

# ELETRÔNICA

49

PASSO A PASSO

Cr\$ 6.900

Abril Cultural



INSTRUMENTAÇÃO  
CAIXAS ACÚSTICAS  
O GRAVADOR  
SISTEMAS INDUSTRIAIS DE VÍDEO



*L. P. Costa*

# CAIXAS ACÚSTICAS (4)

*Veja, neste capítulo, qual é o fundamento do sistema estereofônico e como ele funciona. Conheça também os sistemas de satélites e de terceira via e como obter efeito de espacialização do som. Todos eles são recursos que podem ser obtidos com a utilização correta do conjunto de caixas acústicas.*

Tudo o que comentamos sobre as caixas acústicas, nos capítulos anteriores, é aplicável aos sistemas estereofônicos, apesar desses sistemas apresentarem algumas características específicas. Por isso, as mais importantes serão vistas a seguir, juntamente com algumas noções fundamentais sobre a estereofonia.

## Sistemas estereofônicos

O cérebro humano recebe as impressões sonoras de duas fontes independentes, que são os ouvidos. Como possuem constituição idêntica, as sensações que enviam ao cérebro, em igualdade de excitação, são também iguais. Porém, os ouvidos não estão juntos, mas separados por uma pequena distância e orientados em direções opostas. Assim, quando uma fonte sonora atua sobre os ouvidos, eles recebem as vibrações do ar provocadas pela fonte. Em geral, os caminhos percorridos pelas ondas que chegam a cada

um dos dois ouvidos são diferentes em comprimento, qualidade e outras características. Dessa forma, o cérebro recebe sensações diferentes de cada ouvido. Graças a essas sensações, o cérebro "aprende" a distinguir o ponto de origem da onda sonora, calculando a sua distância e identificando a sua qualidade.

Quando a fonte sonora possui dimensões físicas razoáveis (por exemplo, uma orquestra) e é constituída por fontes sonoras discretas, o ouvido é capaz de discernir cada uma delas, localizando-as principalmente quando soam de modo diferente.

Se reproduzimos o som proveniente de uma orquestra, não podemos fazê-lo fielmente por uma única caixa. Nesse caso, estaríamos reduzindo uma fonte extensa (a original) a uma fonte pontual (a caixa), com a conseqüente deterioração da naturalidade da reprodução. Do mesmo modo, por razões práticas, não podemos utilizar uma caixa para

cada um dos instrumentos que compõem a orquestra.

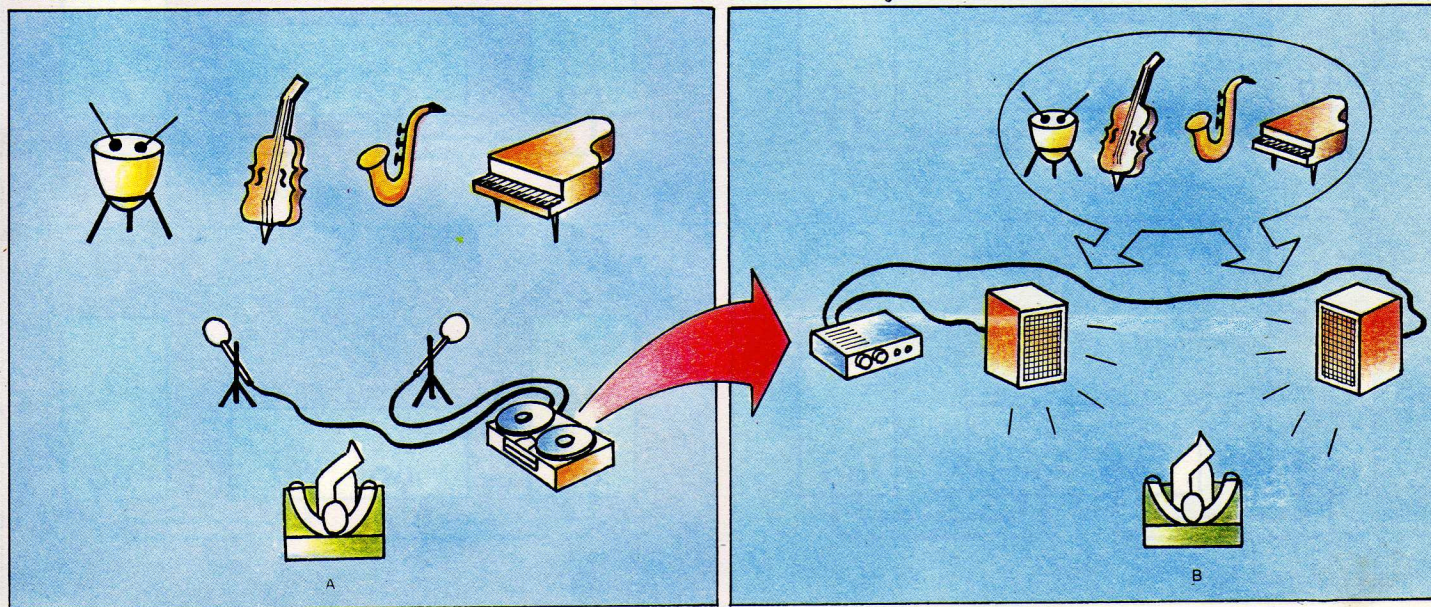
Se os receptores (os ouvidos) que o cérebro utiliza para perceber os sons do exterior são dois, a utilização de duas caixas (às quais serão levados os sinais) é suficiente para reproduzir com fidelidade os sons das fontes.

## Colocação em fase na estereofonia

As ondas sonoras, recolhidas da orquestra, são levadas até o amplificador, que se encarregará de enviá-las a cada uma das caixas. Como são duas caixas e cada uma possui dois fios de ligação, existem quatro conexões diferentes. Em duas conexões, a fase relativa dos sinais de saída se manterá, enquanto nas duas conexões restantes a fase de uma caixa será oposta à fase da outra.

O fator mais importante é conseguir que a fase relativa das caixas conserve a fase original, pois, de outra forma, nosso cérebro (capaz de interpretar a

**ABAIXO: o efeito estereofônico pode ser conseguido captando-se os sons em um par de microfones, cujo sinal é levado posteriormente às caixas acústicas. Os ouvintes A e B recebem as mesmas sensações sonoras.**





amplitude e a fase) situará os instrumentos em lugares diferentes daqueles em que estavam originalmente.

O que ocorre quando se tenta reproduzir um sinal que provém de uma fonte com dimensões muito pequenas (uma pessoa que fala, um único instrumento musical, um diapasão), utilizando um sistema estereofônico? Se a fonte original estava no centro, distante por igual de ambos os captadores de som, a sensação durante a reprodução é a mesma. A amplitude da fase dos sinais provenientes de cada caixa acústica é idêntica e o ouvido situa a fonte no centro geométrico das duas caixas.

Se uma caixa reproduz os sons com a mesma amplitude que a outra caixa, porém com fase relativa oposta, os sons chegam ao ouvido com amplitude igual, mas o cérebro interpreta a diferença de fase como uma deslocação da fonte para um lugar diferente do que ocupava durante a gravação. Assim, a fonte é colocada em um lado ou em outro, mas não no ponto central entre as caixas. Por isso, é fundamental a correta colocação em fase das caixas de um sistema estereofônico.

Para tanto, as caixas têm um terminal marcado com vermelho e outro com preto. Os amplificadores possuem os terminais de saída marcados da mes-

ma forma. A colocação em fase é conseguida ligando-se cada um dos canais ao mesmo código de cores.

Essa simbologia de cores é puramente convencional e tem como único objetivo facilitar a correta colocação em fase. Por isso, pode-se ligar os terminais de saída vermelho e preto do amplificador aos terminais preto e vermelho da caixa, isto é, com as cores trocadas, sem que isso provoque dano material. O que importa é fazer o mesmo tipo de ligação para os dois canais.

### Sistemas de satélites

Já dissemos que os sons de baixa frequência difundem-se em todas as direções, enquanto os sons médios e agudos possuem maior direcionalidade. Quando os sinais sonoros chegam ao ouvido, é mais fácil discernir a direção a partir das notas médias e agudas do que a partir das notas graves. Assim, em um sistema estereofônico, as notas graves não têm uma origem claramente delimitada pelo ouvido. Em decorrência, o efeito estereofônico será basicamente estabelecido pela faixa de sons de média e alta frequências.

Lembremos, ainda, que os problemas de reprodução acontecem precisamente com as notas graves do espectro, que necessitam de grandes alto-fa-

lantes e caixas volumosas, dotadas de recursos específicos. As notas médias e agudas necessitam de difusores muito menores e modestos.

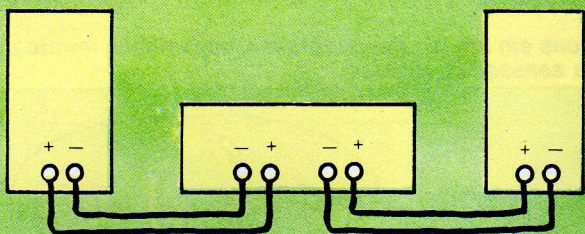
As condições citadas possibilitaram a criação de um novo sistema de reprodução estereofônica, incorporando três difusores diferentes: dois deles reproduzem as notas médias e agudas (um para cada canal) e o terceiro encarrega-se de produzir as notas graves dos dois canais.

O ouvido sente o efeito estereofônico, pois a faixa de sons em que o efeito se fundamenta é reproduzida "em seu lugar", ou seja, de modo separado acústica e eletricamente. Por outro lado, a reprodução não sofre perda alguma em sua qualidade, já que o ouvido percebe todo o espectro audível.

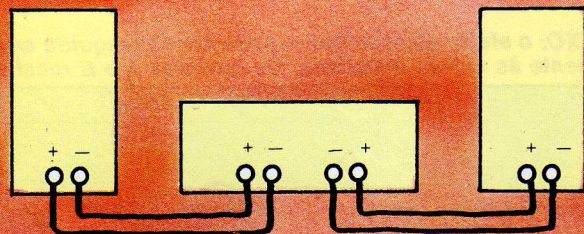
Esse sistema, denominado sistema de satélites, apresenta vantagens quando não há espaço para a colocação de duas caixas volumosas para reproduzir todo o espectro, pois são necessárias apenas uma caixa volumosa e duas caixas pequenas, que podem ser colocadas em qualquer lugar, como pequenos satélites do planeta ou caixa principal. Essa caixa pode ser colocada em qualquer lugar, pois não precisa ser disposta entre os satélites.

Por outro lado, cria-se um novo proble-

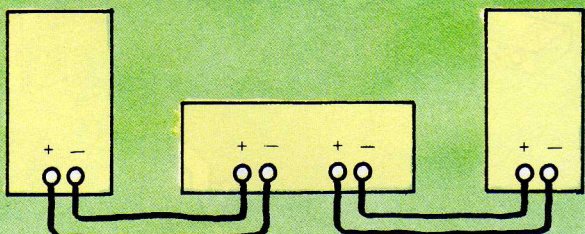
**ABAIXO: a ligação correta das caixas em um sistema estereofônico é fundamental para se conseguir o efeito estereofônico. O código de cores é convencional e usado apenas como elemento indicativo.**



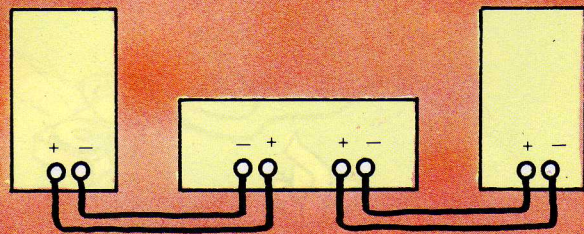
CORRETO



INCORRETO



CORRETO



INCORRETO



ma, pois agora são três canais a serem alimentados. Para solucioná-lo, há alguns métodos que podem ser utilizados, todos com rendimentos semelhantes. Veremos três deles a seguir.

O primeiro método consiste em separar os sinais (ainda em nível baixo) de cada canal em duas faixas. Os sinais de frequência mais baixa em cada canal são levados a um mesclador e, depois, amplificados e enviados ao reproduzidor de graves. Por outro lado, as frequências médias e altas de cada canal são enviadas aos amplificadores que alimentam as caixas satélites. A sepa-

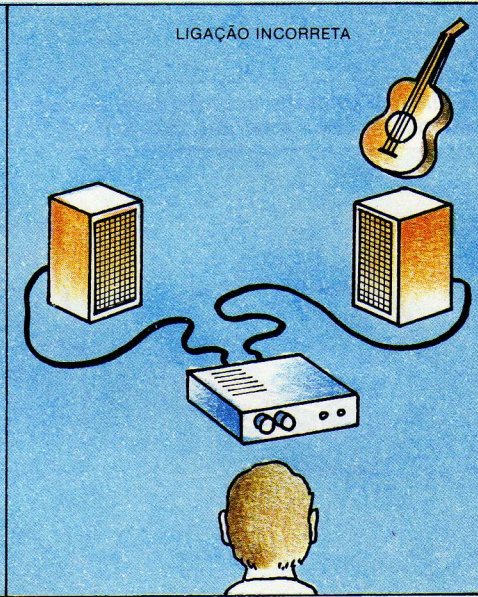
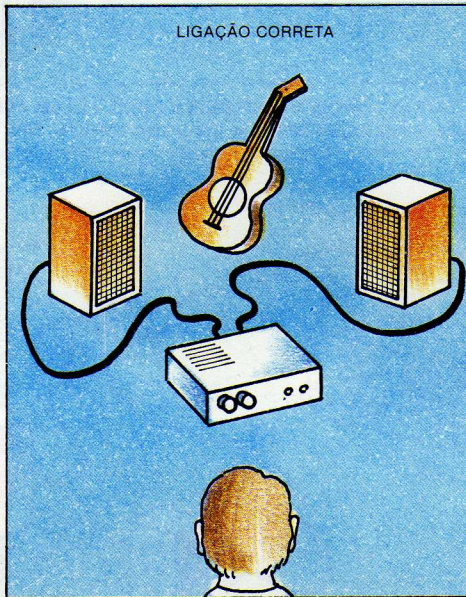
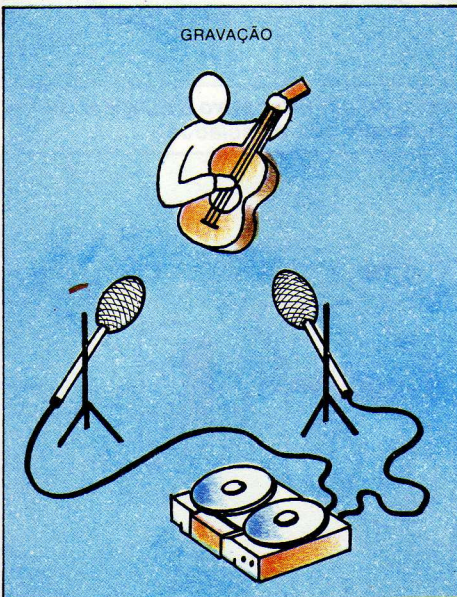
ração é feita com o sinal em nível baixo porque pode-se ter uma precisão maior e, geralmente, utilizar filtros ativos. Esse sistema necessita de um amplificador de potência que satisfaça o ouvinte no canal de graves, e de dois outros amplificadores, com potência inferior, para as caixas satélites.

O segundo método consiste em empregar dois amplificadores (ou um amplificador estereofônico) separados para reproduzir cada canal completo. À saída, são acoplados filtros separadores de frequência passivos, de maneira que as notas graves são enviadas a

dois alto-falantes separados (que podem estar acoplados em uma mesma caixa acústica), enquanto o restante dos sons de áudio são enviados aos respectivos satélites.

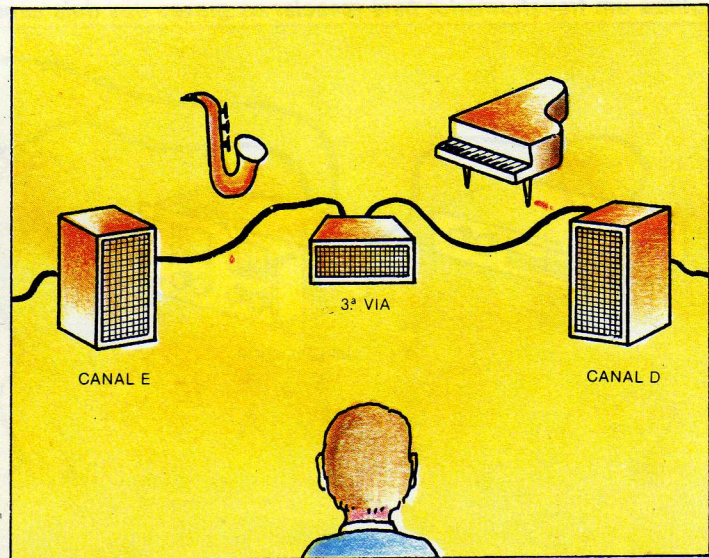
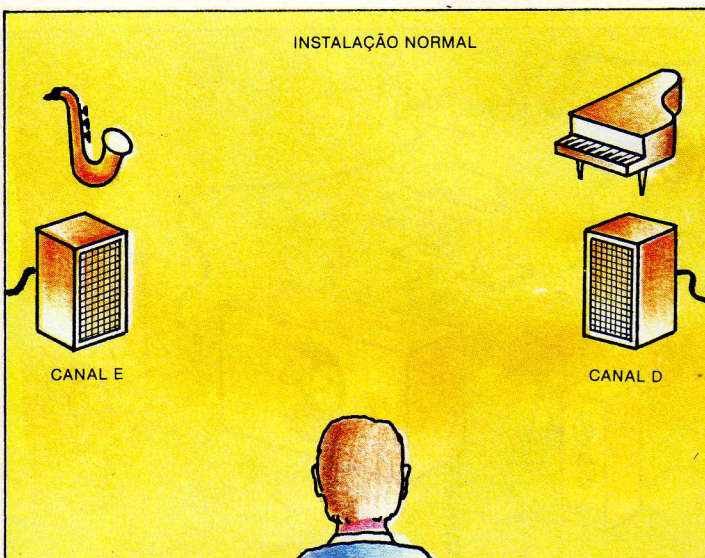
Com esse sistema, pode-se utilizar equipamentos comuns, aos quais são acoplados os filtros e as caixas citados. Os alto-falantes devem, assim, fornecer a potência exigida para a reprodução dos graves.

O terceiro método é semelhante ao anterior, pois emprega dois amplificadores independentes com filtros em suas saídas. Mas, aqui, os graves são mes-

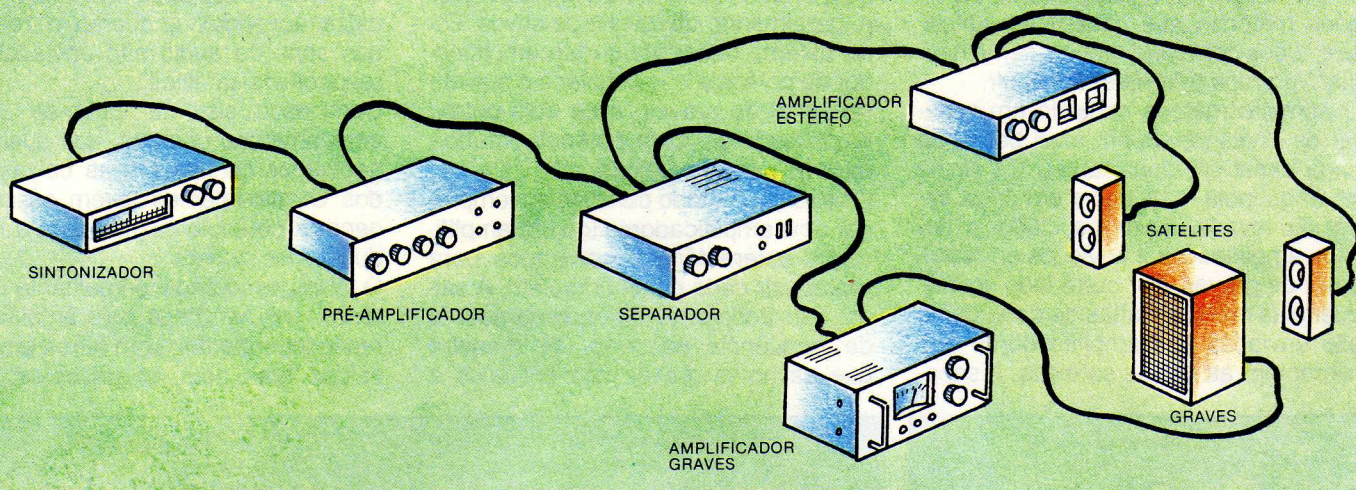


**ACIMA:** se as caixas são ligadas incorretamente, o ouvinte percebe o som de um ponto de origem diferente do que deveria ser o ponto real.

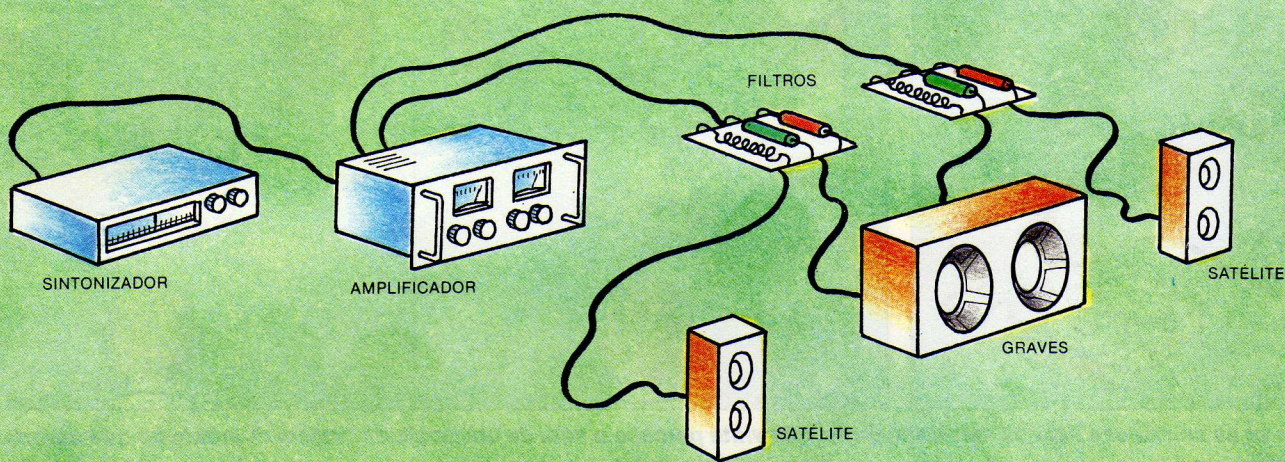
**ABAIXO:** em alguns casos, incorpora-se um terceiro pseudocanal (que é a mesclagem dos dois canais normais) colocado no centro. O efeito sonoro produzido "aproxima" as fontes laterais para o centro.





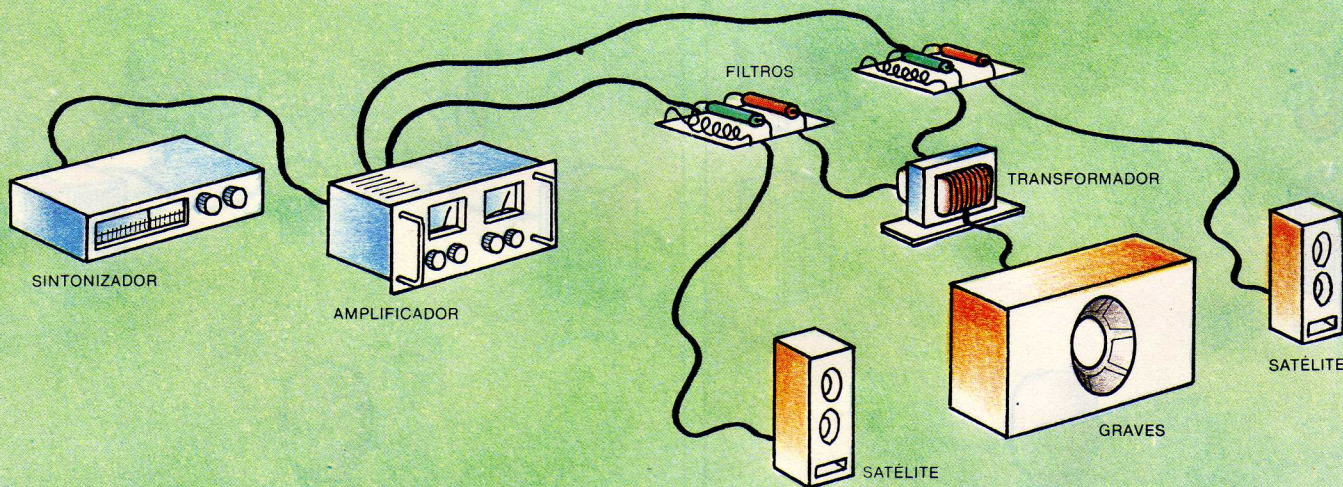


**ACIMA:** a primeira solução para se construir um sistema de satélites consiste na utilização de um filtro ativo separador de frequências. Cada uma das faixas é amplificada separadamente e os sons graves dos dois canais são mesclados.



**ACIMA:** outra solução consiste em empregar um sistema de amplificação normal e, em sua saída, dividir o espectro de frequências, conduzindo depois o som para as caixas respectivas.

**ABAIXO:** a terceira solução emprega uma cadeia normal de amplificação e pode poupar um alto-falante de graves. Esse método utiliza um transformador para mesclar os graves dos dois canais.





clados em um transformador, cujo secundário está ligado a apenas um alto-falante de graves. Também pode-se empregar um alto-falante que comporte duas bobinas móveis com terminais separados e apenas um cone (mas não se trata de um alto-falante coaxial). O sentido do enrolamento, nesse alto-falante, é feito de maneira que o cone responde ao movimento, produzindo um sinal que é a soma dos sinais introduzidos nas bobinas móveis. Desse modo, consegue-se um sistema bastante versátil.

Talvez, o primeiro sistema seja o de melhor resultado entre os três. O motivo é que a separação de frequências é feita de forma que a mistura entre canais é mínima. Esse efeito extremo também pode ser conseguido com o segundo método, ainda que seja necessário um alto-falante a mais. No terceiro método, como existem circuitos elétricos comuns aos dois canais (o transformador), é sempre mais difícil evitar que haja alguma mistura entre eles. Por isso, a diafonia pode ser maior que nos dois casos anteriores.

### A terceira via

Às vezes, tem-se a sensação de que um sistema convencional de duas vias separadas cria um "agulheiro" sonoro no centro, entre as duas caixas acústicas. Para evitar essa sensação, recorre-se a uma terceira via de amplificação, à qual se entrega uma mistura dos dois canais. Essa terceira via, além da caixa, possui um amplificador próprio. Geralmente, mescla-se apenas a faixa de médios e altos e a reprodução sonora é feita em um nível inferior ao dos canais principais.

O efeito acústico que essa mesclagem fornece ao ambiente é aproximar do centro (ponto onde se encontra o ouvinte) o som irradiado pelas caixas laterais. Assim, os ouvidos percebem o sinal da caixa lateral e da caixa central, situando a origem dos sons em um ponto intermediário entre elas.

Alguns equipamentos amplificadores incorporam um comando, em geral situado no pré-amplificador, que realiza essa mesclagem entre os canais, de forma que cada canal reproduz seu próprio sinal e uma parte (que pode ser

graduada) dos sinais do outro canal. Com isso, consegue-se o mesmo efeito de aproximação do centro.

A terceira via, portanto, tem o inconveniente de exigir novos equipamentos e caixas.

### Efeitos espaciais

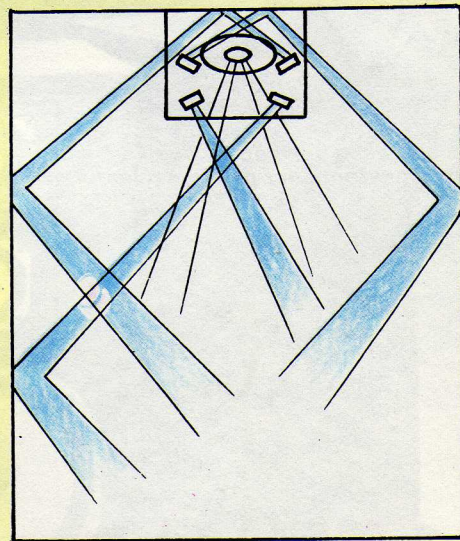
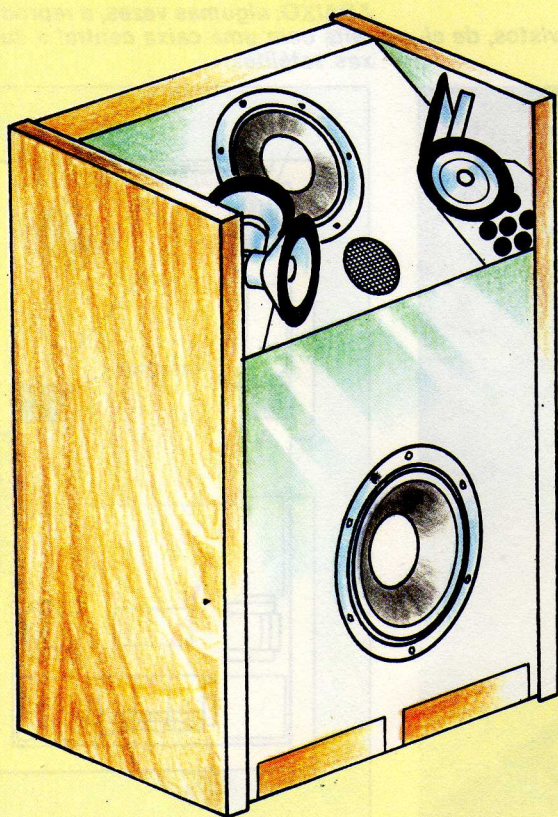
Em uma apresentação ao vivo de qualquer música, o som chega até os ouvintes diretamente dos instrumentos musicais e indiretamente por reflexão nas paredes e no teto, dando a impressão de se estar "submerso" em ondas sonoras.

Quando é feita a reprodução do som de uma dessas apresentações musicais, dispomos apenas das fontes sonoras que são as caixas acústicas.

O efeito sonoro conseguido com as caixas dirigidas para a zona de audição não é capaz de dar suficiente naturalidade para a reprodução. Portanto, o ouvinte não se sentirá nesse "mar" de sons que é uma sala de apresentações musicais.

Para resolver essa falta de naturalidade, foram colocados vários alto-falan-

**ABAIXO: em uma apresentação ao vivo, o som chega diretamente ao ouvinte e também refletido por paredes e tetos, dando a ele a sensação de estar rodeado por fontes sonoras.**



EFEITO ESPACIAL



tes nas caixas acústicas, voltados para diferentes direções. Assim, o som emitido por eles não chega diretamente ao ouvinte, mas só depois de ser refletido nas paredes e no teto da sala de audição. Com isso, chega-se mais perto das condições que ocorrem em um teatro. Basicamente, são os sons médios e agudos que voltam, depois de refletidos, até o ouvinte. Os sons baixos, com sua pouca direcionalidade, irradiam-se diretamente pelo ambiente.

Para comprovar se esses sistemas funcionam realmente, deve-se primeiro saber como foi gravada a música que será reproduzida. Se se trata de um acontecimento gravado ao vivo, os sons geralmente são captados com um par de microfones omnidirecionais (que recolhem sons por igual, a partir de qualquer direção). Se há apenas um par de microfones, chegarão até ele tanto sons diretos como sons refletidos, de maneira que irá recolher o som que um ouvinte escutaria se também estivesse no mesmo lugar. A relação de amplitudes e fases de todos os sons chegará ao microfone de forma natural.

Na hora de reproduzir, o efeito das reflexões nas paredes e no teto já está incluído na gravação; assim, o som pro-

duzido pela caixa chega diretamente ao ouvinte e ele percebe, com igual naturalidade, o que ocorria na sala de espetáculos. A única condição que precisa ser considerada é que as caixas devem estar situadas na mesma posição relativa dos microfones.

Quando reproduzimos esse som nas caixas acústicas, novas relações entre as amplitudes e as fases dos sons são introduzidas que não correspondem ao que foi recolhido pelos microfones. Desse modo, a sensação de som "espacial" será muito maior, porém o som que está sendo escutado não é idêntico ao que foi gravado.

Se a gravação é de estúdio, onde o som de cada instrumento é gravado separadamente ou em pequenos grupos, o som será natural ou não dependendo da mesclagem feita no estúdio. Nesse caso, é possível que as caixas acústicas dêem uma sensação maior de naturalidade.

De qualquer modo, são os ouvidos de cada um que decidirão sobre a qualidade e a fidelidade do som. Por isso, ouvir a gravação na sala que vai ser comumente utilizada para audição é a melhor forma de decidirmos e escolhermos o componente do sistema de áudio que mais se adapta ao nosso gosto.

### **Num sistema estereofônico, é importante colocar em fase as caixas acústicas?**

*Sim; se uma caixa reproduz os sons com a mesma amplitude que a outra caixa, porém com fase oposta, os sons chegam ao ouvinte como se a fonte sonora tivesse sido deslocada para um lugar diferente do que ocupava durante a gravação.*

### **Por que é fácil discernir pela audição a direção das notas médias e agudas em relação às notas graves?**

*Porque os sons de baixa frequência difundem-se em todas as direções, enquanto os sons médios e agudos possuem maior direcionalidade.*

### **Que vantagens apresenta o sistema de satélites?**

*Esse sistema permite o efeito estereofônico mesmo que não haja espaço para a colocação de duas caixas acústicas grandes, pois requer só uma caixa volumosa e duas caixas pequenas.*

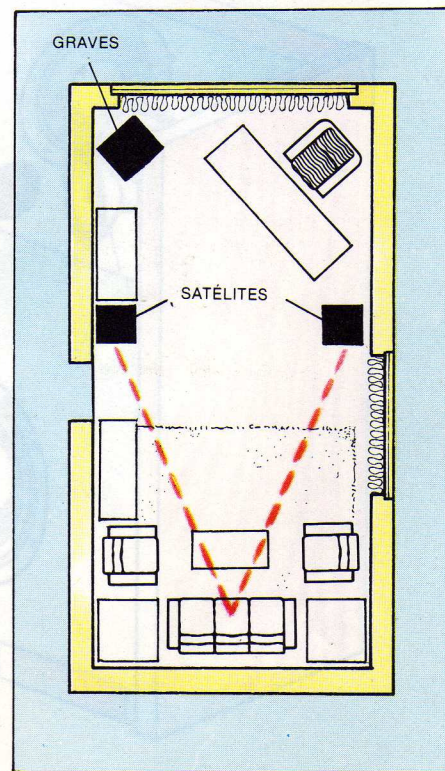
### **Qual é a melhor forma para escolhermos o sistema de áudio que mais se adapta ao nosso gosto?**

*É ouvirmos uma gravação de música numa sala comumente usada para audição. Afinal, são os ouvidos de cada um que vão decidir a qualidade e a fidelidade do som.*

**ABAIXO: caixas acústicas estereofônicas de fabricação nacional. São vistos, de cima para baixo, os alto-falantes para baixa, média e alta frequências.**



**ABAIXO: algumas vezes, a reprodução é feita com uma caixa central e duas caixas satélites.**





# O GRAVADOR (1)

*O gravador é um aparelho que complementa e sofisticava as possibilidades de qualquer equipamento de som. Possui uma dupla função — gravação e reprodução — e suas aplicações abrangem desde o lazer até as atividades profissionais. Aqui, você vai conhecê-lo melhor.*

Os gravadores são aparelhos cujo princípio de funcionamento consiste na gravação e reprodução de som sobre um elemento básico denominado fita magnética.

Antes de analisarmos como funciona o equipamento do gravador, descreveremos algumas características essenciais das fitas magnéticas.

Essas fitas são constituídas por uma fina película plástica de poliéster, material excelente quanto à estabilidade e flexibilidade, sobre a qual se acha depositado um filme uniforme de óxido de ferro nas fitas convencionais ou de outros materiais ferromagnéticos nas fitas sofisticadas.

As dimensões das fitas variam de acordo com o tipo de gravador em que serão utilizadas e são padronizadas quanto à largura e espessura.

A largura total da fita pode ser utilizada para uma única trilha de gravação ou ser composta por várias faixas longitudinais, cada uma correspondendo a uma trilha. O caso mais comum é o da fita cassete, com largura padrão de 3,8 mm e que, nos equipamentos estereofônicos, tem apenas quatro trilhas: duas superiores e duas inferiores.

A fita magnética é utilizada de modo que sejam gravadas ou lidas as trilhas superiores no sentido do avanço e as trilhas inferiores no sentido contrário, quando se inverte o cassete.

O processo de gravação da fita magnética consiste em provocar uma magnetização permanente na fita por meio de um fator externo, que é a cabeça ou cabeçote de gravação. A magnetização permanente orienta as partículas de material em direções e amplitudes determinadas, que dependem do campo magnético produzido pelo cabeçote. Esse campo, por sua vez, é produzido pelo sinal elétrico que está sendo gravado.

Durante o processo de reprodução, a fita passa diante de um cabeçote leitor sobre o qual atua o campo magnético da fita, induzindo sobre ela um sinal que, convenientemente amplificado, restitui os sons originais.

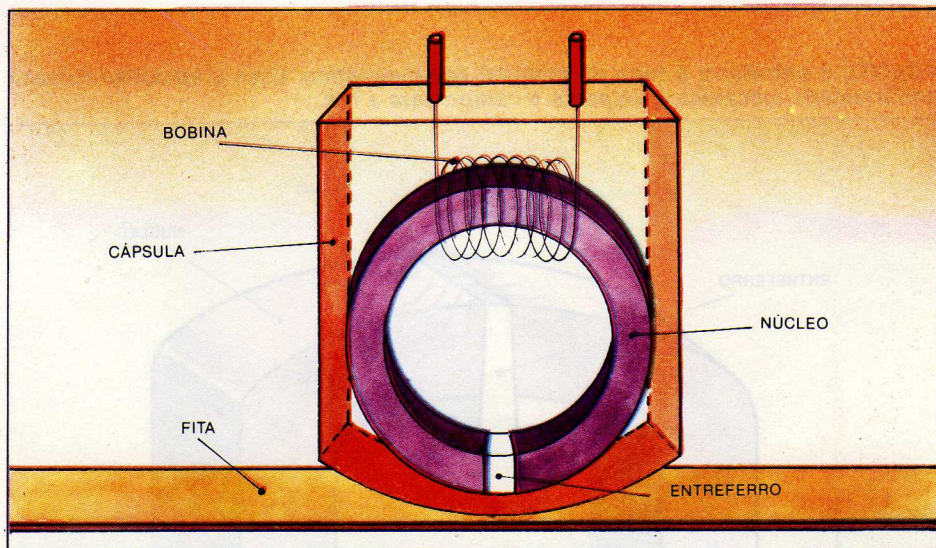
O equipamento magnetofônico divide-se em duas partes distintas que são o circuito ou os circuitos eletrônicos (incluindo os cabeçotes e os sistemas de regulação da velocidade) e o conjunto de mecanismos de acionamento da fita. A primeira parte, constituída por todo o conjunto eletrônico, tem seu primeiro e último elo nos cabeçotes magnéticos. Os cabeçotes, dependendo da função, são de três tipos: para gravar, reproduzir e apagar a fita. Hoje, a grande maioria dos gravadores utiliza apenas dois cabeçotes: um para gravação/reprodução e outro para a função de apagar.

## O cabeçote magnético

O cabeçote magnético é, essencialmente, um eletroímã com um núcleo,

de forma mais ou menos circular para que seus pólos fiquem bastante próximos. Nesse núcleo está enrolada uma bobina, pela qual passa a corrente de áudio que gera o campo magnético. A zona compreendida entre os dois extremos chama-se entreferro e é atravessada pelas linhas de força do campo criado. Apresentados os componentes do cabeçote, passemos, primeiramente, ao estudo do **núcleo**.

Atualmente, o núcleo do cabeçote, em função do melhor rendimento, não é mais constituído por uma peça única. São construídos dois seminúcleos, cada qual com uma bobina ligada em série. Os seminúcleos equivalem a dois eletroímãs colocados em série. Em consequência dos dois seminúcleos, existem dois entreferros: o entreferro posterior, que torna, em grande medida, o cabeçote imune aos campos exteriores, e o entreferro anterior, por onde correrá a fita. A largura e o acabamento do entreferro anterior são fundamentais para se conseguir uma boa



**ACIMA: configuração esquemática de um cabeçote magnético.**



qualidade de gravação e reprodução. Nesse tipo de cabeçote, para economia de espaço, o formato é circular, mas aplainado e mais retangular. Os seminúcleos do cabeçote são construídos com chapas de material paramagnético, geralmente mumetal (liga de ferro e níquel), com espessura muito reduzida, às quais se dá forma por estampagem e posterior recozimento a alta temperatura em atmosfera inerte. Assim, são obtidas as características magnéticas e mecânicas exigidas. Essas placas são sobrepostas formando, assim, o núcleo magnético do cabeçote. A construção estratificada em lâminas tem por objetivo limitar as perdas por correntes induzidas no núcleo, quando este é submetido a um campo magnético variável. Como já vimos, ao aplicarmos um campo magnético num núcleo, induzimos correntes elétricas parasitárias nele. Ao circular pelo material do núcleo, essas correntes elétri-

cas alternadas produzem um calor que irá se irradiar para o exterior, criando uma fonte de perdas que afetará o comportamento do campo magnético. As correntes induzidas no núcleo são chamadas de correntes de Foucault. Na laminação, as chapas são isoladas entre si restringindo, dessa forma, a circulação das correntes de Foucault. O processo de recozimento das lâminas do núcleo é importante para que ele obtenha dureza, já que o atrito da fita irá produzir constante abrasão no cabeçote.

O surgimento das fitas de cromo e, mais recentemente, das fitas de metais mais abrasivos que o óxido de ferro, levou à fabricação de cabeçotes com ligas mais resistentes e duras. Essas ligas constituem os cabeçotes denominados longa vida (**long-life**, em inglês). Alguns equipamentos possuem cabeçotes de ferrita, material cerâmico magnético de características mecâni-

cas excelentes quanto à dureza, além de ser pouco sensível às perdas por correntes de Foucault. O problema da ferrita é a mecanização: por ser extremamente dura, é muito difícil de ser trabalhada. O entreferro do cabeçote mede apenas alguns microns e a operação, conseqüentemente, é muito delicada. Por esse motivo, somente os equipamentos muito sofisticados possuem cabeçotes de ferrita.

Na maioria dos casos, os cabeçotes para apagar são construídos com ferrita, pois o seu entreferro, possuindo uma espessura de décimos de milímetros, não precisa de bordas rigorosamente precisas.

Os cabeçotes de ferrita são os mais duros e têm uma vida útil bastante longa. Porém, é sempre arriscado falar da duração dos cabeçotes, pois ela depende do tratamento recebido e dos tipos de fita utilizados. Como foi dito, as fitas de dióxido de cromo, devido à sua constituição, são mais abrasivas que as outras. Em geral, as fitas que são constituídas por molibdênio correm mais suavemente pelo cabeçote. Por outro lado, as fitas de má qualidade são bastante abrasivas.

Podemos calcular a duração dos cabeçotes convencionais em mais de 1000 h, utilizando-se fitas de óxido de ferro de boa qualidade. A maioria dos equipamentos, porém, possui cabeçotes longa vida, de maior duração. De qualquer forma, 1000 h representam quase três anos, usando-se o equipamento diariamente por 1 h.

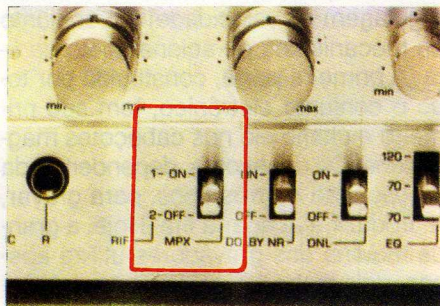
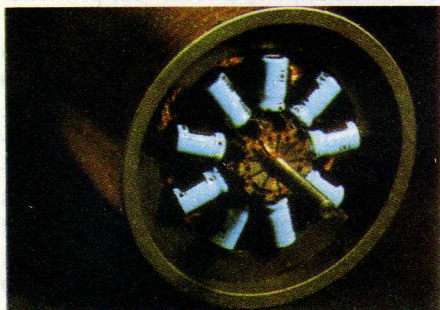
Analisemos, agora, a **bobina** e o **entreferro**, os dois componentes que completam a estrutura do cabeçote magnético do gravador.

## A bobina e o entreferro

As bobinas ficam situadas no núcleo. Com dois seminúcleos, teremos duas bobinas ligadas em série. O campo magnético criado dependerá das características das bobinas.

Por outro lado, os entreferros são feitos com materiais não-magnéticos (cobre/berílio ou óxido de silício), para se conseguir uniformidade mecânica e maior eficiência. Esses materiais, como todos os materiais não-ferromagnéticos, tendo maior relutância magnética, dispersam o campo magnético para fora do entreferro, conseguindo maior penetração na fita.

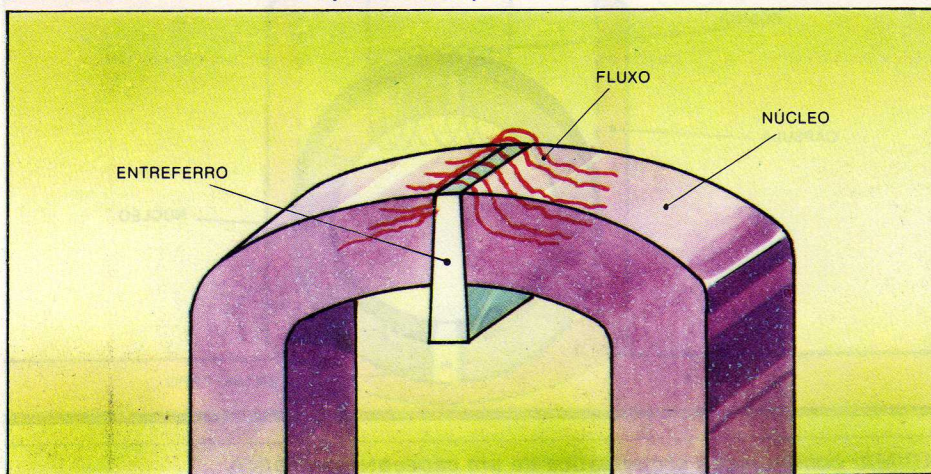
Em alguns cabeçotes de gravação, é introduzido no entreferro um material



**ACIMA:** a qualidade e a regulagem dos motores influem decisivamente no funcionamento dos gravadores.

**ACIMA:** o filtro MPX é empregado para eliminar o sinal piloto de 19 KHz das emissões de FM em estéreo.

**ABAIXO:** o entreferro é feito de material não-magnético. Esse dispositivo fornece uniformidade mecânica e dispersa o campo para a fita.





condutor que aumenta o desvio para o exterior das linhas de força geradas no núcleo.

Esse conjunto é encapsulado com matéria plástica e coberto por uma camada metálica que proporciona a blindagem necessária contra os campos exteriores. A blindagem é fundamental durante a gravação pois, sem ela, os sinais parasitas induzidos no cabeçote do gravador passariam para a fita. Além disso, nos aparelhos cassete há guias mecânicas para que a fita deslize na posição correta.

Finalmente, a parte frontal do cabeçote é retificada e polida até se conseguir uma superfície espelhada pela qual a fita deslizará com facilidade.

Do ponto de vista magnético, os materiais em geral podem ser caracterizados por sua relutância (conceito semelhante ao de resistência elétrica). Quanto menor for a relutância, melhor condutor do campo magnético será o material. Assim, o núcleo do cabeçote magnético é melhor condutor que o entreferro, pois a sua permeabilidade (conceito semelhante ao de condutividade elétrica) é muito mais elevada. Portanto, as linhas de força do campo atravessarão a área do entreferro com certa dificuldade, em seu trajeto de um pólo a outro.

Já que a fita é um material ferromagnético de alta permeabilidade e, portanto, de baixa relutância, quando ela passa na frente do cabeçote, roçando exatamente na área do entreferro, oferece ao campo um caminho mais fácil que o do entreferro. Conseqüentemente, as linhas de força entram na fita, magnetizando as suas partículas.

Durante a gravação, a fita sofre os efeitos, em seu trajeto pelo entreferro, do

campo magnético que ele difunde. Esse campo magnético provoca a magnetização das partículas magnéticas do filme depositado sobre a fita. Essa magnetização se torna definitiva quando a fita deixa o entreferro. Por isso, é muito importante que a borda posterior ou de saída do entreferro seja perfeitamente lisa.

### Resposta em frequência

O ciclo completo de um sinal senoidal é gravado na fita, ocupando um comprimento que dependerá da velocidade dela. Assim, um sinal de 100 Hz leva 1/100 s para realizar uma alternância completa. Se a fita circula a 9,5 cm/s, o sinal de 100 Hz ocupará um comprimento  $C = 9,5 \times 1/100 = 0,095$  cm (o espaço percorrido é igual ao produto da velocidade pelo tempo empregado). Se a fita se move a 19 cm/s, o sinal ocupará 0,19 cm, e se o faz a 4,75 cm/s, o sinal ocupará 0,0475 cm. Se a frequência fosse de 10 KHz, a velocidade de 9,5 cm/s gravaria um sinal  $C = 9,5 \times 1/10000 = 0,00095$  cm =  $9,5 \mu$  de comprimento de fita.

O comprimento de fita gravada é função direta da velocidade da fita e inverso à frequência. Assim, a situação mais desfavorável ocorre com altas frequências. Isso é muito importante na hora de reproduzir, pois a largura do entreferro de reprodução deve ser suficientemente pequena para conter menos de um comprimento de onda, seja qual for a frequência.

Quando aparece um ciclo completo no entreferro, a magnetização é nula e não se obtém sinal, já que os pequenos ímãs formados na fita induzem campos contrários de igual magnitude que se anulam reciprocamente. Por esse mo-

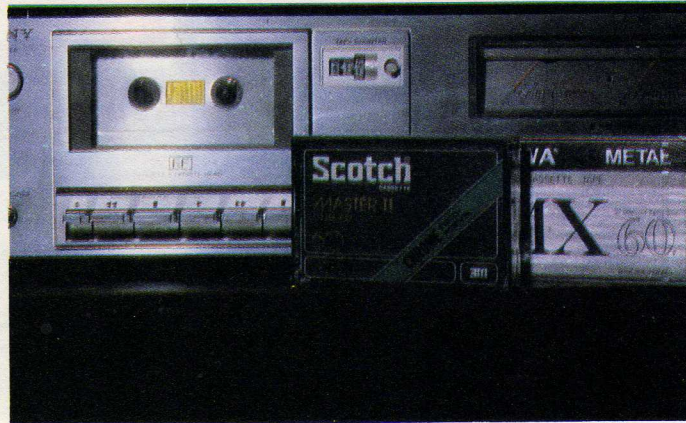
tivo, seria ideal que a largura do entreferro fosse inferior à metade do comprimento de onda da frequência mais alta gravada. Assim, não ocorreria nenhum efeito de anulação.

Obtemos, com o que foi analisado, várias magnitudes relacionadas: velocidade de arrasto, frequência gravada que queremos reproduzir e largura do entreferro.

Suponhamos que a velocidade da fita é constante: 9,5 cm/s, por exemplo. Vejamos qual deve ser a largura do entreferro para podermos reproduzir um sinal de frequência de 10 KHz. À velocidade de 9,5 cm/s, os 10 KHz ocuparão  $9,5 \mu$  sobre a fita. Portanto, o entreferro deverá ter  $9,5 \mu$ , no máximo (com o efeito de anulação). Se quisermos chegar até 15 KHz, a largura do entreferro deve ser reduzida a  $6 \mu$ , no máximo, que é o comprimento ocupado de fita. Agora, vamos analisar um gravador cuja largura do entreferro seja de  $8 \mu$ , por exemplo. Até que frequência podemos chegar na reprodução? Se a fita se move a 9,5 cm/s, chegamos a 11 KHz ( $f = 9,5 \text{ cm/s} / 8 \mu = 11,8 \text{ KHz}$ ). Aumentando a velocidade da fita para 19 cm/s, chegamos a 23 KHz, valor superior à frequência audível. Mas se diminuirmos a velocidade para 4,75 cm/s, chegamos apenas a 6 KHz.

Comprovamos, dessa maneira, que a reprodução de altas frequências é obtida com altas velocidades. Por esse motivo, em trabalhos profissionais são utilizadas velocidades de 38 cm/s, o que permite a obtenção de altas frequências sem a utilização de entreferros muito estreitos. Em compensação, para alcançar altas frequências (como 18 KHz, por exemplo) nos aparelhos gravadores cuja velocidade de repro-

**ABAIXO: o surgimento de fitas de cromo e de metal, mais abrasivas que as de óxido de ferro, levou à fabricação de cabeçotes com ligas mais duras. Assim, surgiram os cabeçotes long-life e os de ferrita.**





dução é de 4,75 cm/s, necessita-se de entreferros de 2  $\mu$ .

Esses valores não são fáceis de se conseguir nos processos de fabricação, principalmente se são utilizados cabeçotes longa vida (devido à sua dureza) ou de ferrita (difíceis de mecanizar). Nos primeiros gravadores, o entreferro era de 10  $\mu$ , valor tecnicamen-

te superado. Atualmente, encontram-se entreferros de 6  $\mu$  para a gravação e de 2  $\mu$  para a reprodução. Os cabeçotes para gravação são mais largos para que se obtenha uma melhor magnetização da fita.

A grande maioria dos equipamentos reúnem os cabeçotes de gravação e de reprodução em uma peça, que reali-

za as duas funções. Nesse caso, a largura do entreferro é um valor de convenção (3  $\mu$  ou 4  $\mu$ ) entre os valores ideais de gravação e de reprodução.

## Cabeçotes estereofônicos

A utilização de apenas um cabeçote não permite que se ouça a gravação que está sendo feita, pois as duas funções são simultaneamente incompatíveis. Esse tipo de equipamento é dotado de uma saída de controle paralela ao sinal de entrada, isto é, pode-se ouvir o que está sendo gravado assim como chega, mas não como fica na fita; ouvimos paralelamente ao cabeçote de gravação.

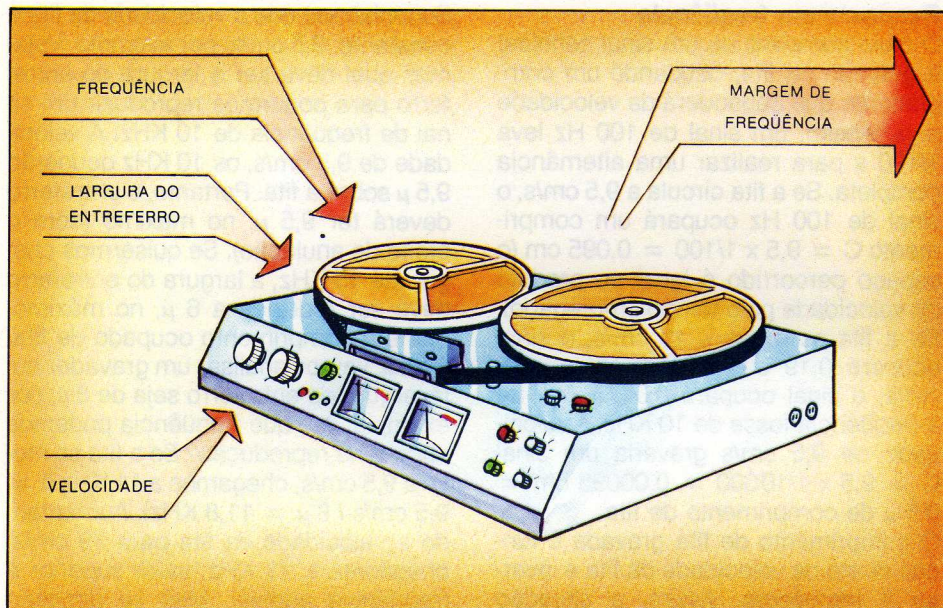
A existência de dois cabeçotes, um gravador e outro reproduzidor, colocados em seqüência, permite a audição ou o controle da gravação realizada instantes antes, conhecendo-se assim o nível e qualidade do sinal gravado. Além disso, permite introduzir novamente o sinal de monitorização na entrada de gravação juntamente com o sinal de gravar, obtendo-se, desse modo, o fenômeno de eco. O efeito de eco é mais ou menos fixado de acordo com a separação entre os cabeçotes de gravação e de reprodução.

A análise apresentada refere-se aos cabeçotes para apenas uma trilha (cabeçotes monofônicos). Atualmente, os equipamentos de alta-fidelidade são estereofônicos e, conseqüentemente, os gravadores também. Como citamos anteriormente, a gravação estereofônica emprega duas trilhas, uma para o canal direito e outra para o esquerdo. Portanto, é necessário um cabeçote de dois entreferros que proporcionem, cada um deles, a informação do canal correspondente.

Esses cabeçotes têm as mesmas características funcionais dos cabeçotes monofônicos. Trata-se de um conjunto de dois núcleos com bobinas, colocados um sobre o outro e separados por uma lâmina não-magnética.

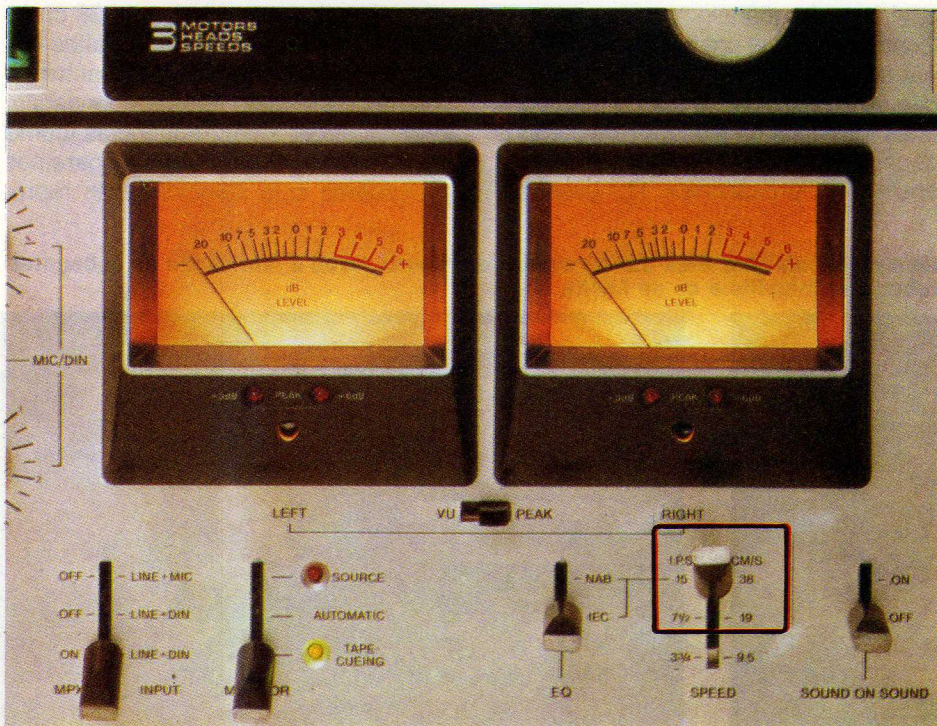
A blindagem de separação entre cada núcleo é fundamental para evitar que o sinal de um grupo de bobinas se induza no outro. Se isso ocorresse, o sinal que se pretende gravar apenas em uma trilha apareceria também na outra, ainda que com um nível menor. Esse fenômeno de aparecimento do sinal de um canal em outro canal recebe o nome de diafonia.

Nos equipamentos de alta-fidelidade, exige-se que a interferência de um ca-



**ACIMA:** durante a reprodução, surgem três grandezas relacionadas: a velocidade da fita, a freqüência e a largura do entreferro.

**ABAIXO:** com altas velocidades são reproduzidas altas freqüências. Por isso, em trabalhos profissionais, geralmente utiliza-se a fita com a velocidade de 38 cm/s.





nal em outro seja ínfima, mesmo que sempre exista certa interação. Atualmente, consegue-se que o nível do sinal não-desejado seja muito menor que o do sinal útil. A diferença de sinais pode chegar a 60 dB (1 000 vezes menor). Não são apenas os cabeçotes estéreo-fônicos (isto é, os que levam blindagem entre os dois núcleos) que precisam de dois canais, mas, em geral, todos os cabeçotes com múltiplas trilhas.

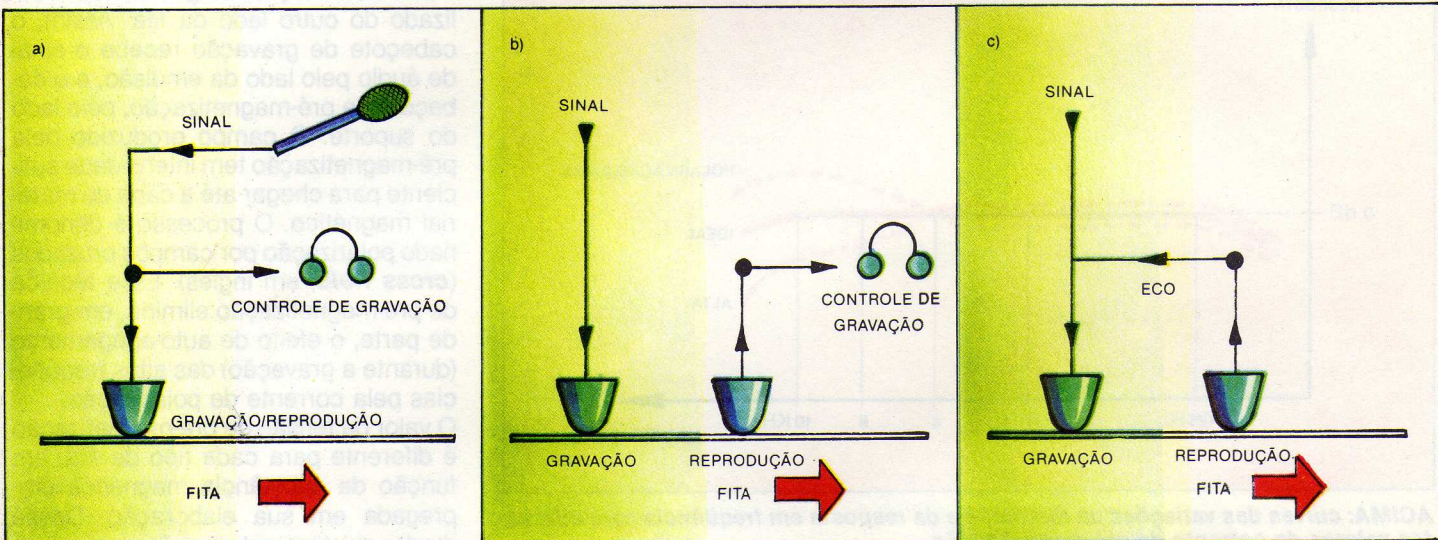
**O oscilador de apagamento**

Já vimos que é preciso submeter as fitas a um processo de apagamento, antes de proceder à sua gravação, durante a qual se deve sobrepor uma corrente de alta frequência ao sinal de áudio. Para isso, é necessário dispor de cir-

cuitos osciladores com capacidade de fornecer as tensões de alta frequência. A corrente para apagar também pode ser uma corrente contínua, mas esse recurso, devido ao nível de ruído que comporta, só é utilizado nos ditafones e nos aparelhos cassete de baixa qualidade.

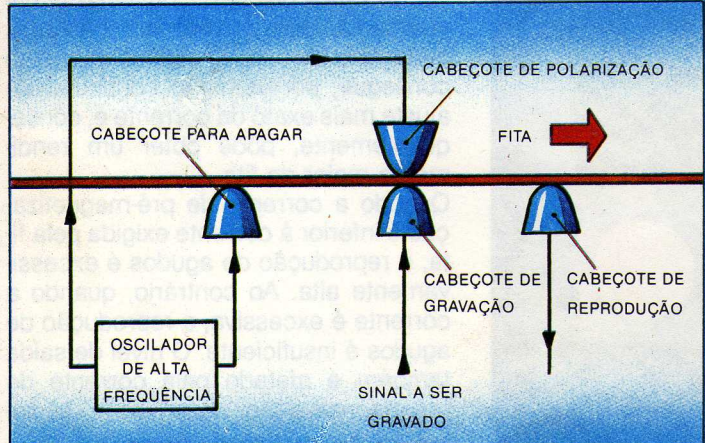
Em geral, utiliza-se um oscilador de alta frequência, que proporciona os sinais necessários. Esses sinais têm a mesma frequência, variando apenas o seu nível. A frequência utilizada varia entre 40 KHz e 120 KHz, de acordo com o tipo de gravador, e deve ser, pelo menos, três vezes superior à frequência máxima que o equipamento é capaz de reproduzir. Nos equipamentos estéreo-fônicos, além disso, é preci-

so evitar possíveis interferências do sinal piloto de 19 KHz das emissões de FM em estéreo e, também, a interferência produzida pelos próprios sintonizadores de 38 KHz. Por esse motivo, nesse tipo de gravador, a frequência situa-se acima de 70 KHz. Não importa que seja alta demais, para evitar batimentos entre ela e os sinais de radio-freqüência dos sintonizadores, que poderiam produzir ruídos. Alguns aparelhos dispõem de um comando de supressão de batimentos (**beat-cut**, em inglês), que permite deslocar um pouco o valor da frequência do oscilador, para eliminar o batimento. Os aparelhos também podem dispor de um filtro, denominado filtro MPX, para eliminar a frequência do sinal piloto de FM.

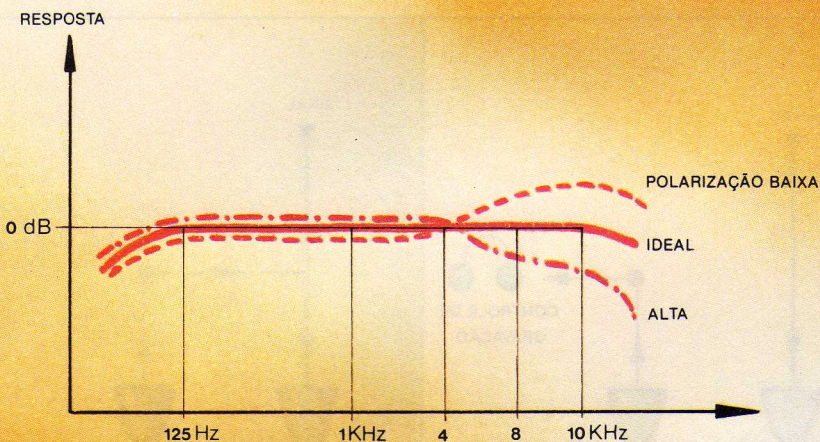
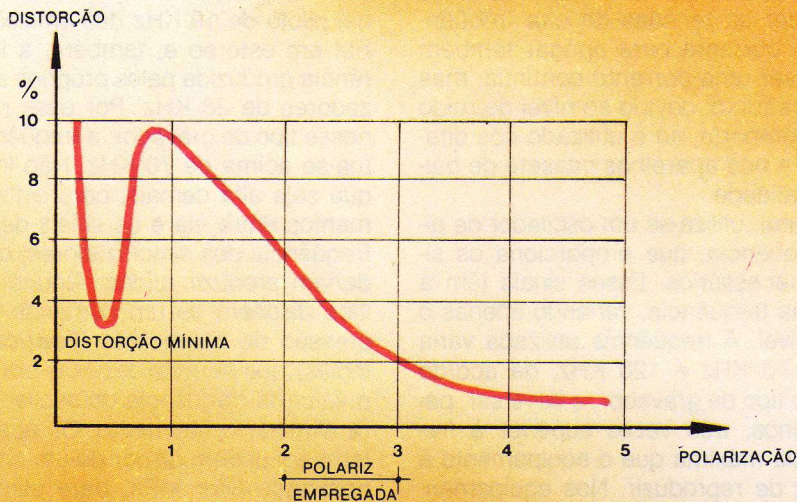


**ACIMA:** a utilização de um único cabeçote não permite que se ouça a própria gravação enquanto está sendo feita: a) ouvimos o sinal assim que chega, mas não como fica registrado; b) os aparelhos dotados de dois cabeçotes não têm esse problema, pois reproduzem o sinal imediatamente após a gravação; c) além disso, esses aparelhos permitem a entrada de um certo nível de reverberação ou de eco, pois o sinal já gravado pode ser introduzido de novo no cabeçote de gravação.

**ABAIXO:** em alguns gravadores de carretel, aplica-se a pré-magnetização de um cabeçote, localizado em frente ao cabeçote de gravação, ao outro lado da fita. Esse processo de polarização é conhecido como campo cruzado (cross field).







ACIMA: curvas das variações da distorção e da resposta em frequência para diferentes valores da corrente de pré-magnetização.

ABAIXO: durante a gravação, é fundamental controlar a quantidade de sinal que chega aos cabeçotes. Para isso, recorre-se aos indicadores de nível.



Um oscilador é constituído por um elemento ativo, geralmente um transistor, e uma rede passiva de realimentação que proporciona a frequência desejada com os valores de seus componentes (resistores, capacitores e indutores). Desse oscilador é obtida a corrente para apagar e a corrente para pré-magnetização ou polarização. A primeira é enviada ao cabeçote de apagar, depois que o seu valor é controlado por um resistor de ajuste. A tensão de pré-magnetização, com o seu valor também ajustado, mistura-se ao sinal de áudio a ser gravado e ambos são aplicados ao cabeçote de gravação.

Em alguns gravadores de carretel, a pré-magnetização é aplicada a partir de um cabeçote especial, colocado na frente do cabeçote de gravação e localizado do outro lado da fita. Assim, o cabeçote de gravação recebe o sinal de áudio pelo lado da emulsão, e o cabeçote de pré-magnetização, pelo lado do suporte. O campo produzido pela pré-magnetização tem intensidade suficiente para chegar até a capa de material magnético. O processo é denominado polarização por campos cruzados (**cross field**, em inglês). Essa técnica de pré-magnetização elimina, em grande parte, o efeito de auto-apagamento (durante a gravação) das altas frequências pela corrente de polarização.

O valor da tensão de pré-magnetização é diferente para cada tipo de fita, em função da substância magnética empregada em sua elaboração. Desse modo, existem polarizações para fitas de ferro, cromo, metal e outras substâncias. Além disso, em um mesmo tipo de fita também existem diferenças nos valores ótimos da corrente de polarização, de acordo com as marcas encontradas no mercado.

O comando de polarização (bias) pode ser de saltos discretos, ou variar continuamente, com zonas marcadas para cada tipo de fita. O último processo consegue, por variação contínua, um ajuste mais exato da corrente e, conseqüentemente, pode obter um rendimento maior da fita.

Quando a corrente de pré-magnetização é inferior à corrente exigida pela fita, a reprodução de agudos é excessivamente alta. Ao contrário, quando a corrente é excessiva, a reprodução de agudos é insuficiente. O nível de saída também é afetado pela corrente de pré-magnetização, assim como a distorção. No gráfico da página 980, po



de-se ver como a reprodução sonora e a distorção variam com a corrente de polarização.

Quanto à distorção, há um ponto que é o de distorção mais baixa, mas é muito instável: uma pequena variação da corrente provoca o aumento rápido da distorção. Elege-se como ideal o ponto de maior polarização, mas evita-se chegar a valores mais altos (embora a distorção teórica seja menor) porque a fita ficaria saturada, ainda que com sinais débeis.

Se o gravador é dotado de cabeçotes separados para a gravação e a reprodução, cada função necessitará de um amplificador com o seu equalizador. Se o equipamento é de carretel, terá velocidades diferentes e a equalização diferirá de acordo com a velocidade de arrasto. Portanto, serão necessárias várias redes de equalização, selecionadas simultaneamente com a velocidade. Além disso, podemos selecionar o tipo de fita (ferro, cromo, ferro-cromo e outros). Cada tipo precisará de uma equalização diferente e, conseqüentemente, de um equalizador diferente, também.

Do ponto de vista do circuito, não são necessários circuitos totalmente independentes para cada equalização, pois para variá-la, pode ser suficiente comutar algum resistor e/ou capacitor.

Quando o equipamento tem apenas um cabeçote para as funções de gravação/reprodução, ele não poderá ser usado simultaneamente para as duas funções. Nesse equipamento, emprega-se apenas um amplificador para ambas as funções, mudando-se somente a equalização em cada caso. Is-

so pressupõe uma grande liberação de componentes e, portanto, de espaço. Quanto ao oscilador de alta freqüência, é único e dispõe dos ajustes necessários para as correntes de apagar e de pré-magnetização.

### Outros dispositivos

Para evitar os problemas de saturação quando os sinais são gravados com grandes diferenças de nível — como conversações ou gravações em exteriores —, recorre-se a um sistema de controle automático da gravação. Os circuitos desse sistema encarregam-se de manter dentro dos limites o nível dos sinais enviados aos cabeçotes gravadores. Dessa forma, quando o sinal é muito fraco, os circuitos o amplificam antes dele chegar ao cabeçote, e quando o sinal é alto, os circuitos encarregam-se de atenuá-lo. Esses circuitos constituem um amplificador cujo ganho é controlado pelo sinal de saída, de maneira que, quando o sinal baixa além de um certo valor, o ganho do amplificador aumenta, e vice-versa.

Esse dispositivo restringe a dinâmica do sinal e, portanto, é pouco aconselhável para o registro de música, mas é muito útil para a gravação de conversas, entrevistas, reportagens, etc., nas quais o nível aumenta e diminui devido, principalmente, à distância dos interlocutores e aos movimentos do microfone. Obtém-se, com esse dispositivo, uma gravação bastante equilibrada quanto ao volume. O sistema de controle automático de gravação deve ser incorporado à maioria dos aparelhos cassete portáteis.

Para facilitar as gravações, alguns apa-

relhos possuem um sistema limitador que elimina todos os picos dos sinais que ultrapassam o limite de saturação da fita. Ele também diminui a dinâmica, mas em grau menor que o mecanismo citado, pois só atua quando o nível é muito alto. A diminuição da dinâmica é opcional, de maneira que as gravações podem ser feitas por meio de um comutador ou pulsador, com ou sem limitador. O comutador, às vezes, é denominado controle limitador (**limiter**, em inglês).

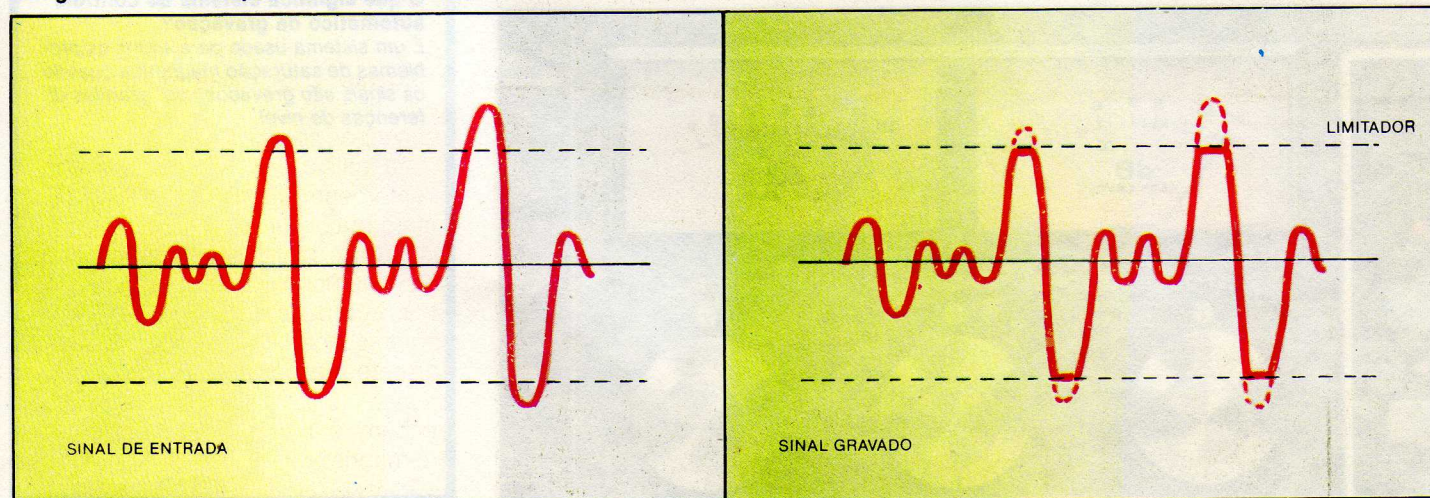
Os equipamentos de alta-fidelidade, com raras exceções, não incluem sistemas de controle automático de gravação. O ajuste, geralmente, é manual e pode ser feito por dois potenciômetros, um para cada canal, ou por um só que ajusta ao mesmo tempo os dois canais. Com esse controle, calibramos as agulhas ou os pontos luminosos dos indicadores, impedindo que eles ultrapassem o valor de 0 dB durante a gravação.

As escalas dos indicadores são calibradas para uma fita padrão; logo, existem fitas que não se saturam nesse mesmo ponto (superam a fita padrão em +1 dB ou mais). Nesse caso, podemos passar para esse valor sem risco, pois não há saturação e, portanto, não surgirão distorções. Podendo gravar um sinal mais alto, conseguimos afastar o sinal útil do nível de ruído, melhorando a relação sinal/ruído.

### Supressão de ruído

A pureza do som está ligada à ausência de ruídos estranhos. Em uma sala de concertos, exige-se o mais absoluto silêncio. Durante as gravações em dis-

**ABAIXO: para eliminar a saturação, alguns equipamentos são dotados de um limitador que corta os picos do sinal, quando eles atingem um nível capaz de saturar a fita.**





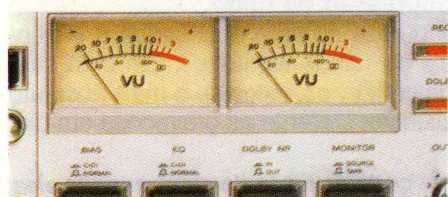
co ou em fita, controla-se o ruído por todos os meios possíveis. Mas, em uma sala doméstica, isso não é fácil e, além disso, aparece inevitavelmente o ruído produzido pelo próprio equipamento de som.

As gravações magnéticas ocasionam um ruído inerente à fita, que podemos fazer com que seja muito fraco diante dos sinais de áudio, mas que não conseguiremos eliminar. Esse ruído cresce em proporção inversa à velocidade; por isso, os equipamentos mais afetados são os de baixa velocidade, isto é,

os equipamentos cassete. Todos conhecem o "sopro" produzido pela fita quando o volume é baixo. Trata-se de um som de frequências razoavelmente altas e diferentes. Assim, é muito difícil eliminá-lo, pois ele afeta toda uma faixa de frequências, e não apenas uma determinada frequência. Desde que os aparelhos cassete surgiram, os fabricantes têm desenvolvido sistemas destinados a minimizar o ruído. Assim, apareceram os sistemas Dolby, DNL, DBX, ANRS e outros. Os mais difundidos são o Dolby e o DNL.



**ACIMA:** os sistemas de redução de ruídos são incorporados principalmente sobre os leitores de cassete, por serem os mais afetados. A causa é a baixa velocidade de arrasto da fita.



**ABAIXO:** antes de começar uma emissão de FM-Dolby, faz-se o aparelho emitir um tom. Com ele, calibra-se a agulha do indicador na posição Dolby. Dessa forma, assegura-se que a fita não será saturada durante a gravação do programa emitido.



## O que são os gravadores?

Os gravadores são aparelhos cujo funcionamento consiste na gravação e reprodução de som sobre um elemento básico denominado fita magnética.

## De que maneira os sons são gravados numa fita magnética?

No sentido do avanço, os sons na fita são gravados ou lidos nas trilhas superiores, enquanto que no sentido contrário, os sons na fita são gravados ou lidos nas trilhas inferiores.

## Em que consiste o processo de gravação de uma fita magnética?

Consiste em provocar uma magnetização permanente na fita por meio de um cabeçote de gravação. Essa magnetização permanente depende do campo magnético produzido pelo cabeçote, que, por sua vez, é produzido pelo sinal elétrico que está sendo gravado.

## Em que consiste o processo de reprodução de uma fita magnética?

Consiste em passar a fita diante de um cabeçote leitor, no qual atua o campo magnético da fita, induzindo sobre ele um sinal que, convenientemente amplificado, restitui os sons originais.

## O que é o cabeçote magnético?

O cabeçote magnético é um eletroímã com um núcleo. Nesse núcleo está enrolada uma bobina, pela qual passa a corrente que gera o campo magnético.

## O comprimento de fita gravada está relacionado com a frequência do sinal gravado?

Sim; o comprimento de fita gravada é proporcionalmente inverso à frequência do sinal gravado. Por exemplo: vamos supor que a fita esteja circulando à velocidade de 10 cm/s. Se o sinal a ser gravado for de 100 Hz, o comprimento de fita gravada será de  $C = 10 \times 1/100 = 0,1$  cm; se o sinal a ser gravado for de 1000 Hz, teremos  $C = 10 \times 1/1000 = 0,01$  cm.

## O que significa sistema de controle automático da gravação?

É um sistema usado para evitar os problemas de saturação magnética quando os sinais são gravados com grandes diferenças de nível.



# SISTEMAS INDUSTRIAIS DE VÍDEO (3)

Neste capítulo, você conhecerá os componentes acessórios que podem ser acoplados às câmaras profissionais, permitindo a obtenção de uma série de recursos e efeitos. Você também conhecerá um estúdio de vídeo e ficará sabendo como funcionam as suas unidades fundamentais: o cenário e a sala de controle.

No capítulo anterior, descrevemos e analisamos a variedade e a qualidade dos tubos de imagem, assim como fizemos algumas referências quanto ao seu tamanho. Prosseguimos, agora, o assunto com uma análise sobre o número de tubos disponíveis nas câmaras em geral.

## Número de tubos

Devido às exigências de qualidade profissional, atualmente as câmaras costumam possuir **três tubos** de imagem, cada tubo correspondendo a uma das três cores complementares. Assim, três imagens complementares são obtidas, coincidentes com a mesma ima-

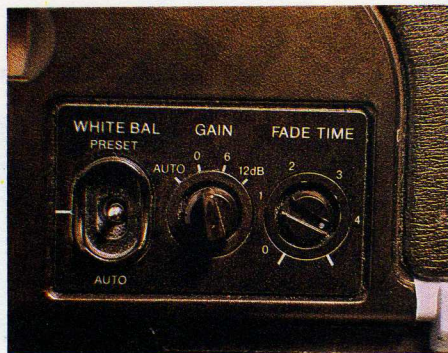
gem captada pela câmara. Cada uma das imagens é obtida por uma seleção feita por elementos ópticos (geralmente, espelhos dicróicos). Assim, são obtidos três sinais que, unidos, levam todas as informações relativas à luz e à cor. Porém, o mais freqüente é a utilização de um circuito codificador, dentro da câmara, que se encarrega de gerar um único sinal, pronto para ser mesclado (mixado) ou gravado (PAL, NISTC ou SECAM).

Em muitas aplicações, as exigências de manuseio fazem com que a câmara deva ser de formato muito reduzido, tanto em peso quanto em tamanho, deixando-se de lado, em parte, alguns

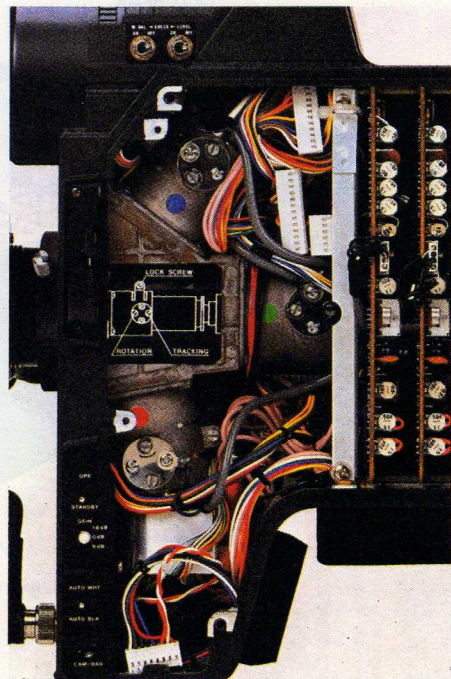
parâmetros de qualidade. Assim, são encontradas câmaras de apenas **um tubo** para aplicações profissionais. Os seus princípios básicos de funcionamento são semelhantes aos das câmaras domésticas. No entanto, nas câmaras profissionais, é necessário que alguns níveis mínimos de qualidade sejam atingidos. A utilização de apenas um tubo limita a definição da imagem, pois, para a mesma informação da imagem, existe uma superfície menor de captação. Para compensar essa característica, as câmaras industriais usam tubos de 1" (2,54 cm), enquanto as câmaras profissionais de três tubos possuem tubos de 2/3" (1,7 cm).



ACIMA: conexão genlock para sincronizar várias câmaras.



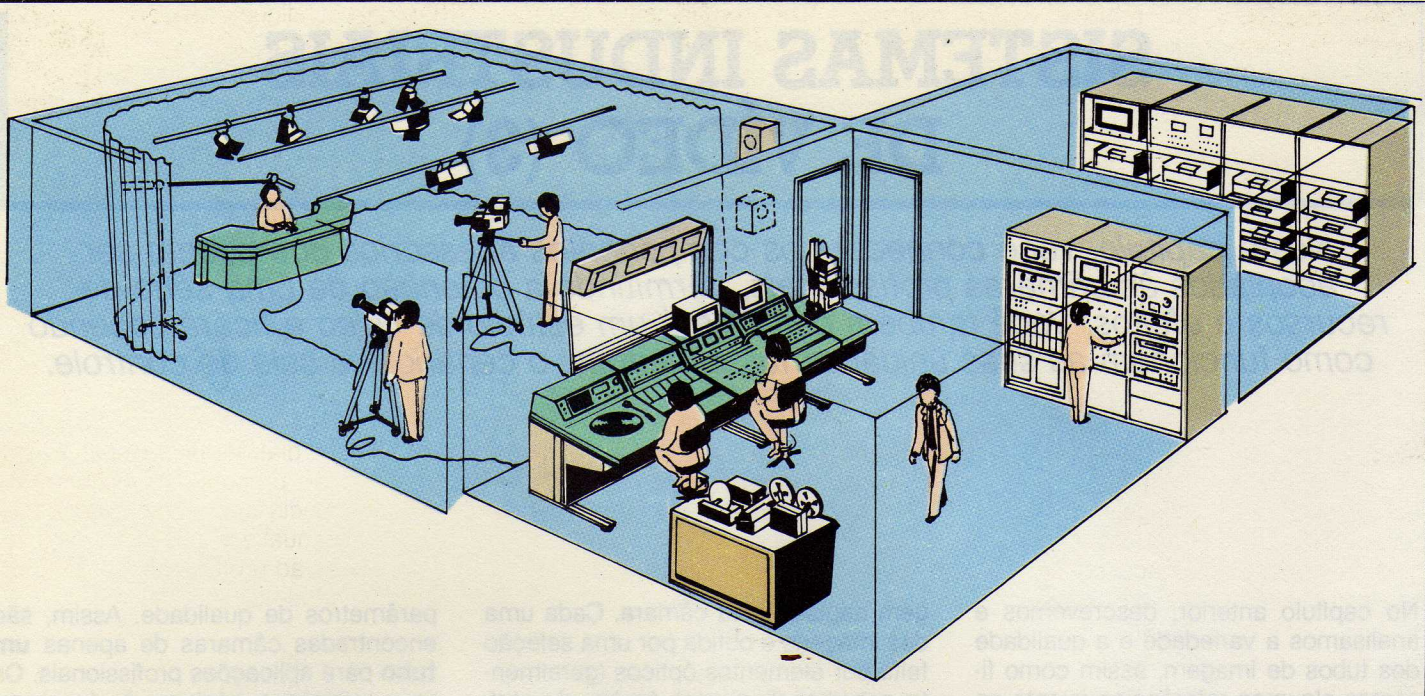
ACIMA: comandos de balanço automático do branco, amplificação de sinal e fusão eletrônica de imagens no corpo de uma câmara profissional.



AO LADO: foto mostrando a disposição dos três tubos de imagem VVA (vermelho, verde e azul) no interior de uma câmara profissional de televisão.

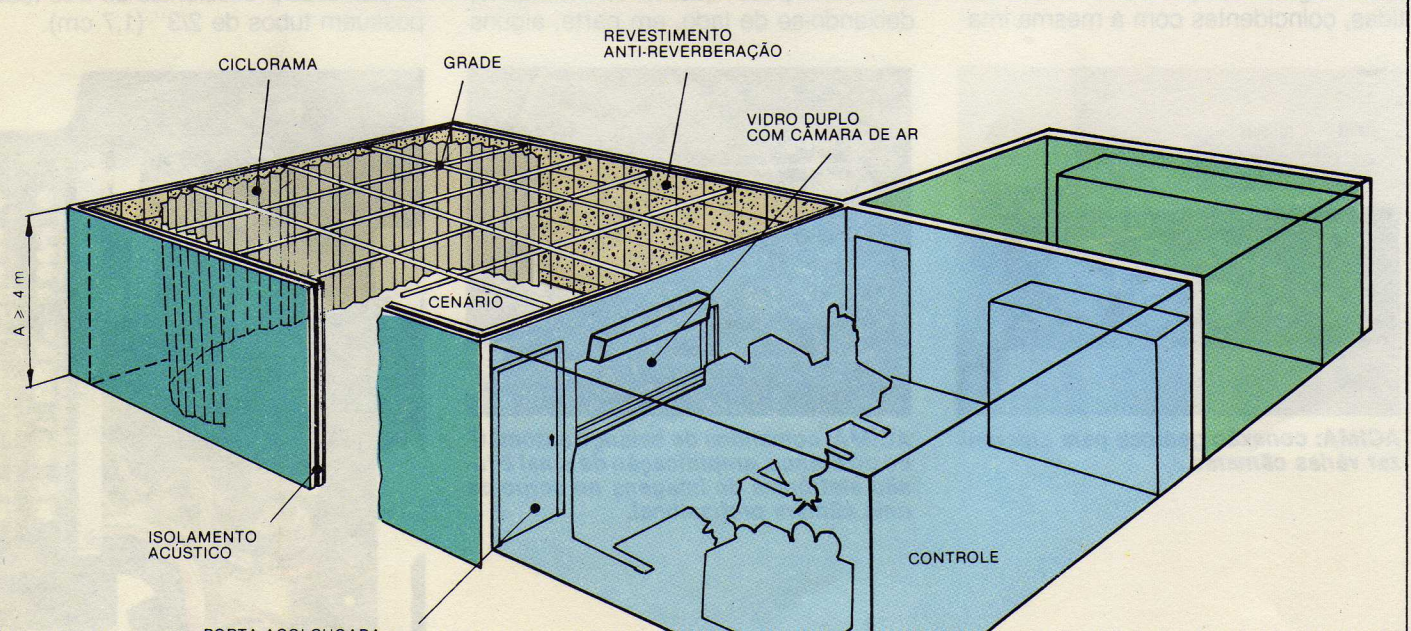


# INSTRUMENTAÇÃO



ACIMA: cenário, sala de controle e cadeia de duplicação em um estúdio profissional de vídeo.

ABAIXO: revestimentos específicos para a construção de um cenário.





**Sistema óptico intercambiável**

Uma característica exigida nas câmaras profissionais é possuir um sistema óptico que possa ser removido, permitindo o seu intercâmbio. Desse modo, pode-se utilizar a óptica adequada à aplicação.

Atualmente, a configuração básica da maioria das câmaras existentes no mercado inclui uma objetiva de óptica variável (**zoom**, em inglês). Porém, há muitas aplicações em que são necessárias desde objetivas com mesmas características, mas com parâmetros diferentes (por exemplo, diversas objetivas do tipo zoom), até objetivas com focos fixos, que podem variar da teleobjetiva à grande angular (olho-de-peixe, macro e outras). As câmaras também podem incluir acessórios ópticos como anéis, foles de extensão e acopladores ópticos para utilizações especiais (telecines, microscopias, endoscopias, telas TRC de tubos de raios

catódicos (**CRT**, em inglês) e outros). Uma óptica que não é intercambiável, como acontece com a maioria das câmaras domésticas, torna inútil o equipamento. Esse é um dos fatores mais importantes de uma câmara profissional. Também os conjuntos ópticos e os acoplamentos devem ser compatíveis entre si (existem vários tipos de montagens como, por exemplo, as montagens em C, em S, em baioneta e outras).

**Ajuste manual e automático**

Assim como acontece na área da fotografia, um equipamento profissional de vídeo distingue-se do equipamento amador basicamente porque os seus ajustes podem ser manuais (independentemente do fato de serem automáticos). Assim, o profissional que maneja o equipamento pode variar os parâmetros à vontade, com o intuito de conseguir efeitos especiais em função do material que vai produzir, e não em fun-

ção das condições médias do equipamento, como ocorre com o funcionamento automático.

Entre os ajustes ópticos, o diafragma (ou íris) é um dos que mais exigem a possibilidade de manejo manual (que é impossível na maioria das câmaras domésticas). Essa necessidade é consequência de, em determinadas tomadas, a iluminação geral não coincidir com o nível luminoso do objeto a ser ressaltado. Ele pode estar mais iluminado que o conjunto — assim, ficaria superexposto — ou menos iluminado — então, ficaria subexposto. Portanto, possuir um diafragma no qual exista uma relação proporcional ou uma interdependência com o foco permite o controle manual dos dois fatores, o que dá chances ao profissional de graduar a profundidade do campo.

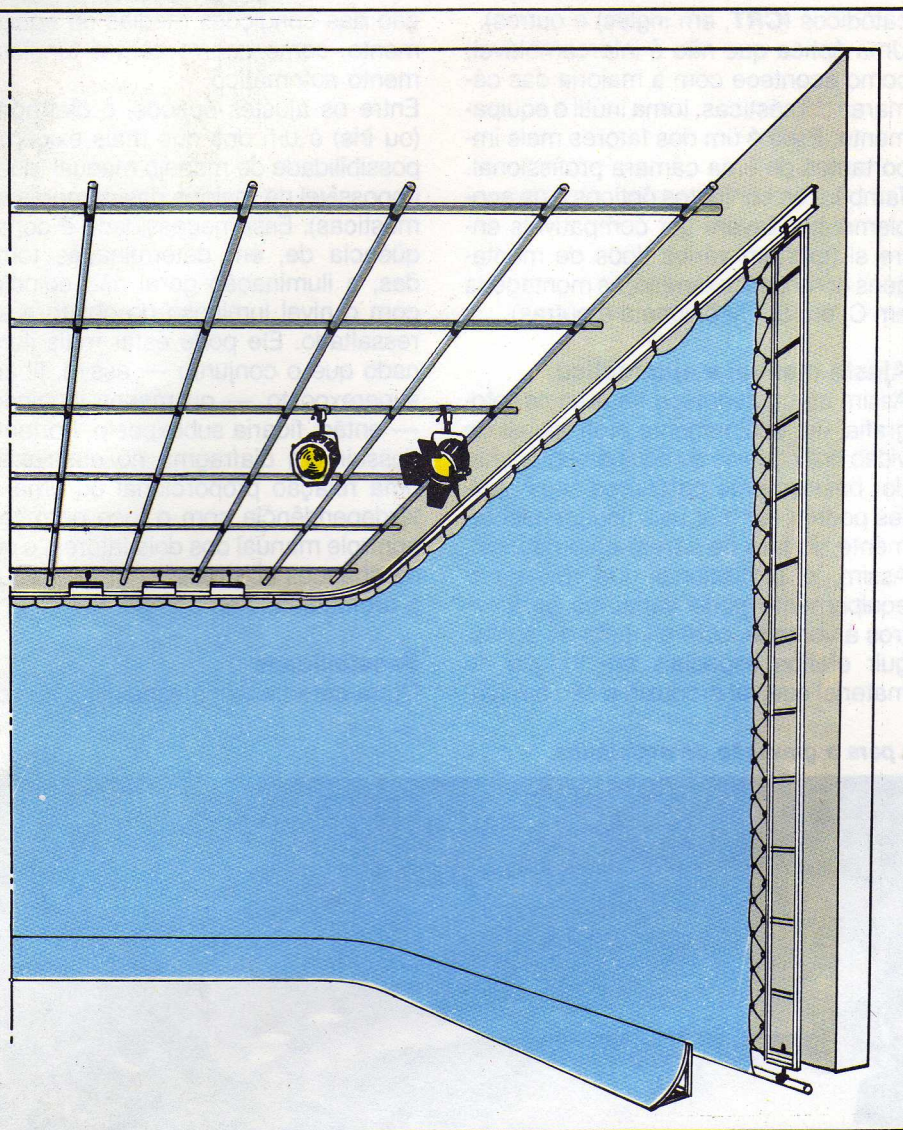
**Sensibilidade**

Outra característica específica das câ-

**ABAIXO: instalação e decoração do cenário para a gravação de noticiários.**







**ACIMA:** suporte do sistema de iluminação. Na parte superior, a rede de barras para a instalação de focos.

**ABAIXO:** detalhe do revestimento acústico de um cenário (placas absorventes nas paredes).



**ABAIXO:** detalhe do piso de um cenário para facilitar o deslocamento das guias.



maras profissionais é o ajuste de sensibilidade de acordo com as condições de iluminação do objeto a ser focalizado. Isso é muito importante nas tomadas com condições insuficientes de iluminação. Nessas condições, com um aumento no ganho do amplificador de vídeo, podemos obter imagens que, sem esse ajuste, não seriam possíveis. Deve-se levar em conta, no entanto, que um ganho maior tem a contrapartida de uma piora razoável na relação sinal/ruído. Por isso, só se recomenda essa técnica quando, devido à iluminação insuficiente, não existe outra forma de se fazer a tomada. O ganho pode ser medido em decibéis e, geralmente, encontra-se em uma escala de 3, 6, 9 e 12 dB.

### Retenção de sincronização

Uma característica básica das câmaras profissionais é a possibilidade de sincronização com outras câmaras, de maneira que se obtenha um programa que seja a mesclagem de sinais provenientes de câmaras diferentes. As câmaras domésticas, ao contrário, são projetadas para serem utilizadas somente como equipamento individual e autônomo.

Há dois sistemas básicos para se conseguir a sincronização entre câmaras. O primeiro sistema consiste em distribuir os sinais de sincronismos diferentes (H. V. Sync., SC, BLK, BF, Pal Pulse), provenientes de um gerador mestre de estúdio, através da unidade de controle de cada câmara e do cabo de



multissinal. Esse sistema de sincronismo externo é apropriado unicamente para câmaras de estúdio e aplicações EFP.

O segundo sistema para sincronização de uma cadeia de câmaras é denominado **genlock** (ou retenção de sinal). Consiste em enviar o sinal de vídeo (ou sinal de **black burst**) de uma das câmaras às outras, de modo que todas elas fiquem sincronizadas eletronicamente em relação à primeira. Isso permite a mesclagem posterior dos sinais, em um mesclador de vídeo.

**Balço do branco e ajuste da temperatura da cor**

A maioria das câmaras profissionais possui um balanço automático do branco. Para um balanço perfeito é necessário tomar um plano de um objeto branco que cubra a totalidade da imagem durante o tempo em que o comando realiza o ajuste (em geral, 2 s ou 3 s). Isso é imprescindível para que a câmara possa equilibrar todos os componentes de cor que são refletidos em sua superfície branca. O balanço do branco corrige o desequilíbrio cromático da luz utilizada na iluminação.

Além do balanço do branco, as câmaras profissionais devem contar com um sistema de correção da temperatura da cor. Essa correção é necessária quando as condições das fontes de iluminação são muito diferentes. Há dois sistemas básicos de ajuste da temperatura da cor: o ajuste eletrônico e os filtros ópticos.

No ajuste eletrônico, a câmara mistura os diversos níveis de sinal provenientes dos componentes da cor, segundo o componente dominante em cada circunstância. Esse componente irá determinar a temperatura da cor (que não é a mesma coisa que a temperatura da luz, quando procedente de lâmpadas incandescentes e de lâmpadas de quartzo ou da luz solar nas diferentes horas do dia).

Quanto aos filtros ópticos, em muitas câmaras ENG atuais, o problema da temperatura da cor foi resolvido por meio de um porta-filtros giratório, que permite colocar o filtro adequado no eixo óptico da câmara, entre a objetiva e o tubo de imagem.

**Convergências**

Nas câmaras de três tubos, é preciso convergir ou coincidir os sinais provenientes de cada um dos tubos — vermelho, verde e azul —, de maneira que resultem em um sinal composto. Consegue-se isso pela superposição das três imagens (VVA ou **RGB — red, green e blue** —, em inglês), utilizando-se, geralmente, um cartão de ajuste. Nas câmaras profissionais atuais, esse ajuste é bastante simplificado; é preciso apenas ajustar a posição vertical e horizontal dos sinais vermelho e azul em relação ao sinal verde, que é tomado como base.

Para a operação de ajuste, as câmaras possuem um comutador que permite inverter a polaridade do canal verde e compará-lo, alternadamente, com o

vermelho e com o azul. O melhor ajuste é conseguido quando, no monitor em preto e branco, consegue-se a neutralização dessas duas imagens.

**Fase horizontal e subcarrier**

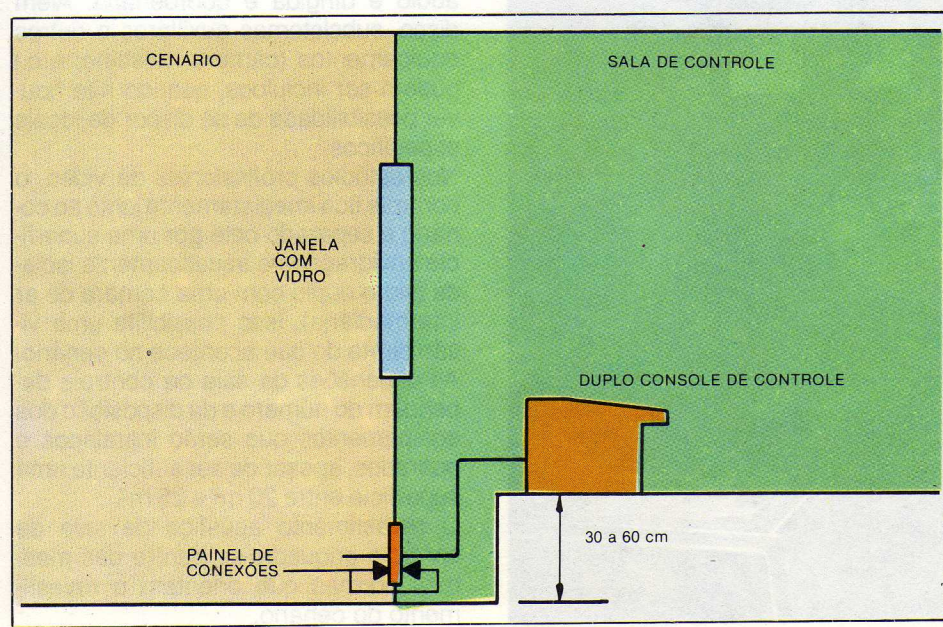
Nas câmaras com genlock, é necessário fazer ajustes complementares para colocá-las em fase, em relação à primeira, que é tomada como referência. Para isso, são utilizados comandos que regulam a fase horizontal e o **subcarrier**, sinal que suporta a cor.

**Estúdio de vídeo**

Já vimos como funcionam os sistemas de vídeo e qual a constituição dos videocassetes, câmaras e tubos de imagem para aplicações industriais. Vamos, agora, conhecer internamente o estúdio de vídeo.

Primeiramente, o estúdio de vídeo (ou de televisão) deve ser considerado como um centro de produção ou uma fábrica de programas. Por esse motivo, o estúdio de vídeo profissional pode ser definido como um conjunto de sistemas de vídeo, áudio e auxiliares, coordenado e estruturado para a produção de programas ou serviços de vídeo de utilização profissional. Esse conjunto de sistemas requer, para sua instalação e operação, uma infra-estrutura de edificação adequadamente distribuída e acondicionada.

Abordaremos, a seguir, o caso mais genérico de estúdios, ou seja, um estúdio de vídeo com todos os sistemas necessários para a produção de progra-



**ACIMA:** local de trabalho em um escritório de manutenção. Esse departamento é indispensável nos estúdios profissionais de vídeo.

**AO LADO:** o nível do piso na sala de controle deve ser ligeiramente elevado em relação ao piso do cenário. Isso facilita a observação do que acontece no cenário. No esquema, uma vista do cenário e da sala de controle, em corte vertical.



mas. Existem estúdios especializados em serviços específicos, mas isso não invalida as normas gerais que serão expostas aqui.

Os sistemas básicos do estúdio de vídeo profissional distribuem-se em dois espaços fundamentais: o palco (ou cenário) e o controle (ou sala de controlê). Além disso, existem espaços complementares destinados à preparação de subsistemas específicos ou atividades auxiliares. Entre eles, podemos citar a sala de duplicação, a sala de telecine, o escritório de manutenção, a sala de audição.

## O cenário

O cenário é o espaço ou recinto do estúdio destinado à tomada de imagens e de som. Deve ser um espaço que permita liberdade de movimentos para todas as pessoas que trabalham ali. Além disso, deve possuir setores específicos para cada atividade.

Quanto às dimensões para aplicações profissionais de vídeo, não são exigidos grandes cenários. Superfícies entre 40 m<sup>2</sup> e 100 m<sup>2</sup> são suficientes. A altura deve permitir a instalação, no teto ou no forro, de focos de luz e outros equipamentos, mantendo uma altura livre de, pelo menos, 3 m. Em consequência, o teto ou forro deve estar à altura mínima de 4,5 m ou 5 m.

Além de uma construção sólida, um

cenário requer aparelhamentos específicos para quatro fatores fundamentais:

- aparelhamento acústico;
- aparelhamento de ventilação;
- adequação do piso;
- aparelhamento de iluminação.

**Aparelhamento acústico:** deve cobrir dois objetivos: o isolamento acústico em relação a sons provenientes do exterior e o tratamento acústico para impedir reverberações.

O isolamento deve partir de uma construção apropriada do cenário. Depois disso, é necessário instalar sistemas que fechem os acessos ao cenário e, também, evitar a geração e propagação de sons em dependências próximas. Para isso, são utilizados revestimentos acústicos. O tratamento anti-reverberação é feito com o uso, no revestimento interno do cenário, de material acústico de alta absorção, que impede as reflexões do som.

**Aparelhamento de ventilação:** em um cenário de vídeo, é indispensável a instalação de um sistema de ventilação, pois o sistema de iluminação transmite uma grande quantidade de calor, mas as medidas de isolamento acústico impedem, por sua vez, a dissipação desse calor para o exterior.

Por outro lado, um sistema comum de ventilação é muito barulhento para o nível desejado no estúdio. Para resolver esse problema, instala-se um sistema

de condicionamento de ar acusticamente otimizado, baseado em uma unidade de refrigeração situada fora do estúdio. Essa unidade fornece ar refrigerado por meio de tubos protegidos por material isolante. É necessário, ainda, que o conduto possua câmaras de difusão que minimizem o nível de ruído provocado pelo próprio ar.

**Adequação do piso:** no cenário, o piso deve reunir duas condições básicas: ser liso para permitir o movimento suave das gruas (*dolly*, em inglês) e servir como absorvente acústico.

Em muitos cenários, o piso é um material absorvente acústico qualquer e somente nas áreas onde as câmaras operam é aplicado por cima um piso mais adequado ao deslizamento, constituído de placas desmontáveis.

**Aparelhamento de iluminação:** o sistema de iluminação de um cenário requer suportes fixos no teto e na parte alta das paredes para a colocação de focos e projetores de luz.

Esses suportes consistem em uma série de barras cruzadas, ou apenas paralelas ou transversais, presas ao teto ou às paredes, para servirem de ponto de fixação para os focos que irão proporcionar a iluminação básica do cenário.

## A sala de controle

O controle de um estúdio de vídeo profissional é a sala onde se concentram todos os elementos de controle e gravação dos sistemas de tomada, tanto para o áudio quanto para o vídeo.

É a partir da sala de controle que a operação dos sistemas de vídeo e de áudio é dirigida e coordenada. Além disso, subsistemas auxiliares e outros equipamentos (câmara, telecine, etc.) podem ser incluídos, quando não houver possibilidade de se dispor de locais específicos.

Nos estúdios profissionais de vídeo, o controle fica imediatamente junto ao cenário e separado dele por uma superfície envidraçada e acusticamente isolada (vidro duplo com uma câmara de ar intermediária). Isso possibilita uma visão direta do que acontece no cenário. As dimensões da sala de controle dependem do número e da disposição dos equipamentos que serão instalados e operados, apesar de ser suficiente uma superfície entre 20 m<sup>2</sup> e 25 m<sup>2</sup>.

O revestimento acústico da sala de controle enquadra-se dentro das mesmas normas que orientam o revestimento do cenário.

**ABAIXO:** vista geral de uma sala de controle de estúdio.

