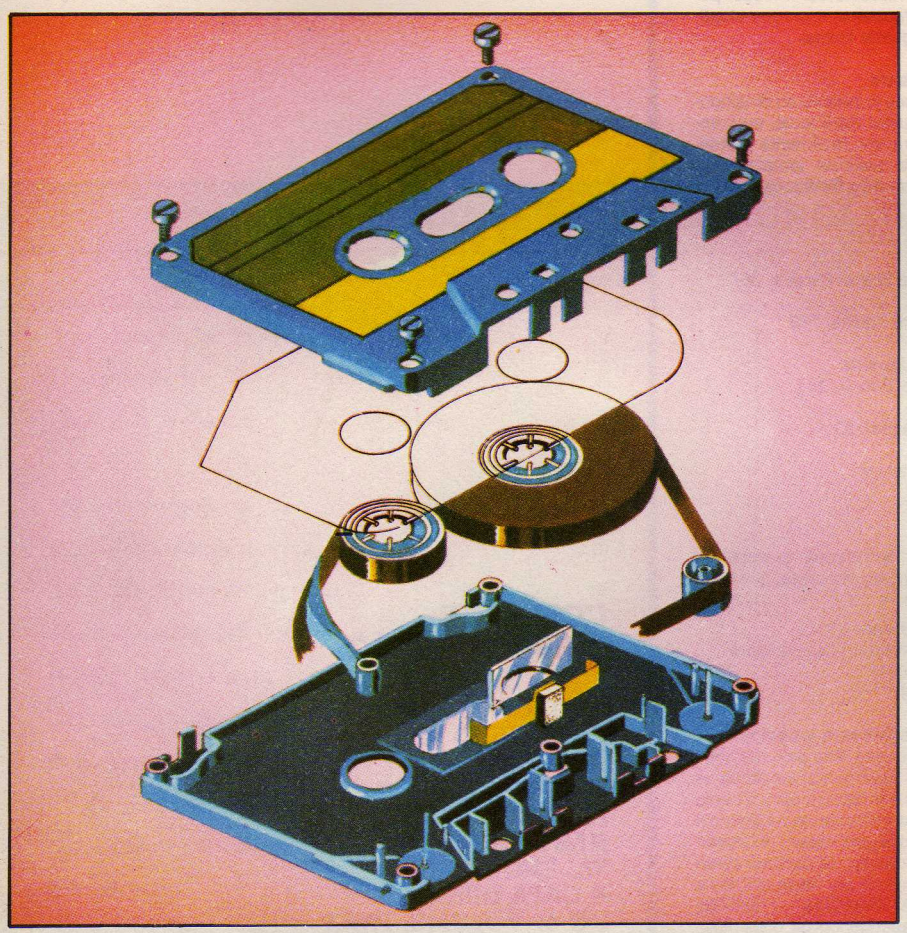
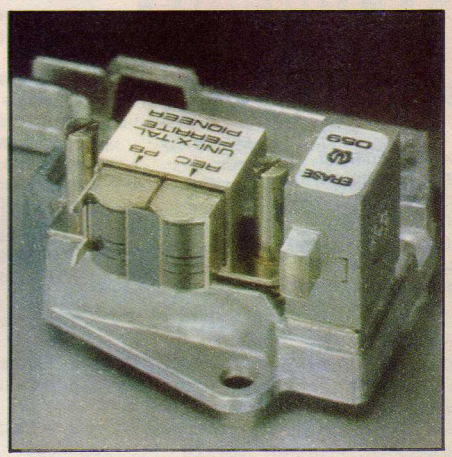
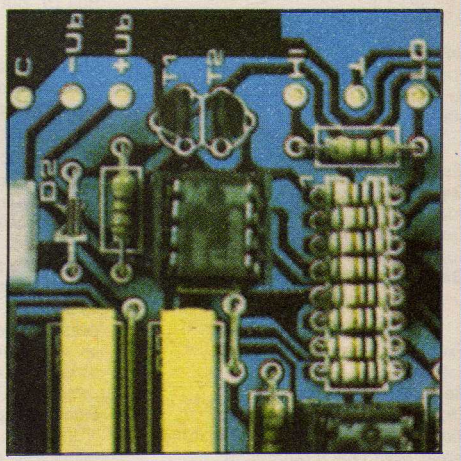
ELETRÔNICA

52 PASSO A PASSO Cr$ 6.900

Abril Cultural







NAS BANCAS A CAPA DURA DO 4.º VOLUME

MONTAGEM

VOLTÍMETRO DIGITAL

INSTRUMENTAÇÃO

O GRAVADOR

SISTEMAS INDUSTRIAIS DE VÍDEO

MONTAGEM

VOLTÍMETRO DIGITAL

Aqui, apresentamos a você a montagem de um voltímetro digital. Esse instrumento é de grande utilidade quando se precisa medir a tensão da rede elétrica ou de um aparelho que necessita de conserto. Com o voltímetro de nossa montagem, você poderá medir tensões contínuas ou alternadas.

Atualmente, os voltímetros são divididos em dois grupos: os voltímetros que apresentam o resultado da medida por meio de um ponteiro que se desloca ao longo de uma escala calibrada (voltímetros analógicos); e os voltímetros que apresentam o resultado da medida na forma digital, baseados na indicação numérica direta, empregando, para isso, mostradores de sete segmentos (voltímetros digitais).

Os voltímetros digitais têm um funcionamento puramente eletrônico, já que não dispõem de elementos móveis. Suas principais características são:

- alta impedância de entrada, pois a corrente que necessitam extrair dos pontos de medida é de intensidade muito baixa;
- alta precisão de leitura, existindo voltímetros digitais que oferecem seis ou mais dígitos de precisão.

O voltímetro desta montagem tem alta impedância de entrada, obtida por meio de amplificadores operacionais TECJ (***JFET***, em inglês) e pela utilização de transistores em vez de diodos, no estágio de entrada do circuito. Este voltímetro permite medidas em modo flutuante, ou seja, sem referência ao terra, como convencionalmente é feito.

Ferramentas necessárias

- 1 alicate de corte
- 1 alicate de bico
- 1 chave de fenda pequena
- 1 ferro de soldar de 30 W
- 1 furadeira manual
- 1 jogo de brocas (diâmetros: 1 mm, 1,5 mm e 3,5 mm)
- material para confecção de circuito impresso
- 1 voltímetro padrão para fazer a calibração.

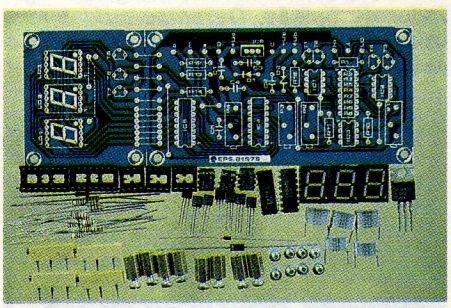
Componentes

a) Fonte de alimentação:

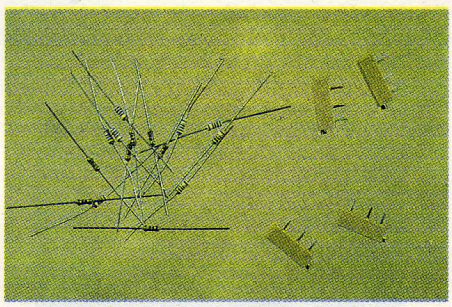
- 4 capacitores, nas posições C1 a C4 da placa, com os seguintes valores:
  C1 e C2 - 1000 µF/25 V (tipo eletrolítico unilateral)
  C3 e C4 - 0,01 µF/250 V (tipo poliéster)
- 2 circuitos integrados, nas posições IC1 e IC2 da placa, com os seguintes códigos:
  IC1 - LM7808
  IC2 - LM7908
- 4 diodos 1N4001, nas posições D1 a D4 da placa
- 1 cabo de força (2 x 22)
- 1 transformador com primário de 110 V/220 V e secundário de 12 + 12 V/300 mA
- 1 placa de circuito impresso de 52 mm x 50 mm
- 4 espaçadores de fenolite
- 4 parafusos de 3 mm x 7 mm
- 7 terminais espadinha
- 1 pedaço de solda 60/40.

b) Circuito básico do voltímetro digital:

- 7 resistores de 1/4 W, nas posições R1 e R10 a R15 da placa, com os seguintes valores e cores:
  R1 - 1 MΩ (marrom-preto-verde)
  R10 - 1 MΩ (marrom-preto-verde)
  R11 - 10 KΩ (marrom-preto-laranja)
  R12 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
  R13 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
  R14 - 330 Ω (laranja-laranja-marrom)
  R15 - 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)

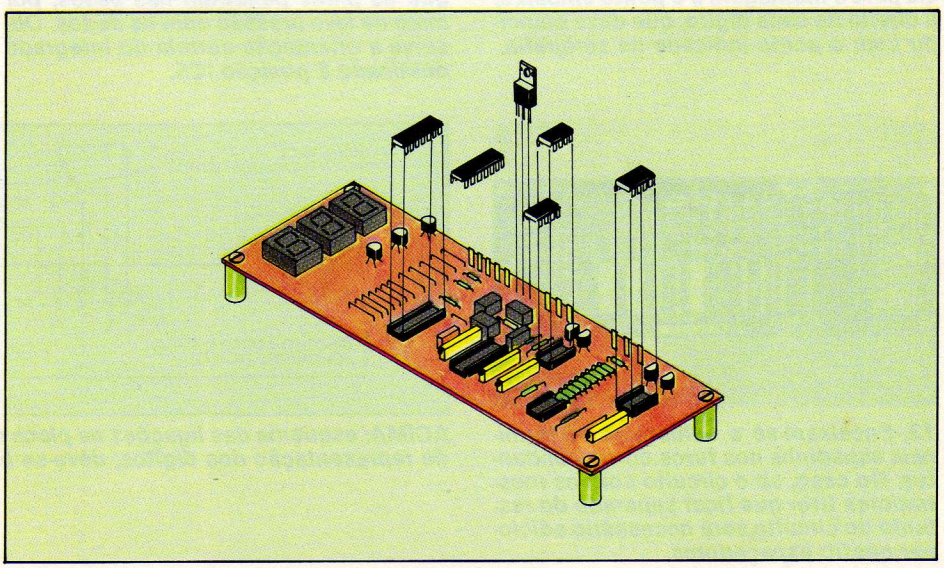


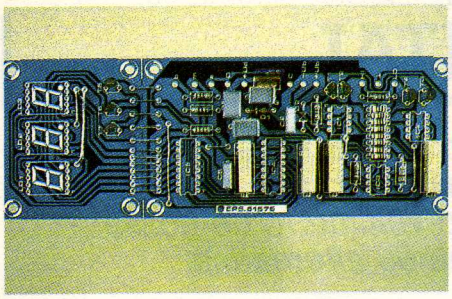
1. Componentes utilizados para a montagem do circuito básico do voltímetro digital.



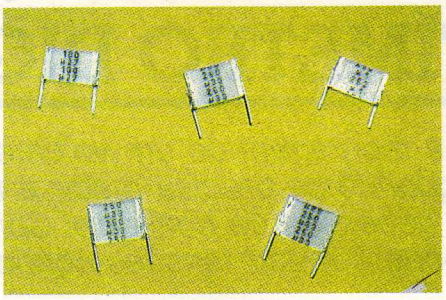
2. Na foto, são vistos os resistores fixos e os trim-pots do tipo multivoltas.

3. Montagem da placa do circuito básico do voltímetro digital.

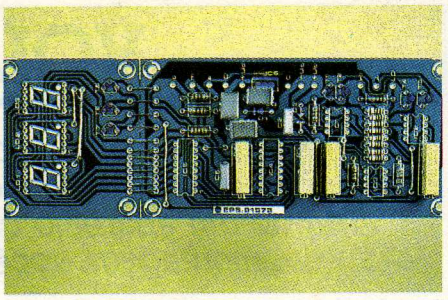




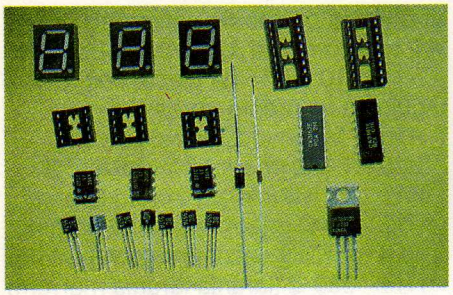
4. Encaixam-se os jumpers de fio nu indicados pela serigrafia da placa. Depois, montam-se todos os resistores e trim-pots na placa.



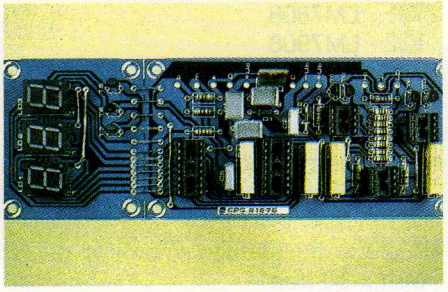
5. Este é o conjunto de capacitores. Observe que são do tipo schiko, com os dois terminais de ligação descobertos.



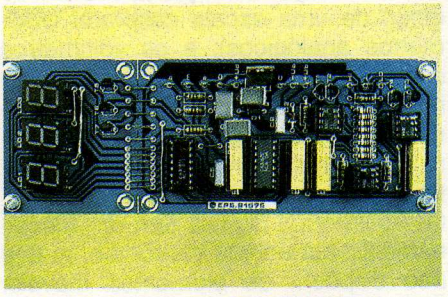
6. Monte os capacitores schiko. Para as posições C1, C2 e C5 pode ser necessário ajustar levemente os terminais para encaixá-los nos furos da placa.



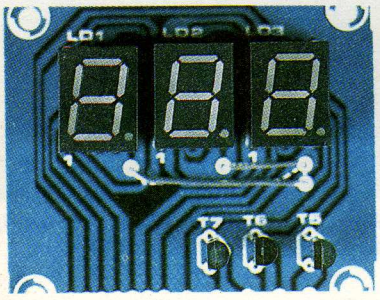
7. São vistos três mostradores, sete transistores, seis circuitos integrados (incluindo o regulador de tensão), o diodo retificador, o diodo zener e os soquetes para os circuitos integrados.



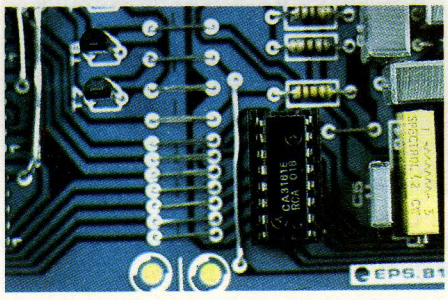
8. Montam-se os diodos e, depois, os transistores e o circuito integrado regulador de tensão. Devemos cuidar para que ocupem a posição correta e estejam adequadamente orientados.



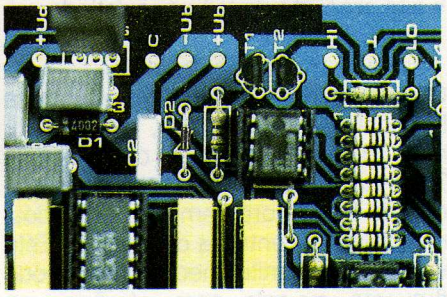
9. Encaixam-se os cinco soquetes e os três mostradores digitais nos respectivos furos de fixação. Na montagem, é indispensável que todos os pinos passem sem dobrar pelos furos.



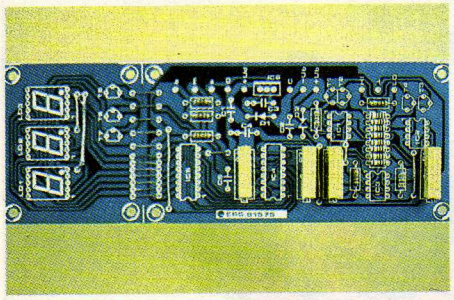
10. Detalhe da posição correta dos três mostradores digitais. A melhor referência para a montagem é o ponto embaixo, à direita de cada dígito, que deve coincidir com o ponto indicado na serigrafia.



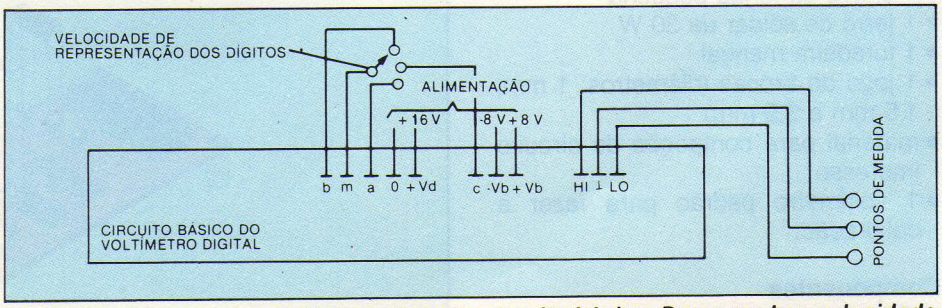
11. Encaixam-se os cinco circuitos integrados nos seus soquetes, fazendo com que os pinos penetrem nas bases, por meio de leve pressão com os dedos. Observe a orientação correta do integrado destinado à posição IC5.



12. Na foto, são vistas com detalhes as orientações corretas dos circuitos integrados nas posições IC1, IC3 e IC4. Vê-se, além deles, o regulador de tensão na posição indicada por IC6 na placa.

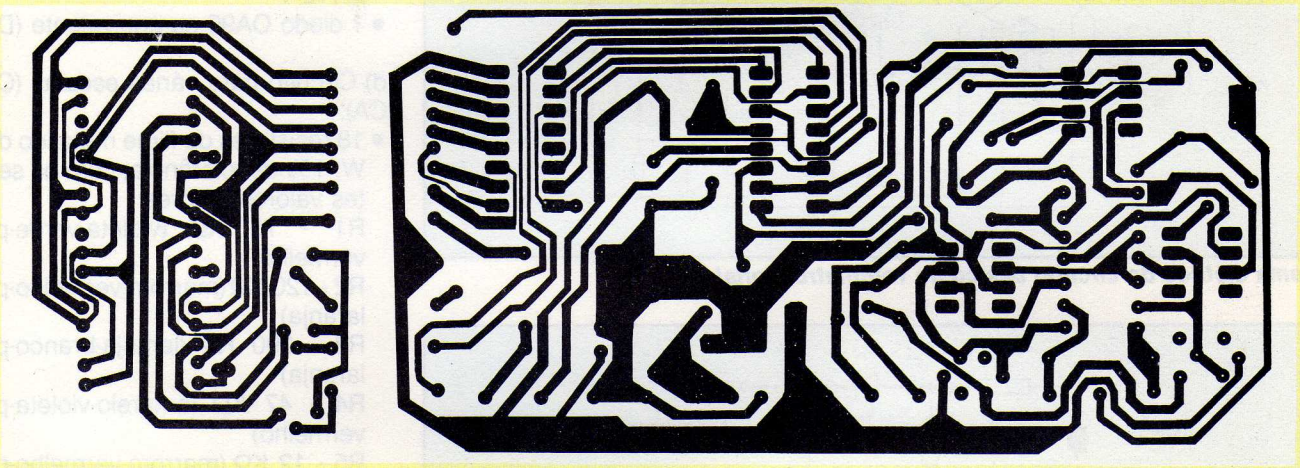


13. Encaixam-se e soldam-se os terminais espadinha nos furos correspondentes. No caso, se o circuito com os mostradores tiver que ficar separado do restante do circuito,será necessário adicionar quatro espaçadores.



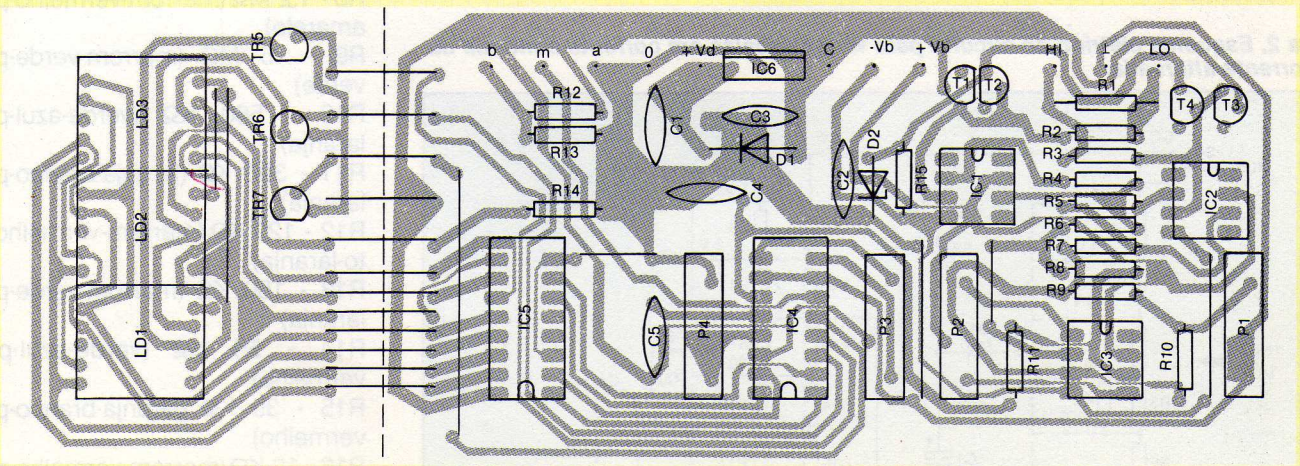
ACIMA: esquema das ligações na placa do circuito básico. Para uma boa velocidade de representação dos dígitos, deve-se ligar o terminal m com o terminal b.

- 8 resistores de filme metálico de 1/4 W e de 1%, nas posições R2 a R9 da placa, com esses valores e cores:
  R2 e R3 - 470 Ω (amarelo-violeta-preto-preto)
  R4 a R7 e R9 - 100KΩ (marrom-preto-preto-laranja)
  R8 - 150 KΩ (marrom-verde-preto-laranja)
- 4 trim-pots multivoltas, nas posições P1 a P4 da placa, com os seguintes valores:
  P1 - 200 KΩ
  P2 - 20 KΩ
  P3 - 50 KΩ
  P4 - 10 KΩ
- 5 capacitores schiko, nas posições C1 a C5 da placa, com os seguintes valores:
  C1 - 330 nF/250 V
  C2 - 100 nF/250 V
  C3 - 330 nF/250 V
  C4 - 330 nF/250 V
  C5 - 270 nF/250 V
- 7 transistores BC557, nas posições T1 a T7 da placa
- 1 diodo retificador 1N4001, na posição D1 da placa
- 1 diodo zener de 4 V 7/400 mW, na posição D2 da placa
- 1 placa de circuito impresso de 173 mm x 60 mm
- 3 mostradores (displays) digitais, nas posições LD1 a LD3 da placa, com o seguinte código:
  LD1 a LD3 - FND507
- 6 circuitos integrados, nas posições IC1 a IC6 da placa, com os seguintes códigos:
  IC1 a IC3 - LF356 ou LF357
  IC4 - CA3162E
  IC5 - CA3161E
  IC6 - 7805
- 2 soquetes para circuitos integrados de 16 pinos
- 3 soquetes para circuitos integrados de 8 pinos
- 1 pedaço de fio nu para jumpers



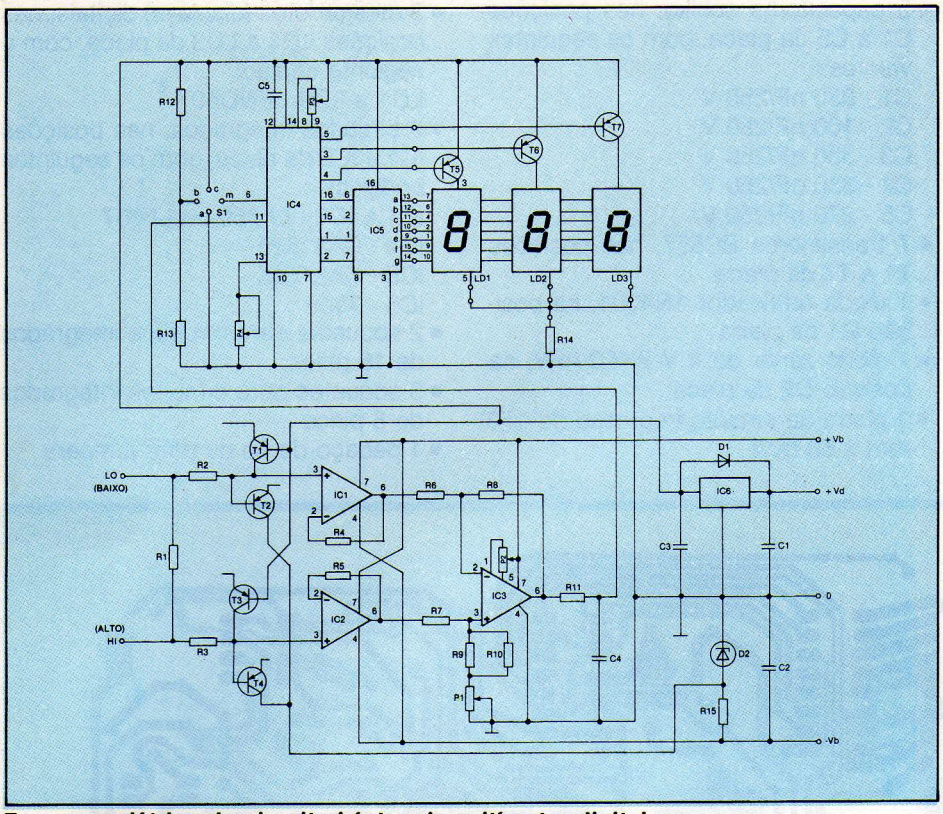
O traçado do circuito

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.



Esquema elétrico do circuito básico do voltímetro digital.

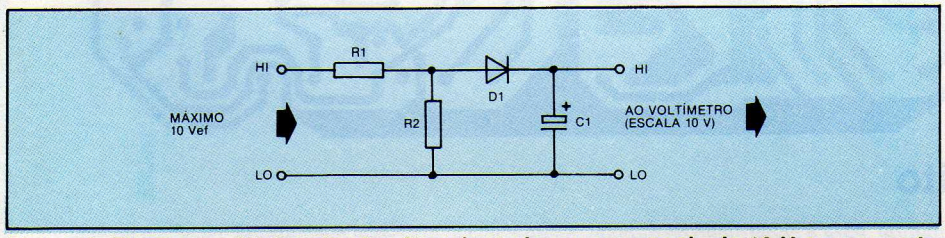
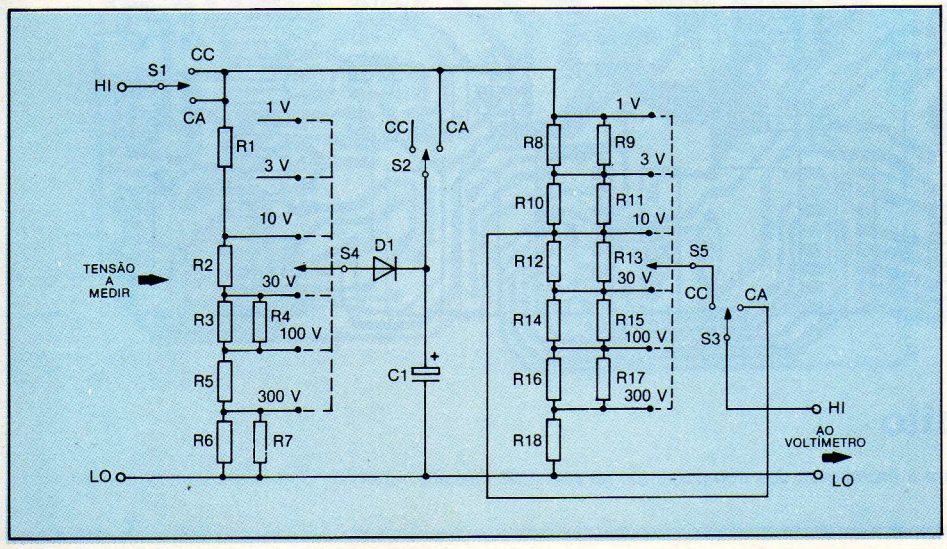


Figura 1. Esquema elétrico do circuito adaptador para a escala de 10 V em corrente alternada.

Figura 2. Esquema elétrico do circuito para várias escalas em corrente contínua ou em corrente alternada.



- 11 terminais espadinha
- 8 espaçadores metálicos
- 16 parafusos de 3 mm x 7 mm
- fios AWG24, de 1 m de comprimento, nas cores vermelha, preta, verde, azul e amarela
- 1 pedaço de solda 60/40.

c) Circuito adaptador para escala de 10 V (CA):

- 2 resistores de filme metálico de 1/4 W e de 1%, com os seguintes valores e cores:
  R1 - 75 KΩ (violeta-verde-preto-vermelho)
  R2 - 180 KΩ (marrom-cinza-preto-laranja)
- 1 capacitor de tântalo (C1) de 1 μF/12 V
- 1 diodo OA95 ou equivalente (D1).

d) Circuito para várias escalas (CC ou CA):

- 18 resistores de filme metálico de 1/4 W, 1% de tolerância, com os seguintes valores e cores:
  R1 - 75 KΩ (violeta-verde-preto-vermelho)
  R2 - 120 KΩ (marrom-vermelho-preto-laranja)
  R3 - 390 KΩ (laranja-branco-preto-laranja)
  R4 - 47 KΩ (amarelo-violeta-preto-vermelho)
  R5 - 12 KΩ (marrom-vermelho-preto-vermelho)
  R6 - 12 KΩ (marrom-vermelho-preto-vermelho)
  R7 - 12 KΩ (marrom-vermelho-preto-vermelho)
  R8 - 1,2 MΩ (marrom-vermelho-preto-amarelo)
  R9 - 15 MΩ (marrom-verde-preto-verde)
  R10 - 560 KΩ (verde-azul-preto-laranja)
  R11 - 390 KΩ (laranja-branco-preto-laranja)
  R12 - 120 KΩ (marrom-vermelho-preto-laranja)
  R13 - 150 KΩ (marrom-verde-preto-laranja)
  R14 - 56 KΩ (verde-azul-preto-vermelho)
  R15 - 39 KΩ (laranja-branco-preto-vermelho)
  R16 - 12 KΩ (marrom-vermelho-preto-vermelho)
  R17 - 15 KΩ (marrom-verde-preto-vermelho)
  R18 - 3,3 KΩ (laranja-laranja-preto-marrom)

- 1 capacitor de tântalo (C1) de 1 μF/12 V
- 1 diodo OA95 ou equivalente (D1)
- 2 chaves comutadoras com as seguintes características:
  S1 a S3 - chave comutadora de 3 pólos, 2 posições
  S4 e S5 - chave comutadora de 2 pólos, 6 posições.

Ajustagem

Para ajustar o circuito básico do voltímetro, faça o seguinte:

1.º) Retire IC3 de seu soquete e aterre um dos terminais de R11.

2.º) Ajuste P3 até obter 000 nos mostradores digitais.

3.º) Retire o aterramento de R11 e recoloque IC3, aterrando as entradas HI e LO e ajustando P2 para obter novamente 000 nos mostradores.

4.º) Aplique agora uma tensão contínua de +3 V a ambas as entradas e ajuste P1 até obter 000 novamente.

5.º) Aplique uma tensão contínua inferior a 1 V entre HI e LO e ajuste P4 até que o valor apresentado nos mostradores digitais seja o valor correto da tensão aplicada.

É importante notar nos mostradores digitais que, sempre que a tensão entre HI e LO for superior a 1 V, aparecerá a indicação EEE, que significa um estouro na capacidade de medida do circuito básico do voltímetro digital.

O circuito básico do voltímetro foi projetado para medir somente tensões contínuas. Na figura 1, temos um circuito que pode ser empregado entre as pontas de prova e a entrada do circuito básico, para a medida de tensões alternadas de até 10 V eficazes.

A impedância de entrada, quando se utiliza o circuito para a medida de tensões alternadas, é exatamente igual à soma dos valores dos resistores R1 e R2, que formam o divisor de tensão.

Por meio de R1 e R2, ajusta-se o circuito de modo que a indicação digital do circuito básico do voltímetro forneça os valores eficazes para sinais senoidais aplicados à entrada do circuito. Qualquer outro tipo de sinal aplicado resulta numa indicação não-exata. A tensão contínua na saída do circuito deve ser de 1 V, quando a tensão eficaz na entrada for de 1 V.

Não convém utilizar este circuito para medir valores eficazes inferiores a 3 V, já que a queda de tensão no diodo D1 pode produzir um erro excessivo na medida. Para valores superiores a 3 V, o erro global mantém-se inferior a 10%, incluindo o erro resultante da tolerância de 1% dos resistores.

Este voltímetro pode ser utilizado para sinais senoidais com freqüências compreendidas entre 50 Hz e 100 KHz. Utilizando-o na faixa de 20 Hz a 50 Hz e com até 1,8 V eficaz, o erro poderá ser maior (até 15%).

Aplicações

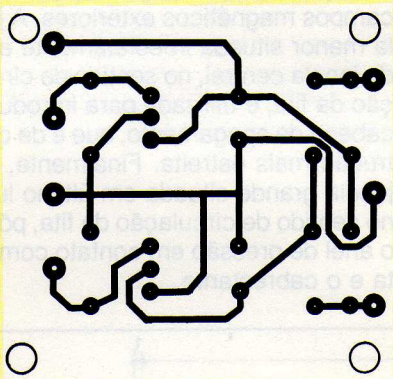
Combinando o circuito básico do voltímetro digital com uma série de componentes auxiliares, pode-se ter um instrumento muito útil. Esses componentes, adequadamente comutados permitem utilizar o voltímetro como um medidor de tensões contínuas ou alternadas, com diversos valores de fundo de escala (figura 2).

Com essa finalidade, foi escolhida a seqüência de valores 1-3-10 para os fundos de escala, ainda que, com outros valores para os resistores dos divisores de tensão de entrada, fosse possível escolher a seqüência 1-2-5-10, que é mais completa que a anterior.

O erro devido ao circuito divisor de tensão é inferior a 2% para as medidas em tensão contínua, supondo-se que os resistores empregados tenham 1% de tolerância. Se a montagem da figura 2 for usada, o resistor do circuito básico do voltímetro, marcado com a indicação R1 (1 MΩ), deve ser removido.

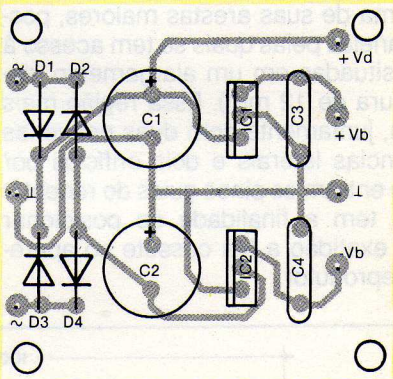
Para tensões alternadas, estão previstas somente as escalas de 10 V, 30 V, 100 V e 300 V eficazes. Para medidas, nessas escalas, de valores inferiores a 1,8 V, 5,5 V, 10 V e 54 V eficazes, respectivamente, o erro pode atingir 5% ou mais. Esse erro é decorrente, em sua maior parte, da característica não-linear da curva do diodo retificador.

O conjunto formado pelos divisores de tensão (CC e CA) e pelo circuito básico do voltímetro é utilizado com as mesmas limitações e possibilidades deste último, podendo trabalhar facilmente no modo flutuante ou no modo fixo.



O traçado do circuito

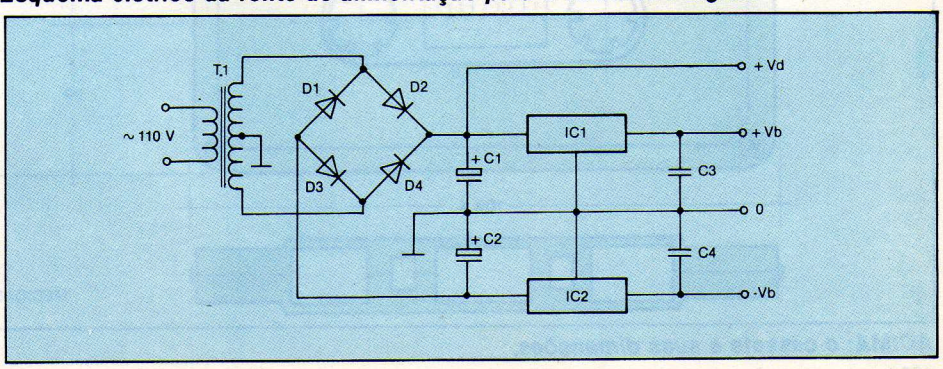
Traçado do circuito impresso, em tamanho natural. Para a construção do circuito, basta copiá-lo em papel milimetrado. Depois é só usá-lo.



O desenho do circuito

Este desenho mostra a posição correta para a montagem dos componentes na placa de circuito impresso. Siga-o com muita atenção.

Esquema elétrico da fonte de alimentação para o voltímetro digital.



O GRAVADOR (4)

Neste capítulo, descrevemos a constituição e os tipos das fitas magnéticas que são utilizadas nos gravadores. Também apresentamos as suas principais características, classificadas em três conjuntos de propriedades: mecânicas, magnéticas e eletromagnéticas.

Com o objetivo de facilitar o manuseio das fitas, apareceu o tipo cassete, do qual já apresentamos as particularidades, com exceção de suas dimensões mecânicas e detalhes de construção. São essas características que vamos descrever a seguir.

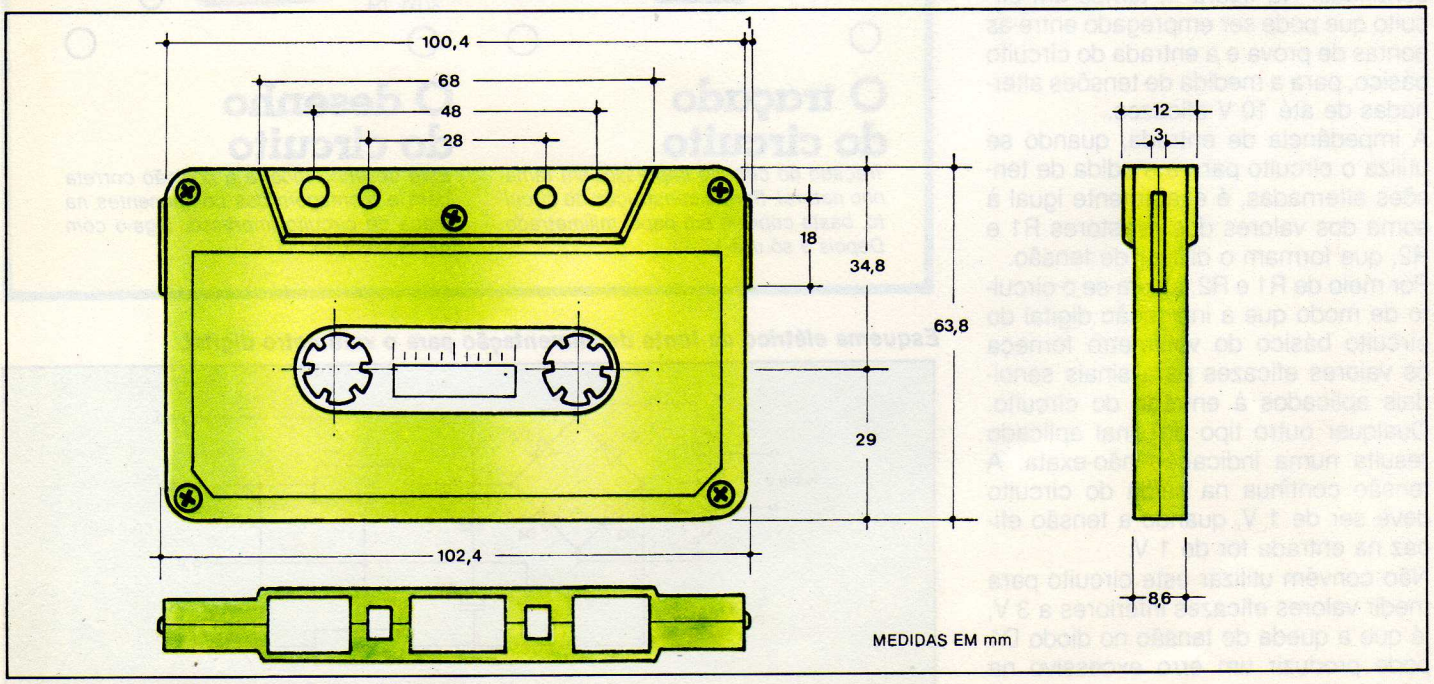
Fita cassete

A fita cassete tem formato retangular, com dimensões de 100,4 mm x 63,8 mm, e espessura de 8,6 mm. No bordo de uma de suas arestas maiores, possui janelas pelas quais se tem acesso à fita, situadas em um alargamento (espessura de 12 mm). Essa região mais larga, juntamente com duas pequenas saliências laterais e dois orifícios por onde entram os pinos guias do receptáculo, tem a finalidade de posicionar com exatidão a fita cassete no aparelho reprodutor.

Nesse bordo, há três janelas retangulares grandes e, situadas entre elas, duas janelas pequenas. A janela central é empregada para inserir a cabeça gravadora/reprodutora. Na base desse retângulo central encontra-se uma almofadinha de feltro, suportada por uma mola que a pressiona contra a cabeça, para permitir um contato perfeito. Por baixo dessa almofadinha situa-se uma peça metálica que protege a cabeça, durante a gravação, contra campos magnéticos exteriores. A janela menor situada imediatamente antes da janela central, no sentido de circulação da fita, é utilizada para introduzir a cabeça de apagamento, que é de construção mais estreita. Finalmente, pela janela grande situada em último lugar, no sentido de circulação da fita, põe-se o anel de pressão em contato com a fita e o cabrestante.

Quando se vira o cassete, para se utilizar a outra metade da fita, as janelas invertem as suas posições reciprocamente, e cada uma passa a ocupar o lugar da outra. A fita cassete é simétrica. Em alguns aparelhos, a cabeça de apagamento introduz-se na janela grande da extremidade; nesse caso, a cabeça não é de construção estreita. Em outros casos, quando são utilizados dois cabrestantes, os anéis de pressão entram pelas janelas grandes extremas.

Se observarmos o cassete por um dos seus planos, veremos que há quatro orifícios situados na parte anterior, simétricos e agrupados dois a dois. Os orifícios redondos servem para passar o eixo do cabrestante, e os orifícios quadrados com ângulos arredondados servem para os pinos de posicionamento. Mais ao centro, encontram-se

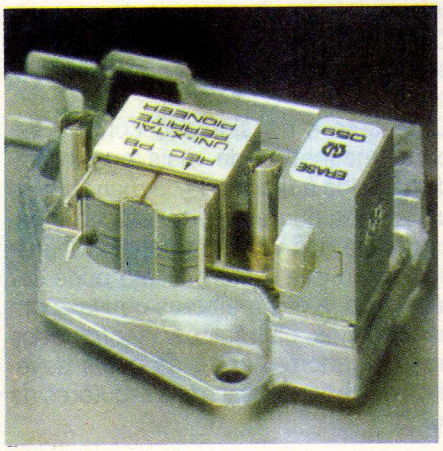


ACIMA: o cassete e suas dimensões.

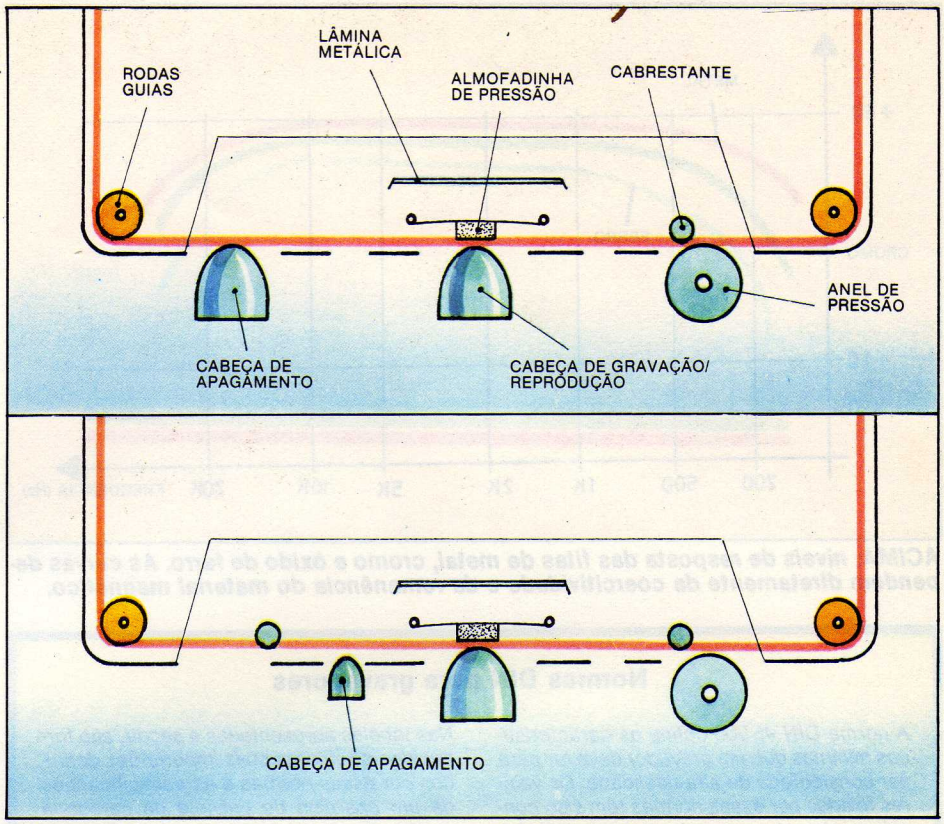
dois grandes círculos perfurados pelos quais entram os carretéis de tração. Esses círculos são dotados de seis dentes de acoplamento que permitem o arrasto pelos eixos. Esses eixos, por sua vez, possuem três pinos que se acoplarão com os dentes. Entre os dois eixos há uma janela para controlar visualmente a quantidade de fita existente em cada carretel. A janela pode ter uma escala orientadora numerada de 0 a 100.

No bordo posterior (oposto ao bordo das janelas para as cabeças) encontram-se duas pequenas janelas, próximas às extremidades, cobertas por pequenas abas ou pestanas do mesmo material do cassete. Quando uma fita é introduzida no receptáculo, a aba desloca um palpador que libera a retenção da tecla de gravação, e ela pode ser acionada. Quando se elimina essa proteção, o palpador penetra no orifício sem mudar de posição. Com isso, o palpador não deixará livre a retenção, não permitindo a operação de gravação na fita. Desse modo, quando as abas são removidas, a fita não pode ser gravada. Emprega-se esse processo para proteger as gravações contra apagamentos involuntários. O orifício correspondente a cada lado da fita está situado sob o carretel que faz a função de dador.

As fitas de cromo possuem, além disso, uma pequena fenda ao lado da janela do palpador, por meio da qual os

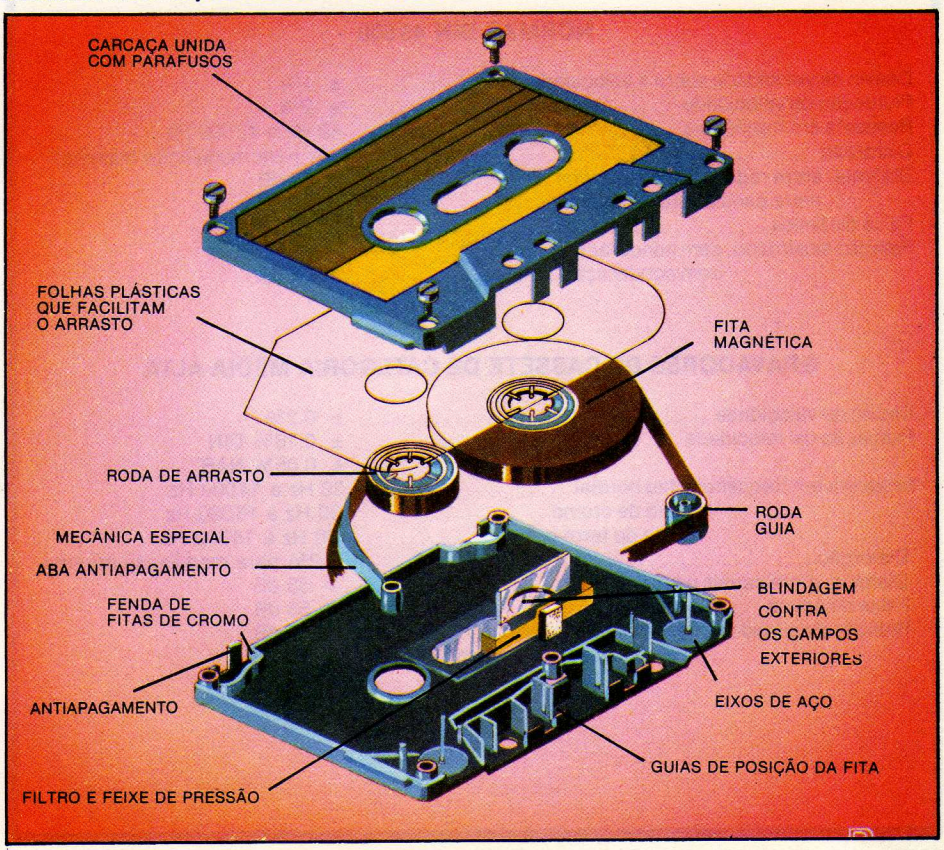


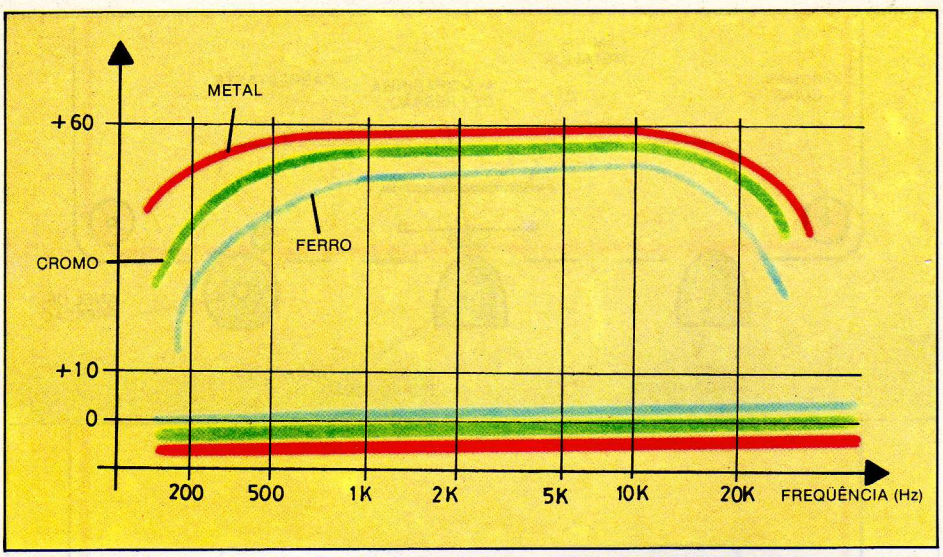
ACIMA: quando em um aparelho são utilizadas cabeças separadas tanto para a gravação quanto para a reprodução, elas devem ser construídas de forma que fiquem alinhadas na janela central do aparelho cassete. Na foto, pode-se ver um conjunto desse tipo, que também incorpora uma cabeça de apagamento, cujo formato é mais fino que o das cabeças de gravação e de reprodução.



ACIMA: pelas janelas laterais entram os anéis de pressão e a cabeça de apagamento. Quando o equipamento possui dois cabrestantes, essas janelas são ocupadas por eles, colocando a cabeça de apagamento sobre uma das janelas pequenas.

ABAIXO: vista explodida de um cassete.





ACIMA: níveis de resposta das fitas de metal, cromo e óxido de ferro. As curvas dependem diretamente da coercitividade e da remanência do material magnético.

Normas DIN para gravadores

A norma DIN 45500 define as características mínimas que um gravador deve ter para ser considerado de alta-fidelidade. Os valores fixados por essas normas têm sido consideravelmente superados pela técnica. Assim, qualquer aparelho doméstico fabricado atualmente pode ser considerado como de alta-fidelidade.

Nas tabelas apresentadas a seguir, são fornecidos os valores mais importantes definidos por essas normas e as especificações de um aparelho de cassete de categoria média-alta. Como pode ser visto, as características do aparelho superam bastante os padrões estabelecidos pelo sistema DIN em todos os seus valores.

NORMAS DIN 45500

Desvio de velocidade sobre a velocidade normal	± 1%
Flutuação de velocidade	± 2%
Resposta em freqüência	40 Hz a 12500 Hz
Distorção	3% para modulação máxima
Diafonia: entre registros monofônicos	⩾ 60 dB
entre canais estereofônicos	⩾ 25 dB
Faixa dinâmica	⩾ 50 dB
Relação sinal/ruído: sem ponderação	⩾ 45 dB
com ponderação	⩾ 50 dB

GRAVADORES DE CASSETE DE CATEGORIA MÉDIA-ALTA

Desvio de velocidade	± 0,2%
Flutuação de velocidade	± 0,16% DIN
	± 0,05% NAB
Resposta em freqüência: fita normal	30 Hz a 14000 Hz
fita de cromo	30 Hz a 16000 Hz
fita de ferro-cromo	30 Hz a 18000 Hz
Distorção	1,2% para modulação máxima
Diafonia: entre canais estereofônicos	⩾ 35 dB
Faixa dinâmica	⩾ 53 dB
Relação sinal/ruído ponderado: fita de ferro	⩾ 53 dB
fita de ferro com Dolby	⩾ 63 dB
fita de cromo	⩾ 56 dB
fita de cromo com Dolby	⩾ 65 dB

aparelhos dotados de seleção automática de fita introduzem uma peça semelhante ao palpador, obtendo informação sobre o tipo de fita. Se o palpador não é deslocado ao penetrar no orifício, isso indica que a fita é de dióxido de cromo, e o aparelho procede à comutação automática dos valores de polarização e equalização.

A carcaça do cassete é formada por duas metades, unidas por soldagem ou por meio de parafusos. A montagem com parafusos permite ter acesso ao interior da carcaça sem deteriorar o cartucho. Os dois carretéis da fita localizam-se entre lâminas de plástico, tratado com molibdênio ou qualquer substância lubrificante, a fim de permitir um deslizamento suave e uniforme. Duas rodas plásticas localizadas nas extremidades das janelas auxiliam no deslizamento. Os eixos dessas rodas devem ser de aço, preferivelmente. As partes finais são de plástico inerte, e não possuem emulsão magnética, sendo mais resistentes à trações bruscas que o restante da fita. Encontram-se presas aos núcleos por meio de sistemas de pressão. Às vezes, essas regiões finais apresentam propriedades limpadoras, que atuam sobre as cabeças.

Alguns cassetes incorporam um sistema de guia da fita, desde as rodas guias até os núcleos, que consiste em uma unha alargada basculante sobre um dos extremos da fita. Esse sistema evita, em grande parte, que a fita se enrole no interior da carcaça do cassete. O sistema recebe o nome de mecânica especial (***SM*** ou ***special mechanism***, em inglês).

O cassete é considerado como o suporte magnético de mais possibilidades, devido à facilidade de manejo e às utilizações que ele permite. Isso é decorrência dos vários materiais magnéticos com que a fita cassete pode ser fabricada, e das melhoras obtidas com os circuitos eletrônicos incorporados aos gravadores, entre as quais devemos destacar os sistemas redutores de ruído.

Características das fitas magnéticas

Em função da variedade das fitas magnéticas, com qualidade bastante diferenciada, é muito útil conhecer as suas propriedades, para adquirir o modelo que melhor se adapte ao gravador disponível, aproveitando ao máximo as

características elétricas e/ou magnéticas da própria fita.

Como primeira recomendação, é conveniente utilizar sempre fitas de boa qualidade, pois, caso contrário, não se obtém do equipamento todas as suas vantagens. Se possível, deve-se usar as fitas indicadas pelo fabricante, já que todos os ajustes do gravador são feitos para elas.

Uma fita de má qualidade caracteriza-se, basicamente, pela presença de regiões onde o sinal gravado decresce sensivelmente de nível. Esses intervalos durante a gravação são decorrentes da má distribuição das partículas magnéticas sobre a fita plástica. Em determinadas regiões aparecem acúmulos e em outras surgem ausências de material, o que faz com que se produza o efeito citado. As fitas de pouca qualidade também podem ser abrasivas, produzindo um desgaste prematuro das cabeças.

Se os produtos que fixam a camada de óxido ao suporte plástico não forem suficientemente estáveis, ocorrerá um certo desprendimento do material da fita, que se manifesta pela deposição de um pó negro ou marrom nas cabeças e em outros elementos de guia, diminuindo a efetividade da fita. Se se trata de fita cassete, é muito importante que o sistema mecânico da caixa seja de grande qualidade, senão aparecerão problemas de arrasto desde os primeiros momentos.

As propriedades das fitas magnéticas podem ser classificadas em três grupos diferentes:

- características mecânico-dimensionais;
- características magnéticas;
- características eletromagnéticas.

As **características mecânico-dimensionais** abrangem tudo o que se refere às dimensões e à duração das fitas cassetes, assim como à sua resistência mecânica.

Dentro desse grupo, há um elevado grau de normalização entre os fabricantes, para que todas ás fitas possam ser usadas no maior número possível de equipamentos. As principais especificações são as seguintes:

- **suporte plástico**: de poliéster;
- **largura da fita**: 6,35 mm para fitas de rolo e 3,81 mm para fitas cassete;
- **comprimento**: em metros de fita contidos no carretel;
- **duração**: em minutos, no caso de fitas cassete. Não se fornece esse dado,

Características de gravação e reprodução

Podemos pensar que basta introduzir o sinal a ser gravado na cabeça magnética para que a fita o registre; e, também, que basta passar a fita diante da cabeça durante a reprodução, que este irá amplificar até o nível suficiente, para que os sinais obtidos pelas bobinas da cabeça atuem no alto-falante. Entretanto, se fizéssemos assim, nos depararíamos com um sinal reproduzido bastante diferente do original quanto ao nível do sinal.

Suponhamos que seja realizada uma gravação com freqüências diferentes e aplicada à cabeça em corrente constante (a corrente média que atravessa a bobina da cabeça é sempre a mesma, independentemente do valor da freqüência). Feita a gravação, procederemos à reprodução. Verificaremos que o sinal obtido não tem um nível constante para todas as freqüências: notaremos uma considerável queda no nível das freqüências graves e agudas.

Introduzimos sinais com tensão constante, através de uma resistência de valor elevado em relação ao valor da indutância da bobina (para conseguirmos corrente constante), mas não conseguimos, na reprodução, uma tensão também constante. Durante o processo, algo não responde de modo uniforme, e esse algo só pode ser a cabeça e a influência da fita.

Por um lado, a resposta da cabeça não é plana com a freqüência, pois a força eletromotriz induzida na bobina depende do valor do fluxo magnético e da velocidade com que esse fluxo magnético varia. Quanto maior é a freqüência, mais rapidamente varia o fluxo e maior é a força eletromotriz induzida; o contrário ocorre com as freqüências baixas. Assim, se a cabeça fosse ideal, a resposta tenderia à forma de uma reta que cresce com a freqüência à razão de 6 dB por oitava (duplica seu valor cada vez que se duplica a freqüência). Na prática, aparecerão perdas em alta freqüência, em decorrência das correntes de Foucault e da histerese. Assim, será produzida uma queda da reta a partir de 3 KHz ou 4 KHz.

Além disso, devido ao efeito do apagamento da corrente de pré-magnetização, o fluxo magnético que aparece sobre a fita também é mais baixo nas altas freqüências. Considerando ambos os aspectos, obteremos uma curva de reprodução como a desenhada na figura 1. Nela, podemos ver as quedas em baixa e alta freqüências, sendo que a segunda queda é mais pronunciada. A curva de reprodução depende da velocidade da fita e da abertura do entreferro. Uma cabeça deve ser capaz de dar, a 8 KHz, um sinal superior ao que dá a 1 KHz. Conhecidas as causas da resposta não coincidir com o sinal original, temos que colocar os circuitos que compensem os desníveis para conseguir a identidade entre o sinal original e o sinal reproduzido. Para isso, será necessário tratar o sinal de reprodução para compensar os efeitos citados. O sinal de reprodução será introduzido num amplificador seguido de um filtro que tem a resposta em freqüência inversa à obtida na figura 2. Assim, o sinal de reprodução se compensará e o sinal obtido será plano.

Esse procedimento traz alguns problemas, pois a maior parte dos componentes de ruído se encontram nas regiões de baixa freqüência (zumbidos) e de alta freqüência (ruído de fundo de fitas e equipamentos). Como temos de amplificar essas regiões do espectro, amplificaremos também o ruído, prejudicando a relação sinal/ruído.

Emprega-se, então, uma dupla equalização dos sinais, uma na gravação e outra na reprodução. A primeira é denominada pré-equalização e a segunda, pós-equalização. Na pré-equalização, incrementa-se o nível dos sinais graves e agudos. Isso pode ser feito sem risco de saturação da fita, pois está comprovado, fazendo-se um estudo espectográfico dos sons gravados normalmente (palavra, música, etc.), que os níveis dos sinais compreendidos nas zonas citadas são mais baixos que no restante do espectro de freqüências.

Empregando esse recurso, devemos considerar que, ao gravar os sinais das freqüências citadas com um nível superior ao original, será necessário, depois, durante a reprodução, dar-lhes menor amplificação. Com isso, também amplificaremos menos o ruído, melhorando a relação sinal/ruído da gravação.

A fim de obter uma compatibilidade entre as fitas gravadas por aparelhos diferentes, foram feitas algumas normas das características dos filtros que são usados para a equalização de gravação e de reprodução. As mais importantes e utilizadas são as normas NAB, AME e CCIR. Essas normas são vistas na figura 3. Para os aparelhos de cassete foi feita uma norma sobre os valores do fluxo com que se deve gravar na fita padrão, e cada fabricante constrói seus circuitos de equalização de acordo com as cabeças magnéticas empregadas para conseguir esses valores de fluxo.

Apesar de não termos considerado o tipo de fita com que estamos trabalhando, isso também é muito importante, em decorrência da diferença de sensibilidade existente entre as fitas, em freqüências diversas. As normas apresentadas correspondem a fitas de óxido de ferro. Portanto, se empregamos fitas de dióxido de cromo (mais sensíveis às altas freqüências que as fitas de óxido de ferro), temos que aplicar uma equalização ligeiramente diferente. Se empregamos a mesma equalização, temos um maior nível das notas agudas do que a mensagem original teria.

As características dos filtros de equalização para os diversos tipos de fita são normalmente dadas em função da constante de tempo do filtro. Para as fitas de ferro, utiliza-se uma equalização de 120 μs, e para as de dióxido de cromo, 70 μs.

no caso de fitas de rolo, por depender da velocidade;

• **diâmetro do carretel**: os mais usuais são 13 cm, 15 cm e 18 cm;

• **resistência à tração mecânica**: é medida em Newton (N) e o seu valor deve ser alto, para evitar possíveis rupturas nos arranques. Um valor usual é o de 20 N para as fitas de rolo e 10 N para as fitas cassete. Essa especificação depende da espessura da fita.

As **características magnéticas** são referentes às propriedades intrínsecas dos materiais utilizados no recobrimento da fita plástica para transformá-la em fita magnética.

Duas são as propriedades magnéticas mais importantes: a remanência e a coercitividade.

• **Remanência**: é a indução magnética que fica no material depois de desaparecer a força magnetizante exterior. Quanto maior for a remanência, maior o nível de saída da fita. A remanência é medida em Weber/m², no sistema MKS, adotado no Brasil, ou em Gauss.

• **Coercitividade**: baseia-se no seguinte: quando um material ferromagnético é magnetizado fica, ao desaparecer a força magnética exterior, uma magnetização remanente. Para eliminar essa magnetização, é necessário aplicar uma força magnética de sentido contrário à inicial: o valor dessa força é a coercitividade. A unidade é o Oersted, no sistema CGS. No Brasil, adota-se o Ampère/m, medida correspondente no sistema MKS. Valores altos de remanência e coercitividade levam um elevado nível de saída, aumentando a relação sinal/ruído.

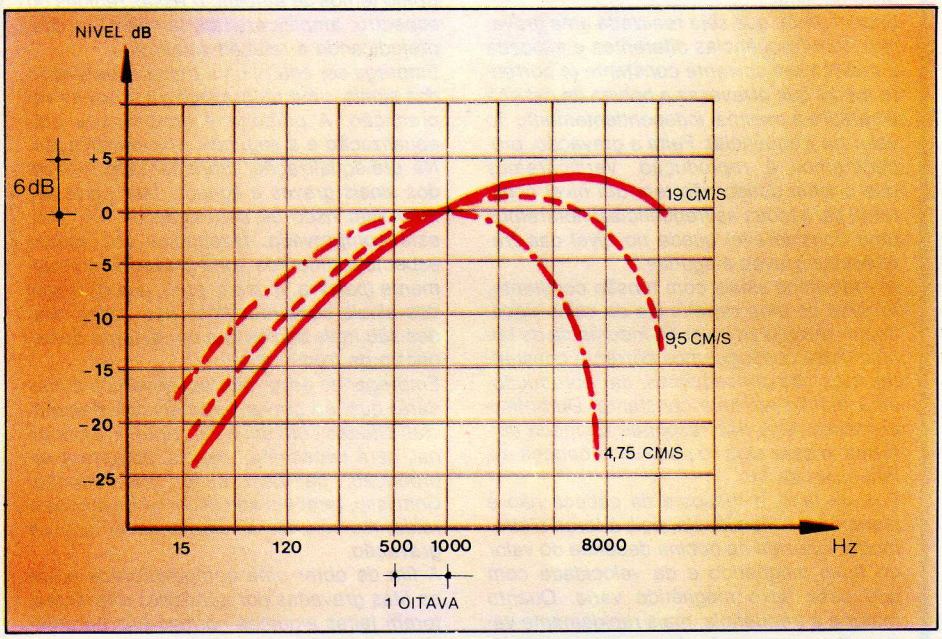
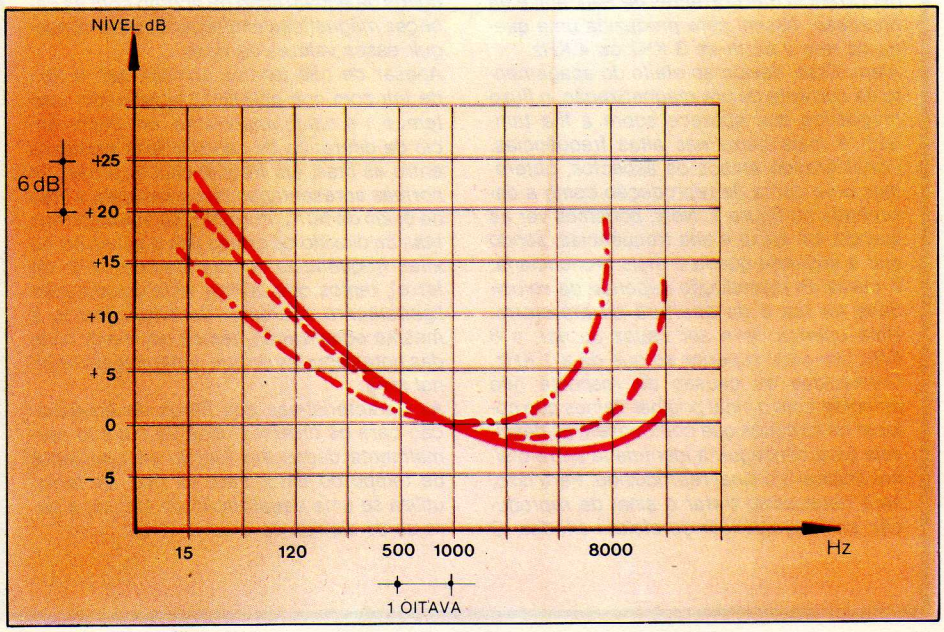


FIGURA 1. Curva de reprodução de um sinal gravado em corrente constante em todo o espectro de freqüências (curva de auto-registro). Podem ser vistos o aumento de 6 dB/oitava nas baixas freqüências e a queda mais brusca nas altas freqüências.

FIGURA 2. O sinal gravado pode ser amplificado através de um circuito cuja resposta seja inversa à resposta de auto-registro. Isso provoca uma saída plana, independente da freqüência.



As **características eletromagnéticas** definem todas as propriedades de resposta que a fita, sob uma determinada excitação (produzida por um sinal elétrico) da cabeça, pode apresentar.

As características eletromagnéticas mais comuns são as seguintes:

• **Sensibilidade**: para determinar a sensibilidade da fita, sinais de 330 Hz e de 10 KHz devem ser gravados nela com o mesmo nível com que foram gravados antes numa fita padrão, obtendo-se um determinado nível. Ao reproduzir a fita num estúdio, observaremos valores de nível que serão dados como referência em relação aos valores da fita padrão. Se os valores são decibéis positivos, a sensibilidade é superior à fita padrão; se são decibéis negativos, a sensibilidade é inferior; se é 0 dB, a sensibilidade é a mesma.

• **Resposta em freqüência**: essa característica nos dá uma noção do comportamento da fita em relação à freqüência. A resposta não se dá em forma de curva, pois depende da velocidade da fita. Ela se expressa como um valor em decibéis, que é um modo de medida muito usado. Para realizar essa medida, gravam-se freqüências de 330 Hz e de 10 KHz, a um nível de 20 dB abaixo do valor de modulação máxima, e com uma corrente de certa pré-magnetização, obtendo-se as tensões de saída para ambas as freqüências. O quociente entre esses valores é a medida da resposta em freqüência, em decibéis. Uma medida de 0 dB indica uma resposta igual em ambas as freqüências, isto é, uma resposta plana.

• **Modulação máxima** ou **nível máximo de gravação**: à medida que o nível do sinal a ser gravado aumenta, a dis-

torção também aumenta; isso se deve basicamente ao terceiro harmônico do sinal gravado e à saturação da fita. O nível aceitável de distorção é de 3%, embora em alguns casos admita-se um nível de 5%.

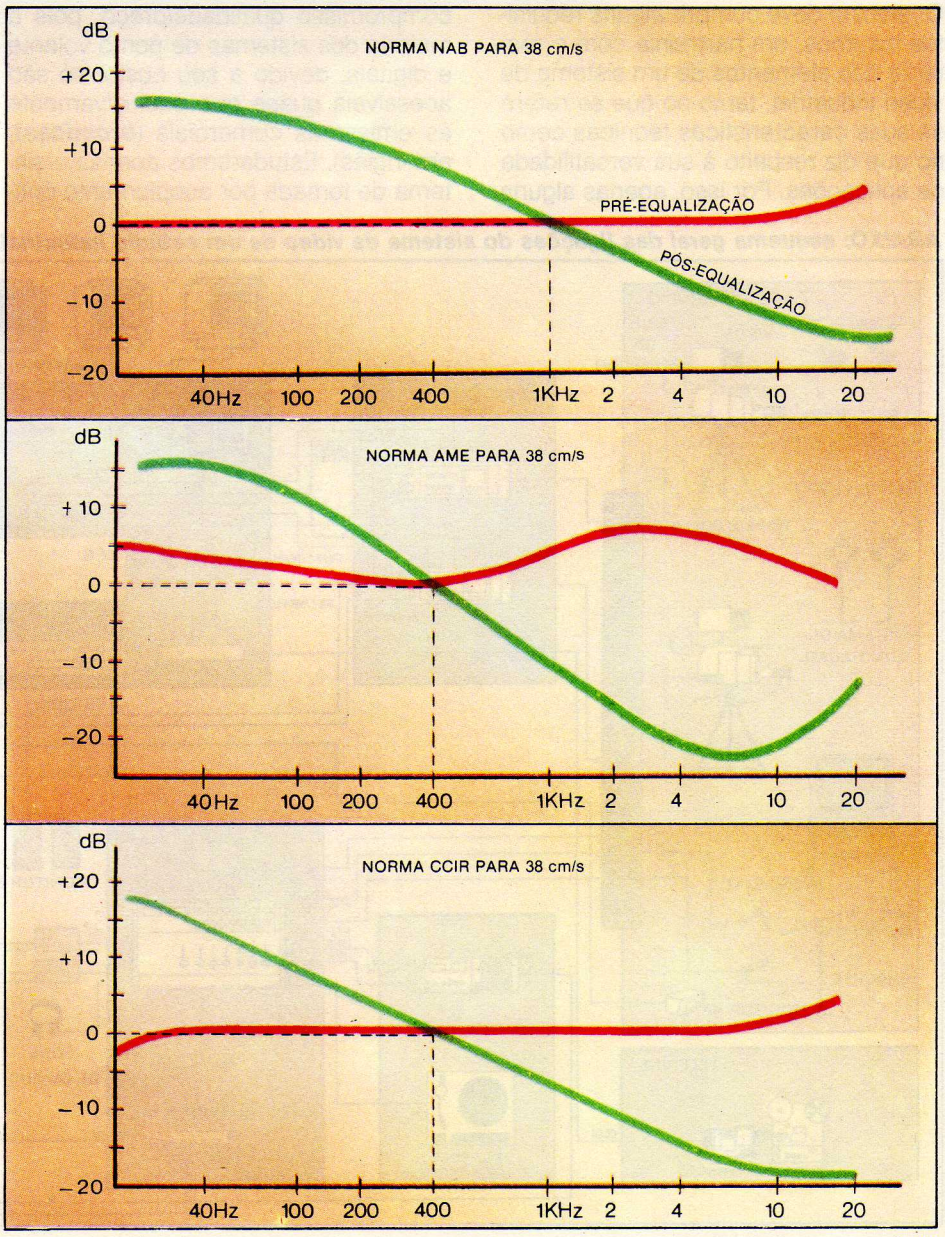
A medida do valor máximo de modulação é a medida em que o harmônico alcança o nível de 3% (o nível do harmônico é calibrado com a fita padrão), para que no indicador de nível apareça 0 dB. As fitas, cujo valor máximo é superior a 0 dB, alcançam a saturação num nível mais alto; com elas, portanto, pode-se obter uma saída mais alta.

- **Ruído de fundo**: é o valor da tensão que aparece na fita submetida à prémagnetização, mas não à modulação; na fita aparecerá, portanto, um valor muito abaixo do padrão. É medido em decibéis. Nas fitas de alta qualidade, esse nível se situa de 50 dB para baixo em relação ao nível de referência. Quanto mais elevado for esse valor, menos ruído terá a fita.
- **Faixa dinâmica**: também é uma medida relativa entre a tensão de saída de máxima modulação e a tensão de ruído de fundo, e também é medida em decibéis. Quanto maior for a faixa dinâmica da fita, melhor será a sua qualidade e menos detectável o ruído de fundo.
- **Relação sinal/ruído**: essa propriedade é apresentada de duas maneiras: sinal/ruído e sinal/ruído ponderado. Na relação sinal/ruído, são medidos diretamente os níveis de ruído de fundo e de sinal máximo sem distorção: relação em decibéis entre os dois níveis é o valor buscado. Quando se trata da relação sinal/ruído ponderada, passa-se o sinal através de um filtro que acentua as freqüências às quais o ouvido humano é mais sensível, com a finalidade de fazer as medidas do mesmo modo que o ouvido escuta. A relação obtida é superior à relação não-ponderada: isso é conseqüência do ruído de fundo se encontrar fora da faixa mais sensível ao ouvido.
- **Polarização** (***bias***, em inglês): indica se a polarização, ou corrente de prémagnetização a ser colocada no aparelho, é a de óxido de ferro, a de cromo, etc. É muito utilizada nos equipamentos de cassetes.
- **Equalização**: esse dado é expresso em microssegundos (μs) ou, também, com as denominações de equalização de cromo, de ferro, de metal, etc. Indica o tipo de filtro que deve ser colocado para a equalização do sinal.

	Ferro (I)	Ferro (II)	Cromo (I)	Cromo (II)	Ferro-Cromo	Metal
REMANÊNCIA (WEBER/M^2)	1150	1300	1400	1450	1550	3000
COERCITIVIDADE (AMPÈRE/M)	325	300	470	450	300/470	1000
SENSIBILIDADE: 330 Hz	− 1 dB	0 dB	0 dB	+ 1 dB	0 dB	+ 2 dB
10 KHz	0 dB	0 dB	0 dB	+ 1 dB	0 dB	+ 2 dB
RESPOSTA EM FREQÜÊNCIA	− 1 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB	0 dB
MODULAÇÃO MÁXIMA	0 dB	+ 2 dB	+ 2 dB	+ 5 dB	+ 4 dB	+ 3 dB
RUÍDO DE FUNDO	− 48 dB	− 47 dB	− 51 dB	− 50 dB	− 51 dB	− 52 dB
RELAÇÃO SINAL/RUÍDO	48 dB	49 dB	53 dB	55 dB	55 dB	55 dB
RELAÇÃO SINAL/RUÍDO PONDERADA	50 dB	51 dB	54 dB	57 dB	58 dB	57 dB
EQUALIZAÇÃO	120 μs	120 μs	70 μs	70 μs	70/120 μs	70 μs

ACIMA: tabela comparativa de características das fitas magnéticas.

FIGURA 3. Curvas de gravação/reprodução, de acordo com as normas NAB, AME e CCIR, para uma velocidade de 38 cm/s.



SISTEMAS INDUSTRIAIS DE VÍDEO (5)

Concluindo a série sobre os sistemas industriais de vídeo, descreveremos um conjunto de aparelhos que permite adaptações e interligações, simplificando as operações de gravação nos estúdios de TV e melhorando o produto final.

Neste capítulo, continuamos a descrever os vários subsistemas e equipamentos auxiliares que operam entre o cenário e a sala de controle. Começaremos falando sobre o telecine.

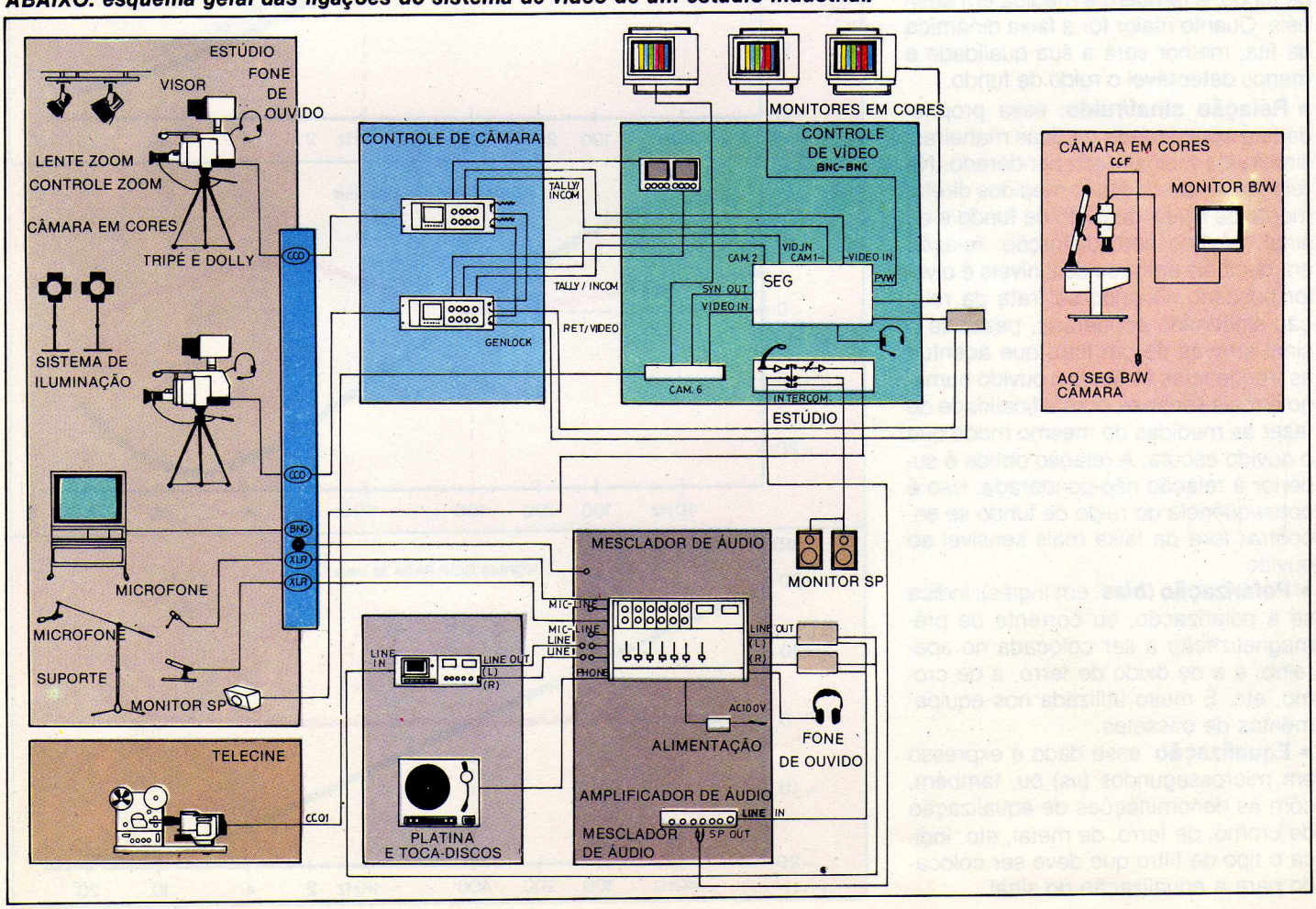
Telecine

O telecine deve cumprir alguns requisitos mínimos, em harmonia com o restante dos elementos de um sistema de vídeo industrial, tanto no que se refere às suas características técnicas como no que diz respeito à sua versatilidade de aplicações. Por isso, apenas alguns dos sistemas mencionados nesta obra são adequados ao campo industrial.

Esses sistemas são o de tomada por acoplamento óptico, o de ponto volante (***flying-spot***, em inglês) e o digital. O primeiro deles é o mais utilizado no campo industrial, em função do seu compromisso qualidade/preço, pois a maioria dos sistemas de ponto volante e digitais, devido a seu custo, só são acessíveis quase que exclusivamente às emissoras comerciais (***broadcast***, em inglês). Estudaremos apenas o sistema de tomada por acoplamento óptico, analisando os seus módulos, dos quais depende a qualidade final obtida.

O sistema por acoplamento óptico consiste na colocação sobre um banco óptico (cuja peça principal é um mesclador) de diferentes equipamentos de projeção. Esses equipamentos tanto podem ser de modelos convencionais em seus diversos formatos, modificados em atendimento às exigências industriais, como de modelos especificamente projetados para essa aplicação. Assim, projetores de 16 mm, de Super 8, de diapositivos e, em menor escala,

ABAIXO: esquema geral das ligações do sistema de vídeo de um estúdio industrial.



de 35 mm são suscetíveis de receber as transformações necessárias para sua montagem em um telecine.

Adaptação da óptica

Como o princípio de acoplamento óptico baseia-se na reprodução direta da imagem do filme na janela do projetor, sobre a área fotossensível do tubo de imagem da câmara de televisão, torna-se necessário corrigir o foco das partes ópticas. Essas partes ópticas existem normalmente nos projetores para a projeção sobre telas de grande formato. Isso é feito substituindo-se as partes ópticas originais por outras, projetadas especificamente para essas aplicações, tanto nos projetores como na câmara de televisão; também pode ser feito colocando-se adaptadores nas partes ópticas.

Adaptação dos motores

Normalmente, os projetores de cinema para aplicações gerais são dotados de motores assíncronos, isto é, motores cujas rotações são independentes da freqüência da rede elétrica. Como as câmaras de televisão são sincronizadas com a rede, ou com um gerador de referência, é preciso que os projetores estejam na mesma condição. Caso contrário, a imagem obtida tende a correr a tela. Por isso, os fabricantes de projetores possuem, além de modelos de motores síncronos, todas as modificações necessárias para incorporar o projetor a um sistema de telecine.

Adaptação do obturador

O sistema de telecine também necessita de um obturador adequado à cadência de imagens da televisão (25 imagens/segundo). Essa cadência é diferente da que a projeção cinematográfica normal necessita. Assim, deve-se solicitar ao fabricante o obturador com o número de pás adequado para essa aplicação específica.

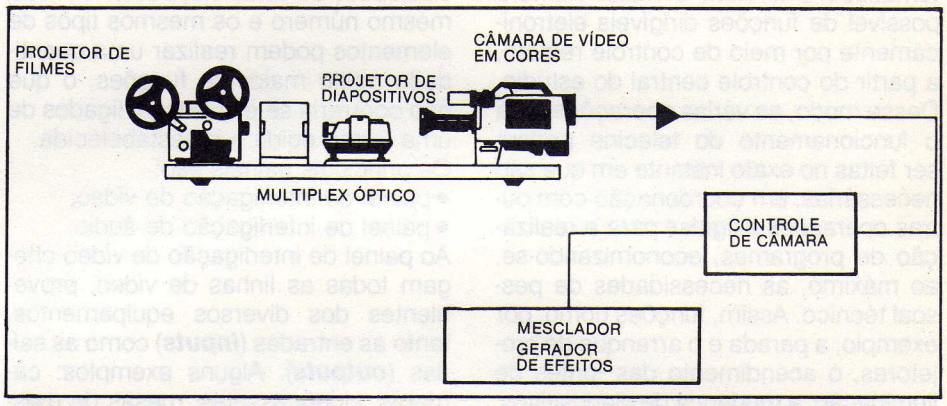
Adaptação da intensidade luminosa

Uma câmara de televisão não necessita da mesma intensidade de luz requerida para cobrir uma tela de projeção convencional. Portanto, deve-se diminuir a intensidade luminosa, mas sem que se altere a temperatura de cor (composição das tonalidades fundamentais), pois, se isso acontecer, ocorrerá uma variação na tonalidade das cores. Por isso, na televisão em cores foi desprezada a solução que se adotou para as câmaras em branco e preto, que consiste em regular a tensão elétrica da lâmpada do projetor.

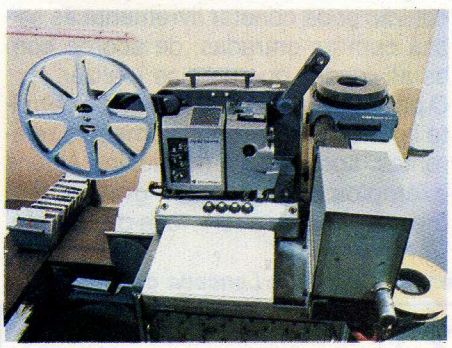
Para as câmaras em cores, são utilizados filtros neutros de densidade variável. O sistema mais adequado consiste na instalação de um acessório óptico-eletrônico no eixo óptico do sistema da câmara de televisão. Esse acessório, além de diminuir a intensidade do feixe luminoso que as lâmpadas de projeção emitem, compensa as variações de intensidade que ocorrem com a passagem de diferentes planos da película. Esse elemento é composto de:

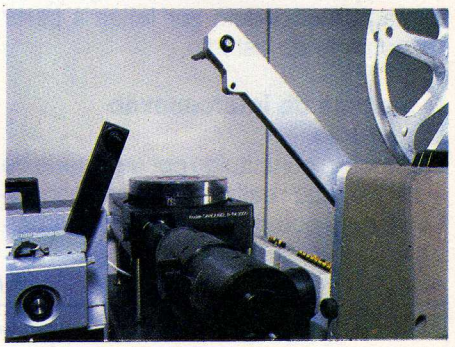
- um disco giratório formado por um filtro neutro de intensidade variável;
- um motor servocontrolado por realimentação com o nível de vídeo obtido na saída da câmara de televisão.

Dessa forma, a luminosidade que chega à câmara de televisão, na passagem de um determinado fotograma, gera um sinal de vídeo de certo nível, que é interpretado por um circuito eletrônico. Esse circuito move, por sua vez, através do motor, o disco giratório, regulando constantemente a intensidade luminosa que chega à câmara, e dando uniformidade ao material resultante da reprodução.



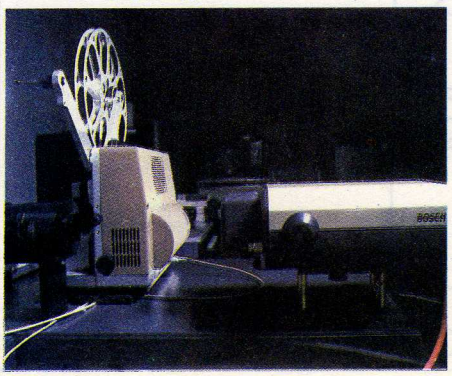
ACIMA: esquema do sistema de telecine: bancada/controle de câmara/SEG.



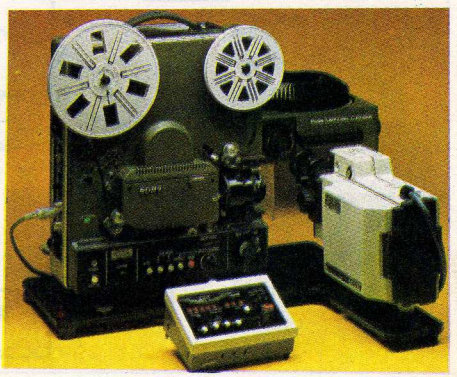


ACIMA: vistas parciais de uma bancada de telecine. À esquerda: instalação do projetor na bancada; à direita: instalação do carrossel para o projetor de diapositivos.

ABAIXO: instalação da câmara na bancada do telecine.



ABAIXO: telecine para trabalhos industriais em Super 8, com projetor especial e controles e comando remotos.



Elemento do telecine óptico

O sistema de telecine óptico é constituído pelos seguintes elementos:

- bancada;
- cabeça de câmara de televisão;
- mesclador óptico;
- projetor(es) de cinema;
- projetor(es) de diapositivos;
- sistema de controle automático de luminosidade;
- sistema de controle remoto e telecomandos.

Controle remoto do telecine

É muito importante que os equipamentos que compõem o telecine sejam automáticos e tenham o maior número possível de funções dirigíveis eletronicamente por meio de controle remoto, a partir do controle central do estúdio. Desse modo, as várias operações para o funcionamento do telecine podem ser feitas no exato instante em que são necessárias, em coordenação com outras operações exigidas para a realização de programas, economizando-se, ao máximo, as necessidades de pessoal técnico. Assim, funções como, por exemplo, a parada e o arranque de projetores, o acendimento das fontes de iluminação, a mudança de diapositivos, o avanço e o retrocesso, o ajuste da câmara, etc. podem ser feitas a partir do controle do estúdio.

O sistema de interconexão do estúdio

O estúdio é constituído por uma série de sistemas que realizam funções específicas, mas que precisam estar em perfeita integração. Para isso, necessita de uma correta estruturação entre os diversos sistemas e entre os elementos de interligação que os relacionam.

Painéis de interligação

Um elemento básico do sistema de interligação é constituído pelos painéis de interligação ou mesas de ligação (***patch panels***, em inglês), existentes no controle do estúdio. Através deles, é possível fazer uma série de combinações na ligação dos diversos elementos, de acordo com a função necessária em cada momento. Com isso, aumentamos consideravelmente as possibilidades do estúdio e, dessa forma, o mesmo número e os mesmos tipos de elementos podem realizar uma quantidade muito maior de funções, o que não ocorreria se estivessem ligados de uma forma rígida e preestabelecida.

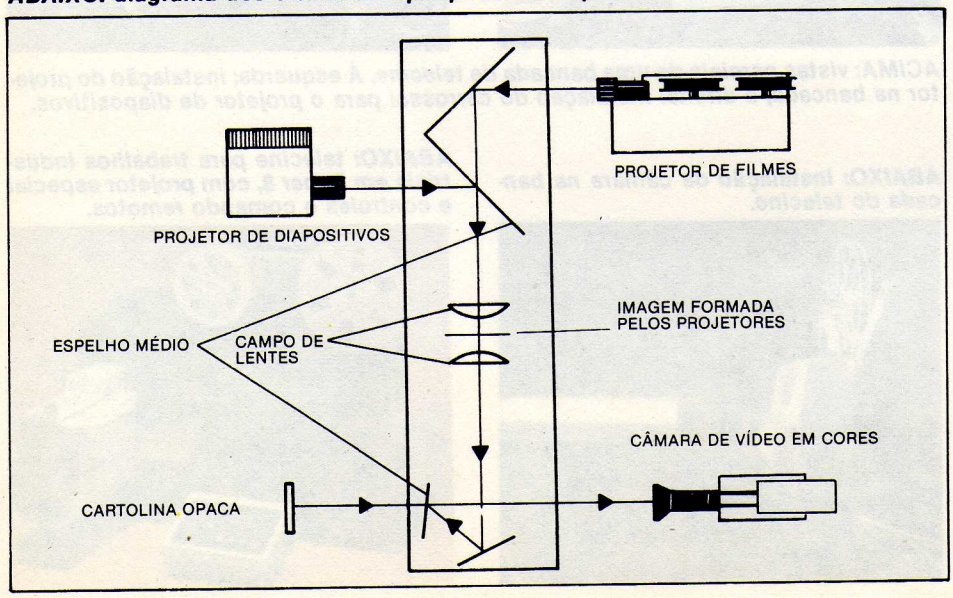
Os principais painéis são:

- painel de interligação de vídeo;
- painel de interligação de áudio.

Ao painel de interligação de vídeo chegam todas as linhas de vídeo, provenientes dos diversos equipamentos, tanto as entradas (***inputs***) como as saídas (***outputs***). Alguns exemplos: câmaras, videocassetes, mesas de mesclagem, monitores, etc. O operador de estúdio pode conetar livremente as saídas com as entradas, de acordo com as atividades que precise realizar.

O painel de interligação de áudio permite ligar os diversos equipamentos referentes aos canais de áudio. Alguns exemplos: microfones, gravadores, mescladores de áudio, toca-discos, etc.

ABAIXO: diagrama dos elementos que podem compor uma bancada de telecine.



Unidade de comandos e sistemas de intercomunicação

Esses elementos são os sistemas por meio dos quais a equipe de realização que está na sala de controle se comunica com o pessoal técnico e artístico. Os sistemas de intercomunicação são necessários devido às distâncias e à separação material existentes entre os diversos módulos espaciais de que o estúdio se compõe.

Por meio de microfonia se estabelece comunicação com a equipe técnica do platô, as câmaras e o regente de estúdio. Isso é feito principalmente para dirigir a atuação desses elementos durante a gravação dos programas.

Por meio de megafonia, o realizador se comunica principalmente com os atores e as outras equipes artísticas do platô. Isso é feito nos momentos de preparação, quando não se está gravando, pois, de modo contrário, os sons emitidos pelo megafone seriam gravados no programa final.

Mesmo assim, pode-se estabelecer comunicação através desse sistema com o pessoal técnico das outras unidades do estúdio, para coordenar operações técnicas diversas. Alguns exemplos: telecine, videocassetes, etc.

Quadro de conexões

Outros elementos de grande aplicação, composto por várias unidades espaciais, determinadas por sua especificidade de funções, são os quadros de conexões. Esses quadros permitem o casamento das linhas existentes em cada região com as linhas contíguas. Além disso, essa união é feita de maneira removível, tornando possível conetar ou desconetar cada elemento dos quadros de conexões. Assim, os quadros de cada região devem ter o número necessário de conetores para abrir as entradas e as saídas, a partir dos equipamentos existentes numa determinada região. Alguns exemplos: entradas e saídas de vídeo, áudio, intercomunicação, etiqueta, rede, etc.

Etiqueta

O sistema de etiqueta (***tally***, em inglês) indica, por meio de lâmpadas-piloto, quais são os elementos em cada momento que estão no ar. A comutação desse sistema é basicamente realizada pelo mesclador de vídeo que, por sua vez, comuta as linhas de sinalização. Alguns exemplos: pilotos de câmara, de monitores de controle, etc.