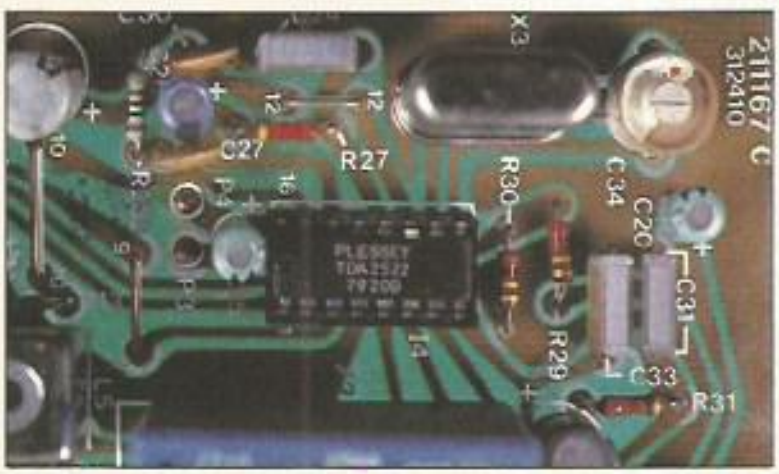
ELETRÔNICA

12 PASSO A PASSO Cr$ 2.200

Abril Cultural









COMPONENTES

RESISTORES VARIÁVEIS

MONTAGEM

DICAS PARA PREPARAR SEU KIT

INSTRUMENTAÇÃO

OS SEGREDOS DO TELEVISOR
OSCILADORES TRANSISTORIZADOS

GRANDE CONCURSO
O SELO VALE MILHÕES
Coleções Especiais
Promoção válida somente no território brasileiro

Editor:
VICTOR CIVITA

Divisão Fascículos
Diretor-Gerente:
Roberto Martins Silveira

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO

Conselho Editorial
Diretor Editorial:
Sonia Robatto
Diretor de Arte:
Mauro Lemos
Assistente de Arte:
José Maria de Oliveira

Consultores:
João Antonio Zuffo - Professor titular do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da USP e Coordenador do Laboratório de Subsistemas Integráveis - LSI - da EPUSP - DE.

Engº Mathias M. Wolff - Diretor geral da Methodos Consultoria e Manutenção Eletrônica S/C Ltda.

Departamento Comercial
Gerente Comercial:
Joaquim Celestino da Silva
Gerente de Produção:
João Stungis
Gerente de Circulação:
Denise Maria Mozol

Execução Editorial
Estúdio Sonia Robatto Ltda.
Redação:
Deusell Graeff, Virginia Finzetto
Revisão:
Ismar Silva Leal, Maria Isabel Duarte Ascenso
Arte:
Roberto Anselmo (chefe), Airton Ortega de Almeida, Ana Maria Pinto, Nelson S. Nakashima, Nelly Rachel Fernandes (assistentes)
Serviços Auxiliares:
Elvira de Bellis, Silvia C. D. Assumpção

Colaboração:
Ilustrações: Milton Takeda
Tradução: Paulo Nubile

COMPLETE SUA COLEÇÃO

Exemplares atrasados, até seis meses após o encerramento da coleção, poderão ser comprados, a preços atualizados, da seguinte forma:

1. **Pessoalmente**
Por meio de seu jornaleiro ou dirigindo-se ao Distribuidor Abril local, cujo endereço poderá ser facilmente conseguido junto a qualquer jornaleiro da sua cidade. Em **São Paulo**, os endereços são:

Av. Industrial, 117
Santo André
Rua Heliodora Ebano Pereira, 267
Lapa
Rua Brigadeiro Tobias, 773
Centro
e no **Rio de Janeiro**
Rua Secadura Cabral, 141
Centro
Rua da Passagem, 93
Botafogo
Rua Dr. Borman, 31
Niterói

2. **Por carta**
Poderão ser solicitados exemplares atrasados também por carta, que deve ser enviada para:

Abril S/A Cultural
Números atrasados - Distribuidora
Caixa Postal 60171,
São Paulo - SP

Não envie pagamento antecipado
O atendimento será feito pelo reembolso postal e o pagamento, incluindo as despesas postais, deverá ser efetuado ao se retirar a encomenda na agência do correio. Após seis meses do encerramento da coleção, os pedidos serão atendidos somente por carta dirigida a NÚMEROS ATRASADOS — DISTRIBUIDORA, dependendo da disponibilidade de estoque.

Obs.: quando pedir livros, mencione sempre o título e/ou o autor da obra, além do nº da edição.

COLABORE CONOSCO

Encaminhe seus comentários, críticas, sugestões ou reclamações ao **Serviço de Atendimento ao Leitor** — Caixa Postal 9442, CEP 01327, São Paulo, SP. Telefone: (011) 288-6298. TELEX 01133670 ABSA.

NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
DESCUBRA, NESTA SEÇÃO, POR QUE AS BOBINAS SÃO CONSIDERADAS ELEMENTOS BÁSICOS DOS CIRCUITOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS.

MONTAGEM:
VOCÊ VAI VER QUE NÃO É NADA DIFÍCIL IDENTIFICAR E CONSERTAR OS PEQUENOS DEFEITOS QUE SURGEM EM ALGUNS APARELHOS ELETRÔNICOS.

APRENDA A MONTAR ESTE APARELHO INCRÍVEL: A MÁQUINA DA VERDADE. COM ELA, VOCÊ VAI CONHECER AS VERDADEIRAS EMOÇÕES DE SEUS AMIGOS.

TAMBÉM PARA MONTAR, UM MINIKIT SIMPLES E PRÁTICO: UM TESTADOR DE BATERIA PARA O SEU AUTOMÓVEL.

INSTRUMENTAÇÃO:
PREPARE-SE PARA CONHECER UMA IMPORTANTE APLICAÇÃO DOS SEMICONDUTORES: OS CIRCUITOS DIGITAIS.

© Ediciones Nueva Lente, 1983
©Abril S/A Cultural, São Paulo, Brasil, 1984

Edição organizada por Abril S/A Cultural (art. 15 da Lei 5988, de 14/12/1973).
Esta obra foi integralmente impressa na Divisão Gráfica da Editora Abril S/A

RESISTORES VARIÁVEIS

Aumentar o volume do aparelho de rádio, regular a intensidade luminosa do televisor ou ajustar a tonalidade do amplificador estéreo são operações corriqueiras. Mas elas só são possíveis pela ação dos resistores variáveis, dos reostatos ou dos potenciômetros, que você vai conhecer agora.

Para otimizar a operação de certos componentes e deixá-los no ponto ideal de uso — de acordo com o gosto do usuário —, é preciso fazer regulagens internas em muitos circuitos. Esses ajustes só são possíveis graças ao emprego de resistores, que variam de valor quando se aciona seus comandos externos.

O resistor variável, o reostato e o potenciômetro são termos quase sinônimos e, na prática, têm funções muito parecidas.

A estrutura externa do potenciômetro, por exemplo, consiste em um resistor fixo ligado a dois terminais de contato. Sobre esse resistor coloca-se um contato móvel, deslizante, que, acionado por um comando externo, pode percorrer toda a sua extensão, de um extremo ao outro. O contato deslizante é ligado, por sua vez, a um terceiro terminal. Com isso, pode-se obter uma resistência de valor desejado entre um dos extremos do potenciômetro e o contato móvel. Isso permite que se consiga obter uma determinada tensão no terminal correspondente ao contato móvel, quando entre as duas extremidades é aplicada uma diferença de potencial fixa. Deve-se, porém, evitar a circulação de corrente pelo contato deslizante.

Atualmente, encontram-se disponíveis vários modelos de potenciômetro, cada um projetado para uma aplicação determinada. Os mais utilizados são os potenciômetros de filme de carbono e os potenciômetros bobinados com fio resistivo.

Os potenciômetros de filme de carbono são constituídos por uma tira de resina fenólica na forma de um anel chato. Sobre esse anel é depositada uma camada de suspensão de carbono, composta de finíssimas partículas de carbono misturadas à resina líquida. O conjunto é submetido a um tratamento térmico para se obter um filme resistivo de grande dureza.



ACIMA: dois potenciômetros de filme de carbono com interruptor. Os dois terminais da parte superior desempenham a função de interrupção.



ACIMA: três potenciômetros de filme de carbono, com interruptor. Estes modelos miniaturizados são empregados nos pequenos receptores de rádio transistorizado.

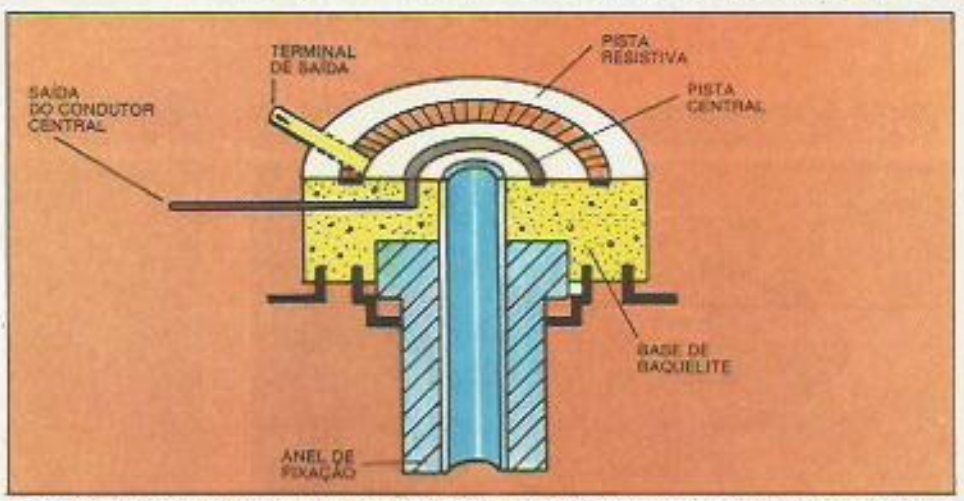


Figura 1. Estrutura interna de um potenciômetro de filme de carbono. O cursor é colocado sobre as pistas condutora central e resistiva, de forma a deslizar pelas duas.

Pode-se usar um potenciômetro como resistor fixo?
Sim, pois existe uma resistência fixa entre os dois terminais colocados nas extremidades. Assim, basta ligar o potenciômetro sem utilizar o terminal central que corresponde ao contato móvel.

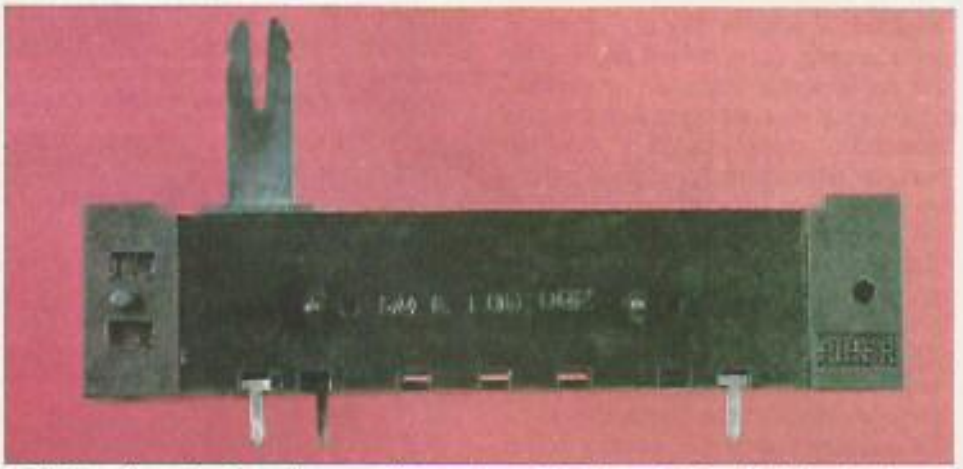
Qual a diferença entre a função de um resistor variável e a de um potenciômetro?
Para se obter um resistor variável, provoca-se um curto-circuito entre o terminal do cursor e um dos terminais das extremidades. Desse modo, há uma resistência variável entre esta extremidade e o terminal do cursor sempre que este é acionado. No caso do potenciômetro, aplica-se uma tensão ou um sinal entre os dois terminais extremos. Uma fração desta tensão compreendida entre zero e o máximo é retirada através do terminal do cursor.

Que tipo de potenciômetro oferece maior precisão: o de filme de carbono ou o bobinado?
O potenciômetro bobinado, pois ele é dotado de um fio resistivo calibrado.

Que tipo de potenciômetro suporta melhor as altas-tensões?
O tipo cermet. Ele possui uma base cerâmica que garante um elevado isolamento elétrico graças à sua baixíssima condutividade. Dessa maneira, evitam-se as eventuais correntes parasitas, responsáveis pela alteração do valor da resistência.

Por que são empregados potenciômetros logaritmicos para o controle de volume?
Porque a resposta do ouvido humano não é linear. Ou seja: mesmo que se dobre uma certa potência acústica, não se tem a sensação de escutar um nível igual ao dobro do anterior. Com o uso do potenciômetro logaritmico, esse efeito é parcialmente compensado.

As extremidades do resistor são metalizadas com prata para garantir um bom contato elétrico. Sobre o filme de carbono é colocada uma peça de bronze munida de pontas de contato. Essa peça tem a função de deslizar sobre a resistência e sobre a pista condutora.
A pista condutora é normalmente concêntrica ao eixo do suporte do acionador do contato móvel. Os terminais correspondentes às extremidades da resistência são ligados aos pontos prateados, e o contato de bronze é, então, movido pelo eixo concêntrico. O conjunto é inserido num invólucro metálico ou de plástico.
Nem todos os potenciômetros de filme de carbono têm o mesmo aspecto externo. Há modelos projetados para montagens em painéis com uma porca rosqueada numa argola filetada concêntrica ao eixo. Outros modelos são feitos para inserção dos circuitos impressos, na posição vertical ou horizontal, e paralelos ao plano do circuito.
Os valores padronizados desses tipos de componente estão compreendidos entre 50Ω e 100 MΩ, com tolerância de 10 e de 20%.
Os potenciômetros bobinados são feitos enrolando-se um fio de material resistivo numa placa de resina fenólica curvada, de forma a constituir um anel. Os terminais de ligação são de chapa prateada fixados nas duas extremidades do enrolamento. O contato móvel, ou cursor, é montado num eixo que ocupa o centro do anel. Dessa maneira, o cursor pode deslizar sobre um dos lados do anel.
O contato elétrico entre o cursor e o terminal correspondente realiza-se através do eixo, mas fica isolado. Todo o conjunto é introduzido num invólucro que o protege dos agentes externos.
Para esse tipo de potenciômetro, os valores vão de 50Ω a 50 KΩ, com tolerância de 5 e de 10%. De acordo com a potência máxima permitida, há duas tecnologias distintas.

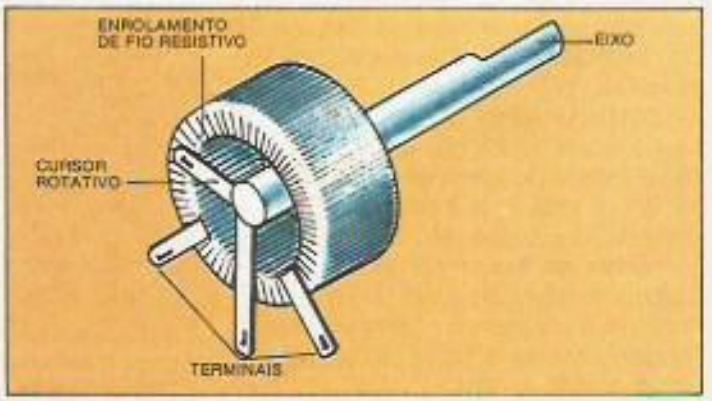


ACIMA: potenciômetro de cursor linear. A variação da resistência é feita deslocando-se, da esquerda para a direita, o comando colocado no alto.

ABAIXO: dois potenciômetros de filme de carbono duplos. Cada um deles contém dois resistores variáveis independentes.



Figura 2. Estrutura interna de um potenciômetro de fio. O cursor desliza num dos lados do rolamento de fio resistivo.



Os potenciômetros de baixa potência dissipam potências de, no máximo, 8 watts e não precisam de cuidados específicos. Já os de alta potência, cujos modelos maiores podem dissipar até 1 000 watts, devem ser vitrificados, como acontece com os resistores fixos. Os potenciômetros bobinados são geralmente empregados nos casos em que se requer uma boa margem de precisão.

Existe uma grande variedade de componentes empregados como resistores variáveis no interior dos circuitos, e alguns modelos merecem destaque. O tipo denominado **cermet** é um deles. O cermet é formado por uma base de cerâmica sobre a qual é depositada uma camada fina de uma mistura de metais. Essa camada é fixada por meio de um processo serigráfico e posterior tratamento térmico. Com essa técnica, obtêm-se componentes de tamanho reduzido, com valores ôhmicos compreendidos entre 10Ω e 1 MΩ e potência de até 2 watts. Os potenciômetros utilizados para regular as altas-tensões nos aparelhos de TV, por exemplo, são desse tipo.

Outro modelo bastante utilizado é o potenciômetro de plástico condutor, semelhante ao cermet, mas que em lugar da base cerâmica tem uma tira de plástico que contém material resistivo. Esse tipo é bem mais econômico do que o cermet.

Todos esses potenciômetros de que falamos até agora funcionam com uma rotação do cursor inferior a um giro quase completo (cerca de 270°). Por isso, nos casos em que se pretende uma grande precisão na regulagem, eles são inadequados. Para satisfazer essa exigência, há um tipo especial de potenciômetro. É o chamado **potenciômetro de vários giros** ou helipote (***helipot***).

O potenciômetro de vários giros é formado por um cilindro resistivo de um certo comprimento, sobre o qual desliza o cursor, que é movido por um parafuso de rosca sem fim. Graças a esse mecanismo, cada vez que se gira o comando externo obtém-se uma pequena variação da resistência.

Nos potenciômetros descritos aqui, a resistência normalmente varia de forma **linear**, ou seja, aumenta ou diminui proporcionalmente ao arco de circunferência compreendido pelo giro do comando externo.

A resistência pode variar de outras maneiras. A mais importante é a variação **logarítmica**, que é muito lenta na primeira parte do cursor, e depois aumenta progressivamente, até se tornar muito rápida, quando estiver próxima ao terminal do cursor. A variação logarítmica geralmente é adotada nos potenciômetros que regulam o volume.

Existem ainda outras formas de variação de resistência, mas elas são menos difundidas. É o caso da variação **antilogarítmica** e da variação **seno/co-seno.**

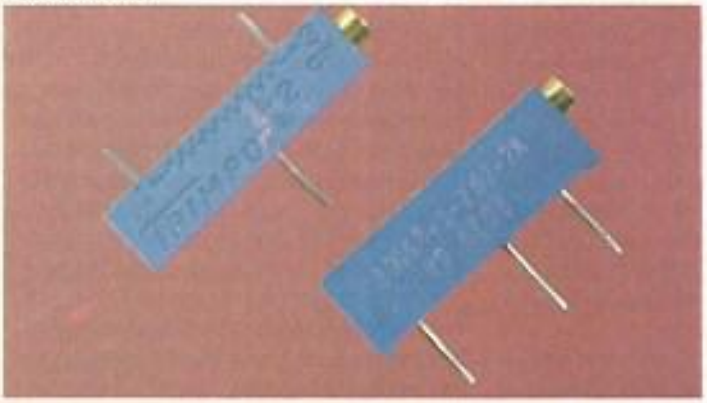


ACIMA: potenciômetro cermet. Na foto, o invólucro com o cursor à esquerda, e a base de cerâmica à direita.

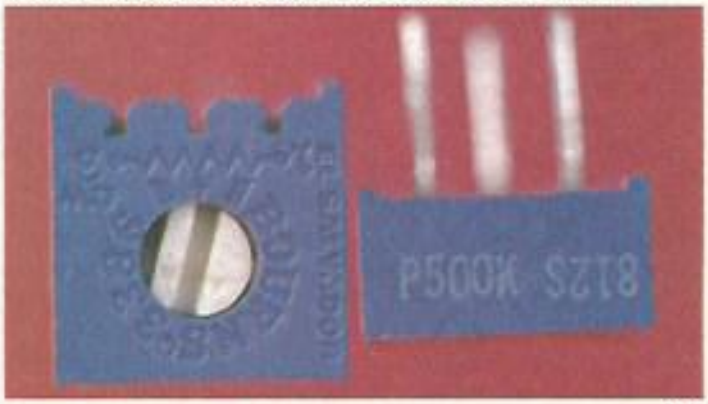


ACIMA: potenciômetro de vários giros de painel. À direita vê-se a manopla dotada de contagiros.

ABAIXO: potenciômetros de vários giros para circuito impresso. São usados principalmente para fazer regulagens internas ou semifixas.



ABAIXO: potenciômetros para regulagens de circuito impresso. Para acioná-los, pode-se usar uma chave de fenda.



DICAS PARA PREPARAR SEU KIT

Os apaixonados pelo "faça você mesmo" podem querer montar um aparelho inspirados num projeto encontrado numa publicação especializada, mas para o qual não existe um kit completo. A solução, nesse caso, é construir um circuito impresso, seguindo algumas regras básicas, ou então...

Em muitas ocasiões, deseja-se construir um aparelho eletrônico com base em um projeto encontrado numa publicação especializada, mas o projeto descreve apenas o circuito e alguns outros dados complementares.

Em casos como esse, é muito útil conhecer as regras básicas que indicarão a você como dispor dos materiais, dos componentes e do método de montagem. Seguindo essas regras, vai ser possível não só viabilizar o projeto, mas também construir um aparelho que tenha as mesmas garantias de qualidade oferecidas por um kit já pronto para montar.

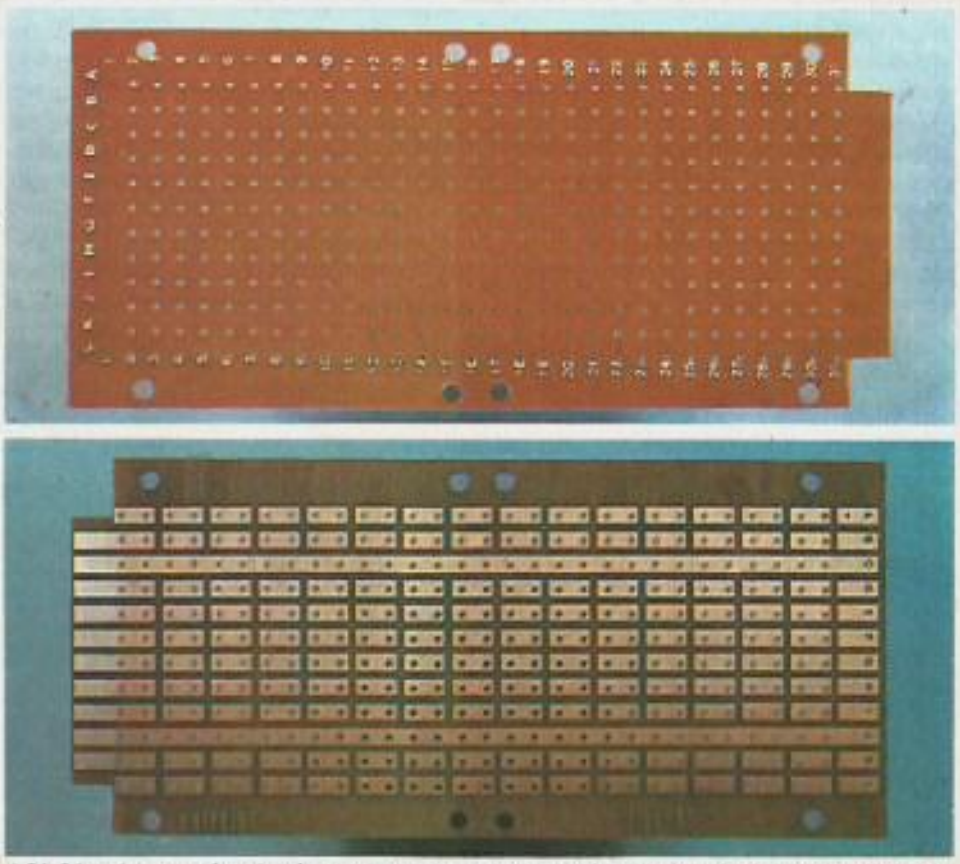
A primeira coisa que você deve fazer, depois de decidir a construção de um aparelho, é a lista completa dos materiais, dos componentes e dos acessórios que vão ser usados. Nessa etapa é importante não esquecer de nenhum detalhe, por mais insignificante que possa parecer.

Não será difícil encontrar os componentes necessários, pois eles geralmente são todos padronizados. Por outro lado, não é possível adquirir apenas o circuito impresso da montagem, pois esse componente é projetado especificamente para cada aparelho.

Uma boa alternativa, quando não se deseja construir também o circuito impresso, é utilizar as chamadas **placas para montagens experimentais**. Elas possuem um grande número de furos, distribuídos em posições padronizadas, e permitem a montagem de qualquer componente.

Tratando-se dos circuitos impressos com face única, pode-se dispor de uma ilha ou nó para cada furo no lado das soldas, ou também de trilhas condutoras que ligam dois a dois esses furos, ou, ainda, de algum outro tipo de configuração.

Como os componentes são de diferentes tamanhos, convém ter antes uma boa idéia do espaço que o circuito ocupará na placa. Podem surgir ainda alguns pequenos problemas no caso de se querer utilizar uma caixa para acondicionar o aparelho, pois é muito difícil que um dos modelos existentes adapte-se perfeitamente. Mas se você conhecer as dimensões do circuito, dos componentes a serem fixados e a disposição dos eventuais comandos, é sempre possível escolher um tipo de caixa que satisfaça, com um mínimo de modificações, os padrões técnicos e estéticos.



ACIMA: placa padronizada para montagens experimentais, vista dos dois lados. Ela pode ser usada para a construção de vários tipos de circuito.

Depois de comprar todo o material — inclusive a placa para montagem e a caixa —, ele deve ser subdividido em diversos grupos, de modo semelhante ao que foi feito nas demais montagens sugeridas anteriormente.

Nesse caso, porém, a ordem de montagem é diferente. Antes de mais nada, é preciso construir as linhas de alimentação sobre a placa. Para isso, liga-se com um fio **nu** ou com sobras dos terminais dos componentes **um certo número de nós**. As **duas** linhas assim formadas são destinadas uma ao positivo e outra ao negativo.

Em seguida, tomando como referência o esquema elétrico, fixam-se os componentes nos furos, começando pela

região esquerda do esquema e da placa. Deve-se procurar, sem rigidez excessiva, dispor os componentes de modo semelhante ao que está indicado pelo esquema elétrico. Com esta precaução, o trabalho de montagem, a revisão e eventuais reparações serão simplificados.

Normalmente, começa-se montando o transistor ou circuito integrado que ocupa a primeira posição à esquerda, soldando-se seus terminais aos nós correspondentes. Procura-se também ligar as sobras de fios terminais aos nós contíguos. Dessa maneira, obtêm-se alguns pontos nos quais podem ser soldados outros componentes, sem o perigo de aquecer novamente as soldas do transistor ou de danificá-lo por superaquecimento.

Em seguida, montam-se os componentes que se ligam ao transistor, soldando-os na placa. Emprega-se fio nu ou os próprios terminais para realizar as ligações com os outros componentes ou com a linha de alimentação, tomando sempre como referência os pontos de ligação indicados no esquema. Procede-se dessa maneira até completar o circuito.

Durante a montagem é preciso tomar algumas precauções:

- Se for preciso montar algum circuito integrado, convém, na maioria dos casos, utilizar um soquete. Desse modo, o circuito propriamente dito pode ser montado no último momento, ficando protegido de qualquer dano eventual. Quando não existe nenhum sinal de referência no soquete, assinala-se o ponto em que o terminal nº 1 deverá ser inserido.
- É possível que o soquete não possa ser inserido por não haver entre os furos da placa a distância necessária. Num caso como esse, podem ser feitos furos adicionais com uma furadeira elétrica equipada com broca de 1,25 mm.
- As ligações feitas com um fio nu não devem se cruzar, pois existe o risco de provocar curtos-circuitos. Eventuais cruzamentos, no entanto, podem ser feitos com a adaptação de um tubo isolante ("espaguete") ao fio de conexão, ou então passando um dos fios no lado da montagem dos componentes.
- Todos os elementos volumosos ou pesados precisam ser fixados na placa por meio de parafusos, para que

NOÇÕES TEÓRICAS

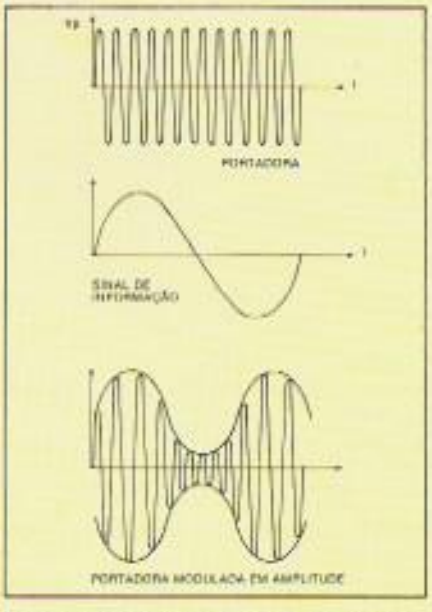
A modulação

De modo geral, os sinais não podem ser transmitidos diretamente ao espaço sob a forma de ondas eletromagnéticas e manter as suas características e a sua forma original. Para isso, é necessário um veículo portador de transmissão. Esse veículo deve satisfazer determinadas exigências a fim de que o sinal de informação por ele transportado possa cobrir a distância prevista.

O veículo ou meio de transmissão nada mais é do que um sinal permanente de freqüência mais elevada, que recebe o nome de portadora. O procedimento pelo qual o sinal é associado à portadora denomina-se **modulação**.

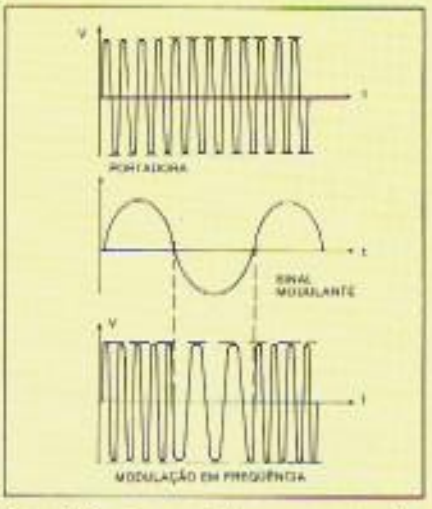
Há dois tipos comuns de modulação empregados para as transmissões de rádio e televisão: a **Modulação de Amplitude** *e a* **Modulação de Freqüência**.

A Modulação de Amplitude, indicada com a sigla **AM** *(do inglês* ***Amplitude Modulation****), consiste em sobrepor, por meio dos circuitos chamados* **moduladores**, *o sinal de informação à portadora, de tal modo que a amplitude da portadora varie constantemente em função das características do sinal modulante.*



As transmissões em AM são empregadas para a radiotransmissão nas faixas de freqüência conhecidas como Ondas Longas (OL), Ondas Médias (OM) e Ondas Curtas (OC) até 30 MHz. Elas também são usadas para modular os sinais de vídeo em TV.

A Modulação de Freqüência, indicada pela sigla **FM** *(do inglês* ***Frequency Modulation****), usa o sinal de informação ou modulante para variar, segundo o seu ritmo, a freqüência da portadora.*



Esse efeito é conseguido graças a circuitos moduladores diferentes dos precedentes.

Os dois sistemas permitem efetuar as transmissões de sinais e enviar as informações desejadas. Esses sinais serão captados pelo receptor, onde sofrem um procedimento inverso, chamado **demodulação**, *que permite a recuperação do sinal original.*

As emissões em FM são empregadas tanto em transmissões de rádio — numa faixa de freqüência diferente das emissões em AM — quanto para sinais de áudio em TV. O sistema AM foi o primeiro a ser empregado em larga escala e continua sendo muito utilizado. Ele apresenta, porém, certas limitações no que se refere à qualidade. Isso ocorre porque qualquer sinal eletromagnético de interferência pode se sobrepor à amplitude portadora durante seu percurso, e isso é captado e reproduzido pelo receptor.

Outro grave inconveniente do sistema AM é a limitação da largura da faixa imposta ao sinal modulante: os padrões internacionais não permitem que esse sinal atinja freqüências superiores a 10 KHz. Essa limitação prejudica algumas transmissões, sobretudo musicais.

O sistema FM não está sujeito a esses dois inconvenientes, porque o seu sinal, sendo enviado sob a forma de variações de freqüência, é insensível aos distúrbios que possam agir sobre sua amplitude. Além disso, operando com freqüências de portadora muito mais elevadas, o sistema FM permite maiores faixas de freqüências para o sinal modulante.

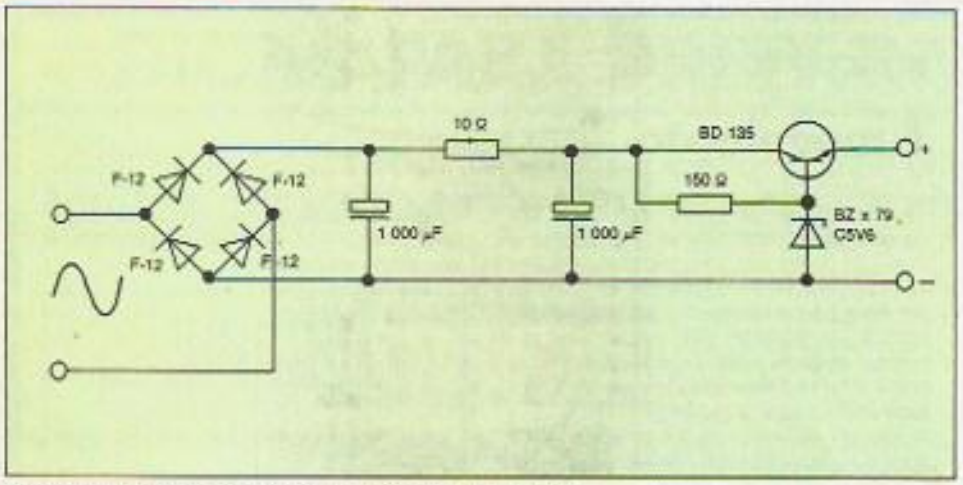
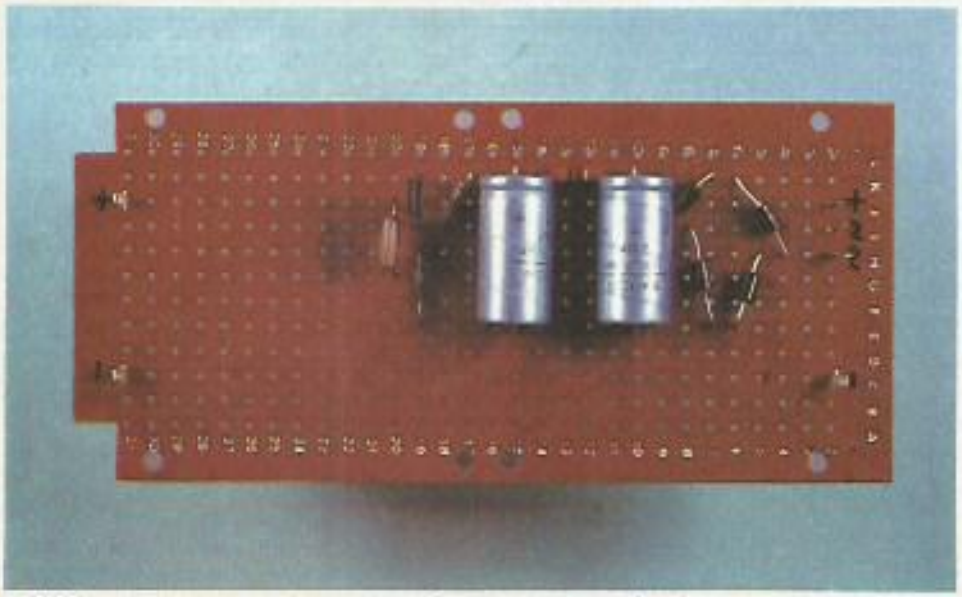
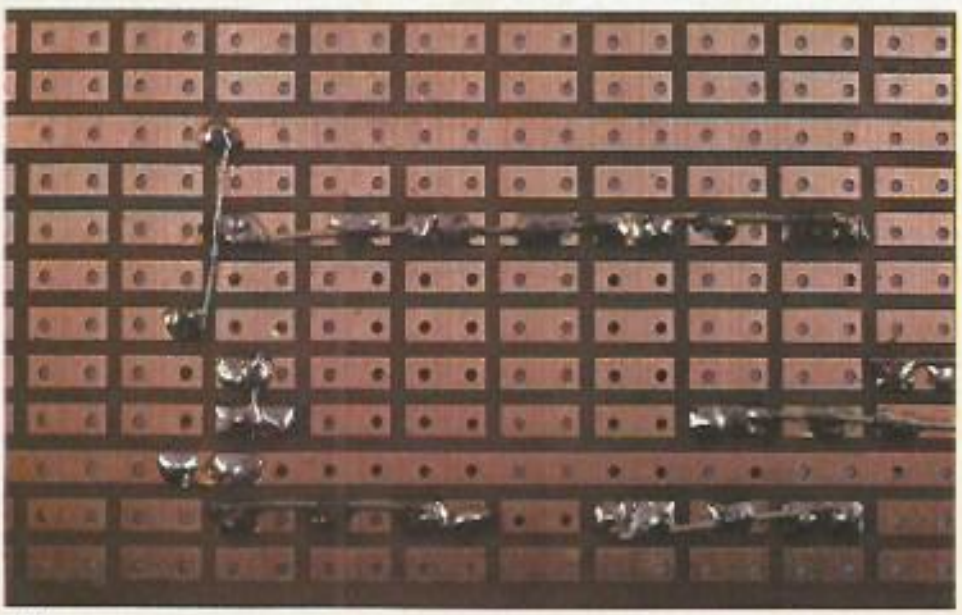


Figura 1. Esquema elétrico do circuito construído.



ACIMA: componentes sobre a placa. O circuito construído é uma fonte de alimentação estabilizadora.



AO LADO: detalhes das soldagens sobre a placa. As interconexões foram feitas com segmentos de terminais.

fiquem bem firmes. Para isso, será necessário fazer furos de 3,5 mm de diâmetro sobre a placa. A solda não oferece, por motivos óbvios, garantia suficiente de resistência e rigidez mecânicas.

- Se for preciso usar dissipadores, deve-se calcular o espaço que eles ocuparão na placa e ter presente, durante a montagem dos transistores, que serão necessárias condições de isolamento. Para isso, serão utilizados acessórios já bastante conhecidos (plaqueta de mica, arruelas isolantes, etc.), que são fornecidos juntamente com os transistores.

Não se pode esquecer ainda que, na maior parte dos casos, será preciso utilizar uma fonte de alimentação que forneça a tensão contínua indispensável ao funcionamento do aparelho.

Às vezes o circuito já está previsto no esquema. Quando isto acontece, a montagem está concluída depois de você já tê-lo realizado. Caso contrário, é necessário montar — na mesma placa ou à parte — um circuito retificador com diodos acoplados a um capacitor de filtragem e a um estabilizador. Este último, claro, somente nos casos em que seja realmente indispensável.

O circuito de alimentação é ligado ao transformador, escolhido para uma tensão de entrada no primário de 110 ou 220 volts e com uma tensão de saída no secundário igual à tensão contínua requerida pelo aparelho.

Se uma região da placa não for utilizada, ela pode ser cortada com uma serra, a fim de não ocupar muito espaço na caixa.

A parte final do trabalho consiste em adaptar a caixa para receber o circuito, já com os distanciadores que o prenderão na própria caixa e com os outros elementos. Finalmente, são feitas as ligações, de acordo com o procedimento normal, já descrito em outros capítulos. Depois de realizadas todas as regulagens e fechada a caixa, o aparelho estará pronto.

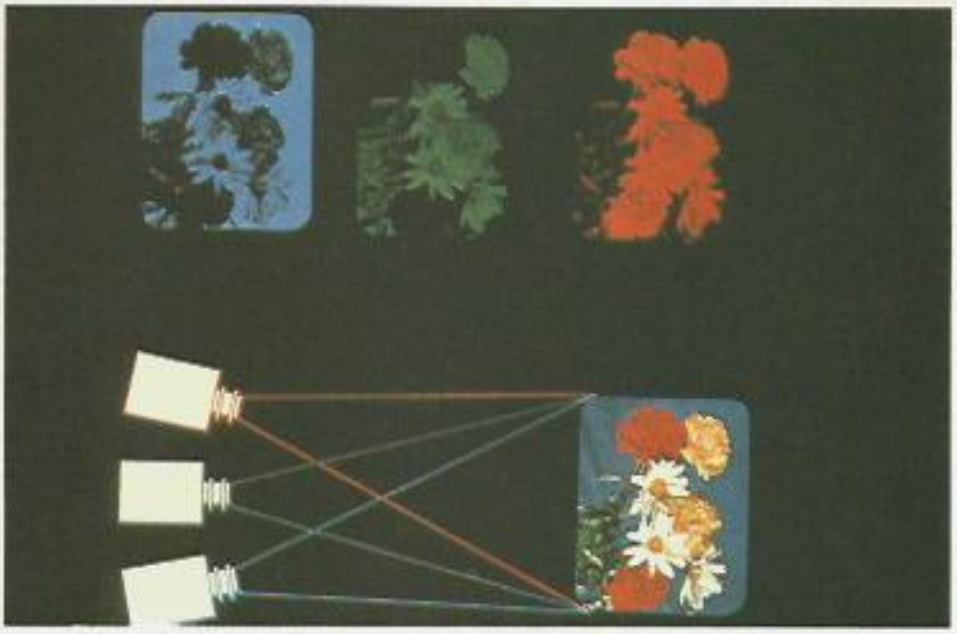
OS SEGREDOS DO TELEVISOR

O que é um televisor? Como são formadas as imagens? Qual é, afinal, esse processo quase mágico pelo qual os programas realizados a vários quilômetros de distância atingem o nosso aparelho de televisão? Estas perguntas e muitas outras são respondidas neste capítulo.

A televisão, sistema que permite enviar ou transmitir som e imagem a distância, ocupa, sem dúvida nenhuma, um dos primeiros lugares entre os modernos meios de comunicação.

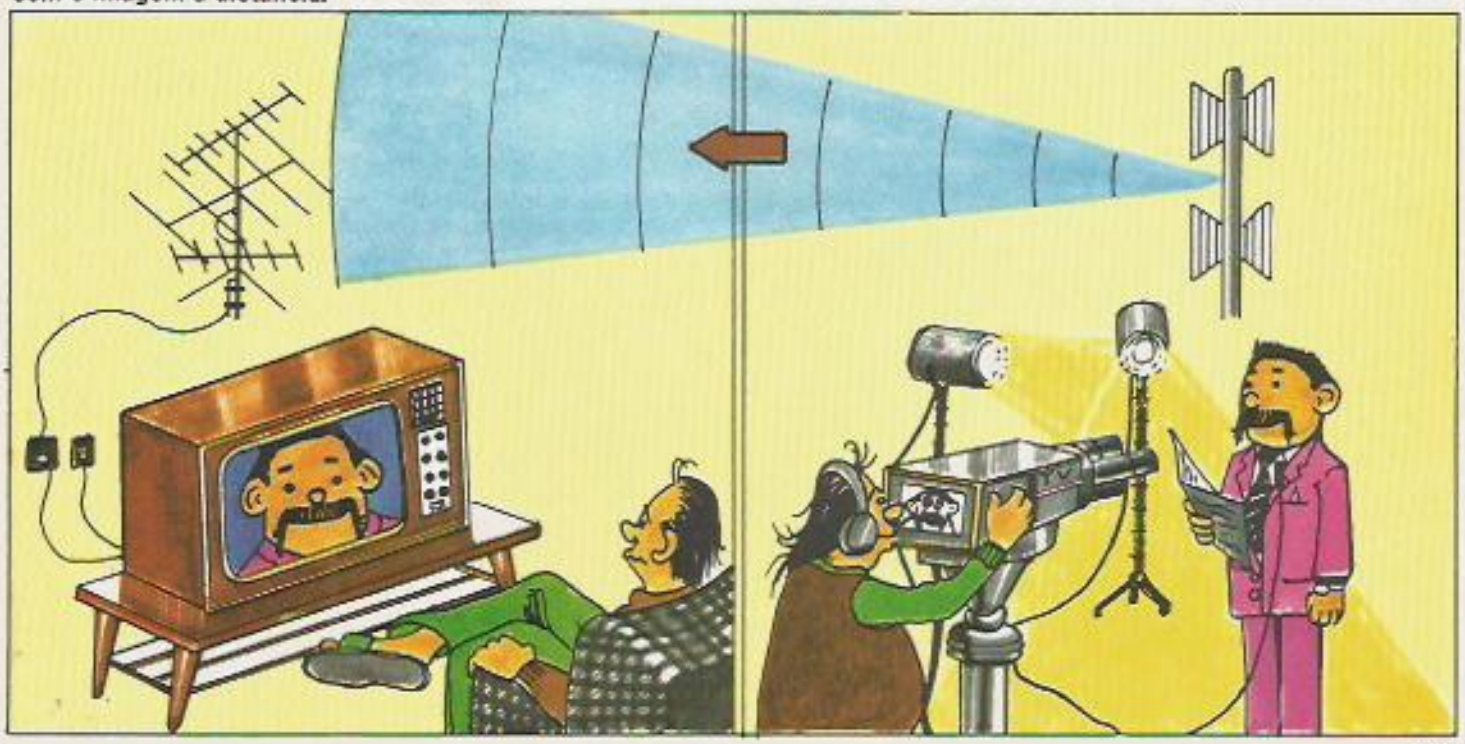
O aparelho que recebe e mostra as informações é o receptor de televisão ou televisor. Para que isso aconteça, o aparelho recebe um sinal eletromagnético pela antena e, depois de realizar uma série de operações e transformações, fornece a imagem que você vê na sua tela e o som que você ouve em seu alto-falante. Esses sinais — a imagem e o som — são produzidos por um transmissor localizado, na maioria das vezes, a grande distância.

Entre o transmissor e o receptor deverá haver um meio propício à transmissão dos sinais eletromagnéticos. Esse meio é o espaço. Para utilizá-lo ade-



***ACIMA:** as imagens da tela de um televisor em cores são obtidas graças a uma mistura das cores fundamentais (vermelho, verde e azul), de forma semelhante àquela que se obteria projetando sobre uma única superfície três fachos de luz com essas cores.*

***ABAIXO:** a televisão permite transmitir som e imagem a distância.*



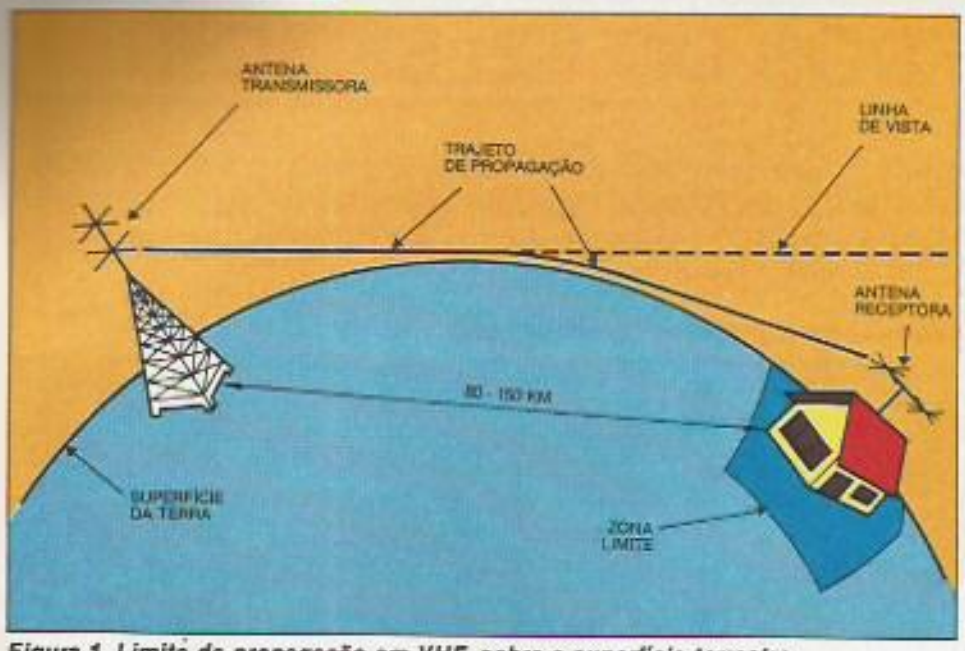


Figura 1. Limite de propagação em VHF sobre a superfície terrestre.

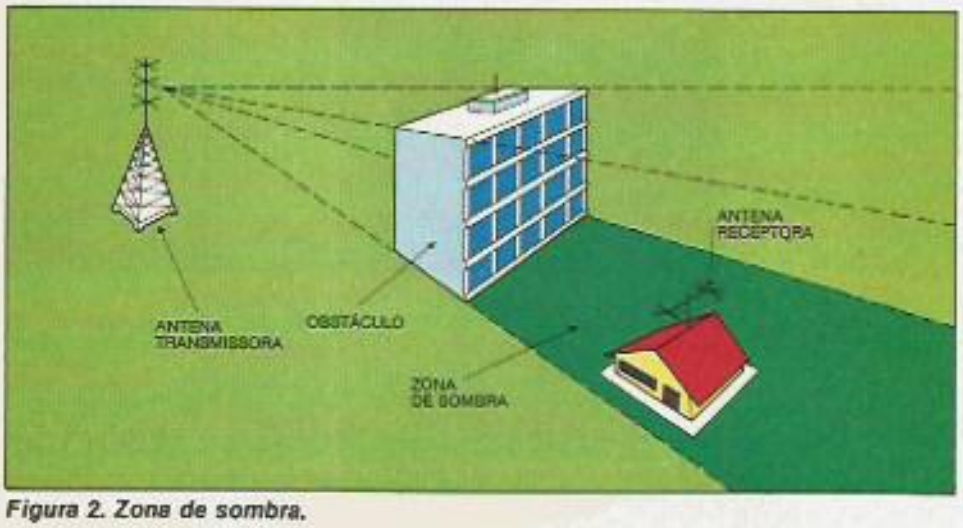


Figura 2. Zona de sombra.

quadamente, é necessário que o transmissor disponha de um elemento chamado **antena transmissora**, que irradia energia no espaço.

Por outro lado, é necessário que o aparelho receptor também possua um elemento semelhante, chamado **antena receptora**, que retire do espaço parte dessa energia. Esses sinais eletromagnéticos que são irradiados pelo espaço não envolvem apenas uma freqüência, e sim uma faixa de freqüências que se inicia próximo do zero e vai até alguns megahertz.

Para tornar praticável a irradiação simultânea dessa gama enorme de freqüência de sinais, recorre-se ao uso de um sinal de alta freqüência, chamado **portadora**, que transportará a informação de áudio ou de vídeo desejada por meio de um tipo de modulação em seu sinal.

A freqüência usada pela portadora entra na faixa denominada **VHF** (do inglês ***Very High Frequency*** — freqüência muito alta), que vai de 30 a 300 MHz, ou na faixa denominada **UHF** (do inglês ***Ultra High Frequency*** — freqüência ultra-alta), que vai de 300 a 3000 MHz.

A propagação dessas ondas se caracteriza por ser feita em linha reta. Se houver obstáculos vão ocorrer fenômenos de refração, reflexão e difração.

Para uma boa transmissão e recepção do sinal, a antena transmissora e a receptora devem estar em "linha de vista", ou seja, uma deve estar vendo a outra. Na prática, entretanto, isso não é sempre necessário, já que o sinal

Figura 3. Reflexão de sinais produzindo imagens múltiplas (fantasmas).

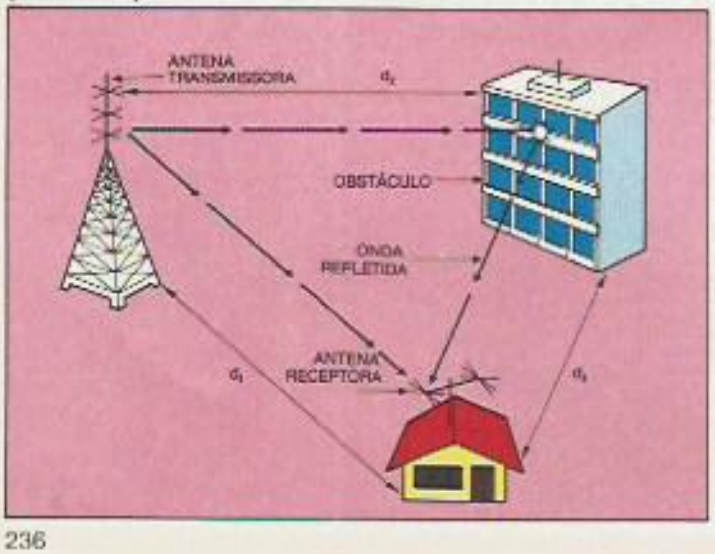
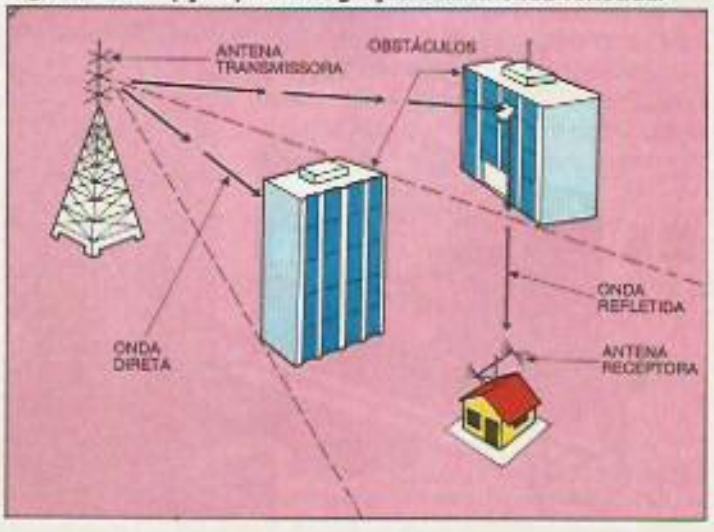


Figura 4. Recepção possível graças a uma onda refletida.



transmitido, por causa do fenômeno de difração que ocorre na atmosfera, não caminha em linha reta. Ele acaba por acompanhar um pouco a curvatura da Terra, permitindo a recepção em pontos fora da "linha de vista", como se pode ver na figura 1.

A distância máxima entre o transmissor e o receptor é fixada por uma zona chamada de **zona limite** ou limítrofe, na qual o sinal recebido já é bem débil. Essa distância não é bem definida, pois depende das condições do terreno e da existência de obstáculos, como, por exemplo, montanhas ao longo do trajeto da propagação. Nos casos mais comuns, a zona limite situa-se de 80 a 150 km do transmissor.

Devido às características de propagação das ondas de VHF e de UHF, que acabamos de analisar, é fácil concluir que os obstáculos opacos à propagação provocarão uma **zona de sombra** onde não se receberá o sinal. Isso acontece quando morros, edifícios de grande porte, etc., se interpõem ao trajeto das ondas. Os receptores situados nessas zonas não recebem adequadamente o sinal, como pode ser visto na figura 2.

Além de produzir zonas de sombra, os obstáculos podem também provocar reflexões dos sinais. Isso ocorre muito freqüentemente nas cidades grandes, devido ao grande número de edifícios. A conseqüência é o aparecimento de imagens múltiplas denominadas fantasmas ou sombras.

Como se pode observar na figura 3, a antena receptora, além de receber o sinal direto da transmissora — trajeto d2 —, recebe também o sinal refletido, de intensidade comparável, que percorre os trajetos d1 e d3.

Como o trajeto (d1 + d3) é maior do que d2, o sinal refletido chegará ao receptor com algum atraso. Este sinal produzirá, então, em relação à imagem principal obtida na tela do televisor, uma imagem de menor intensidade deslocada para a direita. Haverá tantos fantasmas quantos forem os caminhos de reflexão.

Esse fenômeno, geralmente indesejável, torna-se benéfico em algumas ocasiões, pois ele pode determinar uma recepção de sinal dentro da área de sombra, como mostra a figura 4.

Os aviões também podem produzir fantasmas e fortes perturbações na recepção quando se deslocam nas proximidades da antena receptora.

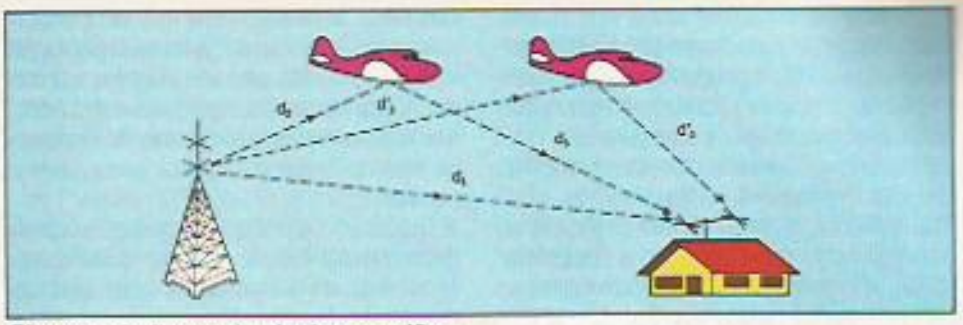


Figura 5. Reflexão de sinais em aviões.

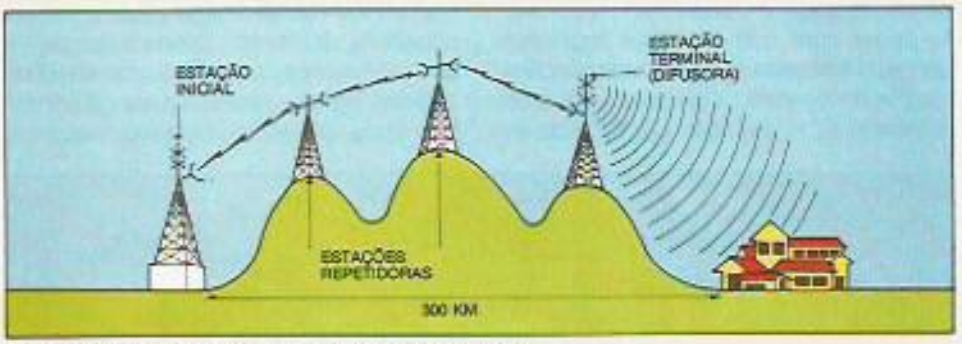
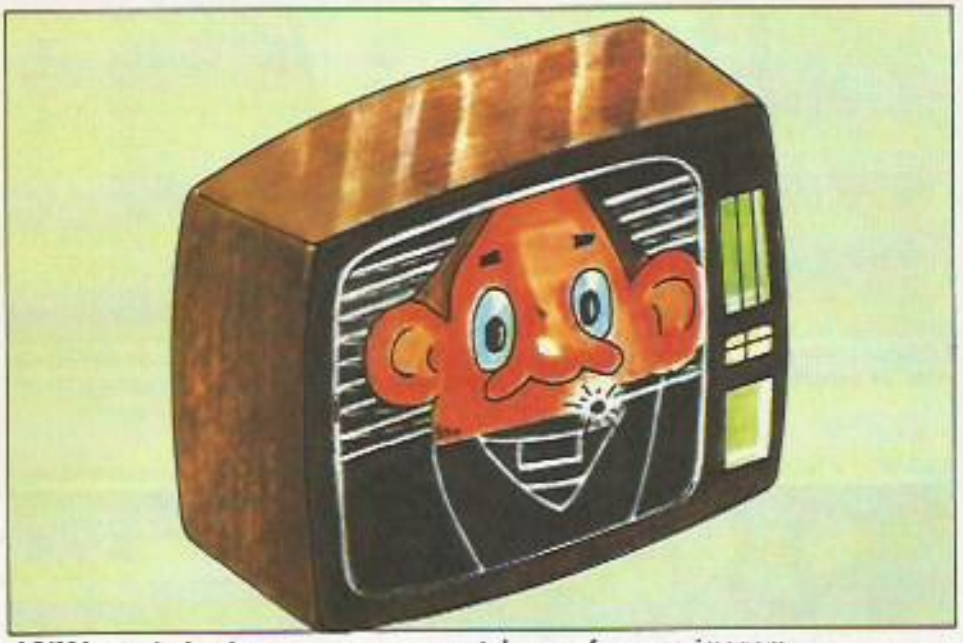
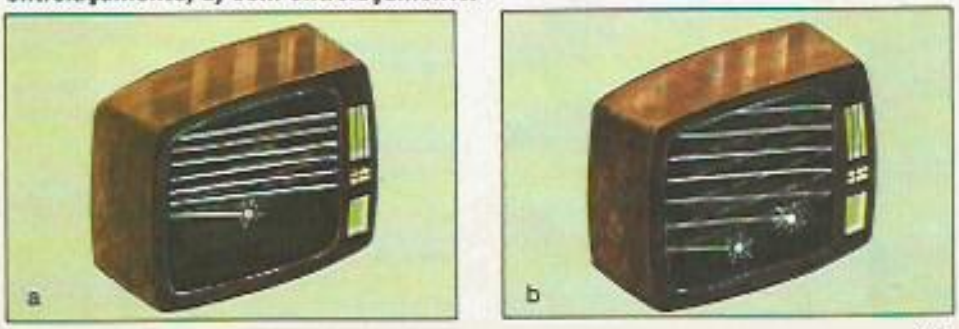


Figura 6. Cadeia de repetidores de televisão.



ACIMA: ponto luminoso que percorre a tela para formar a imagem.

ABAIXO: as linhas formadas pelo feixe eletrônico durante o seu percurso: a) sem entrelaçamento; b) com entrelaçamento.



A característica importante é que esses fantasmas e perturbações são bem rápidos e podem produzir dessincronização ou desaparecimentos momentâneos e sucessivos da imagem.

Os aviões, por terem cobertura metálica, são ótimos refletores.

Na figura 5, o sinal direto percorre a trajetória d1, e o refletido, a trajetória (d2 + d3) ou (d2' + d3'). Trata-se, portanto, de um percurso mais longo, e isso produz um atraso de fase desta onda em relação à direta.

As fases com que os sinais refletidos chegam à antena receptora dependem da diferença entre os percursos diretos e refletidos. À medida que o avião se desloca, a diferença entre os percursos varia e, portanto, a interferência na imagem poderá não ser sempre a mesma. Essa variação algumas vezes pode até ser benéfica, tornando a imagem na tela do televisor mais intensa que o normal.

A variação de intensidade da imagem depende da altura em que o avião se encontra, da velocidade com que se desloca e da direção que segue.

Uma vez instalada uma emissora de televisão em uma cidade, sua área de cobertura é limitada pela propagação em VHF, com alcance máximo de 80 a 150 km. Para estender a área de cobertura para outras localidades, lança-se mão de uma **cadeia de repetidores**, que consiste numa cadeia de estações retransmissoras que levam o sinal da emissora principal a uma emissora secundária, situada em zona distante.

As portadoras dessas estações retransmissoras estão na banda UHF, e, por isso, utilizam-se antenas altamente direcionais, constituindo-se um circuito fechado de televisão entre a emissora principal e a secundária. Esta última funcionará como teledifusora na localidade atingida.

Para situar esses repetidores escolhem-se pontos convenientes ao longo do trajeto entre duas cidades evitando-se os obstáculos, a fim de estabelecer comunicação em "linha de vista", como mostra a figura 6.

Neste caso, foi considerada como exemplo uma linha de repetidores entre duas cidades. Pode-se imaginar também um outro exemplo, com uma linha tronco a partir da qual saem linhas secundárias para o estabelecimento de uma **R**ede de **R**epetidores dentro do país ou continente.

É importante lembrar ainda que é essencial uma manutenção adequada de cada um desses repetidores, de modo que o programa retransmitido não perca em qualidade.

Obviamente, se apenas um desses retransmissores deixar de operar, a cidade em questão não poderá receber o programa.

Uma outra forma de aumentar o alcance de uma estação de televisão é elevar sua antena transmissora. Assim, com apenas um transmissor — instalado, por exemplo, no interior de um satélite artificial —, é possível cobrir grandes distâncias, como entre as Américas e a Europa.

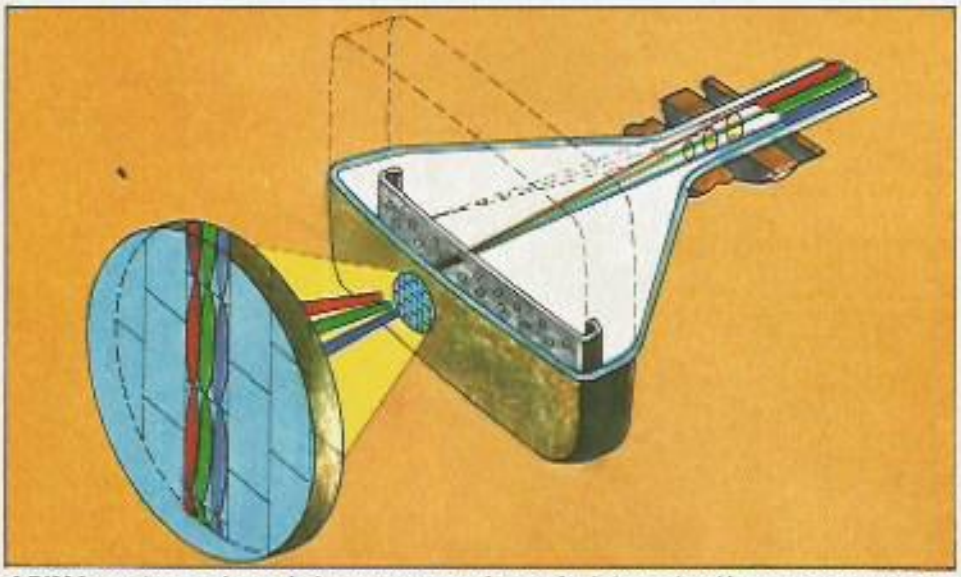
A padronização de transmissão em televisão inclui critérios que devem ser adotados por todas as redes.

Por **padrão de transmissão** em televisão devem ser entendidos os critérios de distribuição de faixas de freqüência, os processos de modulação, as potências envolvidas, etc.

Para que uma emissora transmita seus sinais, levando ao televisor som e imagem sem interferência de outras emissoras, é necessária uma faixa de freqüência de 6 MHz.

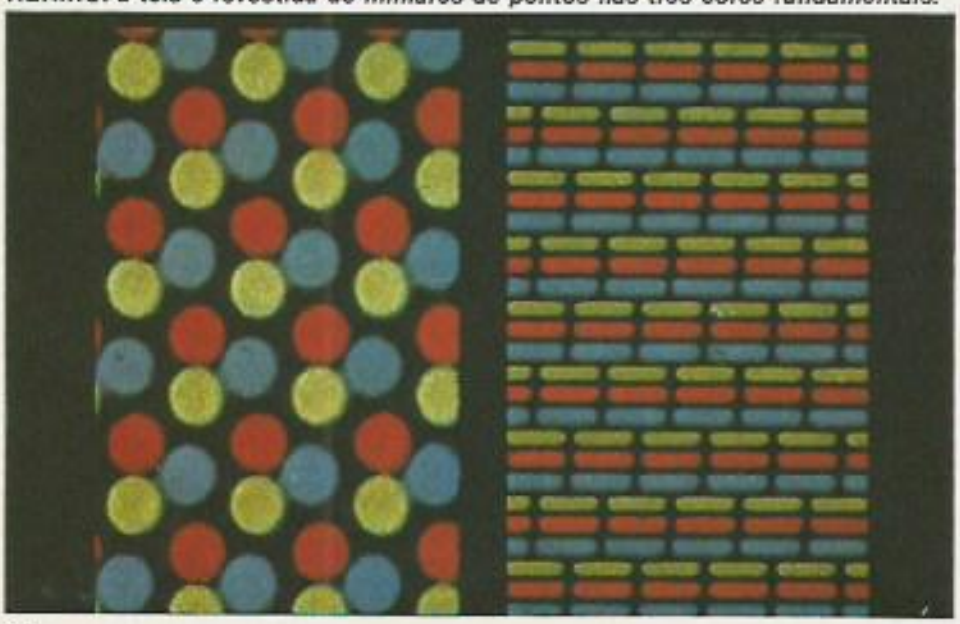
No Brasil, na faixa VHF, atualmente os canais de televisão estão divididos em **canais baixos** (de 2 a 6) e **canais altos** (de 7 a 13).

Os canais 2 a 6 (baixos) trabalham nu-



ACIMA: corte no cinescópio em que se vê os três feixes de elétrons, os quais, depois de terem atravessado a máscara, atingem a tela.

ABAIXO: a tela é revestida de milhares de pontos nas três cores fundamentais.



ma faixa de freqüência que vai de 54 a 88 MHz. Este é o caso do canal 4, que transmite seus sinais na faixa compreendida entre 66 e 72 MHz.

Por sua vez, os canais altos (de 7 a 13) trabalham numa faixa de freqüência que vai de 174 a 216 MHz. Como exemplo, nós podemos citar o canal 10, que transmite seus sinais na faixa situada entre 192 e 198 MHz.

Na faixa de UHF, as emissoras transmitem dentro de uma faixa que vai de 470 a 890 MHz.

Analisemos agora como o seu televisor processa os sinais emitidos pela estação transmissora.

A imagem é obtida graças a um ponto luminoso gerado por um feixe de elétrons. Esse ponto, varrendo a tela da esquerda para a direita e de cima para baixo, forma um quadro de linhas horizontais finas que percorrem toda a superfície da tela de TV. A maior ou menor luminosidade que esse ponto adquire durante todo o seu percurso é que vai configurar a imagem em todos os seus detalhes.

Do que foi dito, deduz-se que a imagem não se forma simultaneamente em todos os pontos, como acontece nas fotografias, mas ponto por ponto, e é o olho humano que, incapaz de seguir os rapidíssimos movimentos que se verificam à sua frente, "tem a impressão" de contemplar uma imagem completa — fenômeno conhecido como persistência da imagem na retina.

A sensação de movimento é obtida de maneira semelhante à que ocorre no cinema, que apresenta, num tempo muito breve, um determinado número de imagens. Da mesma forma, cada imagem presente na tela da televisão é formada por quadros sucessivos, cada um deles composto por linhas.

O número de quadros e, portanto, de linhas que se sucedem no tempo de 1 segundo, varia de país para país. No Brasil, por exemplo, o sistema utilizado é de 525 linhas por quadro e de 30 quadros por segundo. Na realidade, o quadro é formado por duas imagens de 262,5 linhas cada uma, que, sobrepostas, formam o **entrelaçamento**.

A tela sobre a qual a imagem se forma é um componente de grandes dimensões chamado **tubo de raios catódicos** ou **cinescópio**.

Esse tubo tem, na parte traseira, um ou mais dispositivos — **canhões eletrônicos** — que se excitam quando o filamento do tubo torna-se incandescente. Para aumentar a precisão do feixe de elétrons, esses canhões são colocados na extremidade do colo do tubo.

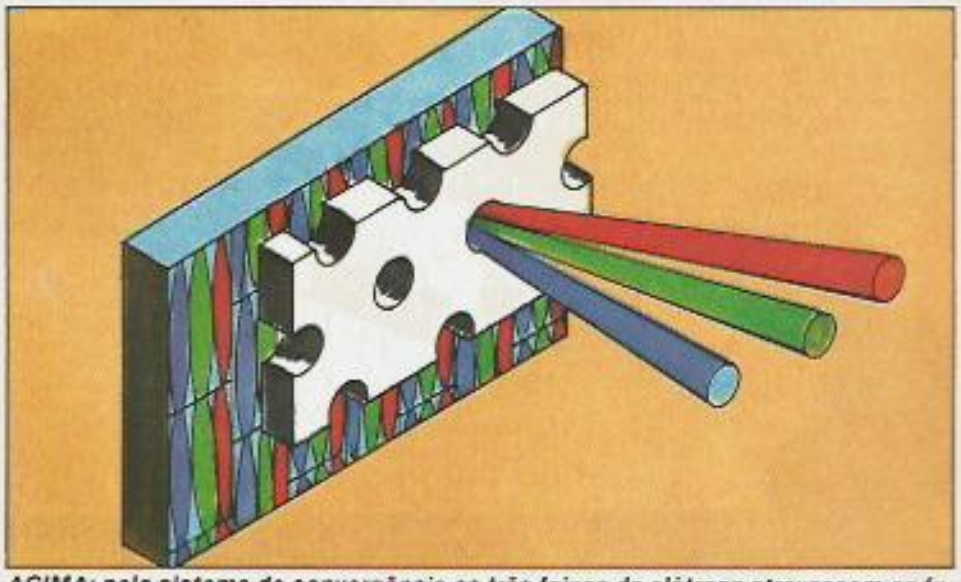
Devido às elevadas tensões contidas ao longo do tubo, os elétrons são acelerados em grande velocidade contra a face interna da tela. Esta tela é recoberta internamente por um composto especial de fósforo. Pelo impacto dos elétrons, produz-se a luminosidade visível no exterior e, portanto, as imagens que você vê.

Colocado na parte inicial do colo, acha-se um outro componente, denominado **conjunto de deflexão** (ou bobinas de deflexão), que controla o feixe de elétrons de modo a formar as linhas na tela. A aceleração necessária para fazer com que os elétrons se choquem com força suficiente para produzir a emissão de luz é obtida com a aplicação de uma alta-tensão (aproximadamente 25000 V, obtidos por meio de um circuito apropriado) ao anodo do tubo.

Esses elétrons devem formar um feixe muito fino e bem definido, e, para isso, existe um dispositivo chamado **regulagem de foco**.

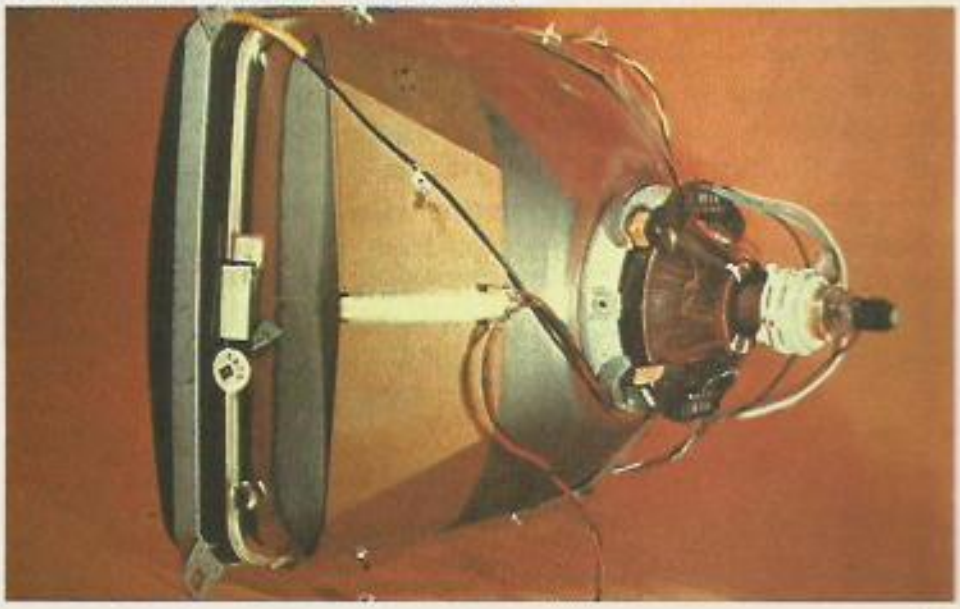
Nos televisores em branco e preto, o feixe de elétrons é um só, pois só existe um canhão eletrônico.

Nos televisores em cores, por outro lado, o tubo de raios catódicos deve ser capaz de reproduzir as imagens em



ACIMA: pelo sistema de convergência os três feixes de elétrons atravessam os furos da máscara.

ABAIXO: tubo de raios catódicos em cores.

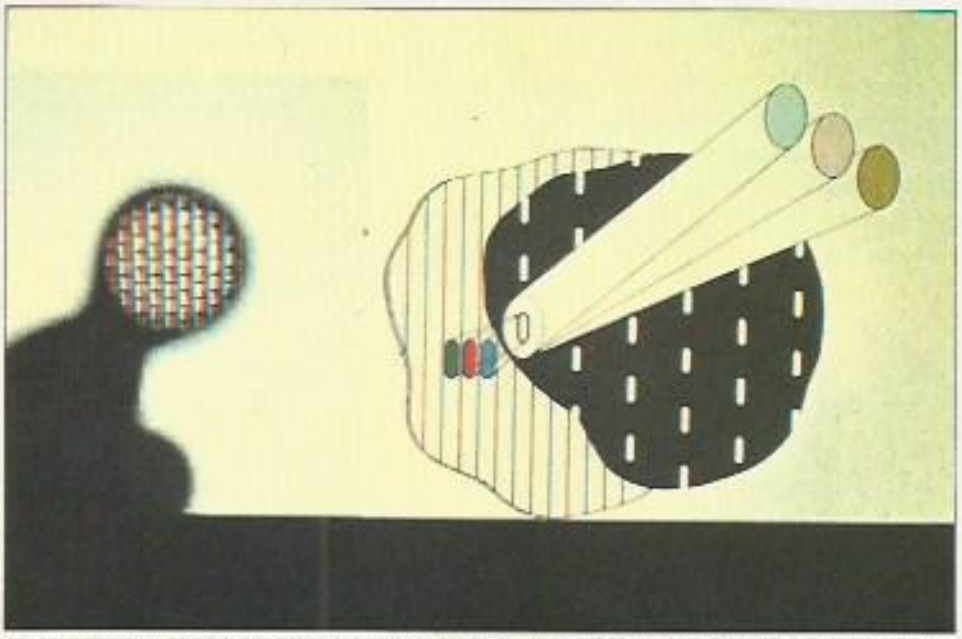


suas cores originais. Para obter esse resultado, é utilizado um sistema que separa todas as cores em três cores básicas, vermelho, verde e azul, denominadas **cores fundamentais**. Combinando essas cores em diferentes proporções é possível reproduzir qualquer imagem em sua cor original.

O cinescópio deve ser recoberto de "fósforos" capazes de emitir luzes vermelhas, verdes e azuis e que tenham a forma de pontos ou de pequenos segmentos de reta. Para excitá-los, são necessários três feixes de elétrons, cada um deles reservado aos pontos ou segmentos de uma única cor. Portanto, é necessário que cada feixe incida exclusivamente nos pontos a ele destinados. Isso é conseguido por meio de uma placa de metal ou máscara de armadura fixada no interior do tubo, a uma pequena distância da tela, e com o mesmo formato desta.

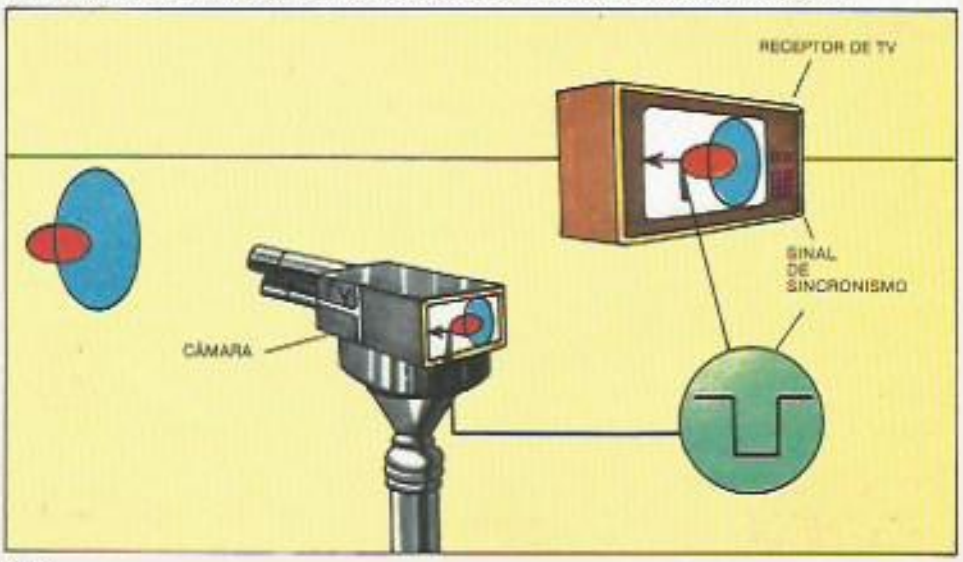
Na máscara são feitos os furos, coincidentes com os fósforos, que permitem a passagem do feixe de elétrons. Por meio de um sistema de **convergência**, contido no jogo de deflexão, faz-se com que cada feixe de elétrons passe, durante o percurso de cada linha, unicamente pelos pontos da tela que lhes são correspondentes.

Os pontos ou segmentos de três cores podem ser facilmente observados quando a tela do televisor está iluminada e se você se colocar a uma pequena distância do aparelho.



ACIMA: nos tubos do tipo 20 AX ou 30 AX, os fósforos são dispostos em linhas verticais continuas, e é a máscara furada que delimita os pontos.

ABAIXO: os sinais de sincronismo fazem com que os movimentos de exploração da câmara e do televisor coincidam, garantindo a formação da imagem.



Dá-se o nome de **varredura** ao movimento do feixe de elétrons produzido pelas placas ou bobinas de deflexão. Esses elementos devem também ser alimentados, e isso é feito por meio de circuitos apropriados.

As bobinas contidas no televisor, mas que são externas ao tubo, consistem em apenas dois pares: o circuito encarregado da deflexão horizontal e o encarregado da deflexão vertical.

O primeiro circuito tem a função de criar as condições necessárias para movimentar o feixe de elétrons da esquerda para a direita, na velocidade normal de varredura horizontal, e fazê-lo retornar rapidamente à esquerda, para em seguida recomeçar.

Se não houvesse outro circuito capaz de fazer o deslocamento desse traço sucessivo no sentido vertical, nós só enxergaríamos uma linha brilhante no centro da tela. O circuito de deflexão vertical desempenha essa função, deslocando o feixe de elétrons de cima para baixo, para depois fazê-lo retornar ao alto quando o quadro for completado.

Essas duas varreduras são produzidas sempre que o televisor é ligado, independentemente de o aparelho estar ou não conectado a uma antena.

Como a câmara de televisão — que capta as imagens — utiliza o procedimento de varredura de maneira semelhante ao televisor, é necessário que as duas varreduras, a do televisor e a da câmara, estejam sincronizadas. Esta é a única forma de se obter uma imagem similar à original.

Para isso, no sinal eletromagnético enviado pelo transmissor, são incorporados os impulsos, conhecidos como **sinais de sincronismo**, que produzem sobre os circuitos de deflexão o efeito desejado.

A ausência de uma parte desses sinais provoca o aparecimento de estrias ou franjas inclinadas sobre a tela, ou deslocamentos da imagem, fenômenos muito comuns em aparelhos avariados e fora de sincronismo.

É importante lembrar, então, que são necessários dois tipos diferentes de sinal de sincronismo: um para os movimentos verticais e outro para os movimentos horizontais.

Agora que já foi visto o processo de iluminação da tela, que é a base da formação da imagem, é necessário mos-

trar as condições indispensáveis para que o tubo reproduza todos os detalhes que compõem uma imagem.

Uma dessas condições diz respeito às ondas eletromagnéticas — ou sinais — difundidas pela emissora. Esses sinais, depois de captados pela antena e introduzidos no televisor, devem ser amplificados, pois têm um nível baixo. Essa amplificação é variável, pois o televisor deve funcionar tanto em localidades que recebem sinais de elevada potência quanto em regiões onde os sinais são mais fracos.

É necessário, então, um controle automático da amplificação. Esta função é realizada por circuitos apropriados, que intervêem depois da separação das faixas VHF e UHF.

Parte desses circuitos está contida em alguns **sintonizadores**, que têm o aspecto de caixas metálicas fechadas, em cujas saídas são feitas novas amplificações, graças a alguns estágios que constituem a **freqüência intermediária**.

No último desses estágios efetua-se a separação entre os sinais de áudio e os sinais de vídeo. O sinal de áudio, sozinho, passa então através de um outro estágio amplificador e atinge um circuito chamado **discriminador**, que o coloca em condições de poder ser ouvido. Depois disso ainda ocorre um último estágio amplificador de potência,

ABAIXO: modelo de antena empregado para a recepção de transmissões de TV.



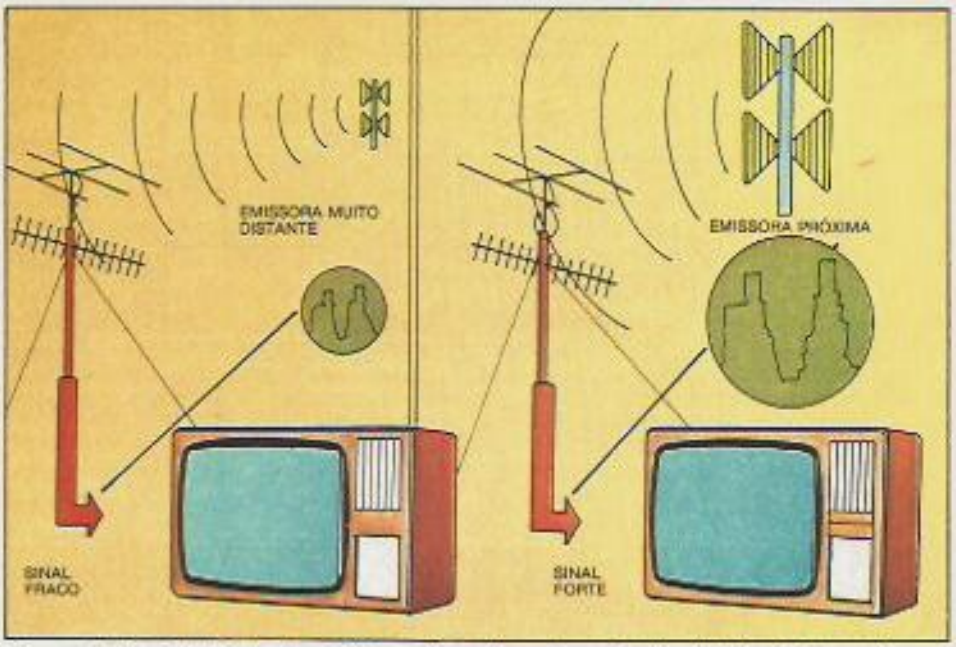


Figura 7. O nível do sinal captado pela antena depende da distância da emissora.

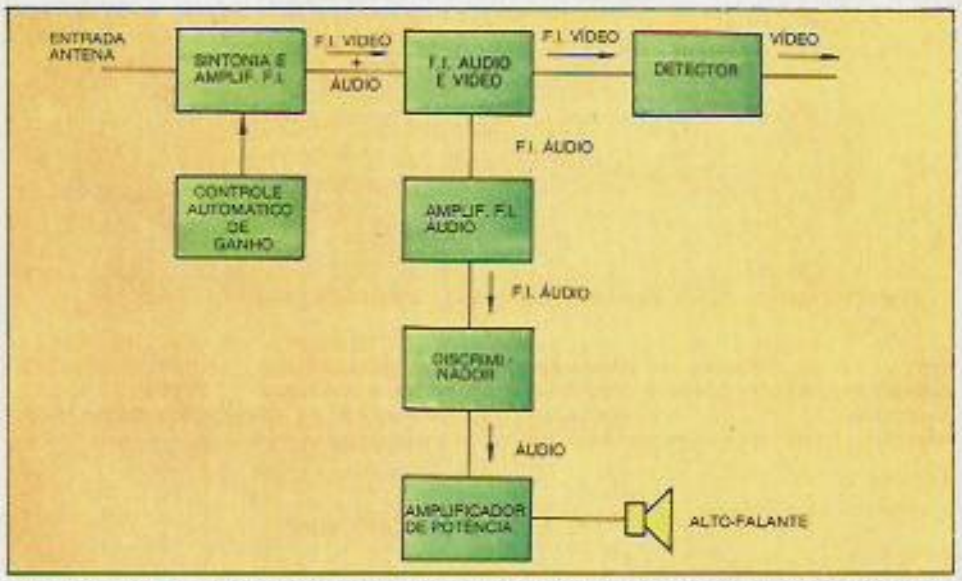
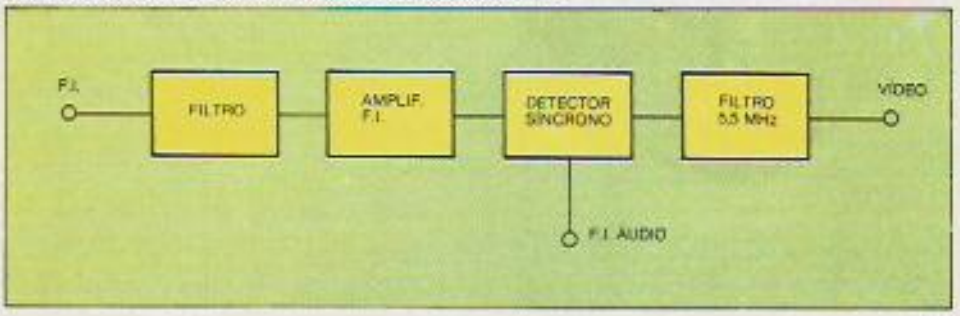


Figura 8. Diagrama de blocos que mostra com extrema clareza a separação da freqüência intermediária de áudio da de vídeo.

Figura 9. Detalhe da separação da F.I. de áudio.



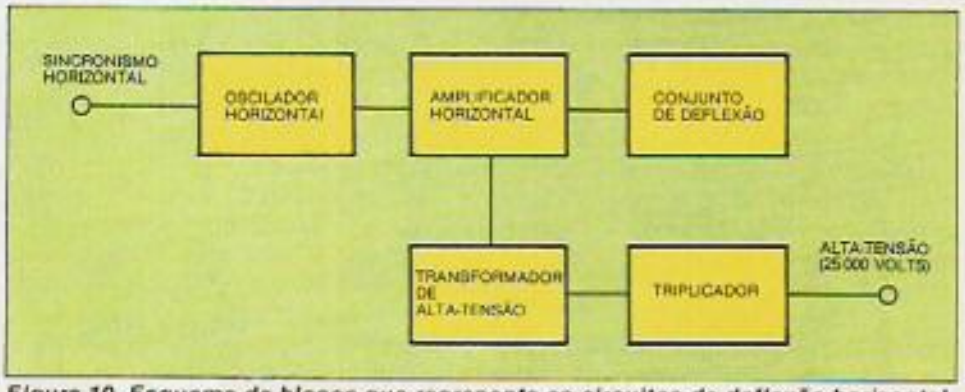


Figura 10. Esquema de blocos que representa os circuitos de deflexão horizontal, além do sistema de alta-tensão obtido a partir destes.

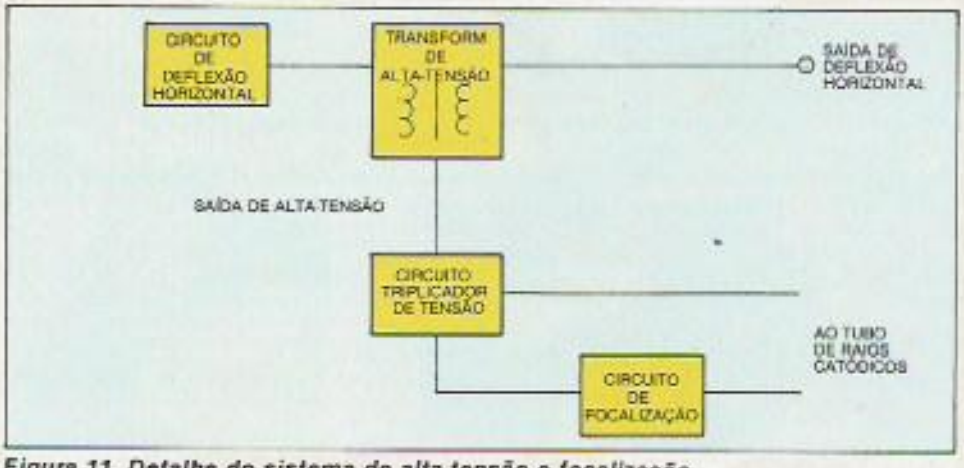


Figura 11. Detalhe do sistema de alta-tensão e focalização.

cuja carga é um alto-falante. Dos sinais de vídeo são extraídos, por meio de circuitos especiais, os sinais correspondentes a cada cor.

Esses sinais, depois de adequadamente amplificados, são enviados às entradas do **tubo de raios catódicos** para produzir a imagem.

Para se poder atuar sobre todo esse conjunto de circuitos, existem os comandos externos, que estão localizados no painel frontal do aparelho e que permitem controlar uma série de funções, como a regulagem de tonalidade da imagem e a luminosidade ou o volume do áudio.

Os comandos ou controles fundamentais de um televisor são:

- **Brilho ou luminosidade:** permite controlar a intensidade luminosa de toda a tela e, portanto, da imagem.
- **Contraste:** comando que permite variar a amplificação dos estágios de vídeo, produzindo sobre a tela maior ou menor luminosidade das partes brancas e **escuridão** das regiões cinzas ou pretas.
- **Cor ou saturação:** serve para aumentar ou diminuir a intensidade das cores.
- **Volume de áudio:** controle encarregado de regular a potência acústica emitida pelo alto-falante.

Figura 12. As bobinas de desmagnetização produzem um campo magnético breve e muito intenso sobre a máscara perfurada.

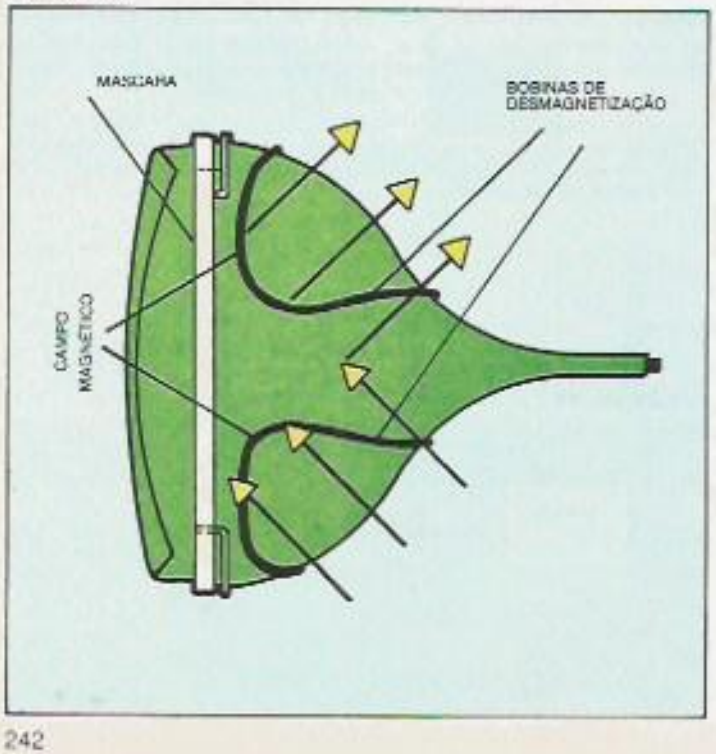
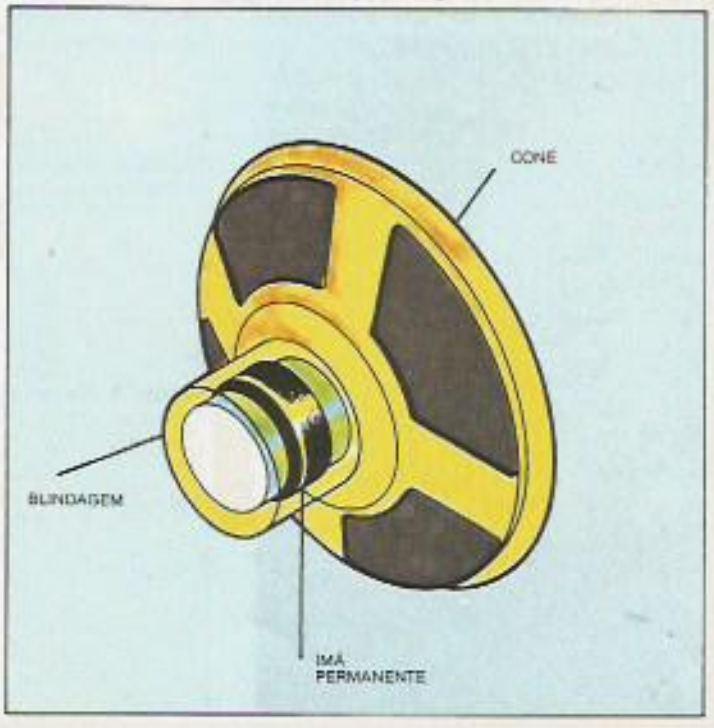


Figura 13. O alto-falante deve ser blindado magneticamente, para evitar fenômenos de magnetização.



Alguns modelos dispõem também de um **controle de tom**, com o qual pode-se aumentar ou diminuir o percentual entre tons agudos e graves, para tornar o som mais agradável.

Além desses comandos, há ainda as manoplas correspondentes ao **comando de sintonia**.

Geralmente a sintonia é obtida escolhendo-se a faixa desejada entre os dois conjuntos possíveis — VHF e UHF — e agindo sobre a manopla até que a estação desejada seja recebida da melhor forma possível.

Além desses comandos, o televisor também precisa de uma série de circuitos que desempenhem outras funções indispensáveis, como o circuito de alimentação ou retificador, que transforma corrente alternada fornecida pela rede em corrente contínua, e gera todas as diferentes tensões necessárias ao funcionamento dos outros circuitos.

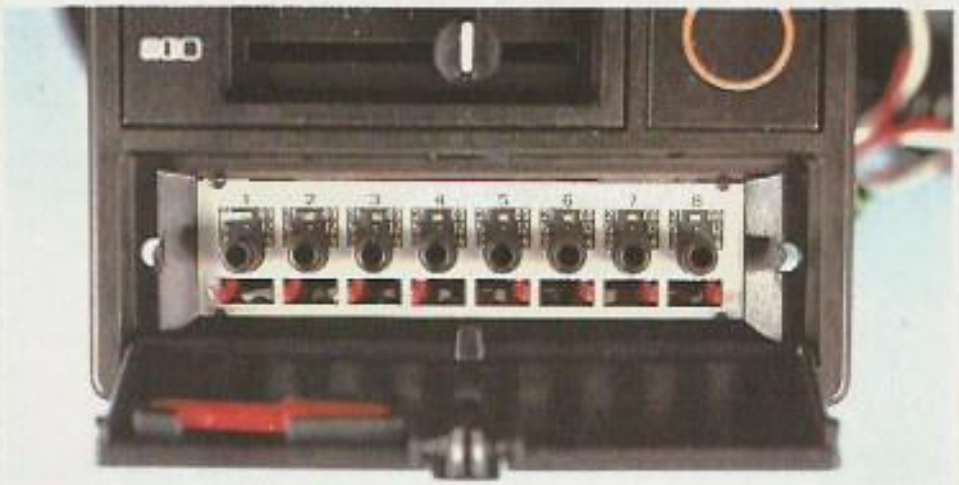
Outro circuito importante é o gerador de alta-tensão, necessário para produzir a aceleração dos feixes de elétrons e que é associado ao circuito de **deflexão horizontal**. Desse circuito retira-se a tensão necessária para a **focalização** dos feixes de elétrons.

No tubo de raios catódicos estão instalados os cabos, que, convenientemente ligados ao circuito correspondente, funcionam como **bobinas de desmagnetização**. Esses cabos têm a função de produzir um **campo magnético** na região da máscara localizada na proximidade da face interna da tela.

A máscara é submetida a um bombardeamento contínuo de elétrons, que causa uma polarização magnética, semelhante àquela produzida por um ímã. Deve-se, portanto, gerar um efeito compensatório contrário, que anule essa magnetização, pois, acumulada, ela pode provocar algumas distorções da imagem. Para isso são utilizadas as bobinas, que agem apenas por um curto período, a partir do momento em que se liga o televisor, e que depois são

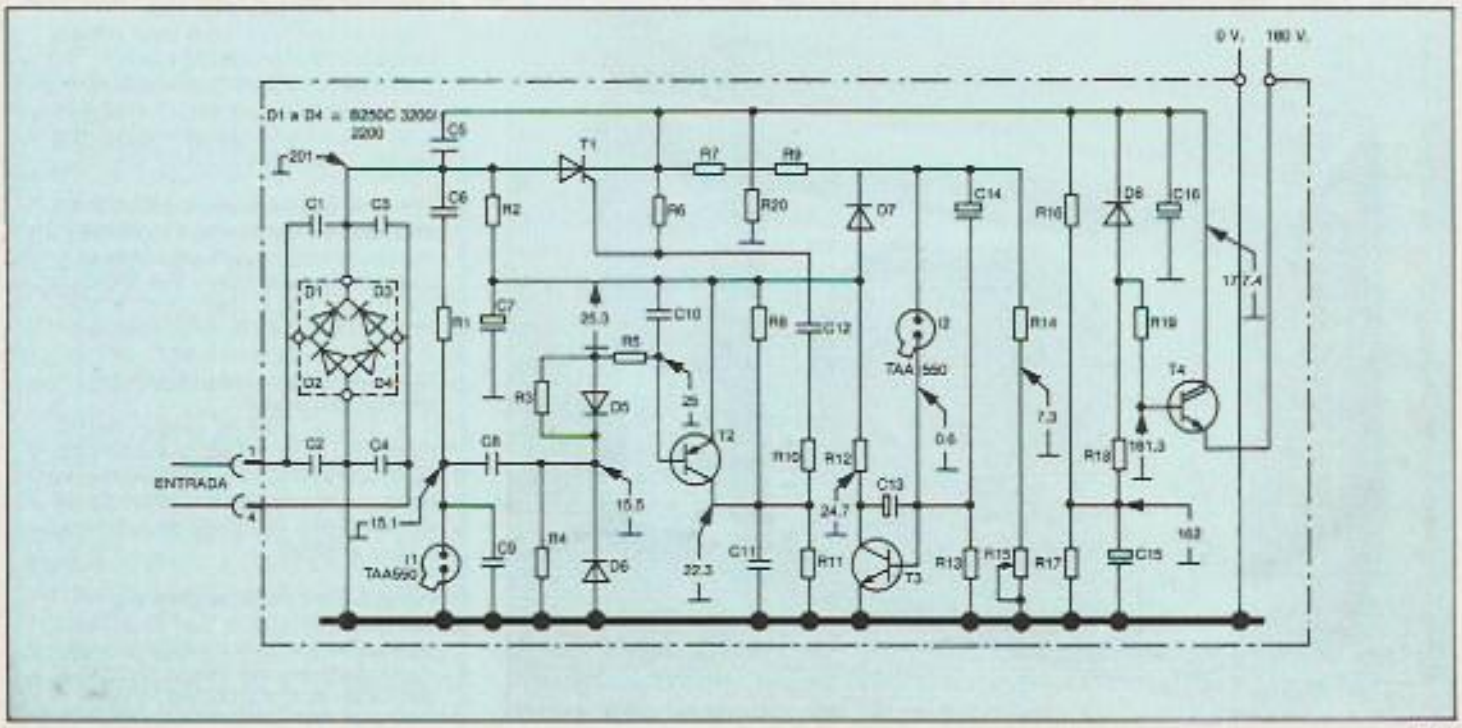


ACIMA: painel padronizado de um televisor, com todos os comandos.

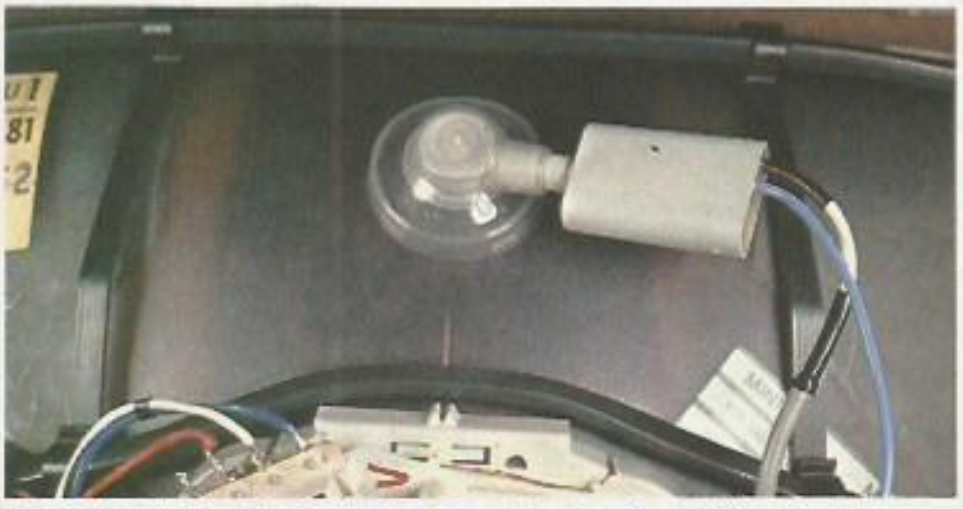


ACIMA: conjunto dos comandos de sintonia acoplados aos seletores de faixa. O conjunto é colocado no painel do televisor.

Figura 14. Esquema do circuito de alimentação, onde estão dadas as indicações das tensões de saída.

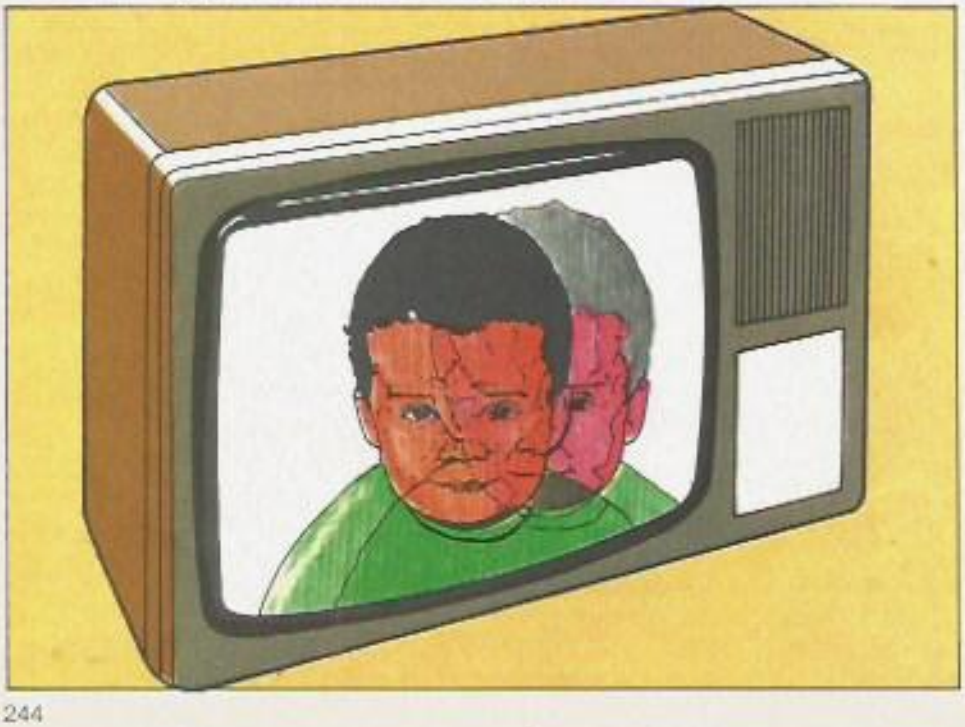


desligadas automaticamente por um interruptor térmico inserido no circuito.
O alto-falante também pode gerar sons indesejáveis, provocados pelo ímã de que é dotado. Para evitar esse inconveniente, empregam-se alto-falantes devidamente blindados.
Finalmente, não se pode esquecer da antena do televisor. Uma antena com algum componente em mau estado fornece sinais inadequados, tanto em relação ao nível quanto em relação à qualidade, e isso pode dar a impressão de que há defeito no televisor.
Como já foi dito, a antena deve captar os sinais eletromagnéticos e enviá-los à entrada do televisor com o mais alto nível possível e com uma quantidade mínima de ruídos e interferências. Para isso, tanto a antena quanto a linha do cabo coaxial que a liga ao televisor devem estar em ótimas condições.
Qualquer interrupção ou deterioração desse circuito é suficiente para diminuir de maneira sensível o nível do sinal e aumentar as interferências, dando origem a efeitos indesejáveis tanto no vídeo (imagens duplas, por exemplo) quanto no áudio.
As instalações com antena coletiva geralmente são projetadas e feitas para fornecer a cada ponto de ligação um sinal de nível suficiente para garantir uma boa resposta.



ACIMA: ligação do cabo de alta-tensão ao tubo de raios catódicos.

ABAIXO: as antenas em mau estado podem provocar a formação de imagens duplas e de fantasmas, que incomodam muito o telespectador.



O que é tubo de raios catódicos?
O tubo de raios catódicos é um componente muito semelhante a uma válvula eletrônica. Nele é gerado um feixe de elétrons emitidos pelo catodo por efeito termoiônico e que, convenientemente acelerado, alcança a tela.

Como se obtém a iluminação da tela?
A tela de vidro traz em sua face interna uma camada de fósforo que, sob o impacto do feixe de elétrons, produz uma radiação luminosa.

Como se forma uma imagem em branco e preto?
O feixe de elétrons que alcança a tela é modulado em intensidade pelo sinal de vídeo aplicado à grade de controle do tubo, de tal maneira que às regiões brancas correspondem correntes de feixe intensas, e às regiões negras, correntes de feixe muito fracas.

Como se obtém uma imagem em cores?
O cinescópio em cores dispõe de "fósforos" que correspondem às três cores fundamentais (vermelho, verde e azul). O olho humano, guardando uma certa distância da tela, sobrepõe essas três cores e tem a sensação de estar olhando a cor que resulta da mistura das três cores fundamentais.

Qual é a função do conjunto de bobinas de deflexão?
Essas bobinas, quando percorridas por corrente, criam um campo magnético, com o qual é possível desviar o feixe de elétrons provenientes do canhão eletrônico para o ponto desejado da tela.

Qual é o nível dos sinais de televisão que, captados pela antena, chegam à entrada do televisor?
O nível dos sinais varia de acordo com a região geográfica em que se acha a antena. São considerados normais os valores compreendidos entre 0,5 e 5 mV.

Como se separam os sinais VHF e UHF que atingem juntos a antena?
Por meio de um circuito separador — incorporado ao televisor — que dispõe de dois filtros, cada um permitindo a passagem de uma só faixa de frequência.

Qual é a função das bobinas de desmagnetização?
A de produzir um forte campo magnético sobre a máscara perfurada do tubo, por um breve período de tempo, para anular a polarização magnética causada pelos raios catódicos ou por outros fatores externos.

Por que o alto-falante deve ser blindado?
Para evitar que o campo magnético produzido pelo seu ímã interno crie perturbações ou deformações na imagem.

OSCILADORES TRANSISTORIZADOS

O oscilador é um circuito de importância fundamental para os aparelhos eletrônicos. Sua função é gerar oscilações elétricas permanentes, ou seja, um sinal senoidal com valores de amplitude e de freqüência muito bem determinados. Para a construção do oscilador é indispensável um transistor que funcione como amplificador.

O oscilador é um circuito de muita importância, pois tem grande utilidade prática. Sua função básica é gerar oscilações elétricas permanentes, isto é, um sinal senoidal com valores de amplitude e de freqüência constantes.

Para a construção dos osciladores, é indispensável um transistor que funcione como amplificador. Esse elemento tem a função de retirar a energia da fonte de alimentação para fornecê-la ao circuito ressonante básico, que é constituído pela célula L-C (bobina e capacitor). Com isso, o transistor possibilita que a oscilação se automantenha nessa célula.

A bobina e o capacitor são dois elementos básicos do oscilador, pois eles permutam energia entre si, armazenando e restituindo periodicamente esta energia.

Os osciladores podem também ser construídos com **cristal de quartzo**, que é capaz, graças ao efeito piezelétrico, de desempenhar uma função semelhante à da célula L-C, com a vantagem adicional de garantir maior estabilidade da freqüência de oscilação.

Os osciladores a quartzo têm uma freqüência fixa. Para variá-la, é necessário substituir o cristal.

Partindo do circuito base L-C, mostraremos aqui diversos tipos de oscilador existentes. Como se pode notar na figura 2, foi acrescentado um transistor ao circuito base, enquanto a bobina original foi substituída por um transformador. O funcionamento deste oscilador é muito simples: o secundário L2 retira uma parte do sinal do circuito ressonante e o envia à base do transistor, que, por sua vez, o restitui amplificado ao circuito L1-C, completando, dessa maneira, o ciclo. Isso se repete com uma freqüência igual à freqüência da oscilação.

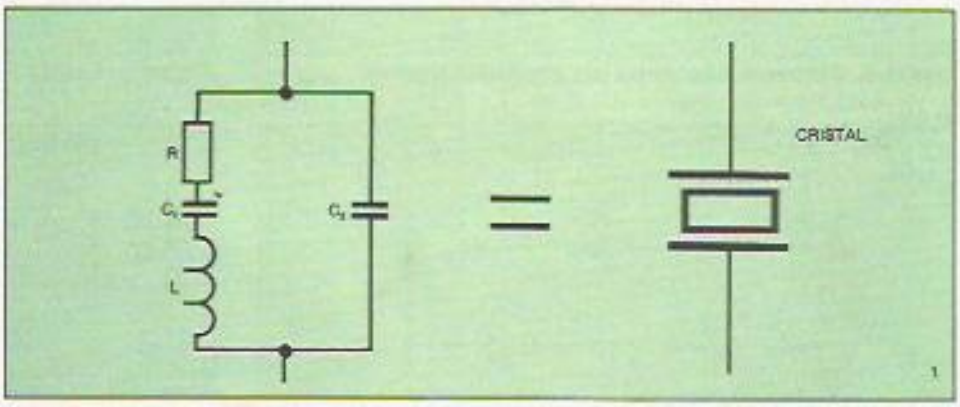


Figura 1. Um cristal piezelétrico é equivalente ao circuito representado pelo esquema à esquerda.

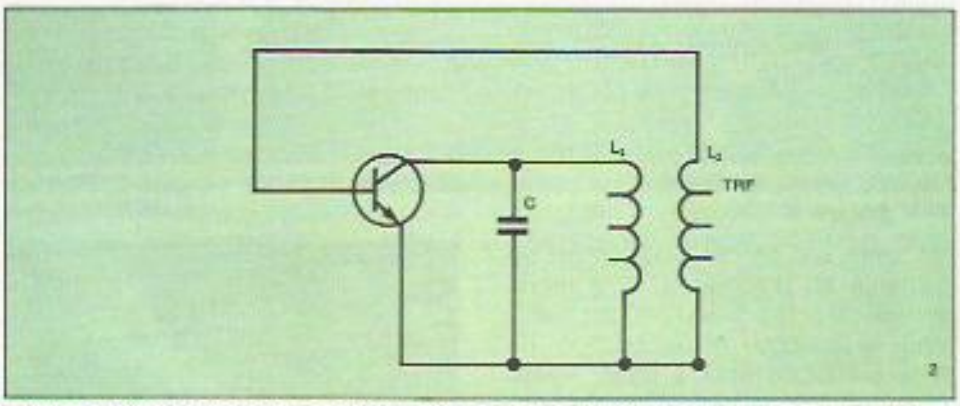


Figura 2. Oscilador com transformador e com circuito ressonante no primário.

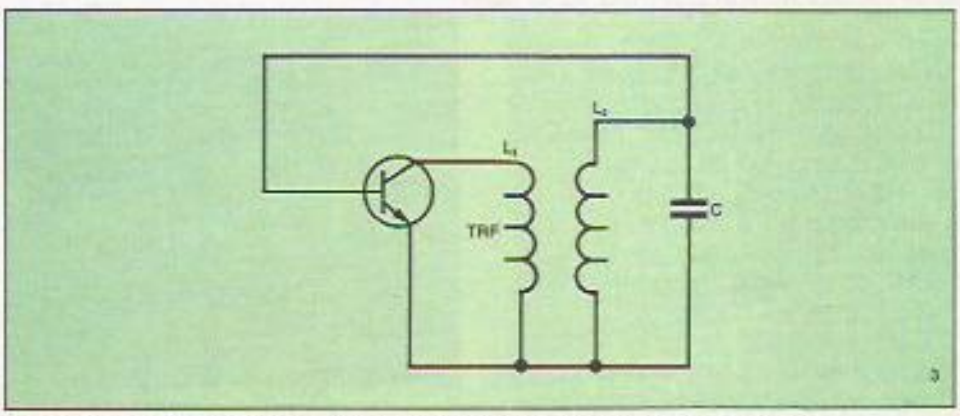


Figura 3. Oscilador com circuito ressonante colocado no secundário.

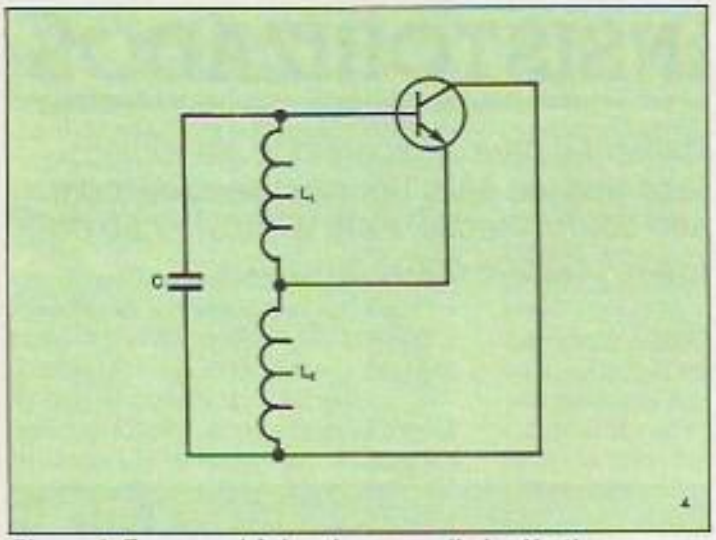


Figura 4. Esquema básico de um oscilador Hartley.

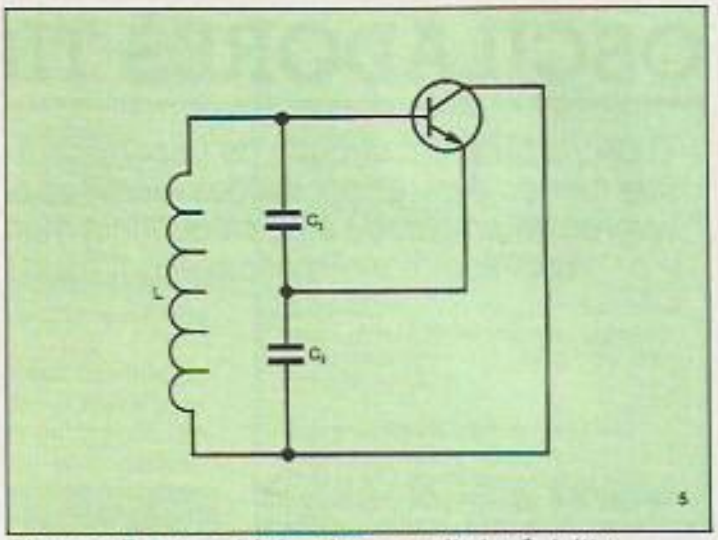


Figura 5. Esquema básico de um oscilador Colpitts.

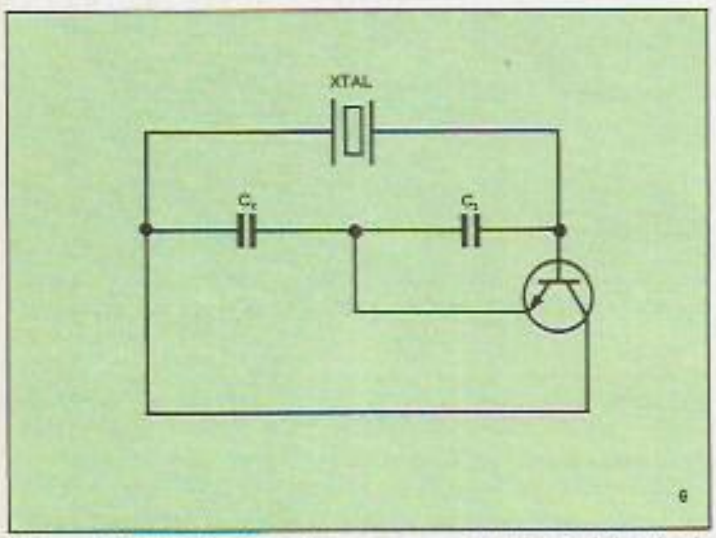


Figura 6. Oscilador Colpitts em que a indutância foi substituída por um cristal.

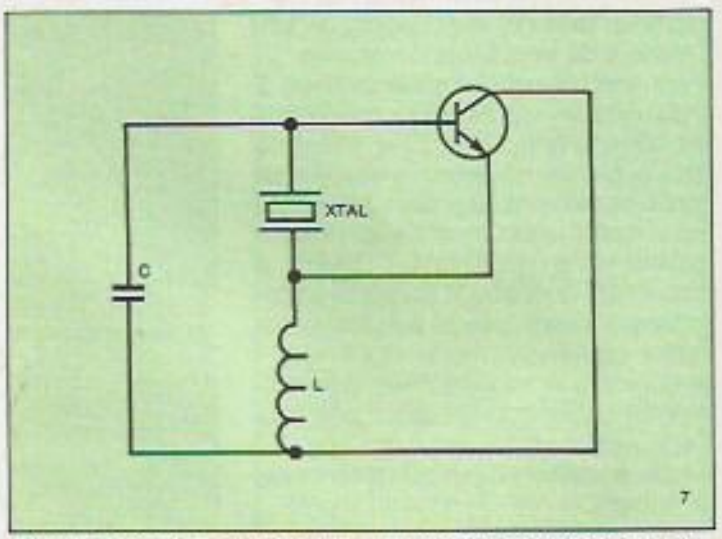


Figura 7. Oscilador Hartley com um cristal colocado no lugar de uma das indutâncias.

Um outro tipo de oscilador, muito semelhante ao precedente, está representado na figura 3. Seu circuito ressonante é colocado no secundário, na parte correspondente à base. Nesse caso, a distribuição de energia é dada pelo transistor através do circuito primário.

Além dos exemplos citados, existem outras configurações, nas quais a retirada da fração do sinal que o transistor emprega para manter a oscilação é feita sem o emprego de um transformador. Há duas configurações clássicas, a partir das quais é possível obter qualquer oscilador deste tipo: são os osciladores conhecidos, respectivamente, como Hartley e Colpitts.

O Hartley ilustrado na figura 4 mostra apenas a estrutura fundamental do oscilador; não foram levados em consideração os outros elementos necessários

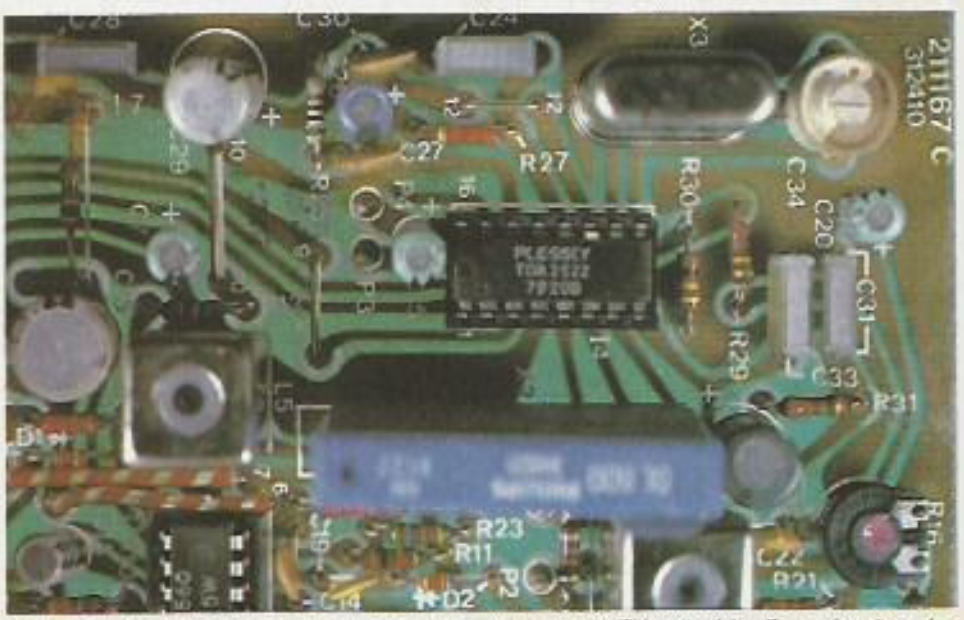


Foto de um oscilador empregado nos receptores de TV colorida. Em primeiro plano são vistos o cristal piezelétrico e o capacitor para a regulação da freqüência.

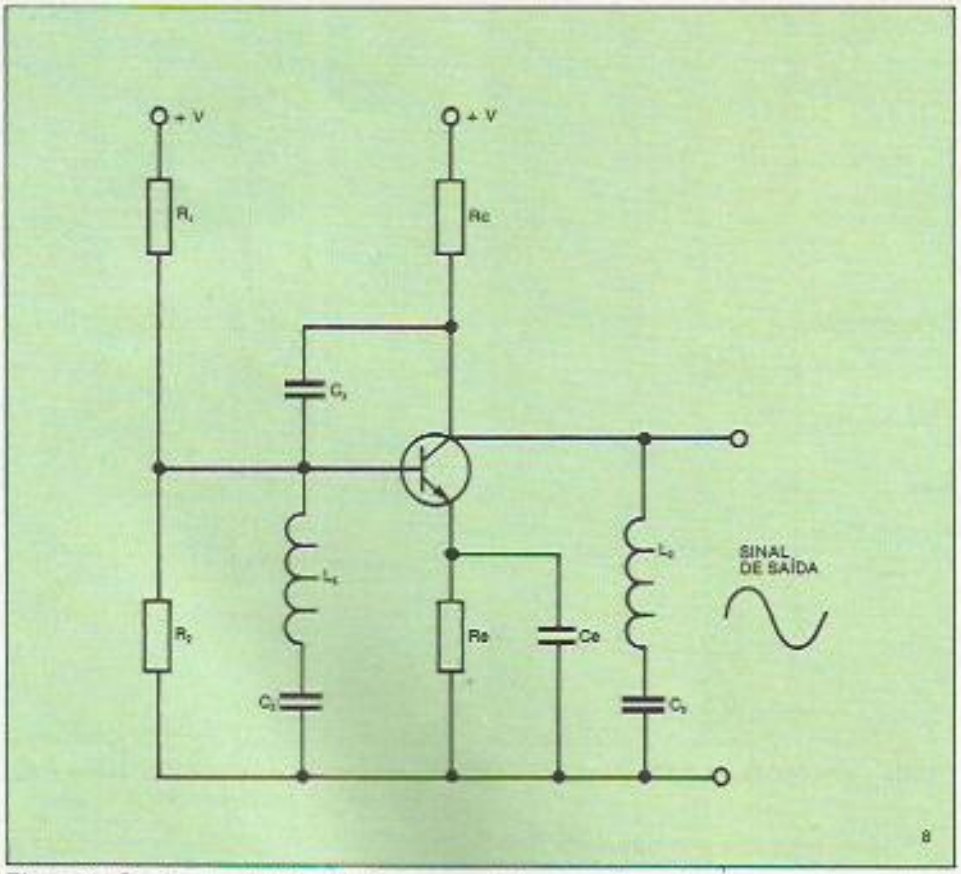


Figura 8. Oscilador do tipo Hartley, com todos os elementos.

Em que consiste a amplitude de um sinal?
É a medida da maior excursão do sinal, positiva ou negativa, em volts, durante um ciclo.

Existe alguma diferença na forma dos sinais presentes na base e no coletor de um transistor inserido em um estágio amplificador ou em um oscilador?
Nos circuitos em base comum e em coletor comum, os sinais são semelhantes, com diferenças de corrente ou de tensão. Nos circuitos em emissor comum, o sinal do coletor é defasado em 180° em relação ao sinal da base: quando o primeiro atinge o máximo, o segundo atinge o mínimo, e vice-versa.

O que é a fase de um sinal?
É o atraso do sinal em relação a um ponto de referência: a origem, por exemplo. Esse atraso é expresso em graus. No ponto de máxima amplitude positiva, nos sinais senoidais, ele corresponde a uma fase de 90°. No cruzamento do zero, quando da passagem de valores positivos para negativos, a fase é de 180°. No ponto de máxima amplitude negativa do semiciclo negativo, a fase é de 270°. Na segunda passagem pelo zero, a fase é de 360°. A partir daí, inicia-se um novo ciclo expresso em graus, partindo de 0°.

para se obter a polarização. Seu circuito ressonante, formado pelo capacitor C e pela soma das bobinas L1 e L2, é inserido entre o coletor e a base do transistor. O transistor retira uma fração do sinal presente em L1, entre a base e o emissor. Essa fração é restituída, devidamente amplificada pelo coletor, de modo a completar o ciclo.
A freqüência em que oscila este circuito é definida pela fórmula:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{(L1 + L2).C}}$$

É preciso, também, estabelecer as condições necessárias para que as oscilações sejam produzidas e mantidas. Esta condição é definida pela comparação entre a razão dos valores das indutâncias e o ganho em corrente (β) do transistor. A fórmula empregada é a seguinte:

Condição de manutenção:

$$\beta \simeq L2/L1$$

Emprega-se o sinal $\simeq$ (aproximadamente igual) porque é quase impossível determinar exatamente a condição, pois o ganho em corrente (β) pode variar dentro de certos limites, até para os transformadores do mesmo tipo.
O oscilador Colpitts é representado na figura 5. Ele tem, como se pode observar, uma estrutura semelhante à do oscilador Hartley, mas apresenta os papéis das bobinas e dos capacitores invertidos. Seu circuito oscilador é constituído, portanto, pela bobina L e pelos capacitores C1 e C2 ligados em série — ligação que não equivale à sua soma. Este circuito também é inserido entre a base e o emissor do transistor, que retira parte do sinal do capacitor C1 e o amplifica. No Colpitts a freqüência obtida e a condição de manutenção são calculadas pelas fórmulas seguintes:
Freqüência de oscilação:

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L. \left(\frac{C1.C2}{C1 + C2}\right)}}$$

Condição de manutenção:

$$\beta \simeq C2/C1$$

A estabilidade da freqüência de oscilação pode ser incrementada em ambos os casos. Para isso, basta utilizar um cristal piezelétrico como elemento de controle da freqüência. Esse cristal pode substituir qualquer elemento do circuito oscilador.
O circuito equivalente ao cristal oscila numa freqüência bem determinada quando lhe é aplicada uma tensão elétrica. Ele é representado pela figura 1, como já foi frisado.
Empregando-se este elemento, pode-se projetar os osciladores com a mesma disposição dos precedentes. Ele substitui a bobina, no caso do tipo Colpitts, ou fica no lugar do indutor, no caso do tipo Hartley.
A partir dos esquemas precedentes, pode-se completar a estrutura do oscilador acrescentando-se os outros elementos necessários para levar o transistor ao ponto de trabalho adequado.
A figura 8 mostra um oscilador do tipo Hartley completo. Nele, você pode observar que os componentes do circuito oscilador propriamente dito são as indutâncias L1 e L2 e o capacitor C1. Em série com os indutores, estão ligados dois capacitores, C2 e C3, que têm a única função de impedir que a corrente contínua de base e coletor, respectivamente, derive para a massa, e não influencie o funcionamento do oscilador.

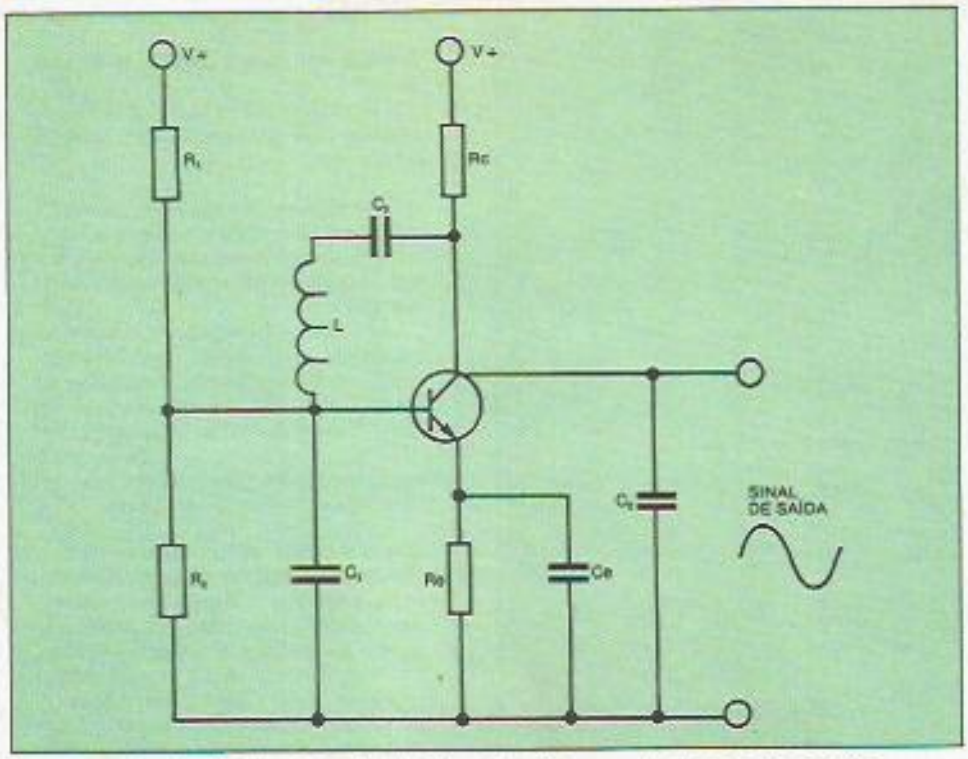


Figura 9. Oscilador transistorizado tipo Colpitts, com todos os elementos.

Na figura 9 vê-se um oscilador Colpitts. Seu circuito é formado por C1, C2 e L. Nesse caso, é o capacitor C3 que isola as tensões contínuas de base e coletor. Além dos osciladores descritos até aqui, há outros dois tipos, também muito empregados nos aparelhos eletrônicos: são os osciladores RC e os osciladores de relação.

O oscilador RC emprega uma série de células formadas por um resistor e um capacitor, que produzem um efeito de defasagem ou rotação de fase. Com isso, eles fornecem à base um sinal com as mesmas características de fase do sinal que está sendo amplificado. Assim, a oscilação não é atenuada e o ciclo pode repetir-se indefinidamente. O número de células necessário é igual ou maior que três. A freqüência de oscilação é calculada pela fórmula:

$$f = \frac{1}{2.\pi.R.C_1 \sqrt{\frac{C}{C_2} . (5 + \frac{C_1}{C}}}$$

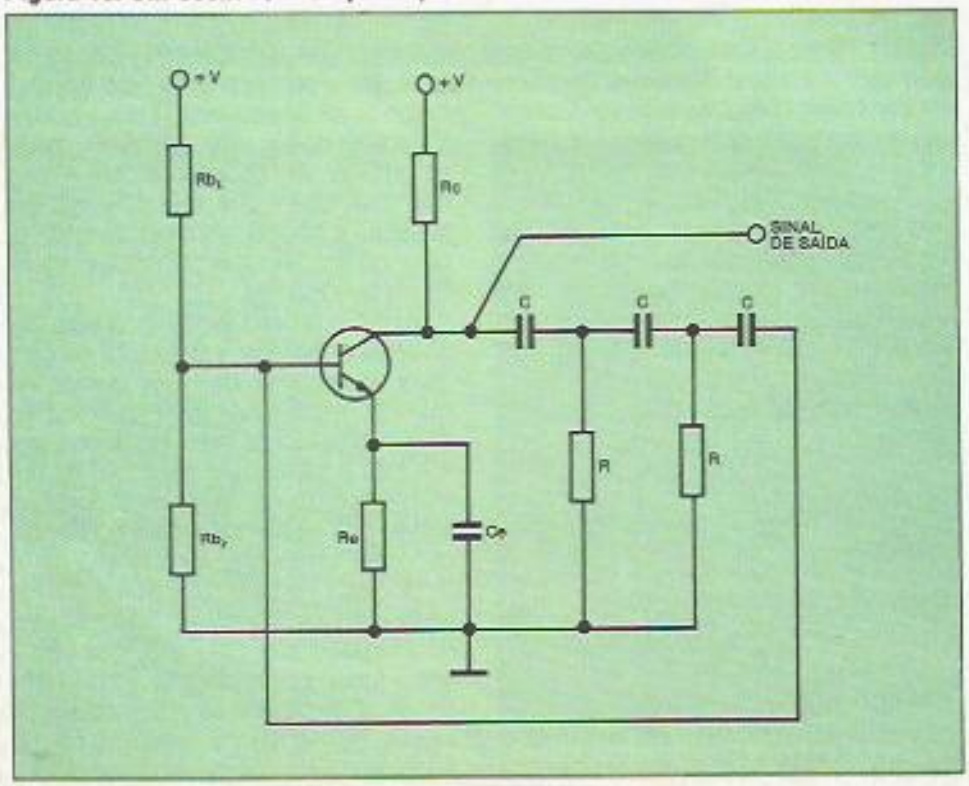
enquanto a condição de manutenção é dada por:

$$\beta > 16 + 10 \frac{C_1}{C} + 3 \frac{C}{C_1}$$

onde R e C são os valores dos elementos que compõem as células (supostamente todas iguais) e Rc é a resistência da polarização do coletor.

Os osciladores de relaxação empregam transistores comuns ou, então, um transistor do tipo unijunção, do qual já tratamos anteriormente. Esses osciladores funcionam graças ao processo de carga e descarga de capacitores cujos ciclos determinam a freqüência. O sinal de saída não é, como em outros casos, senoidal, mas consiste em ondas quadradas ou de pulsos, ou de sinais em forma de onda especial, como os dentes de serra.

Figura 10. Um oscilador do tipo RC, constituido de três células.



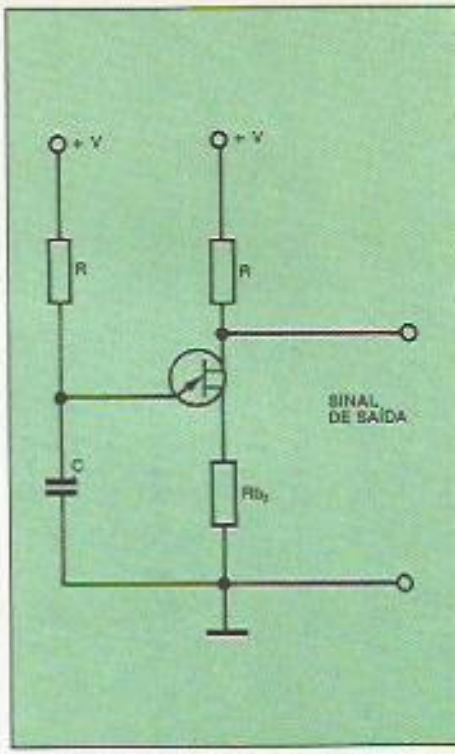
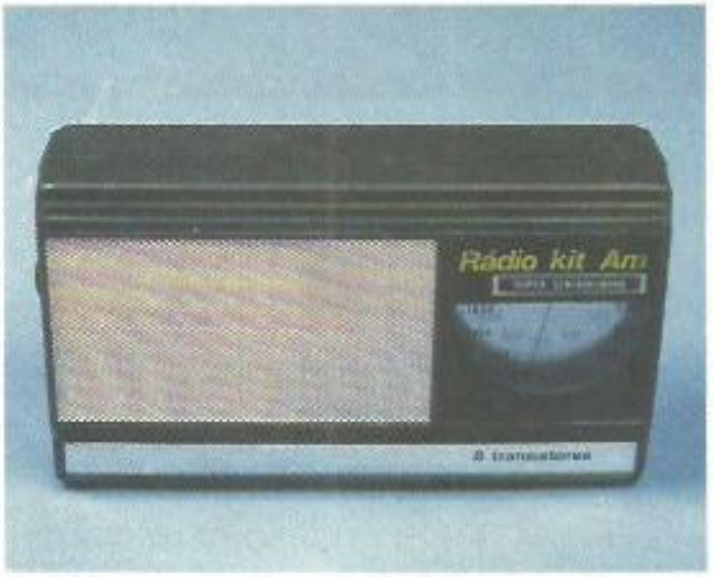


Figura 11. Oscilador de relaxação que emprega um transistor unijunção.

Monte os nossos kits ➡



5

5º - RÁDIO AM TRANSISTORIZADO

Portátil e de alta sensibilidade, este rádio pode captar todas as estações AM de sua cidade, na faixa de 520 a 1600 KHz.

6º - FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Um dispositivo com duas utilidades: ele alimenta aparelhos eletrônicos e também testa os circuitos eletrônicos.

7º - DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARRO

Ligado ao sistema elétrico do carro, este dispositivo desliga o motor 3 segundos após ser dada a partida.

8º - SEQÜENCIAL DE 4 CANAIS

Anime às suas festas com este aparelho, que pode acender e apagar seqüencialmente 4 conjuntos de lâmpadas.

9º - AMPLIFICADOR ESTÉREO DE MESA

Versátil, este aparelho pode amplificar sons provenientes de sintonizadores, gravadores e rádios portáteis.



6



7



8



9

VEJA AS INSTRUÇÕES NA ÚLTIMA CAPA.

Monte sozinho os nossos kits e aprenda eletrônica de verdade!

Reserve agora mesmo os kits da seção MONTAGEM, de Eletrônica Passo a Passo. Você receberá seu pedido pelo reembolso postal e, seguindo as instruções que são dadas nos fascículos, vai construir e utilizar sua própria aparelhagem eletrônica.
Se preferir, você também pode pedir os aparelhos já prontos para uso.
De qualquer forma você aprende!
Preencha agora mesmo o cupom ou mande uma carta com seu pedido para

Kits
Caixa Postal 9442 — São Paulo — SP

1º - TRANSMISSOR SEM FIO

Um kit que tem mil utilidades em sua casa: ele ajuda a tomar conta de crianças e serve de alarme contra ladrões.

2º - DIMMER

Este aparelho permite regular a intensidade de luz de uma ou mais lâmpadas até 150 W, a seu gosto e automaticamente.

3º - TIMER

Dispositivo que liga e desliga aparelhos elétricos ou eletrônicos em tempo programável.

4º - AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS

O som do rádio e do toca-fitas de seu carro vai ganhar mais qualidade com a instalação deste amplificador.



1



2



3



4