeitos. Geralmente, é utilizado apenas um motor, mas há alguns casos em que são usados dois motores (um para a velocidade de 45 rpm e outro para 33 1/3 rpm) ou os casos de toca-discos com braços tangenciais, que possuem outro motor só para deslocar o braço.

A seguir, descreveremos os três tipos de motor do prato de um toca-discos. Eles são:

- motor assíncrono ou de indução;
- motor síncrono;
- motor de corrente contínua.

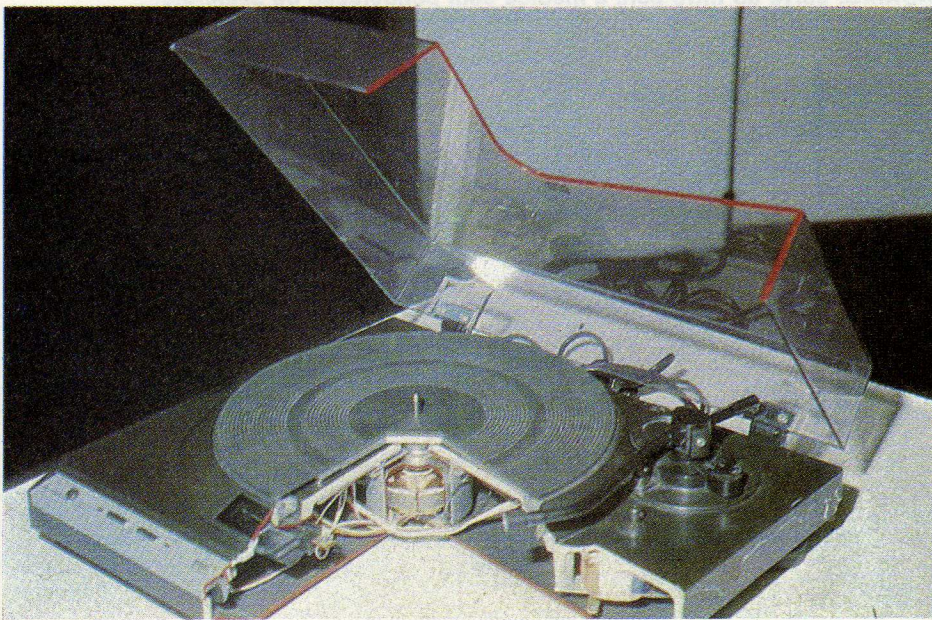
Motor assíncrono ou de indução

É um motor que foi utilizado na década passada com grande popularidade. Hoje, não é mais usado, principalmente porque, para manter constante a velocidade, ele necessita de uma tensão de alimentação constante. A tensão fornecida pela rede, porém, apresenta variações em relação à tensão nominal

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS	MÍNIMO	MÉDIO	EXCELENTE
EXATIDÃO DA VELOCIDADE	± 1%	± 0,8%	± 0,2%
ESTABILIDADE DA VELOCIDADE CHORO E FLUTUAÇÃO (WOW E FLUTTER)			
PICO A PICO	0,3%	0,1%	0,08%
RMS	0,15%	0,04%	0,02%
RELAÇÃO SINAL/RUÍDO			
COM PONDERAÇÃO (RUMBLE)	52 dB	60 dB	85 dB
SEM PONDERAÇÃO	38 dB	45 dB	70 dB

ACIMA: quadro de características que devem ser observadas quando se adquire um toca-discos.

ABAIXO: um tipo de motor existente no mercado.



do motor. Qualquer queda de tensão afeta a velocidade de rotação do motor, com os inconvenientes próprios dessa circunstância.

A palavra assíncrono significa que esse tipo de motor não está sincronizado com a frequência da rede, cuja frequência mantém-se praticamente inalterável. Os motores assíncronos ou de indução, em sua concepção mais primitiva, possuíam dois pólos, que eram eletroímãs, cujas polaridades mudavam 120 vezes por segundo, isto é, o dobro da frequência da rede (60 Hz ou 60 ciclos por segundo). Com essas mudanças de polaridade, induzia-se uma inversão no rotor (parte móvel do motor), o qual começava a girar.

Esses motores só serviam para os antigos discos de 78 rpm. Com a evolução dos discos, notou-se que eram muito elevados os zumbidos e roncões, a ponto de uma reprodução se tornar quase inaudível. Para diminuir esse problema, foram acrescentados mais dois pólos. Assim, o problema foi solucionado parcialmente e, ainda hoje, existem toca-discos com motores de quatro pólos e funcionamento assíncrono. Esse tipo de motor, no entanto, não entra mais nos planos de fabricação.

Motor síncrono

Até muito pouco tempo, era o tipo mais utilizado de motor. Agora, está sendo substituído por motores de corrente contínua. No motor síncrono, ao contrário do que ocorre com o motor assíncrono, a velocidade depende diretamente da frequência da rede de alimentação. A velocidade de rotação do motor depende do número de pólos

que ele possui. Os motores síncronos, no início, possuíam quatro pólos. Atualmente, utiliza-se um número maior de pólos e existem motores com 8 (o que é pouco freqüente), com 12, com 16, com 24, com 48 e até com 120 pólos (transmissão direta). Para determinar a velocidade de rotação de um motor síncrono em um certo número de pólos, divide-se 3600 pelo número de pares de pólos e o resultado é a velocidade de rotação por minuto. O número 3600 é obtido a partir da multiplicação da frequência da rede (60 ciclos/segundo) por 60 (número de segundos em um minuto), para se conseguir a frequência de ciclos em um minuto. Se estivessemos em um lugar cuja frequência fosse 50 Hz, o número 3600 passaria para $50 \cdot 60 = 3000$.

Num lugar onde a frequência da rede é de 60 Hz, a velocidade de um motor síncrono de quatro pólos é $3600 : 2 = 1800$ rpm. Essa velocidade é elevada e, em decorrência, são produzidas vibrações indesejáveis. Essas vibrações devem ser filtradas com a utilização de sistemas de transmissão e de suspensões, para não afetar o movimento da cápsula.

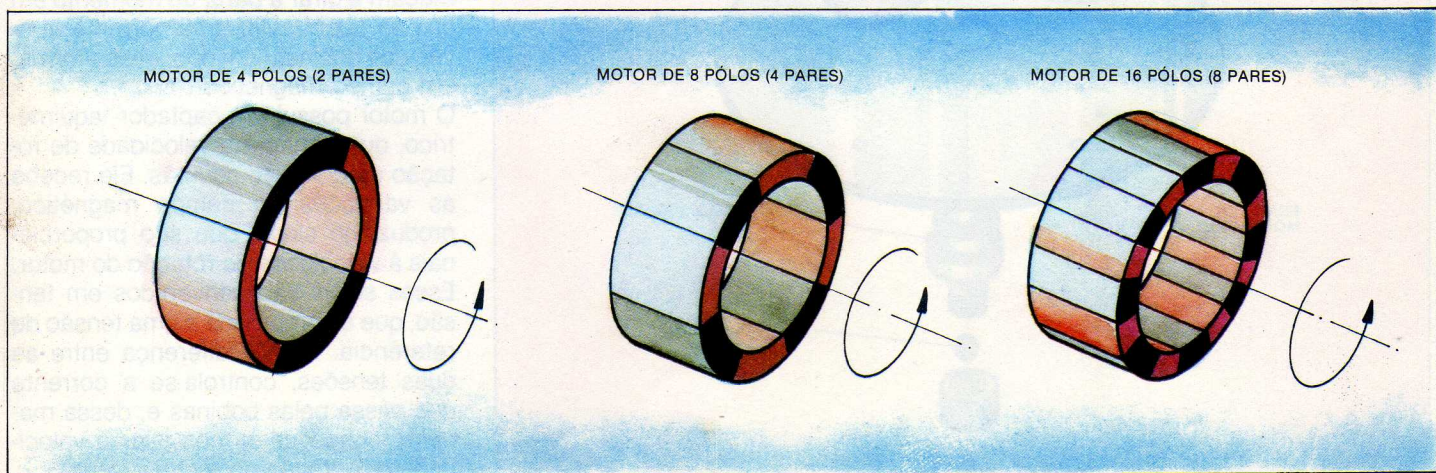
As vibrações são tão elevadas que penetram no espectro audível. Por isso, são percebidas pelo ouvido como zumbidos desagradáveis. Esse problema foi superado, em grande parte, com o aparecimento de motores síncronos com maior número de pólos, o que reduz consideravelmente a velocidade de rotação (por exemplo, para um motor de 16 pólos, a velocidade cai para 450 rpm, e para um motor de 48 pólos, cai para apenas 150 rpm).

Com a redução da velocidade, as vibrações produzidas pelo motor são de frequência mais baixa e não estão mais dentro do espectro audível. Outra vantagem é que se necessita de uma potência muito menor no momento do arranque. Diminuem os campos magnéticos induzidos, um problema que obrigava o motor de quatro pólos a ser blindado, para evitar que interferisse na cápsula fonocaptadora e afetasse a sua leitura. O único inconveniente é que o tempo de arranque aumenta muito em relação aos motores tetrapolares e, por girar em menor velocidade, o tempo de estabilização da velocidade é bem maior.

Em geral, com o aparecimento dos motores síncronos, um dos problemas existentes com os motores assíncronos — o suporte do prato devia ter um peso considerável — foi parcialmente solucionado. Apesar de ainda ser interessante a utilização de pratos pesados, para funcionarem como volante de inércia e, dessa forma, melhorarem a estabilidade da velocidade de rotação, estão sendo construídos pratos e suportes mais leves, pois o peso deixou de ser um fator essencial.

O recurso ideal é que o motor síncrono seja acoplado a um sistema de ajuste fino de velocidade. Esses sistemas, em geral, são do tipo eletrônico. Trata-se de fazer com que o motor seja dirigido por um gerador de frequências que podem ser adequadamente ajustadas. Dessa maneira, dois efeitos são conseguidos: um deles é a eliminação da frequência da rede como padrão. O outro efeito é que, para pratos de transmissão direta, em vez de se aumentar o

ABAIXO: em um motor síncrono (velocidade de rotação que depende diretamente da frequência), o número de pólos é um fator condicionante da velocidade de rotação. Quanto maior o número de pólos, menor a velocidade de rotação. Atualmente, existem motores síncronos com desde 4 até 120 pólos.

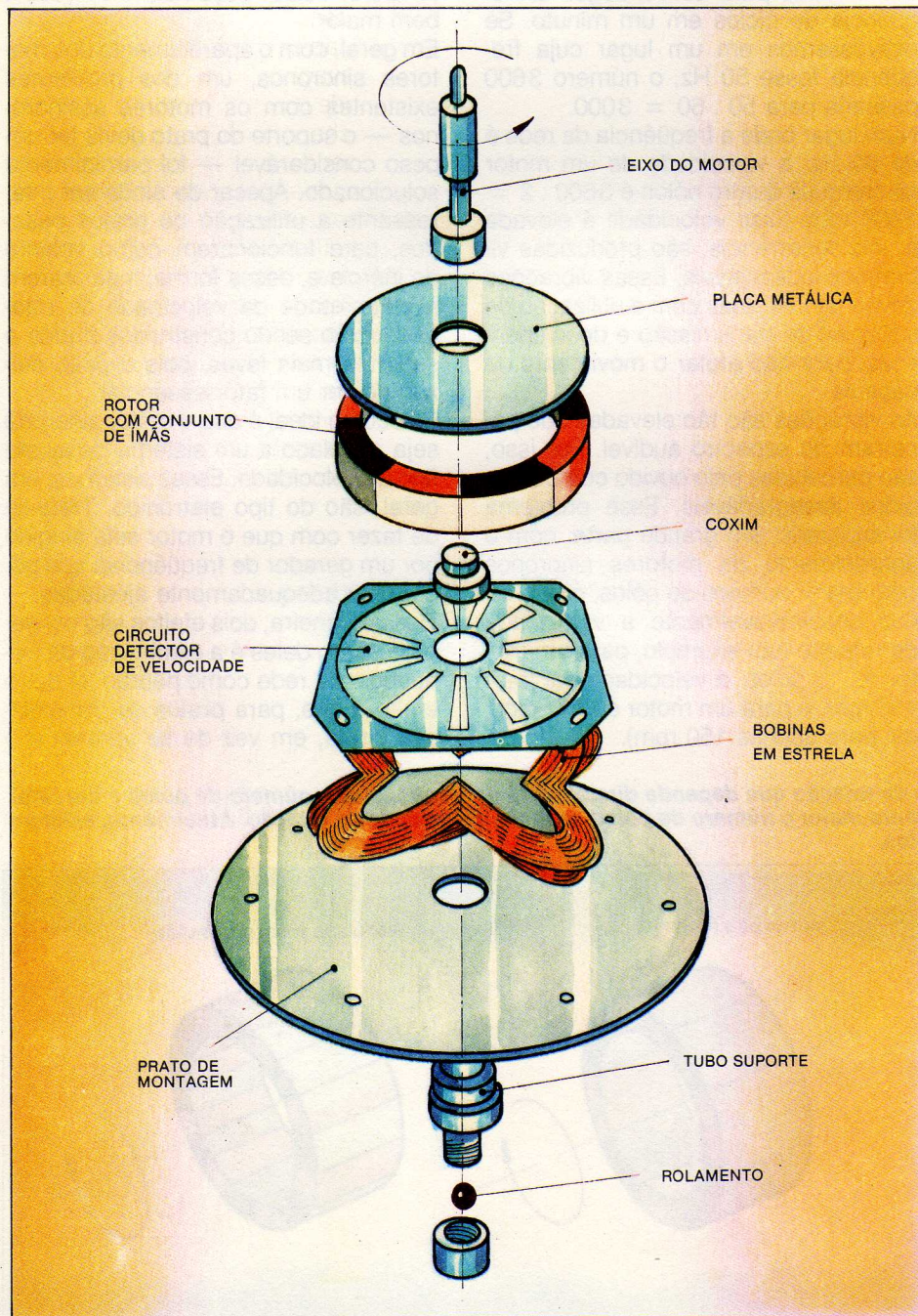


número de pólos (para se conseguir velocidades de 33 1/3 rpm e 45 rpm), fornece-se ao motor uma frequência mais baixa.

Por exemplo, como conseguir uma velocidade de 45 rpm com um motor de 16 pólos? Como sabemos, se a frequência de rede for de 60 ciclos/segundo (como ocorre no Brasil), a velocidade de resultante com esta frequência será

$3600 : 8 = 450$ rpm (observe que 8 é o número de pares de pólos norte e sul). O que podemos fazer é gerar uma frequência de 6 ciclos/segundo, com a qual teremos uma velocidade de rotação de $6 \cdot 60 = 360$ ciclos/minuto. Ao dividir esse valor pelo número de pólos (o número de pares de pólos é 8), obteremos, assim, uma velocidade final de 45 rpm.

ABAIXO: o unitorque é um dos melhores motores de corrente contínua. Sua relação sinal/ruído é muito menor do que a de outros motores de corrente contínua. Esse motor possui um gerador taquimétrico que funciona como servocontrole, de modo que a sua estabilidade de rotação é muito boa. Usado nos sistemas de tração direta, elimina a transmissão de vibrações do motor para o suporte. O unitorque é constituído por duas bobinas em forma de estrela, colocadas uma sobre a outra.



Motor de corrente contínua

Hoje, os motores de corrente contínua são os mais utilizados, principalmente com os sistemas de transmissão direta (sem polias ou correias). Esses motores também podem ser utilizados com sistemas de tração por meio de correias, mas devem ter uma velocidade de rotação elevada.

Esses motores são de vários tipos e estão classificados segundo o sistema de comutação e o sistema de controle de velocidade. Quanto ao sistema de comutação, existem motores de corrente contínua mecânicos e eletromagnéticos, com elementos que utilizam o efeito Hall ou o efeito fotoelétrico. Quanto ao controle de velocidade de rotação, pode ser feito eletronicamente, utilizando-se o efeito Hall ou faixa magnética.

Um dos motores de corrente contínua — utilizado nos sistemas de tração direta (sem polias ou correias) e que elimina o problema da transmissão das vibrações do motor para o suporte — é o denominado unitorque. Entre os motores de corrente contínua, o unitorque é um dos mais desenvolvidos e elimina o dilema de se escolher entre a tração direta ou a tração por correia. No motor unitorque, a relação sinal/ruído é muito melhor que nos motores de corrente contínua típicos, qualquer que seja o sistema de controle. Ele também apresenta uma estabilidade de rotação muito superior à dos outros tipos.

Esse motor é constituído por duas bobinas em forma de estrela. As bobinas são colocadas uma sobre a outra, formando entre si um ângulo de 22,5°, e em frente a um conjunto de ímãs de 8 pólos. Esse conjunto, em seu movimento de rotação, traciona diretamente o prato de toca-discos. Os ímãs começam a girar a partir do momento em que se faz circular uma corrente através das bobinas, criando, dessa forma, um campo magnético.

O motor possui um captador taquimétrico, que controla a velocidade de rotação do conjunto de ímãs. Ele recebe as variações do campo magnético, produzindo sinais que são proporcionais à velocidade de rotação do motor. Esses sinais são convertidos em tensão, que é comparada a uma tensão de referência. Com a diferença entre as duas tensões, controla-se a corrente que passa pelas bobinas e, dessa maneira, consegue-se controlar a velocidade de rotação do motor.

GRAVAÇÃO DO SOM (1)

A maioria das pessoas desconhece as sucessivas etapas que o som percorre desde a sua origem até o produto final gravado. Aqui, você ficará sabendo como funciona um estúdio de som e vai conhecer todo o processo que envolve a gravação de um show ou de um concerto, por exemplo.

Quando assistimos a um concerto ou a um festival de música, os sons gerados pelos instrumentos chegam até nós ou diretamente ou através de equipamentos de amplificação. No segundo caso, os amplificadores aumentam o nível do sinal que está sendo produzido naquele momento. Podemos dizer que os amplificadores trabalham em tempo real, ou seja, ao mesmo tempo que é gerado, o som chega ao amplificador, que o reproduz.

Os sons armazenados, ao contrário, podem ser reproduzidos quantas vezes se quiser, no momento e no lugar que forem mais adequados. Esse tipo de programa armazenado chega ao seu "recipiente" devido a uma gravação prévia com a ajuda de meios convenientes. O som pode provir de uma atuação denominada direta ou ao vivo (aquela que o público pode assistir) ou, então, de uma atuação especialmente preparada para a gravação (denominada gravação em estúdio).

Para uma gravação direta, necessita-se apenas de microfones estrategicamente colocados e de conduzir o som recolhido por eles até um equipamento (em geral, um gravador magnético). A gravação obtida dará uma sensação de realismo, como se o ouvinte estivesse presente à apresentação.

Qualquer espetáculo (e sua correspondente gravação) possui riscos artísticos: um instrumento que falha, uma desafinação do intérprete, um equipamento que não funciona, uma falta de coordenação momentânea, etc. Mas também é verdade que esses imprevistos, por outro lado, podem dar um colorido completamente inusitado à atuação, tornando-a diferente de outras atuações já realizadas. Além disso, a comunicação entre os intérpretes e o auditório pode resultar numa apresentação inédita e, em alguns casos, impossível de se repetir.

Na gravação de uma atuação feita exclusivamente para ser gravada, os in-

térpretes podem escutar sua participação e decidir se ela tem qualidade para ser lançada comercialmente. O termo qualidade deve ser entendido em toda a sua extensão, no sentido técnico e no sentido artístico. Quando se realiza uma gravação desse tipo, cada intérprete pode repetir sua atuação quantas vezes achar necessário para que ela fique impecável técnica e artisticamente, algo que não é possível realizar quando a gravação é ao vivo.

É muito difícil optar por um ou outro tipo de gravação; em geral, as decisões são subjetivas, não só na opinião do intérprete como na do ouvinte. É como comparar uma peça de teatro com um filme. Qual é melhor? Não há dúvida de que um filme pode ser perfeito enquanto técnica e enquanto arte, mas é impossível conseguir a sensação de ao vivo que existe em uma representação teatral.

Em cada caso, gravação ao vivo e gravação em estúdio, há pontos a favor e

ABAIXO: as gravações de música ao vivo nos sugerem o ambiente em que foi feito o registro, com a diferença que podemos escutar a gravação quantas vezes quisermos.



contra. Buscaremos estabelecer as diferenças entre os dois tipos de atuação e nos dedicaremos a ver os aspectos da gravação feita em estúdio, assim como os aspectos relacionados com a gravação ao vivo, sempre em função dos procedimentos empregados.

Os estúdios de gravação

O primeiro item para uma gravação de estúdio é dispor de um local que contenha os elementos necessários para a gravação. Como no caso de estações emissoras de rádio, esse local recebe o nome genérico de estúdio. Comercialmente, as formas de funcionamento dos estúdios de gravação variam. Existem os estúdios que fazem parte das próprias empresas distribuidoras de discos e/ou fitas gravadas, para utilização de seus artistas, e existem os estúdios que podem ser utilizados por qualquer pessoa ou grupo, para a realização de gravações particulares, promocionais e outras.

Do ponto de vista técnico, todos os estúdios funcionam da mesma forma. Existem três aspectos que são comuns a todos os estúdios:

- as salas dedicadas à produção ou geração do som, que também recebem o nome de estúdios;
- o complexo mecanismo eletrônico

que recolhe, modifica e maneja os sinais que chegam dos estúdios e que se materializam na mesa principal de mixagem;

- o gravador de fita magnética, que é o equipamento que grava os sons que passam pelo mixador.

Esse esquema funciona tanto para solistas como para grupos musicais, tanto para gravações instrumentais como para gravações mistas ou só vocais.

Deve-se fazer uma exceção, importante pela quantidade, que é a tomada de som para a gravação de uma peça clássica. Essa gravação, em geral, não é feita em um estúdio, mas em salas especiais para esse tipo de música, que são utilizadas para gravação e para interpretações ao vivo.

Nem sempre isso ocorre com a música clássica — pois muitas peças são gravadas em estúdio —, mas só quando se trata da interpretação de um solista ou de um grupo numericamente reduzido (um quarteto, por exemplo). Quando se trata de uma orquestra, com um número elevado de participantes, a gravação quase sempre é feita em uma sala de concertos.

As salas de concertos possuem propriedades acústicas específicas (o que se denomina acústica da sala) e que se diferenciam entre si. Essas proprieda-

des dão colorido, tonalidade ou marcas próprias às interpretações ali realizadas, e isso impõe maior ou menor qualidade subjetiva às gravações.

Em certas ocasiões, é quase imprescindível recorrer a esse tipo de sala de gravação. Uma interpretação de órgão clássico, por exemplo, requer uma sala com tempo de reverberação muito elevado. Mesmo que esse efeito possa ser conseguido artificialmente, a tomada de som geralmente é feita em um ambiente que inclui esse alto grau de reverberação, o que sempre dá melhor sonoridade à peça.

Os outros itens para se fazer a gravação nos casos citados são comuns (mixagem e gravação), com as características próprias da situação.

Quando a gravação é feita em estúdio, existe diferença apenas quanto ao tipo de música interpretada. Deve-se buscar um local com boa acústica e suficientemente grande para alojar todos os componentes do grupo.

Tipos de estúdio

Em geral, dispõe-se de diferentes estúdios, acondicionados acusticamente de acordo com os fins desejados. Como foi citado, a diferenciação entre eles fundamenta-se no tipo de instrumento que vai ser utilizado.

Para os instrumentos de corda, por exemplo, utiliza-se um estúdio com tempo de reverberação médio (acima de um segundo). Normalmente, esse tipo de estúdio possui paredes, teto e assoalho revestidos com material pouco absorvente de som (painéis metálicos, superfícies espelhadas ou outros materiais). Com a ajuda de cortinas grossas e/ou de painéis de materiais absorventes colocados de maneira que ocultem parcialmente as superfícies duras, pode-se conseguir uma ampla variação no coeficiente de absorção e, portanto, no tempo de reverberação, ajustando-o aos valores adequados. Esses estúdios são denominados estúdios de acústica viva.

A ajuda complementar de superfícies absorventes também é necessária, mesmo quando se quer manter um tempo de reverberação constante. Como a absorção acústica de uma pessoa pode ser grande, é quase indispensável fazer variar a absorção pelo resto dos objetos do estúdio, em função do número de pessoas presentes e do resultado final pretendido. A forma física do estúdio também é

ABAIXO: a atuação musical ao vivo pode ser comparada com uma representação teatral. O equivalente com o cinema seria uma gravação em disco ou fita magnética.



um fator muito importante. A sala não deve ter nenhuma frequência própria de ressonância ou, se tiver, deve estar fora da faixa de frequências que vão ser produzidas no estúdio. É por isso que esses ambientes, em geral, têm formatos irregulares, tanto no dese-

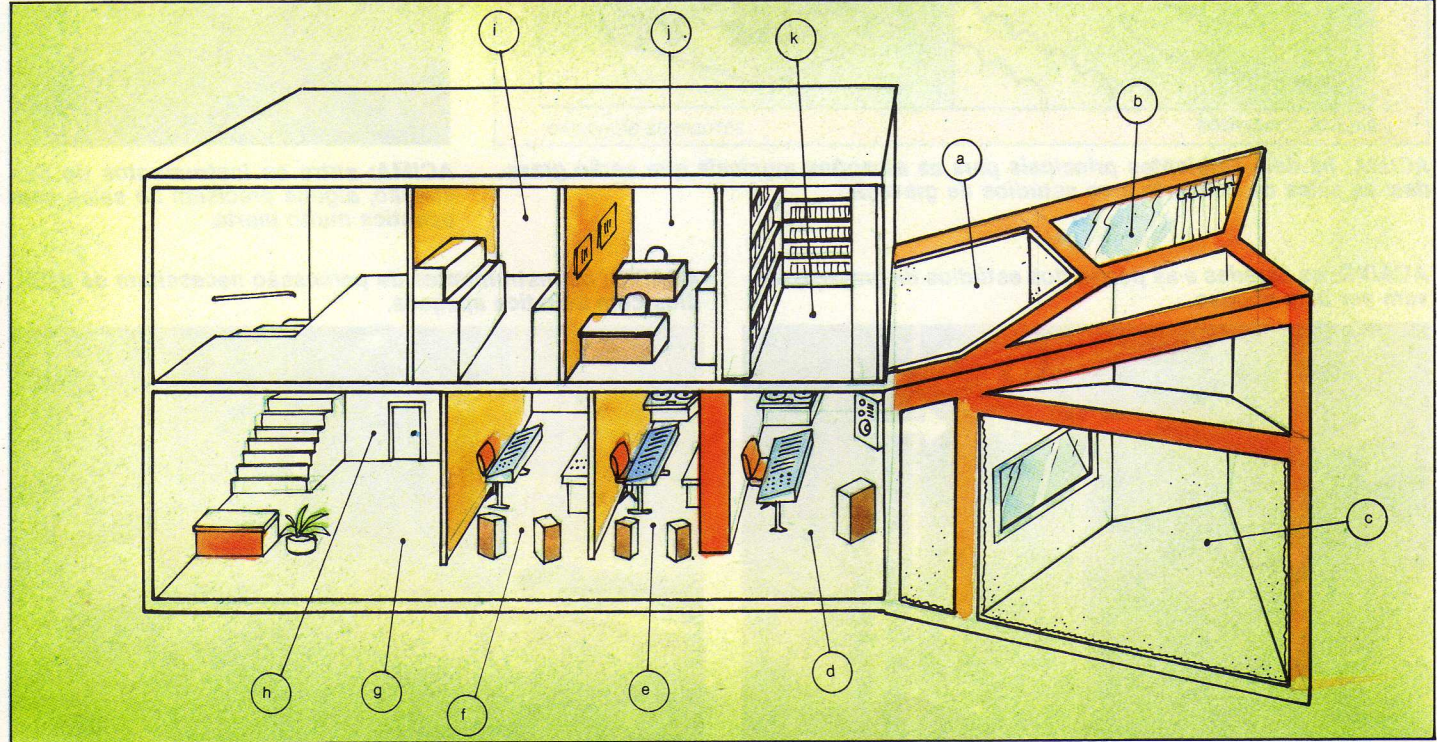
nho como na forma de paredes e teto. A primeira coisa a evitar são as paredes paralelas, pois elas podem provocar ondas estacionárias ou favorecer determinadas frequências. Quando é inevitável utilizar paredes paralelas, uma das superfícies deve ser recoberto-

ta por um material de alto grau de absorção, que atenuo o mais possível o efeito da ressonância. Tudo o que foi comentado refere-se ao interior do estúdio. O mínimo de ruídos das ruas ou das salas vizinhas deve chegar ao interior do estúdio. Por essa



ACIMA: os estúdios para gravação dos instrumentos de corda devem ter uma acústica viva.

ABAIXO: como pode ser um estúdio de gravação, desde a parte administrativa e os arquivos até o controle de gravação e as salas onde são produzidas as notas musicais que serão registradas e guardadas em fita magnética: a) estúdio de acústica morta; b) estúdio de acústica viva; c) estúdio para percussão; d) sala de controle; e) controle de cópias em duas pistas; f) controle de cópias; g) recepção; h) direção; i) arquivo de fitas; j) administração; k) almoxarifado.



razão, as paredes e os tetos devem ser espessos e sólidos. Além disso, pode-se colocar material acusticamente isolante sob as superfícies espelhadas ou metálicas. As portas devem ser grossas e sólidas e fechar hermeticamente o ambiente. São comuns as portas com um metro de grossura, perfeitos isolantes acústicos.

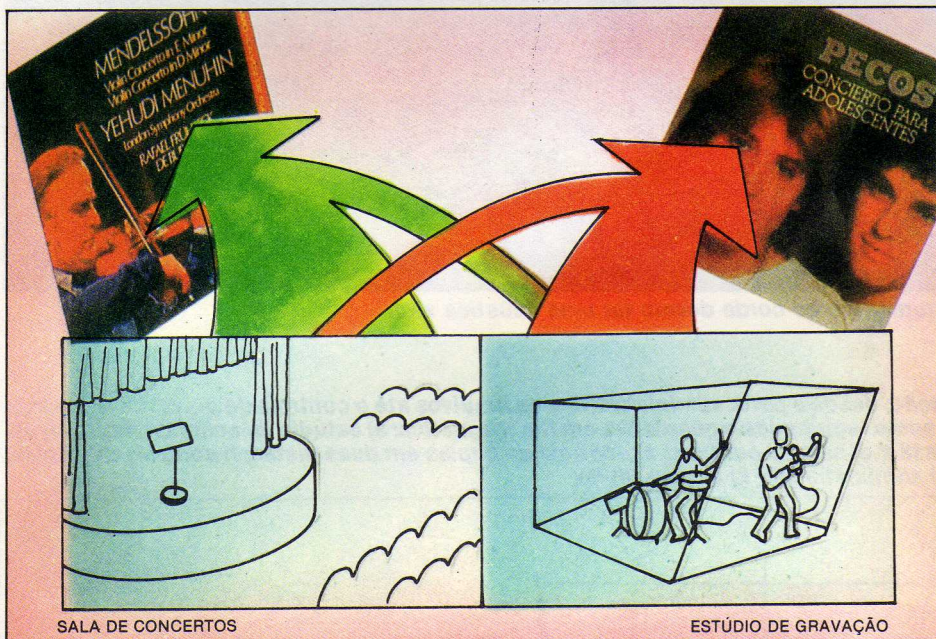
Para outros tipos de instrumentos são necessárias salas com acústicas diferentes. Assim, para um piano ou uma bateria, deve-se dispor de uma sala com tempo de reverberação muito baixa, o que supõe uma grande absorção do som por parte das superfícies do ambiente. Nesse caso, o assoalho e as paredes são revestidos com tapetes grossos, tecidos almofadados ou corti-

ça (sem raspar, para manter a maior superfície de absorção), cortinas e painéis absorventes. Em contraste com as salas anteriores, esse tipo de sala recebe o nome de estúdios de acústica morta, apagada ou inerte.

Esse grau elevado de absorção permite recolher o som mais nítido possível, tal como ele é gerado pelo instrumento, sem a intervenção de nenhum acondicionamento acústico externo. Mesmo quando são feitas tomadas de som de dois ou mais instrumentos diferentes no mesmo estúdio, coloca-se painéis de som entre eles, para que a interação mútua seja a menor possível. Alguns instrumentos de percussão necessitam de tempos de reverberação ainda menores para uma tomada cor-

reta de som. Dessa maneira, o xilofone, as barras acústicas e o triângulo ou mesmo o soar de campainhas, por exemplo, podem provocar efeitos acústicos desagradáveis ao ouvido humano se o seu som nasce em um ambiente pouco absorvente.

Outras famílias de instrumentos, como as madeiras e os metais, necessitam de salas com tempo de reverberação pequeno. A acústica exata para uma tomada, porém, varia com os meios apropriados, já mencionados, e com o gosto e a experiência do responsável pela tomada. Ele é quem decide se essa decisão é correta ou não; portanto, é uma decisão totalmente subjetiva, não havendo padrões estabelecidos para esse tipo de ajuste.

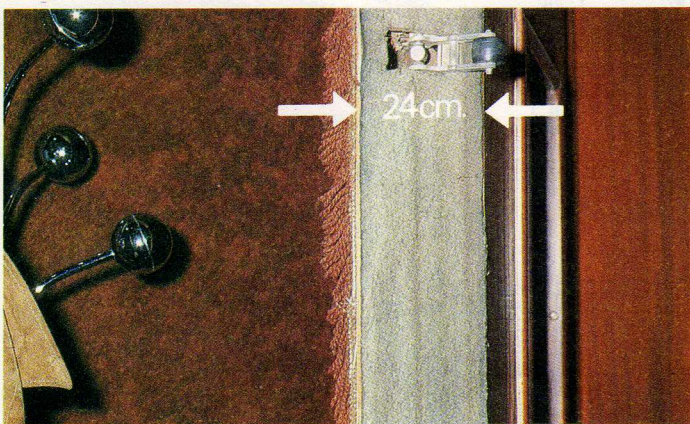


ACIMA: há dois ambientes principais para as atuações musicais que serão gravadas: as salas de concerto e os estúdios de gravação.



ACIMA: entre os instrumentos de percussão, alguns precisam de salas com acústica muito inerte.

ABAIXO: as paredes e as portas dos estúdios de gravação devem ser bem sólidas.



ABAIXO: os instrumentos de percussão necessitam de estúdios com acústica apagada.



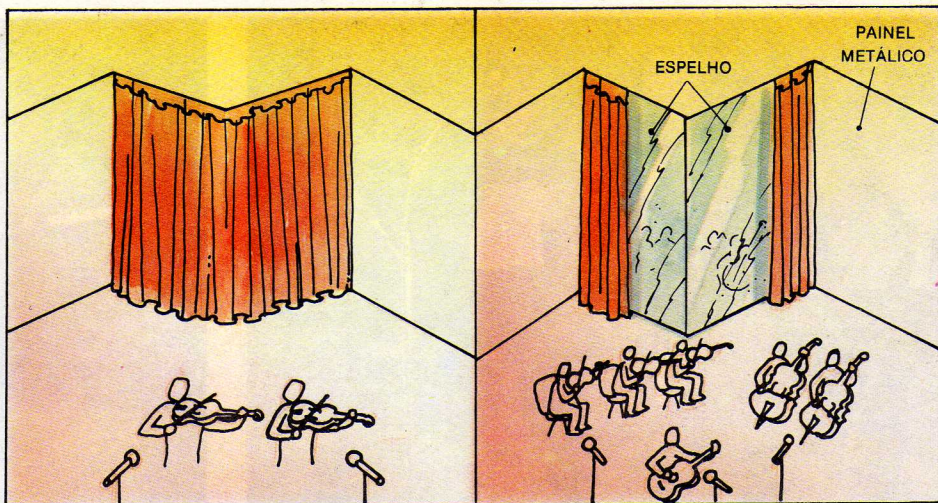
A tomada de som

O elemento fundamental para a tomada de som é o microfone. Os microfones utilizados na maioria dos casos são os de tipo dinâmico e os capacitivos, independentemente de suas características direcionais. Os microfones dinâmicos apresentam maior solidez mecânica e, por isso, são empregados para as tomadas de som em níveis muito elevados. Ao contrário, os microfones capacitivos são mais delicados, mas possuem resposta mais uniforme, principalmente na faixa de frequências altas (agudos).

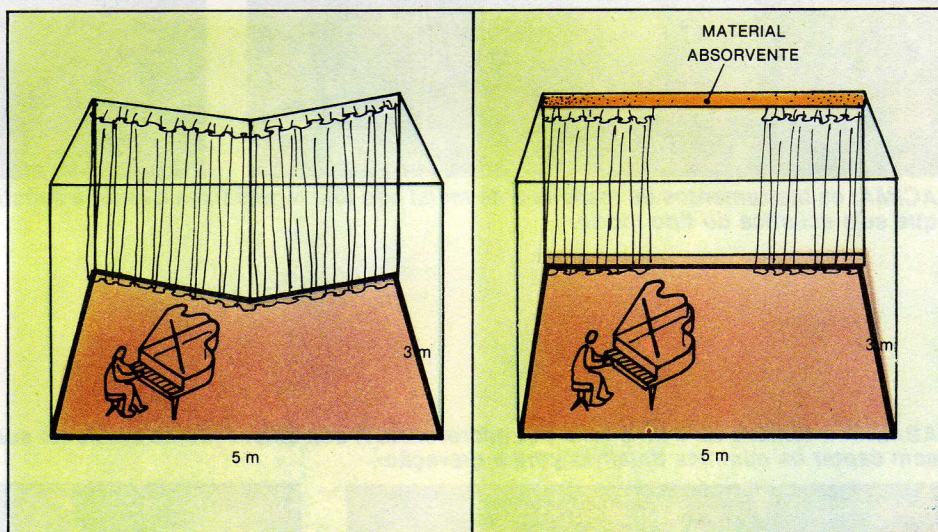
Quando a tomada de som vai ser realizada em uma sala com alto grau de absorção, os microfones são colocados próximos ao instrumento. Isso permite recolher as notas produzidas com a máxima nitidez possível e, também, que o nível de saída seja apreciável. De outra forma, os microfones seriam excitados por uma pressão sonora muito baixa.

No caso da tomada de som de um piano, por exemplo, os microfones são colocados no interior da caixa do instrumento, quase tocando as cordas. Em geral, dois ou três microfones são dispostos ao longo do bastidor. No caso de instrumentos de percussão, como tímboles ou caixas, o microfone encarregado da tomada é introduzido no instrumento, se possível, ou colocado muito próximo a ele.

Quando se trata de um estúdio com características de reverberação a tomada de som é feita a uma certa distância, de maneira a recolher não só a radiação sonora do instrumento, mas também o som proveniente das reflexões experimentadas pela onda sonora original. E se é um grupo de instrumentos que atua em um certo momento, não são utilizados isolantes ou painéis acústicos entre eles. Essa situação é típica para a tomada de instrumentos de corda. Existe um grupo importante de instrumentos, que poderíamos chamar de pseudomusicais, que são os instrumentos eletrônicos. Neles, o som não é produzido diretamente por vibrações ou ressonâncias de cordas, tubos ou membranas, mas por osciladores ou geradores de sinais elétricos em frequências audíveis. São instrumentos como guitarras, baixos, pianos e órgãos elétricos, ou instrumentos eletrônicos, como sintetizadores, geradores de ritmo e muitos outros. Para a coleta ou tomada do som produzido por esses

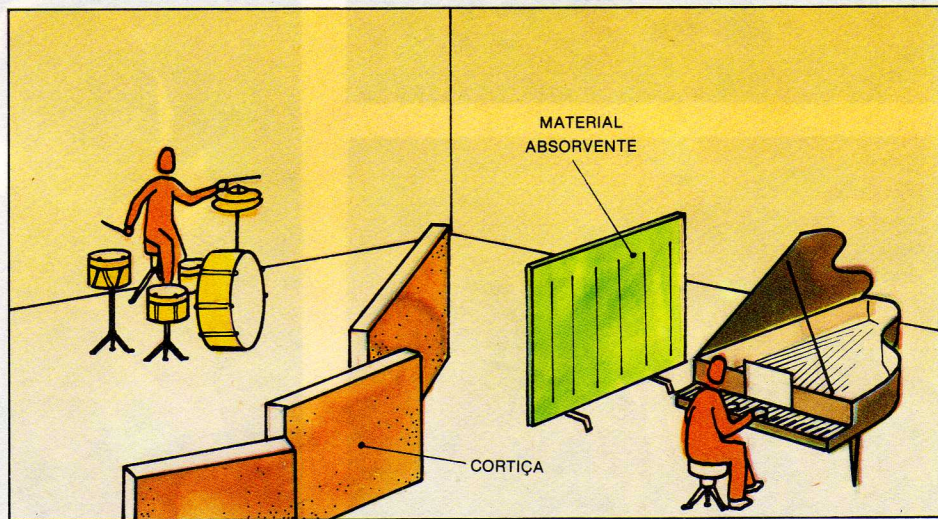


ACIMA: a acústica exata de uma sala pode variar muito, porque varia o número de pessoas presentes na sala.



ACIMA: os estúdios devem ser salas irregulares, para evitar a formação de frequências de ressonância próprias. Se existem paredes paralelas, ao menos uma delas deve ser forrada com material absorvente, para atenuar o efeito da ressonância.

ABAIXO: quando são utilizados dois instrumentos simultaneamente em um mesmo estúdio, é comum isolá-los acusticamente para evitar qualquer tipo de interação entre eles.



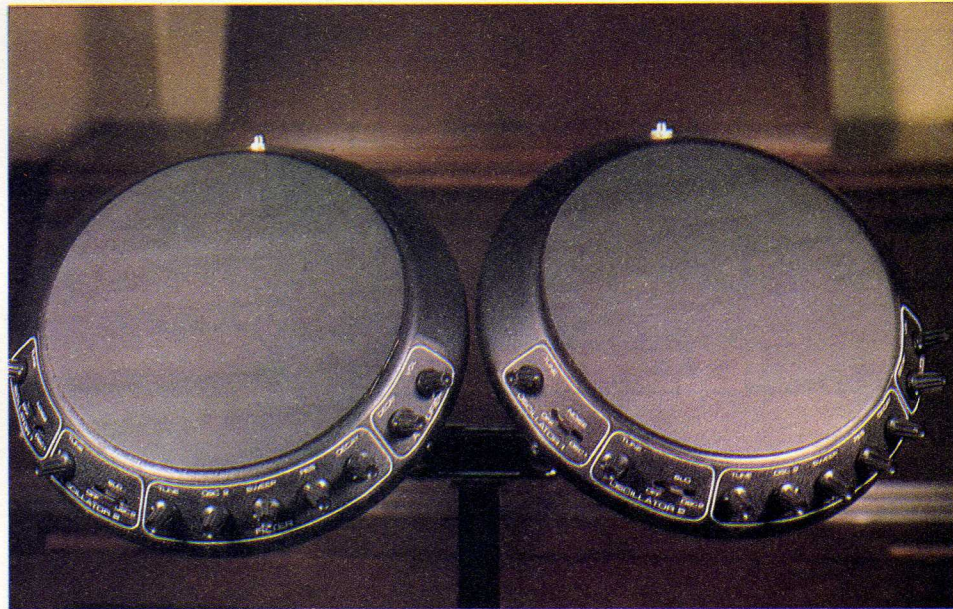
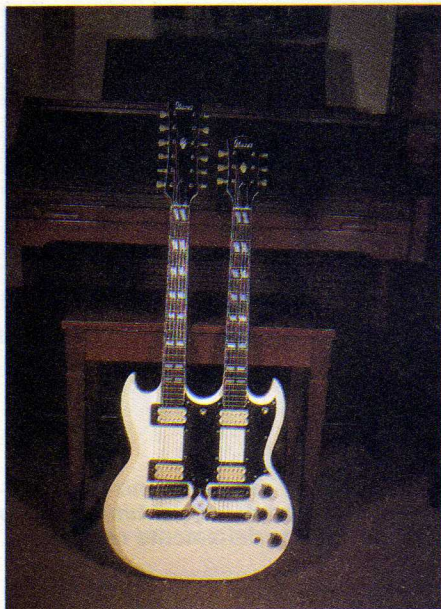
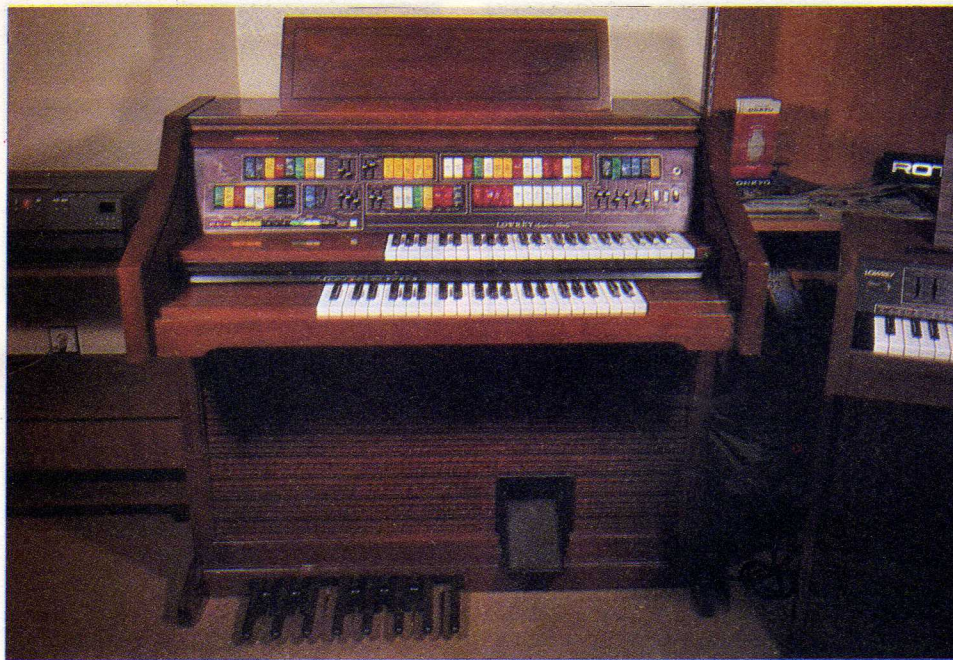
INSTRUMENTAÇÃO



ACIMA: os instrumentos de madeira e de metal não têm regras fixas quanto à acústica do ambiente, mas, em geral, é preferível que seja acústica do tipo morto.

ABAIXO: a tomada de som é feita por microfones. A sua colocação no ambiente sonoro é muito importante para que eles possam captar os mínimos detalhes para a gravação.





ACIMA: os instrumentos eletrônicos geram sinais de frequências audíveis, mas para que o ouvido possa captá-los é necessário que passem pelo amplificador e pelo alto-falante correspondentes.

instrumentos, não há necessidade de microfones. Eles mesmos encarregam-se de transformar as vibrações acústicas em sinais elétricos, já que isso é o fundamento de seu próprio funcionamento. Para que os sinais gerados por esses instrumentos sejam audíveis, é necessária a ajuda de amplificadores e alto-falantes. Portanto, esses sinais podem passar diretamente para a mesa de mixagem.

Aqui, sucede algo curioso. O sinal originado no instrumento não é o único conduzido à mesa de mixagem. Emprega-se uma cadeia formada pelo instru-

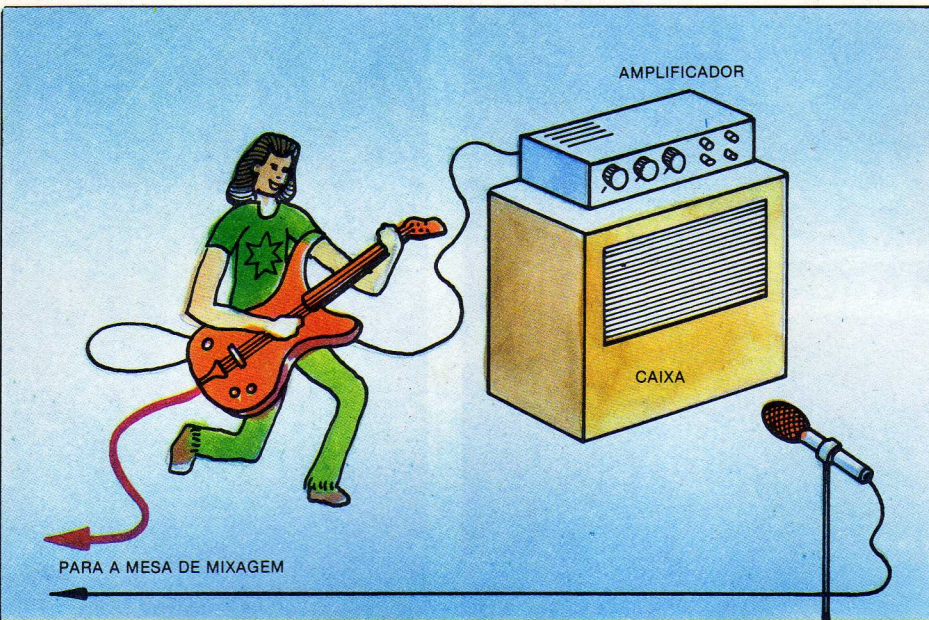
mento, seu amplificador e alto-falante e um microfone para introduzir um segundo sinal na mesa de mixagem.

As mesas de mixagem

Esse é o segundo item importante na gravação de um evento sonoro. A mesa de mixagem é o local em que chegam todos os sinais recolhidos pelos microfones e/ou gerados pelos instrumentos eletrônicos. Do mesmo modo que ocorre com as emissoras de rádio, esse é o verdadeiro cérebro de todo o processo, já que com a mesa de mixagem pode-se governar todos os parâ-

metros envolvidos na gravação. Em geral, essas mesas possuem uma concepção modular. Existem apenas dois ou três tipos básicos de módulos diferentes em uma mesa, alguns dos quais são repetidos quantas vezes for necessário. Esse é o caso dos módulos aos quais os microfones são ligados. O número de módulos varia dependendo do tipo de mesa. Podem ser poucos módulos (4 ou 5), para uma mesa de cópias, e até mais de 60, para mesas mestras de gravação.

Cada um desses módulos iguais forma um canal. Assim, há mesas de 4, 32 ou

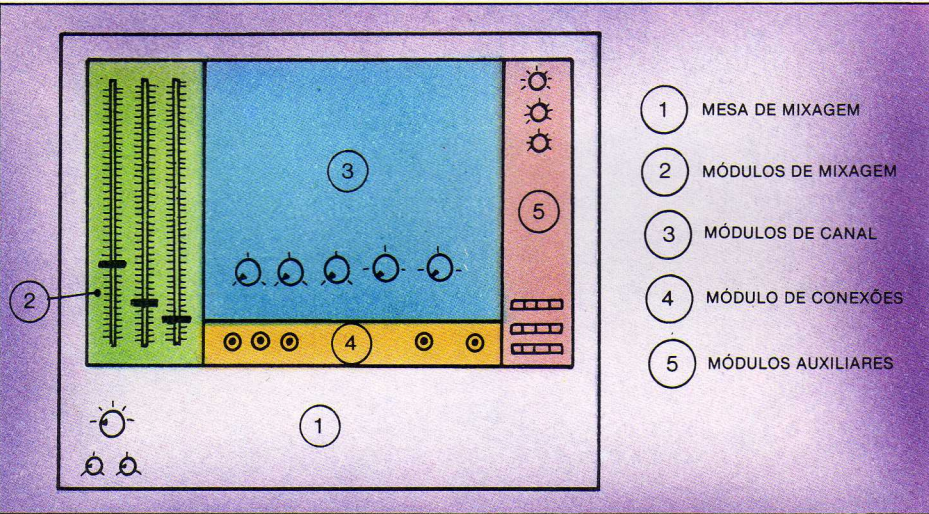


ACIMA: nas tomadas de som de instrumentos eletrônicos, mistura-se o som da caixa de áudio ao sinal proveniente do próprio instrumento.



ACIMA: tipos de mesas de mixagem profissionais.

AO LADO: as mesas de mixagem modernas são modulares, permitindo que o trabalho seja perfeitamente organizado.



60 canais. Cada um dos canais funciona independentemente dos outros. Quanto maior o número de canais, maiores as possibilidades da mesa manejar simultaneamente sinais diferentes. No entanto, não é necessário que o número de canais seja muito elevado, pois nem sempre a tomada de som de todos os instrumentos é realizada ao mesmo tempo. Mesas com 24 ou 36 canais podem ser mais que suficientes. A escolha de um número mais elevado de canais, apóia-se, em geral, na maior comodidade, em função de se ter uma tomada de som específica ligada a um canal determinado. Qualquer canal é capaz de manejar qualquer sinal, portanto, as tomadas de microfones ou de outros transdutores

são arbitrárias e baseadas apenas no critério pessoal do técnico que maneará a mesa. Comumente, são utilizados canais próximos para tomadas de sons semelhantes (por exemplo, o grupo dos instrumentos de corda ou o grupo dos instrumentos de percussão). Isso facilita muito o trabalho. A entrada de cada um dos canais, em geral, é do tipo balanceado ou simétrico. O sinal chega através de dois fios; um terceiro fio constitui a massa, sem nenhum contato com os dois primeiros (ao contrário das entradas de tipo assimétrico, onde há apenas dois fios, sendo um deles a massa). Esse tipo de conexão evita zumbidos, ruídos e outros tipos de sinais indesejáveis. São admitidos, geralmente, dois níveis

de sinais diferentes em cada entrada: o sinal do microfone (sinais de apenas centésimos de volt) e o sinal de linha (de décimos de volt ou mais). O primeiro é utilizado pelo microfone e o segundo é usado quando o canal recebe sinal de algum instrumento eletrônico ou de outra fonte qualquer, cujo nível de saída seja elevado. A entrada é ligada a um amplificador de sinal que eleva o sinal até o nível em que ele possa ser trabalhado (do mesmo modo que em um pré-amplificador). Em muitos casos, existe um comando que permite dosar a quantidade de sinal que entra em cada canal, comando que também fixa a sensibilidade do canal, evitando a saturação em alguma etapa posterior.