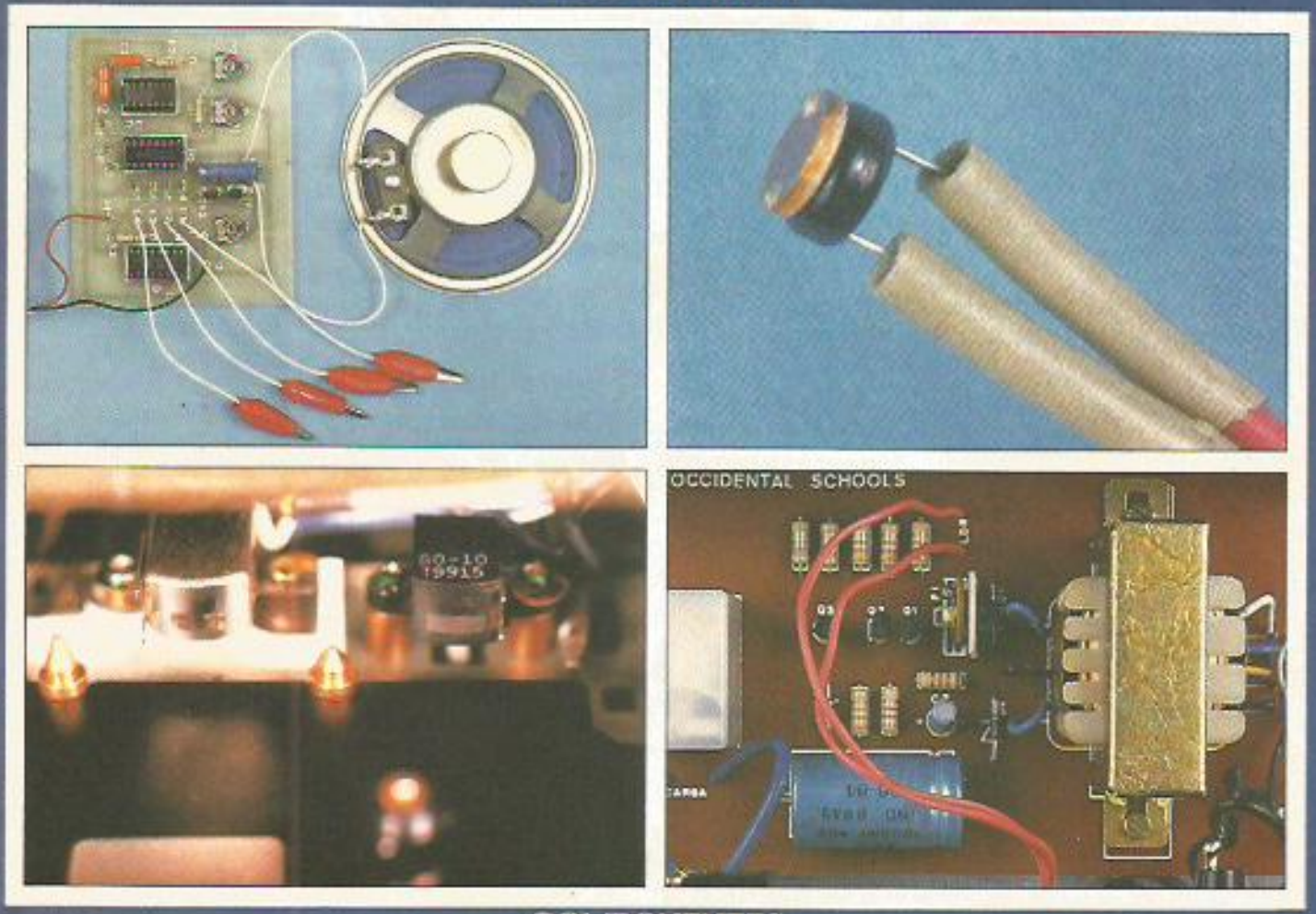
ELETRÔNICA

14 PASSO A PASSO Cr$ 2.200

Abril Cultural



COMPONENTES

A IMPORTÂNCIA DA ANTENA DE TV

MONTAGEM

INTERRUPTOR FOTOSSENSÍVEL

GERADOR MUSICAL

INSTRUMENTAÇÃO

GRAVADORES MAGNÉTICOS

GRANDE CONCURSO

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.

Eng.º 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 Stunge
Gerente de Circulação:
Denise Maria Mozol

Execução Editorial
Estúdio Sonia Robatto Ltda
Redação:
Deusoli 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:
Fotografias: Hugo Lenzi
Ilustrações: Milton Takeda, Claudinei Campos, Ronaldo Lopes Teixeira
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 de sua cidade. Em **São Paulo**, os endereços são:

Av. Industrial, 117
Santo André
Rua Heliodora Ébano Pereira, 267
Lapa
Rua Brigadeiro Tobias, 773
Centro
e no **Rio de Janeiro**
Rua Sacadura 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:
O EXCESSO DE CALOR PODE DANIFICAR A ESTRUTURA INTERNA DOS SEMICONDUTORES. PARA QUE ISSO NÃO ACONTEÇA, EXISTEM OS RADIADORES OU DISSIPADORES DE CALOR. VEJA COMO ELES ATUAM.

OS LED, FOTODIODOS, FOTOTRANSISTORES, DISPLAYS E ACOPLADORES ÓPTICOS CONSTITUEM O GRANDE GRUPO DOS COMPONENTES OPTOELETRÔNICOS. QUE VOCÊ VAI CONHECER NA MESMA SEÇÃO.

MONTAGEM:
APRENDA AQUI A MONTAR UM CIRCUITO QUE SIMULA OS RESULTADOS OBTIDOS COM O LANÇAMENTO DE UM DADO, IGUALZINHO AOS QUE SÃO USADOS EM JOGOS E COMPETIÇÕES: É O DADO ELETRÔNICO.

INSTRUMENTAÇÃO:
OS RELÓGIOS ELÉTRICOS E ELETRÔNICOS COMPROVAM TODO O DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA: TÊM ALTA PRECISÃO, DISPENSAM MANUTENÇÃO CONSTANTE E POSSUEM OS MAIS VARIADOS RECURSOS. SAIBA AGORA COMO ELES FUNCIONAM.

© 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

A IMPORTÂNCIA DA ANTENA DE TV

Por mais moderno e sofisticado que seja o aparelho de televisão, ele não funcionará bem se sua antena estiver defeituosa ou mal-instalada. Neste capítulo você vai conhecer toda a importância desse acessório.

A antena usada para captar sinais eletromagnéticos e enviá-los ao receptor de televisão é um elemento importantíssimo para que o aparelho apresente um bom rendimento.

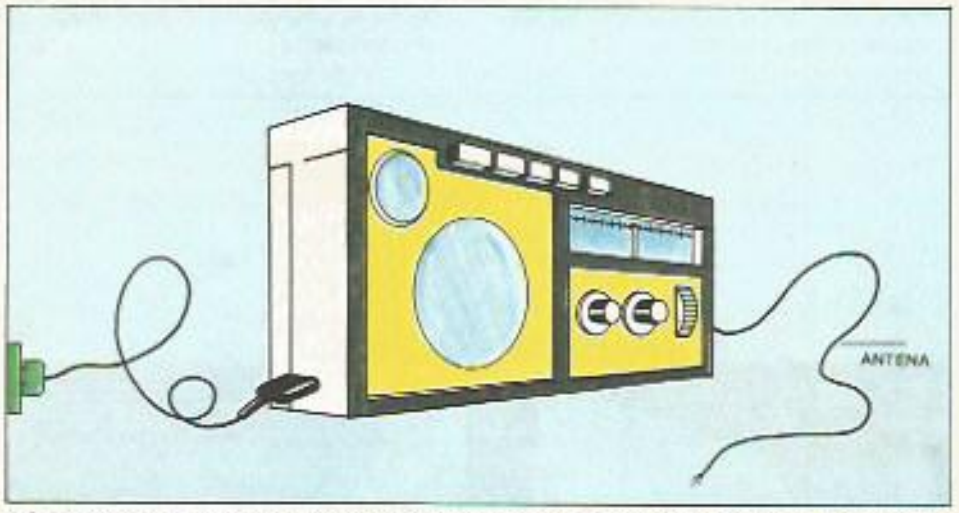
Para as transmissões de rádio, particularmente nas emissões em ondas médias (OM), a antena receptora não tem grande importância, devido à freqüência empregada e à potência irradiada. Esse tipo de propagação tem características que fazem com que qualquer pedaço de fio ou a clássica antena de ferrite com uma espira de fio sejam suficientes para a obtenção de um nível de sinal adequado. Com isso, pode-se conseguir um nível de saída satisfatório no alto-falante.

O leigo é levado a crer, então, pela sua experiência com os aparelhos de rádio, que o bom funcionamento do televisor depende exclusivamente da qualidade do aparelho, esquecendo-se da importância da antena. Em todos os casos em que não se obtém uma recepção satisfatória, deve-se examinar com a mesma atenção o aparelho, a antena e a linha de transmissão que a liga ao aparelho.

Uma antena adequada e corretamente instalada melhora sensivelmente o rendimento de qualquer televisor. A qualidade da instalação da antena é tão importante quanto a qualidade desta. Uma má instalação traz prejuízos semelhantes aos que são provocados por uma antena em péssimas condições.

Um detalhe muito importante da instalação é a localização da antena: a mesma antena colocada em locais diferentes pode fornecer resultados desiguais. Quando o receptor está localizado nas proximidades da emissora, ou quando não há obstáculos relevantes entre o receptor e a emissora, a antena interna é suficiente. Isso, porém, é raro. Na maioria dos casos, é preciso montar a antena na parte externa do edifício, nos pontos em que se obtém o sinal de maior nível.

As condições que a antena do televisor deve satisfazer são as seguintes:



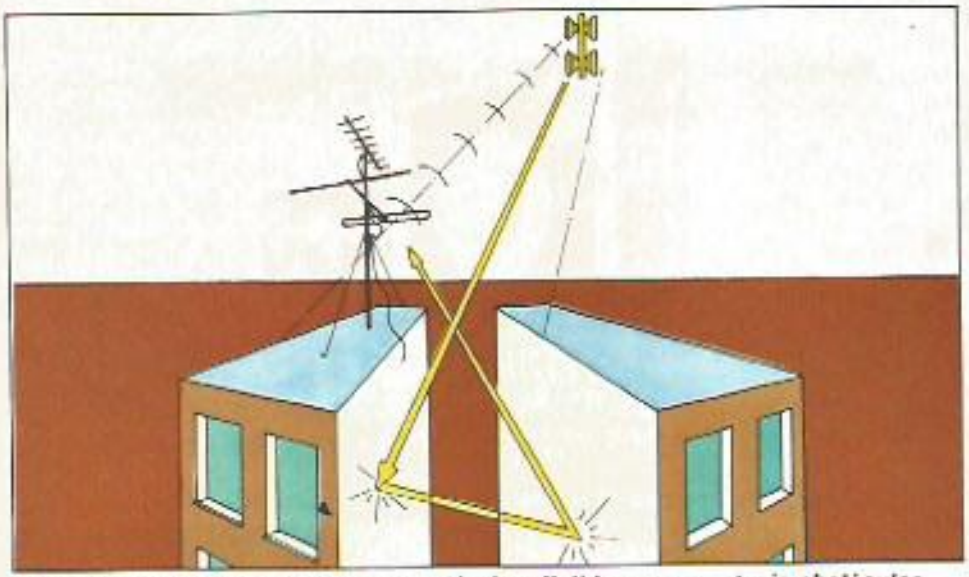
ACIMA: os receptores de rádio em OM podem usar como antena um pedaço de fio.

ABAIXO: antena com núcleo de ferrite, usada nos receptores de rádios portáteis.



COMPONENTES

- Captar os sinais da melhor forma. Este fator é expresso pelo parâmetro chamado ganho da antena.
- Evitar a recepção de sinais refletidos por edifícios vizinhos, montanhas ou outros obstáculos capazes de provocar imagens duplas ou múltiplas (fantasmas). Em outras palavras, a antena deve captar sinais provenientes de algumas direções e rejeitar os demais. Ou seja, a antena deve ter características direcionais.
- Como a própria antena pode eventualmente produzir fenômenos de reflexão dos sinais elétricos que por ela se propagam, suas dimensões devem ser adequadas, a fim de minimizar essas reflexões.
- Finalmente, a antena deverá ser posicionada de modo que seja capaz de funcionar bem para o maior número possível de canais. Essa condição é, na prática, a mais difícil de ser satisfeita.



ACIMA: a antena não deve captar os sinais refletidos por eventuais obstáculos.

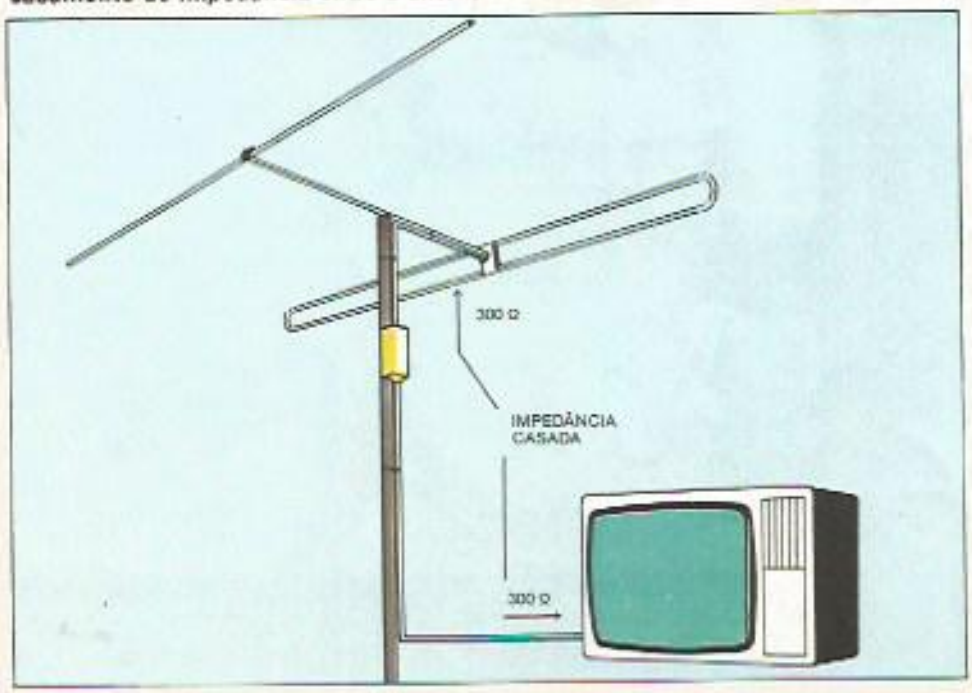
Quando se dispõe de uma antena individual — e este pode ser considerado o caso mais simples —, a instalação compreenderá apenas a linha de transmissão, que é o cabo de ligação ao televisor. Embora a linha de transmissão possa parecer à primeira vista um elemento de importância secundária, ela tem de satisfazer requisitos que não podem ser ignorados.

Em primeiro lugar, é preciso saber qual é o comportamento elétrico da linha de transmissão na presença dos sinais recolhidos pela antena. Para isso, é necessário definir seu funcionamento em relação aos parâmetros distribuídos pela linha de transmissão em termos das capacitâncias, indutâncias e resistências minúsculas que surgem naturalmente ao longo da linha.

Uma linha de transmissão é, portanto, um sistema capaz de transmitir uma certa energia de um ponto a outro. Essa transmissão depende muito da freqüência, mas, em qualquer circunstância, é preciso minimizar a irradiação de sinais eletromagnéticos e, ao mesmo tempo, reduzir as perdas.

Ao longo de toda a linha, como já foi dito, são distribuídas pequenas indutâncias, capacitâncias e resistências próprias dos condutores. No caso de li-

ABAIXO: para evitar, sobretudo, as perdas de energia, é necessário fazer um correto casamento de impedância entre a antena e o televisor.



ABAIXO: antena interna para televisor. Este modelo é dotado de um amplificador.



nhas curtas, esses parâmetros podem ser concentrados em um único indutor, devido à indutância dos fios, em um único capacitor, devido à capacitância intrínseca da linha, e em um único resistor, devido à resistência elétrica encontrada pelos sinais que a percorrem. Mas como nas linhas curtas a resistência é muito pequena, a impedância característica da linha, indicada por Z_0, fica determinada apenas pela indutância, e a capacitância por unidade de comprimento. Assim, a fórmula de Z_0 fica a seguinte:

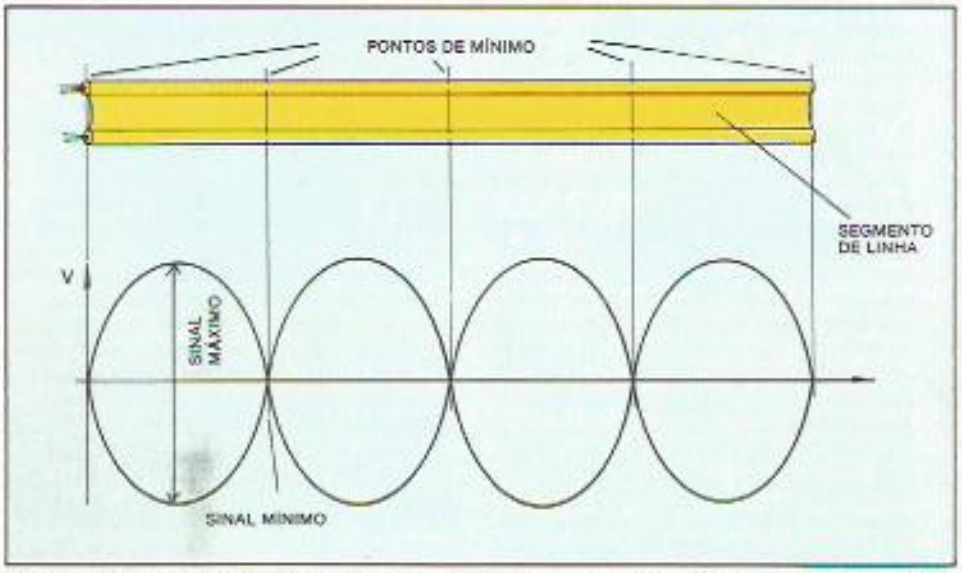
$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

A impedância característica da linha também pode ser calculada como a razão entre a tensão da linha e a corrente que nela circula, da mesma forma que se faz com uma simples resistência:

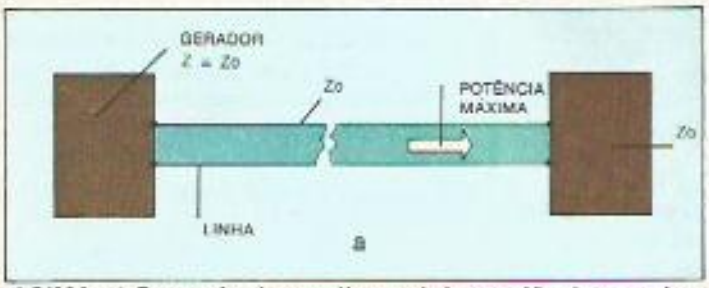
$$Z_0 = \frac{V}{I}$$

Quando uma linha de transmissão é ligada a uma resistência ou a uma impedância de carga igual à sua impedância característica, essa carga recebe a máxima energia possível, uma vez que o sistema é perfeitamente adaptado ou casado no que se relaciona à impedância. Se esse casamento não for feito — o que acontece quando a impedância de carga e a impedância característica são diferentes —, ocorre a geração de uma onda refletida em sentido contrário no momento em que o sinal atinge a carga. Com isso, parte da energia recebida pela antena não é transmitida para a carga (televisor). Nestas circunstâncias, coexistem duas ondas (incidente e refletida) na linha, e sua composição dá lugar a uma **onda estacionária**. Esta onda não se propaga e permanece, no caso limite, sob a forma de uma série de máximos e de mínimos de sinal, que ocorrem em pontos fixos da linha de transmissão.

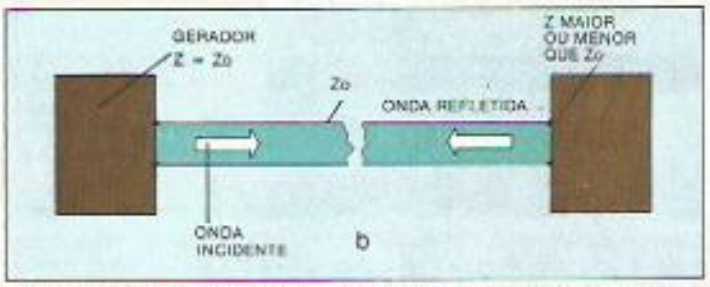
Estes máximos e mínimos são separados por segmentos de linha de comprimento fixo, em relação a um sinal de uma dada freqüência. E, quanto maior a freqüência do sinal, menor a distância entre os máximos e os mínimos.



ACIMA: em uma linha não-casada produz-se uma onda estacionária. Pode-se medir, ao longo da linha, os pontos de máximo e de mínimo do sinal.

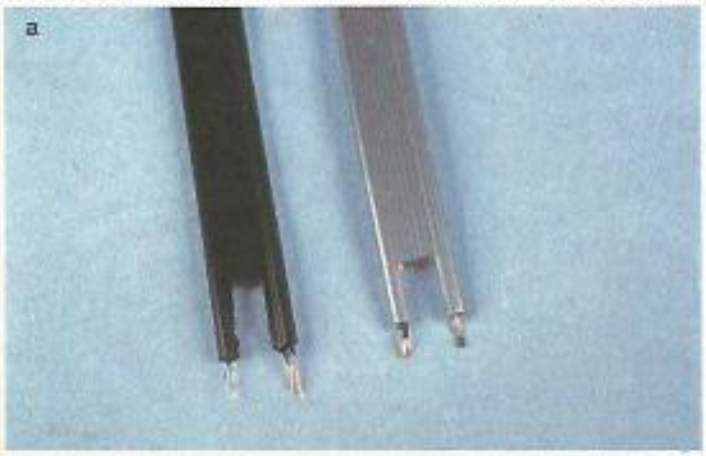


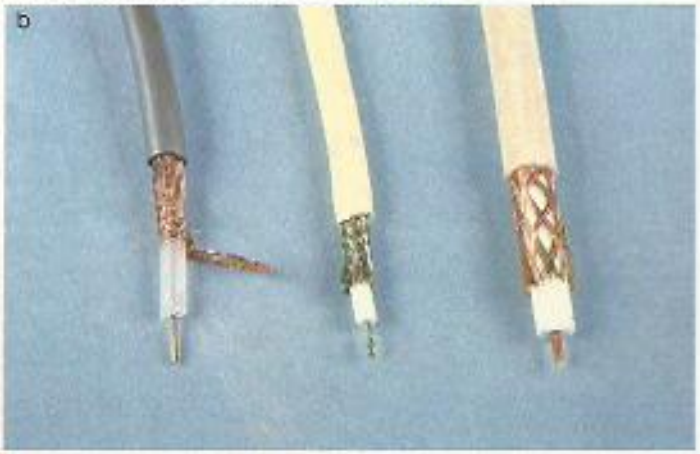
ACIMA: a) O gerador transmite a máxima potência quando a sua impedância, a impedância da carga e linha são iguais.



ACIMA: b) Se a impedância da carga não coincide perfeitamente com as outras duas, cria-se uma onda refletida.

ABAIXO: cabos para antenas: a) dois tipos de cabo paralelo de 300 Ω; b) três tipos de cabo coaxial de 75 Ω.





NOÇÕES TEÓRICAS

O controle automático de ganho

O controle automático de ganho (CAG) nasceu da necessidade de se fazer o receptor de sinais eletromagnéticos trabalhar quase independentemente do nível do sinal recebido na antena. Esse sinal varia de poucos microvolts a milivolts, de acordo com a proximidade e a potência do sinal transmitido pela emissora.

Por esse motivo, é necessário dispor de um sistema que controle automaticamente o ganho dos estágios amplificadores de radiofreqüência e de frequência intermediária. Esse controle deve fazer com que o sinal na saída do demodulador possa permanecer constante para uma margem de variação, o mais ampla possível, do sinal de entrada.

O problema, portanto, é obter uma tensão de controle proporcional ao sinal recebido na antena. Nos receptores de rádio, por exemplo, utiliza-se como tensão de controle o valor médio da tensão obtida na saída do detector, que corresponde, com muita aproximação, à intensidade da emissão captada. Com isso se faz a regulagem da amplificação.

No caso do televisor, as soluções que podem ser adotadas são diferentes. O nível médio que se poderia obter com o sistema descrito anteriormente varia, nesse caso, em função da quantidade de regiões claras e escuras da imagem, o que torna impossível seu emprego.

Mas há momentos em que a amplitude do sinal recebido é independente da imagem. Esses momentos correspondem aos pulsos de sincronismo horizontal, que são os encarregados de fazer com que a varredura da imagem operada pela câmara e a varredura do televisor coincidam. Esses pulsos podem, portanto, ser tomados como referência da intensidade do sinal recebido, uma vez que a diferentes níveis do sinal da antena correspondem diferentes níveis dos pulsos de sincronismo.

É necessário, por outro lado, que o sistema interrompa o seu funcionamento pelo tempo correspondente ao sinal da imagem para evitar que eventuais pulsos parasitas — que atingem níveis iguais ou superiores aos dos pulsos de sincronismo — provoquem uma variação do sinal de controle. Isso produziria uma diminuição do ganho do amplificador e, portanto, prejudicaria a qualidade da imagem. Para evitar esse inconveniente, empregam-se os pulsos de retorno da linha — quando obtidos por um enrolamento auxiliar do transformador de alta-tensão, eles coincidem com os pulsos de sincronismo do sinal de vídeo —, de modo que a retirada do nível para o controle seja feita apenas durante o tempo em que estes pulsos de sincronismo estejam presentes.

A tensão obtida com este sistema pode, sem dúvida alguma, ser utilizada para o controle do nível de amplificação. No caso do estágio amplificador de radiofreqüência contido no sintonizador, é necessário introduzir um retardo na atuação da tensão de controle, para que não se faça nenhuma correção quando são recebidos níveis baixos de sinais. Assim procedendo, não se corre o risco de saturar os estágios amplificadores sucessivos.

A máxima reflexão é produzida quando a extremidade da linha estiver aberta ou em curto-circuito. Nesse caso, logicamente, não há transmissão de energia para a carga (televisor).

As linhas de transmissão que ligam a antena ao televisor podem ser de dois tipos:

- linha com par de condutores em paralelo;
- cabos coaxiais.

A linha com par de condutores em paralelo é formada por dois condutores de cobre, isolados por uma tira de polietileno. A impedância característica dessas linhas pode ser calculada com a fórmula:

$$Z_0 = \frac{276}{\varepsilon} \cdot \log \frac{2\,D}{d}$$

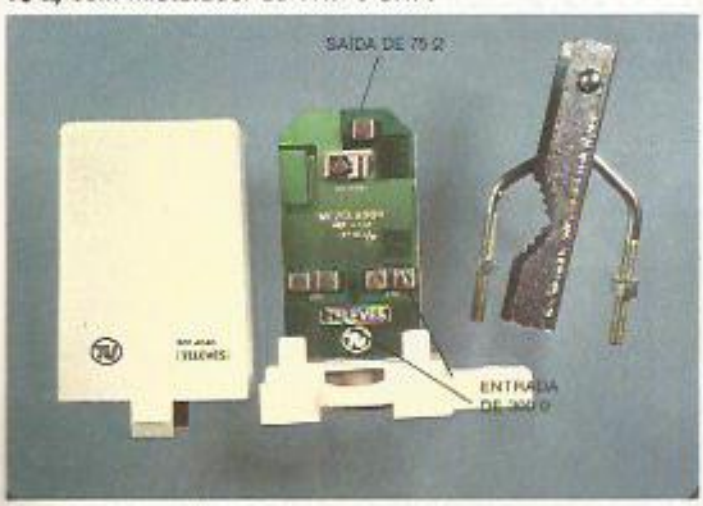
onde ε é a constante dielétrica do material isolante (que, no caso do polietileno, é igual a 2,3), D é a distância entre os condutores e d é o seu diâmetro, todos expressos em milímetros.

As linhas paralelas empregadas nos televisores são de 300 Ω e 75 Ω, com valores de D iguais a 10 e 4, respectivamente.

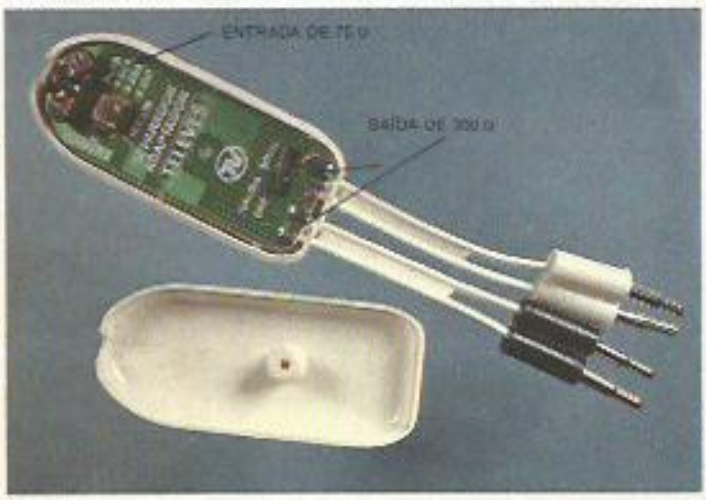
O cabo coaxial compõe-se de um condutor interno circundado, em todo seu comprimento, por um segundo condutor que funciona como blindagem. Como o cabo apresenta menores perdas que as linhas paralelas, o primeiro é mais indicado para a transmissão de sinais a distâncias mais longas. A sua impedância característica é calculada com a fórmula:

$$Z_0 = \frac{138}{\varepsilon} \cdot \log \frac{D}{d}$$

ABAIXO: casador de impedância da antena de 300 Ω à linha de 75 Ω, com misturador de VHF e UHF.



ABAIXO: casador de impedância da linha de 75 Ω ao televisor com impedância de 300 Ω, com separação de VHF e UHF.



onde ε é o mesmo fator indicado anteriormente; D é o diâmetro do condutor externo e d é o diâmetro do condutor interno, ambos expressos em milímetros. A impedância padronizada desses cabos é 75 Ω, o que provoca, em determinados casos, a necessidade de inserir na instalação os **adaptadores de impedância**.

A instalação da antena com cabo paralelo pode apresentar os seguintes inconvenientes:

- Qualquer objeto metálico que se encontre nas proximidades do cabo produz uma variação na distribuição do campo elétrico entre os dois condutores, modificando a impedância característica e provocando reflexões e perdas na energia transmitida.
- A água que se condensa ou o pó que se deposita sobre a superfície do cabo ou qualquer fenômeno atmosférico produzem efeito semelhante ao descrito acima. Depois de certo tempo, as perdas podem ser tão grandes que chegam até a anular o sinal útil. Esse efeito é bem mais acentuado nas localidades costeiras, devido à corrosão provocada no material isolante pelas partículas de sal suspensas no ar.

Existem, felizmente, métodos para eliminar ou atenuar esses inconvenientes, como por exemplo:

- A acumulação de pó e a condensação de água no cabo podem ser reduzidas com alguns furos na parte plana do cabo, entre um fio e outro. Pode-se também, como alternativa, adotar um cabo de formato tubular, que não retém resíduos com tanta facilidade e, conseqüentemente, atenua as influências externas sobre o campo elétrico.
- O efeito de antena que o cabo assume pode ser reduzido quando se faz a linha descer de forma helicoidal, enrolando o cabo sobre si mesmo a cada metro. O efeito de antena também pode ser anulado por um cabo paralelo que disponha de uma capa isolante tubular. Este apresenta, porém, uma atenuação bastante elevada, sobretudo nas altas freqüências.

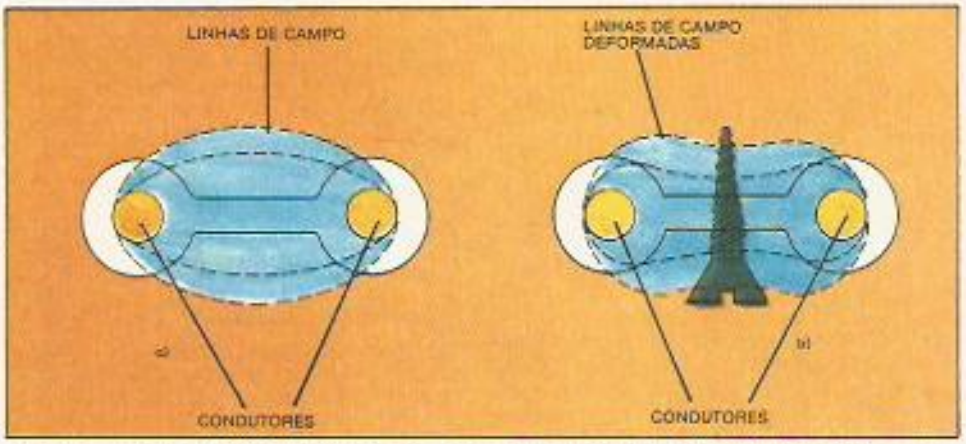
Os cabos coaxiais eliminam todos os inconvenientes citados e ainda são capazes de oferecer outras vantagens, como as seguintes:

- Eles apresentam níveis muito pequenos de perda de sinais, e são suficientemente independentes do ambiente externo.
- O condutor externo age como blindagem, evitando que o condutor interno receba sinais parasitas.

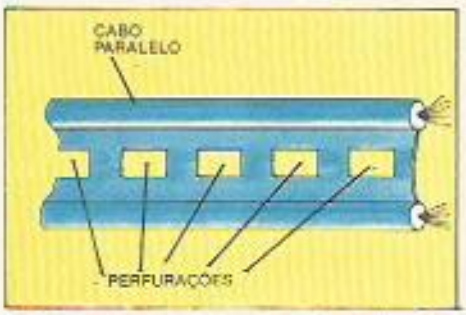
Os tipos de cabo coaxial utilizáveis na instalação de uma antena são três:

- Cabo com dielétrico a ar. Seu isolante intermediário consiste em uma espiral ou em um tubo de polietileno — dotado de canais no primeiro caso, e de perfurações no segundo — que reduzem ao mínimo o material necessário para a fixação do condutor central. Esse tipo de cabo apresenta perdas muito baixas.
- Cabo com dielétrico de polietileno expandido. Apresenta perdas bem elevadas, se for comparado com o tipo anterior.
- Cabo com dielétrico de polietileno compacto. Apresenta atenuação ainda muito elevada. É aconselhado apenas para ligações curtas.

A impedância normalizada para os cabos coaxiais é de 75 Ω, e de 50 Ω para



ACIMA: qualquer objeto metálico situado nas proximidades do cabo modifica a sua impedância característica: a) linhas normais do campo elétrico; b) variações do campo produzidas por um parafuso metálico.

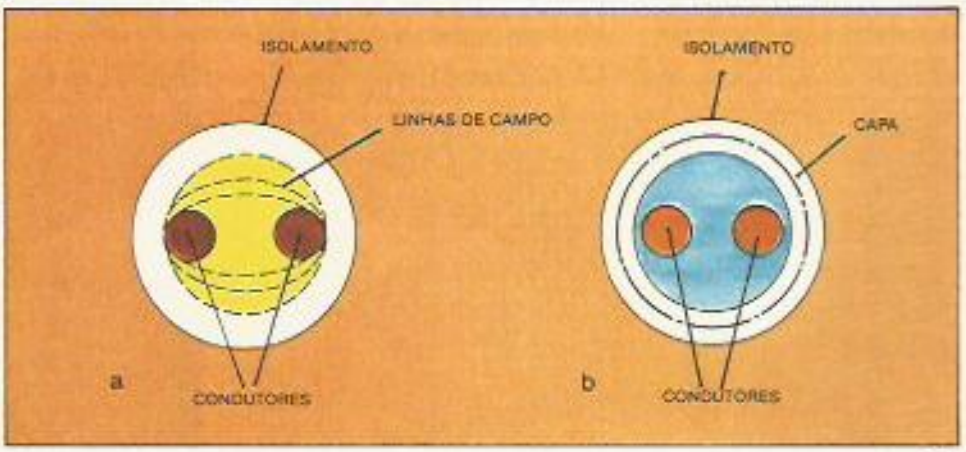


ACIMA: para evitar o problema da condensação da água, pode-se fazer perfurações no cabo.



ACIMA: acessórios empregados para a instalação da linha de ligação entre a antena e o televisor.

ABAIXO: dois modelos de cabo paralelo: a) com isolamento tubular; b) com uma capa que circunda os condutores paralelos.



as linhas de transmissão. Estes cabos diferenciam-se dos paralelos porque formam uma linha assimétrica, composta de um só pólo, e pela malha, para a qual chegam outros elementos, denominados simetrizadores, que adaptam o cabo à antena e, em certos casos, ao televisor.

A medida da atenuação dos cabos é expressa em decibel (dB). Ela depende do comprimento do cabo e aumenta em proporção direta com a freqüência. Para definir a atenuação média dos cabos coaxiais nas diferentes faixas de transmissão da televisão, adotam-se os seguintes valores:

Faixa I ..... 0,085 dB por metro
Faixa III ..... 0,1 dB por metro
Faixa UHF ..... 0,2 dB por metro.

As antenas usadas para televisão são geralmente do tipo meia onda, formado por dois braços alinhados, cujo comprimento total corresponde à metade do comprimento de onda do sinal. O modelo é conhecido como dipolo e fornece a maior tensão de saída para uma determinada intensidade de campo eletromagnético.

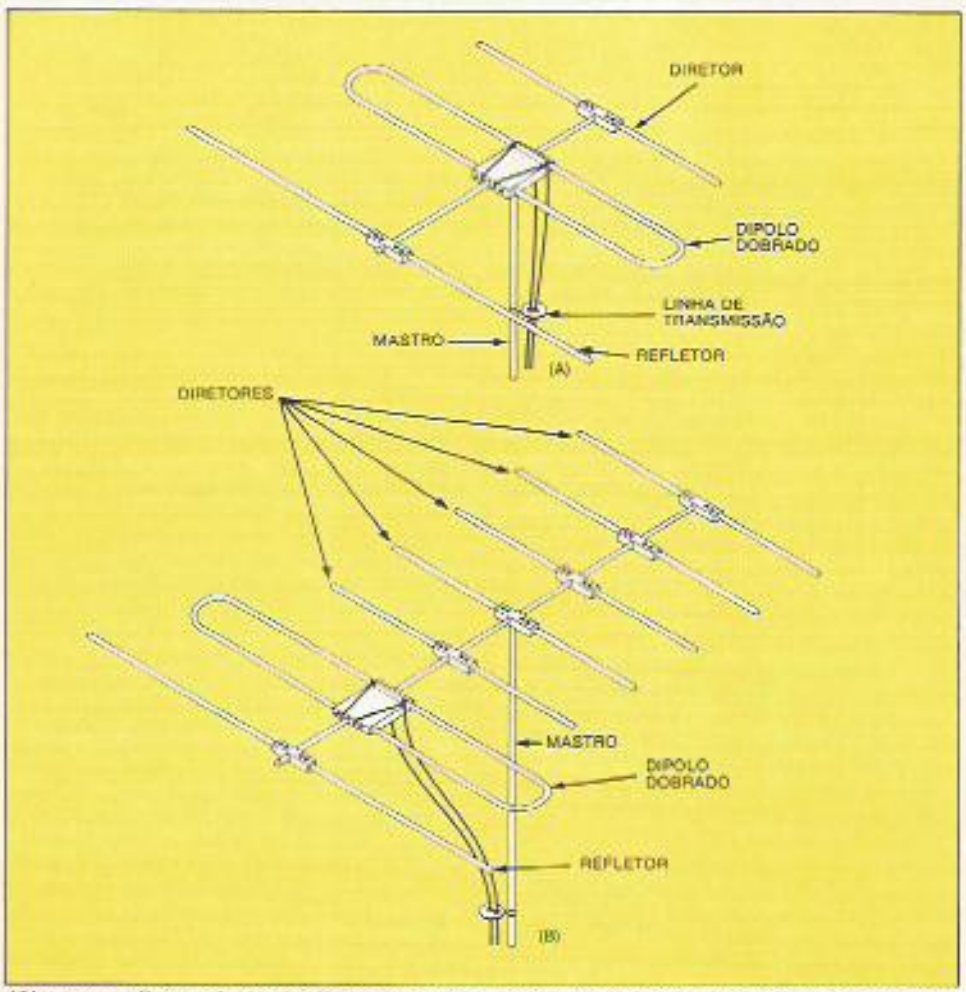
A antena usada mais freqüentemente é formada por um dipolo dobrado, isto é, constituído pela união de dois dipolos de meia onda em paralelo. Ela apresenta as seguintes características:

- Tem maior largura de faixa do que o dipolo elementar. Esse é um fator muito importante se se levar em consideração que o sinal televisivo completo de um canal ocupa uma faixa de 7 MHz.
- A diretividade é bem grande, pois capta, quase exclusivamente, os sinais provenientes da direção perpendicular ao plano formado pelo dipolo dobrado.

Na construção desta antena associa-se ao dipolo uma série de elementos em forma de hastes paralelas. Esses elementos ficam situados na frente do dipolo principal, e são chamados diretores. Há também um elemento posterior ao dipolo, chamado refletor. A função deste último, que tem um comprimento 5% superior ao dipolo, é atenuar a recepção de sinais que eventualmente atingem a antena pela parte posterior e refletir os sinais recebidos pela frente. Com isso, o refletor reforça o poder de captação do dipolo.

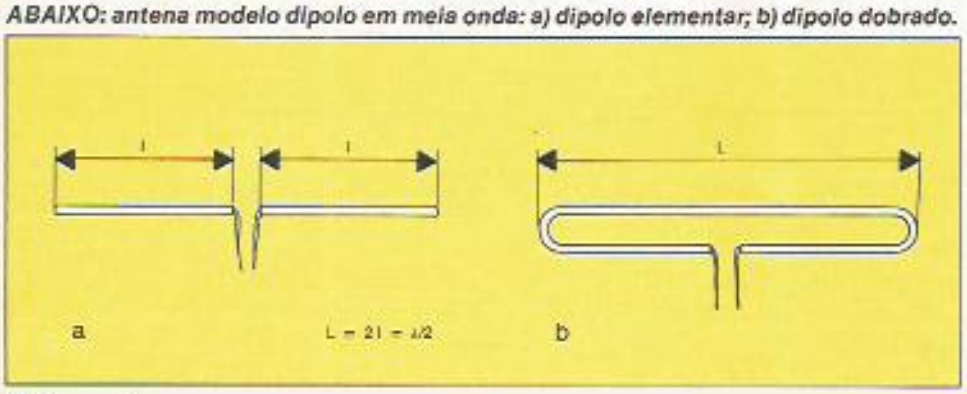
Os diretores, dispostos na frente do dipolo, restringem o feixe de recepção e o prolongam. Sua função pode ser comparada à função desempenhada pelos sistemas ópticos empregados nos microscópios prismáticos ou nos telescópios.

Graças aos diretores, é possível receber sinais mais distantes e eliminar com mais facilidade os sinais laterais indesejados. Assim, à primeira vista, poderíamos deduzir que o número do



(A) antena dipolo dobrado; (B) antena Yagi. A melhor diretividade é conseguida com o acréscimo de diretores na frente do dipolo, que é o caso da Yagi. Em relação ao dipolo dobrado, a Yagi possui 4 diretores a mais e, portanto, é altamente direcional.

ABAIXO: antena modelo dipolo em meia onda: a) dipolo elementar; b) dipolo dobrado.



ABAIXO: amplificador para ser colocado junto ao televisor.



diretores da antena pode ser indefinidamente aumentado, obtendo-se um acréscimo do nível dos sinais recebidos e da diretividade.
Existe, todavia, um limite. Nos modelos utilizados para a faixa I (canais 2, 3 e 4), esse limite é físico, em conseqüência das elevadas dimensões da antena para essas freqüências — o aumento das dimensões dos elementos provocaria aumento de peso e elevação do custo da antena. Mas, na maior parte dos casos, a limitação é determinada pela diminuição da impedância da antena, produzida pela inclusão de elementos adicionais. Em conseqüência, origina-se um descasamento de impedâncias entre a antena, a linha de transmissão e o aparelho receptor. Esse problema é ainda mais grave nas altas freqüências (UHF).
O descasamento das impedâncias produz, finalmente, perdas causadas por ondas estacionárias, que anulam o incremento obtido pela inclusão dos diretores adicionais.
A antena descrita corresponde ao modelo mais utilizado na prática, denominado **Yagi**, em homenagem ao professor japonês que o idealizou.
Nas localidades em que os sinais recebidos são débeis, é necessário inserir um amplificador intermediário entre a antena e o televisor. Ele pode elevar o sinal ao nível suficiente para fazer funcionar regularmente o aparelho receptor. Esses amplificadores devem ser colocados bem próximos da antena, para que o sinal enviado através da linha seja relativamente reforçado, o que melhorará sensivelmente a relação sinal/ruído. Às vezes, porém, não é possível colocar o amplificador na posição ideal. Ele deverá, então, ser colocado no interior da casa, próximo ao televisor.

NOÇÕES TEÓRICAS

O decibel

O **decibel** *é uma unidade de medida obtida pelo confronto de dois níveis de sinal em um circuito eletrônico. Esta mesma definição também pode ser usada em outras áreas como, por exemplo, na acústica.*
Se se toma como referência um estágio qualquer de um amplificador, em que se obtém uma determinada elevação do nível de sinal, pode-se definir o **ganho** *como o resultado da divisão do sinal obtido na saída pelo sinal aplicado na entrada, isto é:*

$$G = \frac{V_S}{V_E}$$

(V_S = tensão na saída e V_E = tensão na entrada)
Com esta fórmula obtém-se um determinado número que, nos casos de grandes amplificações, tem um valor bastante elevado. Na prática, porém, costuma-se exprimir esse valor recorrendo-se à unidade chamada decibel (dB), que é calculada com base na seguinte fórmula:

$$\text{Ganho (dB)} = 20 \log G,$$

que é o mesmo que:

$$\text{Ganho (dB)} = 20 \log \frac{V_S}{V_E}$$

Como para este cálculo são utilizados níveis de potência em lugar de níveis de tensão, obtém-se o **ganho em potência** *e, portanto, é preciso levar em conta também as correntes que circulam e as resistências ou impedâncias de carga. Nesta circunstância, a potência de saída (P_S) será:*

$P_S = V_S^2 / Z$, *e então,*

$V_S = \sqrt{P_S \cdot Z}$

A mesma fórmula pode ser usada para a potência de entrada; portanto, podemos ter:

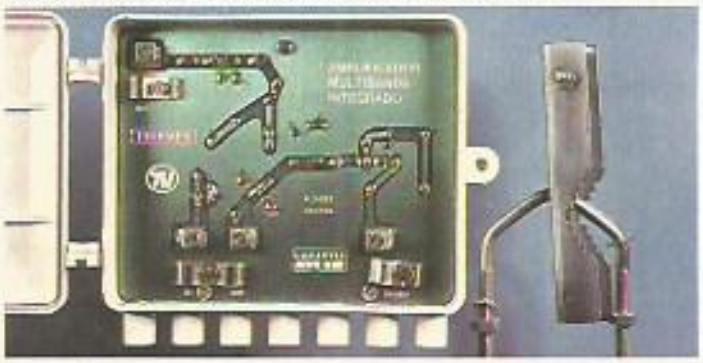
$$\text{Ganho (dB)} = 20 \log \left(\frac{V_S}{V_E} \right) =$$

$$= 20 \log \frac{\sqrt{P_S \cdot Z}}{\sqrt{P_E \cdot Z}} =$$

$$= 10 \log \frac{P_S \cdot Z}{P_E \cdot Z} = 10 \log \frac{P_S}{P_E}$$

sempre supondo que a impedância (Z) de saída seja igual à de entrada.
Essas duas fórmulas, a de ganho de tensão e a de ganho de potência, são as mais frequentemente utilizadas e ajudam muito a facilitar os cálculos.
Dada a ampla utilização dos decibéis em eletrônica, é muito útil familiarizar-se com essas medidas. Isso evitará a necessidade de se recorrer a cálculos complicados para a interpretação de qualquer medida.
Uma das maiores vantagens oferecidas por este sistema é a de se poder calcular rapidamente o ganho ou a atenuação de um aparelho de vários estágios. Conhecendo-se os dados de cada um deles, bastará somar os decibéis de cada um para se obter o total.
Nos casos em que o resultado em decibel for negativo, isso estará indicando que existe uma atenuação, ou seja, que a potência ou tensão verificada na saída é inferior à verificada na entrada.
Como o decibel é uma unidade de medida relativa, em algumas aplicações deve-se fixar os níveis de referência para se poder fazer medidas em relação a eles, chegando-se, assim, a um resultado absoluto. Por exemplo, nos sistemas sonoros em que se utiliza uma impedância normalizada de 600 Ω, usam-se o dBV e o dBm.

ABAIXO: amplificador externo para ser instalado junto à antena. Ele é alimentado pela linha de transmissão.



ABAIXO: amplificador de antena para ser colocado junto ao televisor. Pode ser fixado à parede e é alimentado diretamente pela rede.



MONTAGEM

INTERRUPTOR FOTOSSENSÍVEL

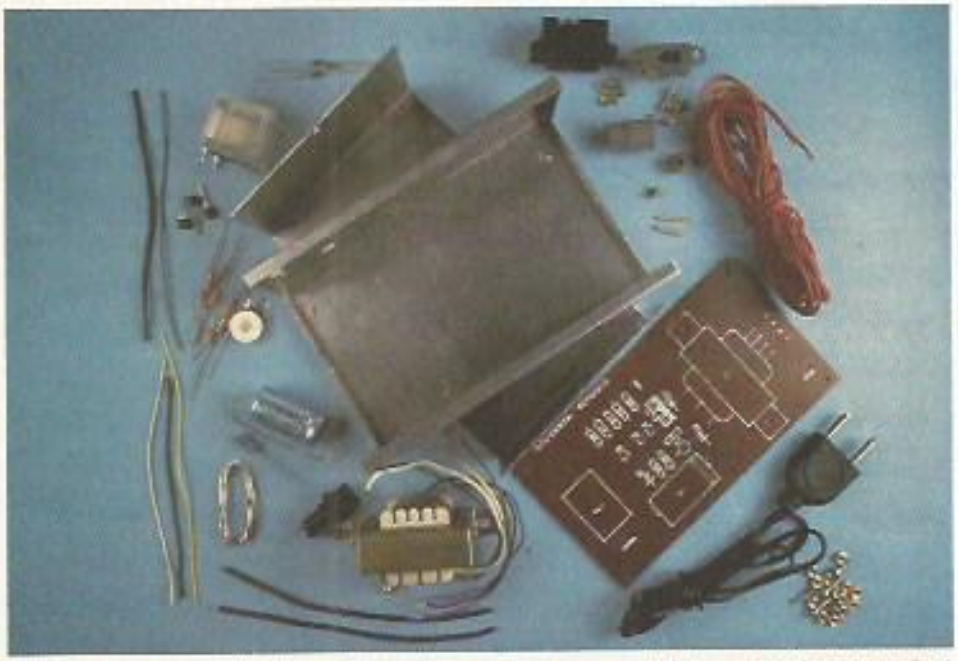
Com um dispositivo como este, sensível à luz ambiente, já não há por que se preocupar com lâmpadas acesas. À noite, a iluminação dos pontos estratégicos da casa é acionada automaticamente; de dia, ela é desligada.

Se você volta para casa tarde da noite e gostaria que houvesse uma ou mais lâmpadas acesas no jardim, mas que acendessem somente após o anoitecer, ou, ainda, se você quer simular a presença de pessoas no interior de sua casa, por meio de lâmpadas que se acendem automaticamente ao cair da noite, este é o aparelho ideal.

O interruptor fotossensível é comandado pela ausência de luz, isto é, quando começa a escurecer, o sensor que faz parte do aparelho aciona um relê que, por sua vez, liga uma carga à rede elétrica. Esta carga pode ser constituída por uma ou mais lâmpadas.

A potência máxima que o interruptor fotossensível pode acionar é de 300 W para redes elétricas de 110 V e de 600 W para redes de 220 V. Ou seja: usando-se a rede elétrica de 110 V, o interruptor fotossensível pode acionar 5 lâmpadas de 60 W/110 V, ligadas em paralelo.

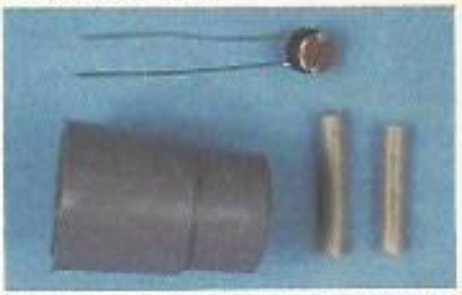
O sensor é um resistor dependente da luz, conhecido pela sigla LDR, que vem do inglês ***light dependent resistor***. O LDR transforma as variações de luminosidade em variações de resistência, para o circuito eletrônico acionar o relê. Para variações de intensidade da luz externa, o interruptor aciona a carga de maneira estável. Ao amanhecer o aparelho desligará a carga, da mesma forma que a havia ligado ao anoitecer. A distância máxima entre o sensor



1. Conjunto de peças que serão usadas na montagem do interruptor fotossensível.



2. Diodos retificadores (D1 a D3), dois transistores BC548 (Q1 e Q2) e um transistor BC558 (Q3).

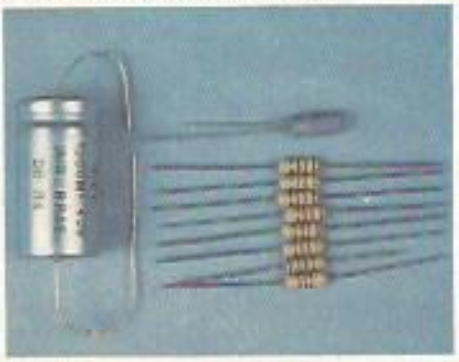


3. Resistor dependente da luz (LDR), tubo protetor e dois espaguetes.

4. Trim-pot (P1) usado para ajustar o interruptor fotossensível.

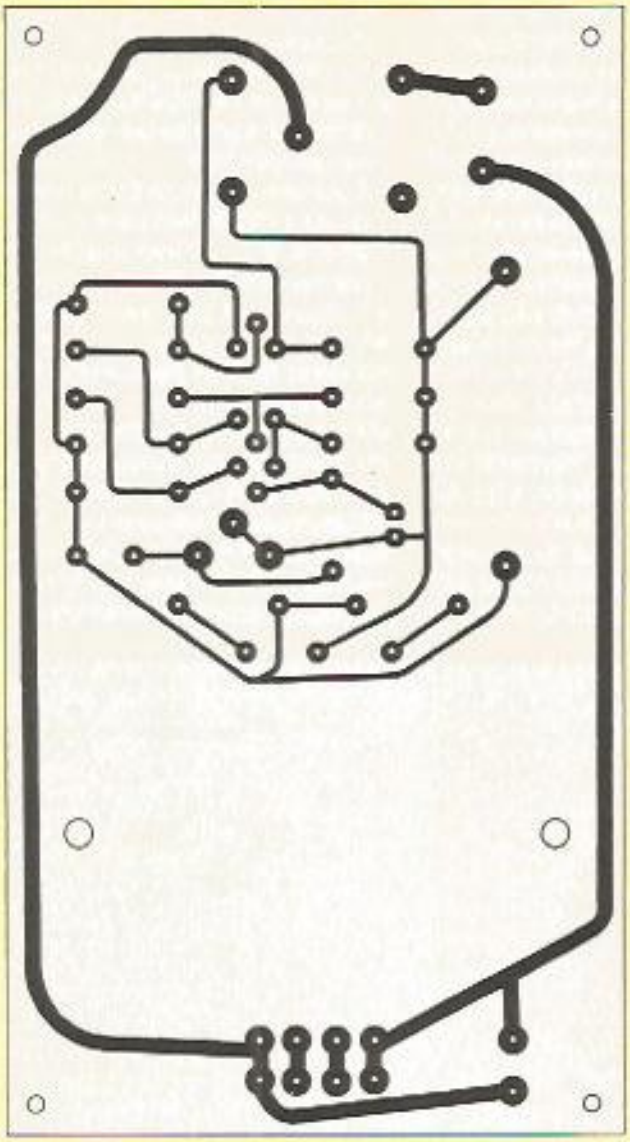


5. Resistores de 1/4 W (R1 a R8) e capacitores eletrolíticos (C1 e C2).



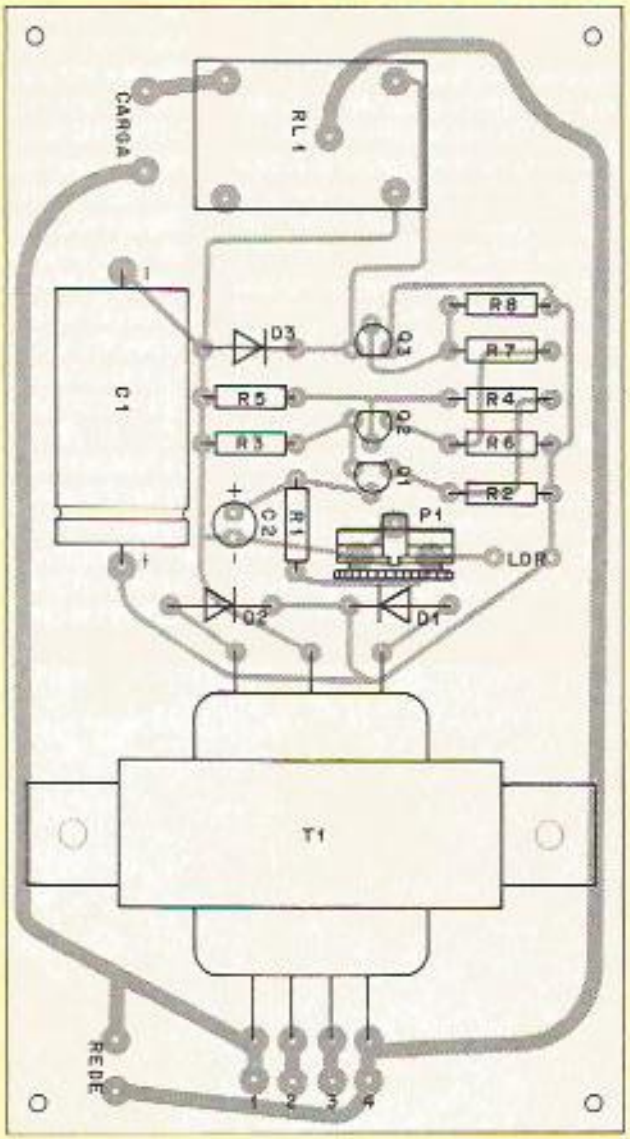
6. Relê tipo RU 101006 (RL1).





O traçado do circuito

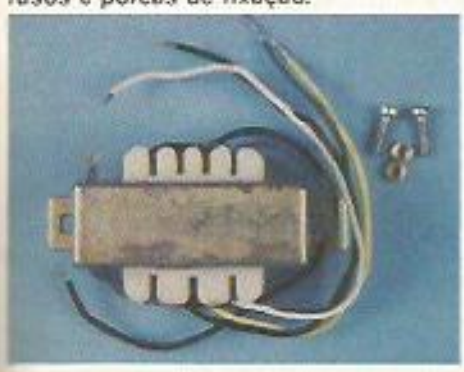
Traçado do circuito impresso, em tamanho natural. Para a construção do circuito, basta copiá-lo em papel milimetrado. Depois é só usá-lo, seguindo as explicações que já foram dadas.



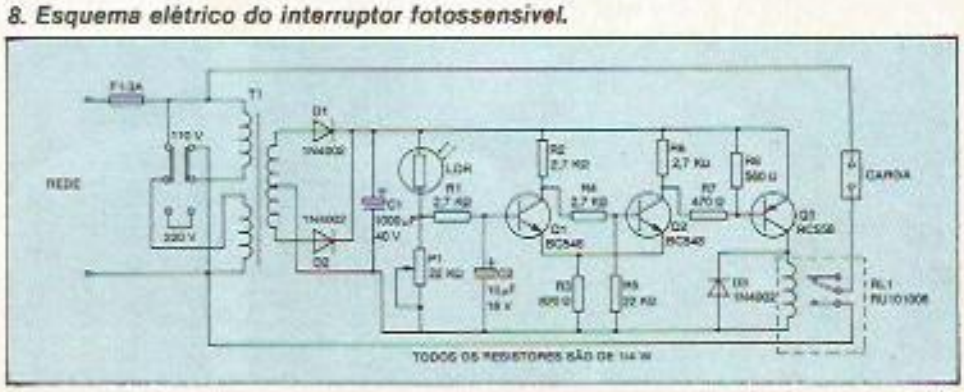
O desenho do circuito

Este desenho mostra a posição correta para a montagem dos componentes na placa de circuito impresso. Siga o atentamente.

7. Transformador de força (T1) com parafusos e porcas de fixação.



8. Esquema elétrico do interruptor fotossensível.



(LDR) e o aparelho é de aproximadamente 30 metros.

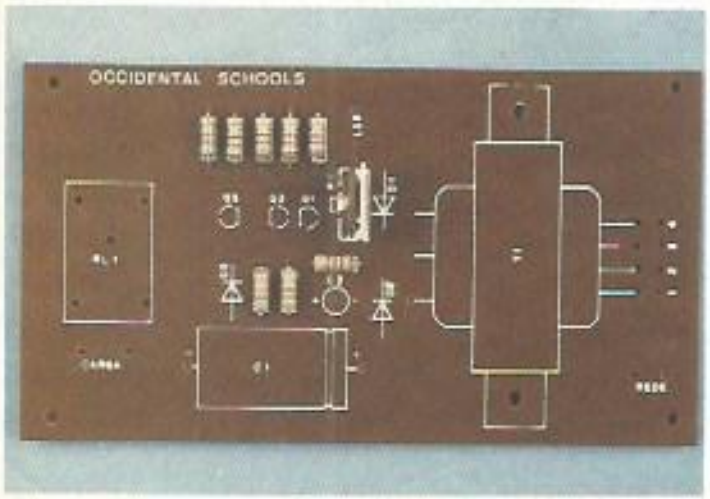
Ferramentas necessárias

Para esta montagem você vai precisar das seguintes ferramentas:

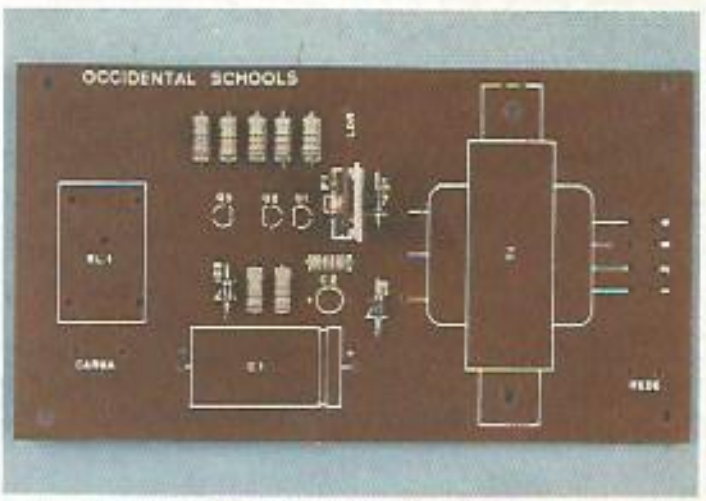
- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte
- 1 chave de fenda de tamanho médio
- 1 furadeira
- 1 conjunto de brocas
- 1 morsa
- 1 serra para metal
- 1 lima para acabamento

Componentes

- 1 placa de circuito impresso de 150 mm x 82 mm
- 1 trim-pot de 22 KΩ na posição P1 da placa
- 8 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R8 da placa, com os seguintes valores e cores para identificação:
  R1-2,7 KΩ (vermelho-violeta-vermelho)
  R2-2,7 KΩ (vermelho-violeta-vermelho)
  R3-820 Ω (cinza-vermelho-marrom)
  R4-2,7 KΩ (vermelho-violeta-vermelho)
  R5-22 KΩ (vermelho-vermelho-laranja)
  R6-2,7 KΩ (vermelho-violeta-vermelho)
  R7-470 Ω (amarelo-violeta-marrom)
  R8-560 Ω (verde-azul-marrom)
- 2 capacitores eletrolíticos, nas posições C1 e C2 da placa, com os seguintes valores:
  C1 - 1000 µF x 40 V - axial
  C2 - 10 µF x 16 V - unilateral
- 3 diodos retificadores 1N4002 ou 1N4004, identificados por D1 a D3 na placa
- 2 transistores BC548 ou os equivalentes BC547 ou BC549, indicados por Q1 e Q2 na placa
- 1 transistor BC558 ou os equivalentes BC557 ou BC559, na posição Q3 da placa
- 1 LDR (resistor dependente da luz)
- 1 relê tipo RU 101006, para encaixe direto na placa de circuito impresso, na posição RL1
- 1 transformador de força com primário de 110/220 V (4 fios) e secundário de 6 + 6 V - 350 mA, para fixação na posição T1 da placa
- 1 chave H-H (2x2) com fenda
- 1 tomada de painel
- 1 porta-fusíveis pequeno
- 1 minifusível de 3A
- 1 tubo protetor para o LDR
- 1 borracha de passagem pequena
- 1 cabo de força (2x20)
- 2 pedaços de espaguete
- 2 pedaços de 10 cm de fio azul nº 18
- 1 pedaço de 10 cm de fio preto nº 20
- 1 pedaço de 10 cm de fio branco nº 22

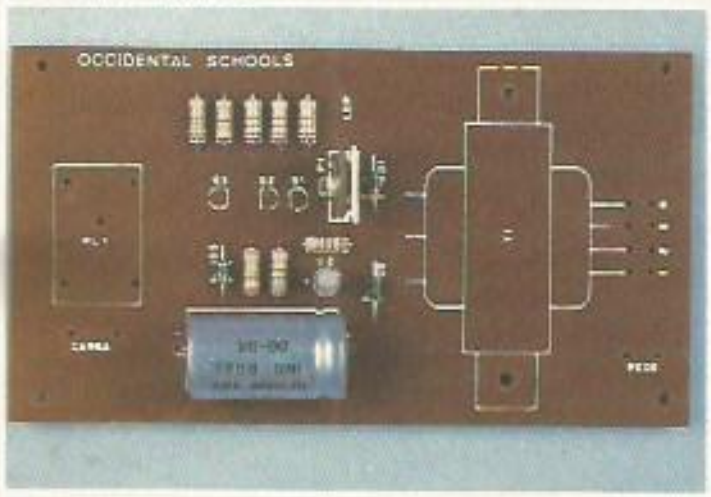


9. Colocação dos resistores de 1/4 W (R1 a R8) e do trim-pot (P1) na placa de circuito impresso.

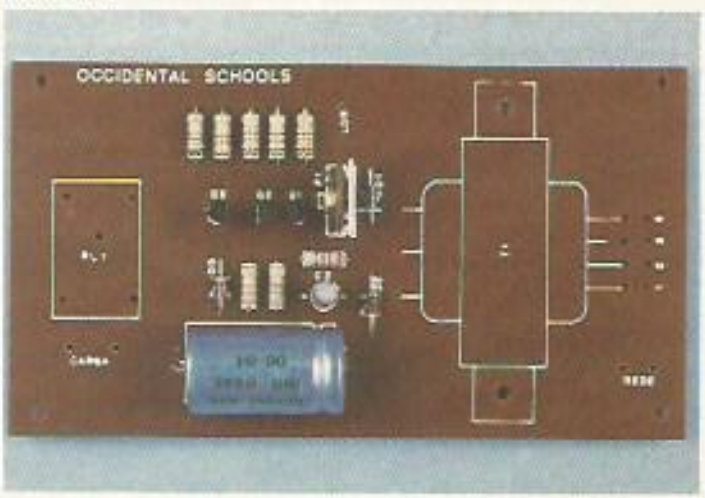


10. Colocação dos diodos (D1 a D3) na placa.

11. Colocação dos capacitores eletrolíticos (C1 e C2) na placa de circuito impresso.



12. Montagem dos transistores (Q1 a Q3) na placa de circuito impresso.



- 1 pedaço de 10 cm de fio azul n.º 22
- 1 pedaço de 10 cm de fio amarelo n.º 22
- 1 pedaço de 10 cm de fio preto n.º 22
- 5 metros de fio vermelho n.º 22
- 1 pedaço de solda 60/40
- 1 chassi com tampa superior (altura = 56 mm; largura = 157 mm; profundidade = 100 mm)
- 10 parafusos de 3 x 10 mm
- 18 porcas de 3 mm
- 2 parafusos auto-atarraxantes.

Montagem

Ao confeccionar a placa de circuito impresso, preocupe-se somente com o seu lado cobreado. A disposição dos componentes no lado oposto não precisa estar desenhada na placa. Na seqüência de fotos que damos, as posições dos componentes estão desenhadas na placa, apenas para maior clareza nas informações prestadas.

A caixa metálica poderá ser construída ou comprada, a partir das dimensões fornecidas na lista de material. Para a montagem do aparelho, os passos são os seguintes:

1.º) Coloque e solde os resistores R1 a R8 nos furos correspondentes da placa de circuito impresso (veja foto 9).

2.º) Monte o trim-pot P1 na placa de circuito impresso, orientando-se pelo desenho contido nela (veja foto 9).

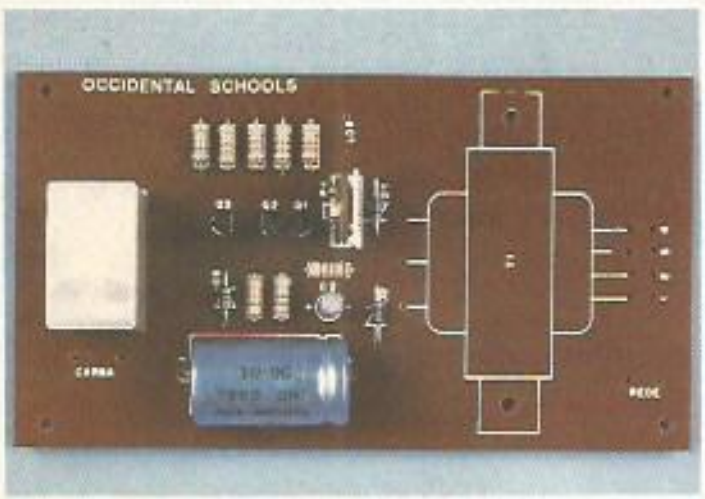
3.º) Coloque e solde os diodos D1 a D3 na placa de circuito. Verifique se a marca existente no corpo dos diodos coincide com a ponta da flecha do desenho na placa (veja foto 10).

4.º) Solde os capacitores eletrolíticos C1 e C2 na placa. Tome cuidado para que não haja inversão de polaridade (veja foto 11).

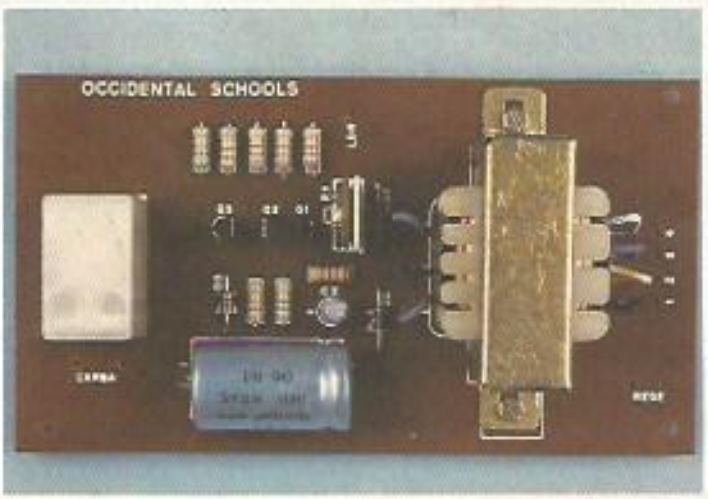
5.º) Monte os transistores Q1 a Q3 na placa de circuito. Os chanfros existentes no corpo dos transistores devem coincidir com o lado reto do desenho na placa (veja foto 12).

6.º) Encaixe o relê RU 101006 na posição RL1 da placa de circuito. Solde os seus terminais e depois corte os excessos dos terminais para que estes não encostem posteriormente no chassi do aparelho (veja foto 13).

7.º) Fixe o transformador de força na posição T1 da placa de circuito impresso de modo que os três fios do secundário fiquem voltados para os diodos D1 e D2. Corte os fios em excesso do lado do primário e do secundário; para realizar as ligações desses fios nos furos da placa, oriente-se pela foto 14. Caso você não encontre ou não queira usar um transformador de força com primário de 4 fios, ele pode ser substituído por um de 3 fios, desde que o secundário seja o mesmo.

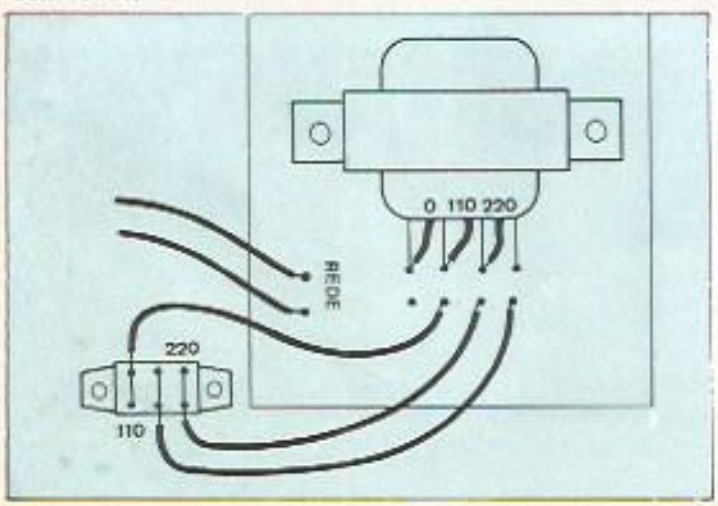


13. Montagem do relê (RL1) na placa de circuito impresso.

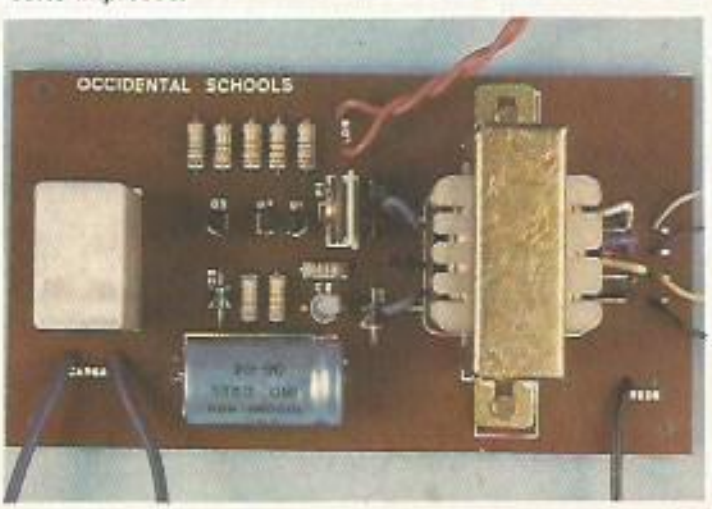


14. Fixação e ligação do transformador de força (T1) na placa de circuito impresso.

15. Ligação de um transformador com primário de três fios na placa de circuito impresso e ligação dos fios na chave H-H com fenda.



16. Ligação de nove fios nos furos existentes na placa de circuito impresso.



MONTAGEM

Para ligar o transformador de força com primário de 3 fios na placa de circuito impresso e para ligar a chave H-H, oriente-se pela ilustração 15.

8º) Solde um pedaço de 10 cm de fio preto nº 20 no furo da esquerda da placa, onde se lê **rede**, mais próximo do transformador de força (veja foto 16).

9º) Para soldar os 8 fios restantes na placa de circuito impresso, siga as duas colunas da direita da tabela I e veja a foto 16.

10º) Para ligar a tomada de painel, veja a tabela I (1ª linha) e a foto 17.

11º) Para ligar a chave H-H (2x2) com fenda nos 4 fios do primário do transformador, preste bastante atenção, pois uma ligação errada poderá danificar posteriormente o aparelho todo. Portanto, pegue a chave H-H e faça primeiro um jumper, com um pedaço de terminal de componente (resistor, por exemplo), entre os dois terminais da extremidade da chave H-H onde está gravado **110 V** (veja foto 17).

12º) Para ligar os 4 fios (preto, amarelo, azul e branco) nos quatro terminais restantes da chave H-H, veja a foto 17.

13º) Fixe o porta-fusíveis (com o respectivo fusível dentro), a borracha de passagem e 4 parafusos de 3 mm x 10 mm no chassi do aparelho, usando para cada parafuso 2 porcas de 3 mm (veja foto 18).

14º) Passe o cabo de força através da borracha de passagem e depois dê um nó, deixando cerca de 10 cm depois do nó. Uma ponta deverá ser cortada e soldada num dos terminais do porta-fusíveis (veja foto 18).

15º) Dê um nó nos 2 fios vermelhos, para ligação do LDR, aproximadamente 15 cm a partir da placa de circuito impresso, e depois passe esses 2 fios vermelhos pelo orifício existente no chassi (veja foto 18).

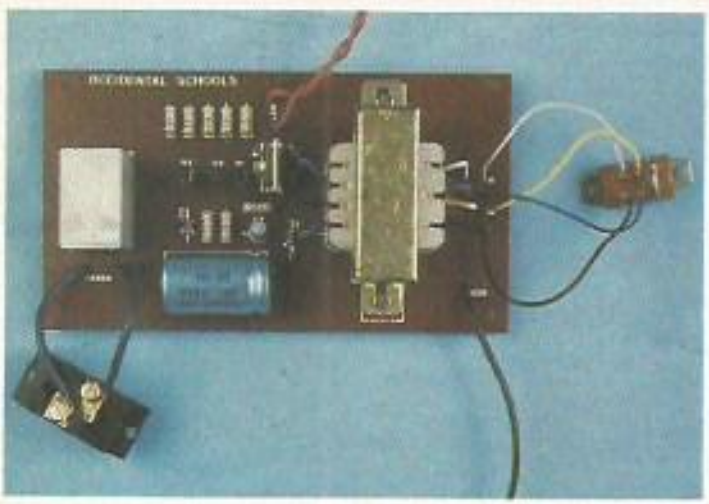
16º) Solde a outra ponta do cabo de força no furo da direita da placa, onde se lê **rede**, perto do primário do transformador de força (veja foto 19).

17º) Solde o fio preto nº 20 proveniente da placa no terminal livre do porta-fusíveis (veja foto 19).

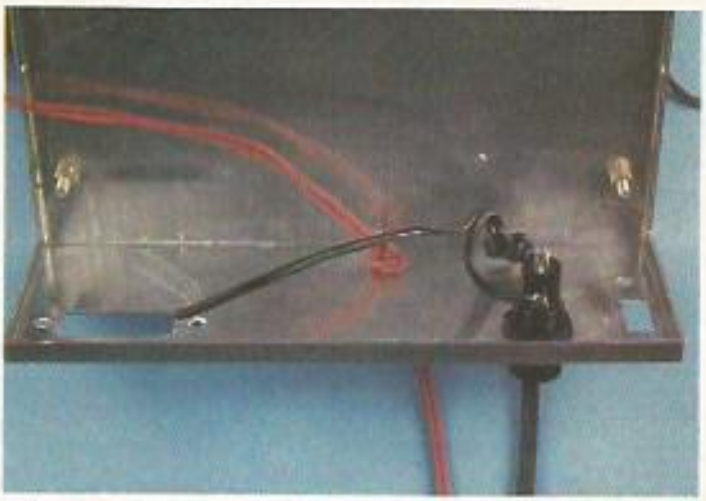
18º) Fixe a placa de circuito impresso, a tomada de painel e a chave H-H no chassi do aparelho (veja foto 20).

19º) Passe as duas pontas dos fios vermelhos pelo tubo protetor do LDR e posteriormente dê um nó, deixando cerca de 2 cm de fio depois do nó. Em seguida, coloque os espaguetes, 1 em cada ponta de fio, depois solde os terminais do LDR, recobrindo-os com os pedaços de espaguete (veja foto 21).

20º) Acomode o LDR (sensor) no interior do tubo protetor, de modo que ele



17. Ligação da tomada de painel e da chave H-H com fenda nos fios da placa de circuito impresso.

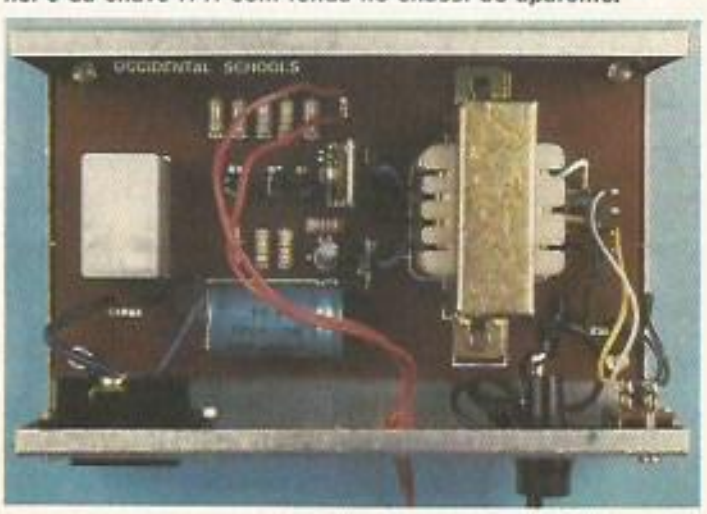


18. Passagem do cabo de força pela borracha de passagem e ligação de um de seus fios no porta-fusíveis. Passagem dos dois fios vermelhos do LDR através de um orifício no chassi.

19. Ligação da outra ponta do cabo de força na placa e do fio preto da placa no porta-fusíveis.



20. Fixação da placa de circuito impresso, da tomada de painel e da chave H-H com fenda no chassi do aparelho.



possa ou não receber luz somente pela abertura frontal do tubo.
21.º) Fixe a tampa superior no chassi do aparelho, usando 2 parafusos auto-atarraxantes. O interruptor fotossensível está montado (veja foto 22).

Instalação

O interruptor fotossensível pode ser colocado numa prateleira ou numa mesa. No caso de haver crianças na casa, é aconselhável colocá-lo em local mais inacessível.
Deve-se, portanto, preparar uma extensão com as lâmpadas ou com o aparelho que se deseja acionar e depois conectar essa extensão na tomada do painel existente no chassi do aparelho. O sensor (LDR) deverá ficar no máximo a uma distância de 30 metros do aparelho, o que é mais do que suficiente para que ele seja instalado. O LDR não deverá ainda receber diretamente a iluminação das lâmpadas que ele próprio acionar, pois do contrário haverá uma realimentação entre o sensor (LDR) e a saída (lâmpadas), com conseqüente oscilação.

Como usar o aparelho

Selecione a tensão de trabalho do aparelho de acordo com a tensão da rede local. Evidentemente, essa tensão alimentará também o que estiver ligado ao aparelho (carga).
Conecte o cordão de força à rede elétrica e, tampando o sensor (LDR) com a mão, verifique se as lâmpadas se acendem. Ajuste o ponto de transição do circuito atuando sobre o trim-pot P1. Com esse controle você poderá ajustar em que ponto do entardecer o seu interruptor acionará as lâmpadas ou o aparelho usado como carga.

TABELA I — LIGAÇÃO DE FIOS NA PLACA, NA TOMADA, NA CHAVE H-H E NO LDR

COMPONENTES	FIOS	FUROS NA PLACA
Tomada (2 terminais)	10 cm/azul nº 18 10 cm/azul nº 18	CARGA (2 furos)
Chave H-H (2 x 2)	10 cm/preto nº 22 10 cm/amarelo nº 22 10 cm/azul nº 22 10 cm/branco nº 22	nº 1 nº 2 nº 3 nº 4
LDR (2 terminais)	2,5 m/vermelho nº 22 2,5 m/vermelho nº 22	LDR (2 furos)

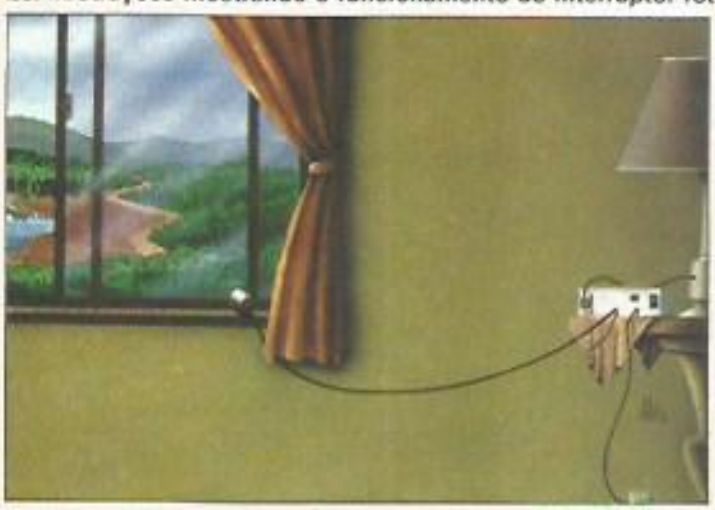


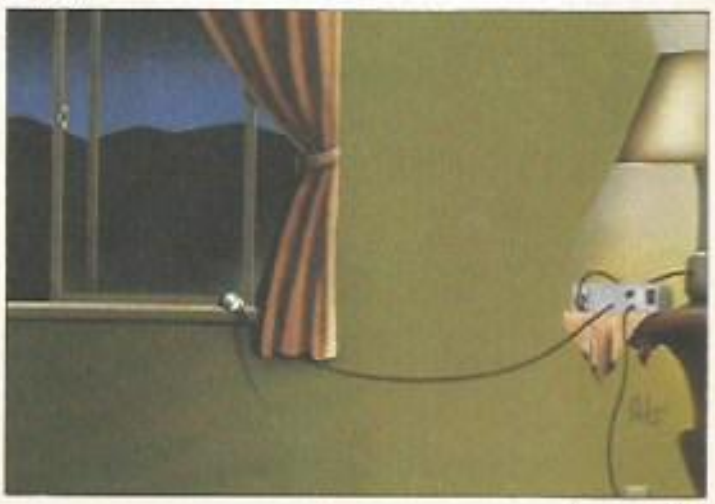
21. Encaixe do tubo protetor e ligação dos terminais do LDR nas duas pontas dos fios vermelhos.



22. Aspecto final do interruptor fotossensível montado.

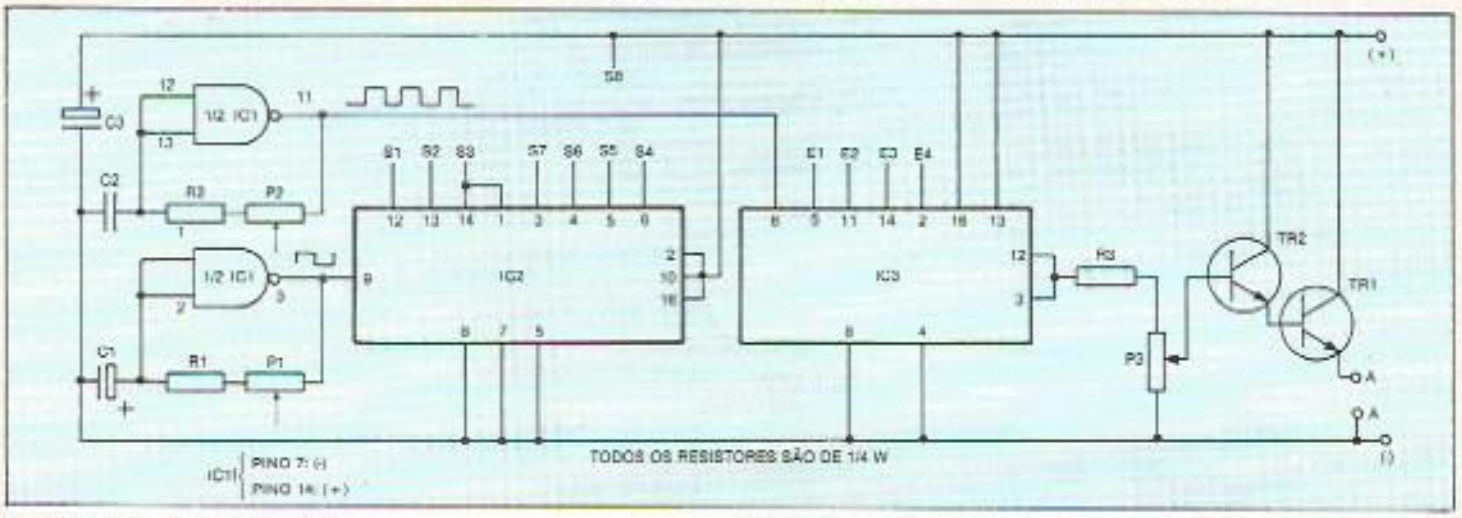
23. Ilustrações mostrando o funcionamento do interruptor fotossensível.



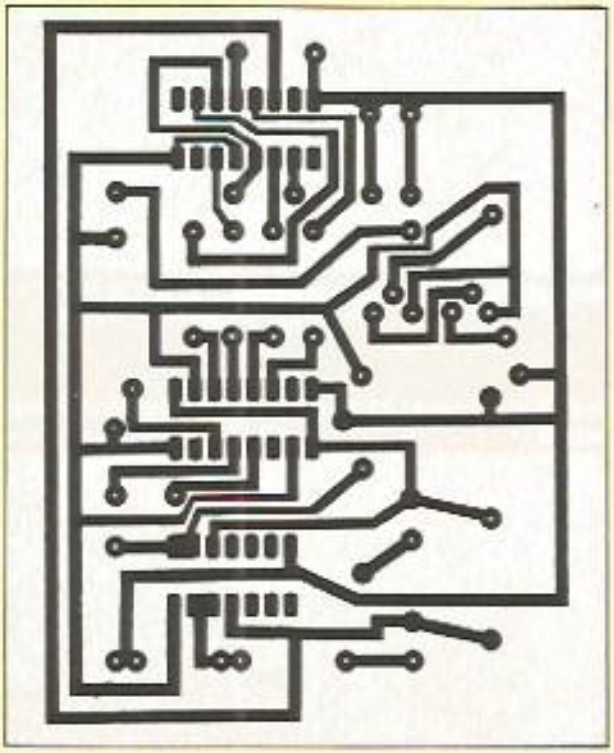


GERADOR MUSICAL

Se você quer obter os mais sugestivos efeitos sonoros do seu instrumento — uma guitarra, por exemplo —, valorizando, assim, o seu desempenho, eis o aparelho capaz de satisfazê-lo: um gerador musical que não tem mistério.

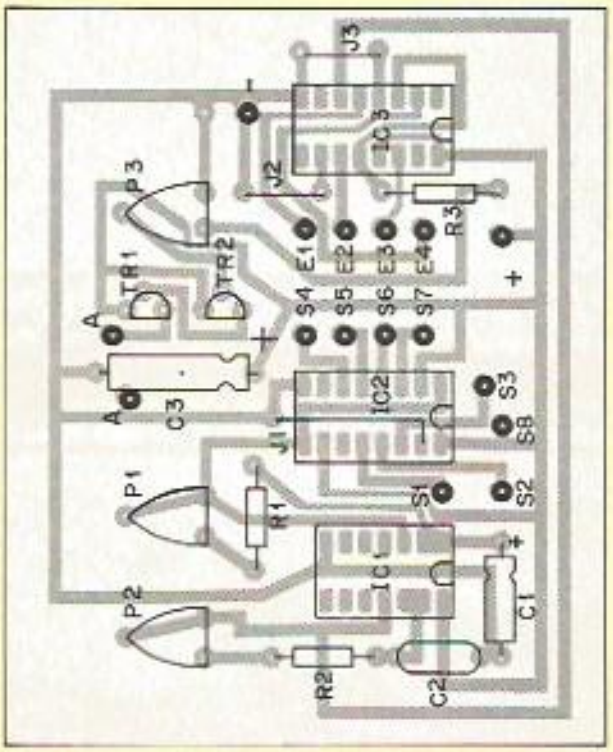


1. Esquema elétrico do aparelho.



Traçado do circuito

Este é o traçado do circuito impresso para a montagem do gerador musical.



O desenho do circuito

Este desenho mostra a posição correta para a montagem dos componentes na placa.

O gerador musical é um aparelho capaz de sintetizar qualquer tipo de som. Ele tem várias aplicações, desde a sonorização até a criação e o registro de efeitos sonoros, além da utilização de determinados dispositivos como sinal acústico. É o caso, por exemplo, da campainha de uma porta ou do sinal de chamada de um interfone.

Seu funcionamento se baseia na produção de notas musicais por meio de osciladores e divisores de freqüência, cujos efeitos, combinando-se, produzem melodias mais ou menos simples, que se repetem regularmente.

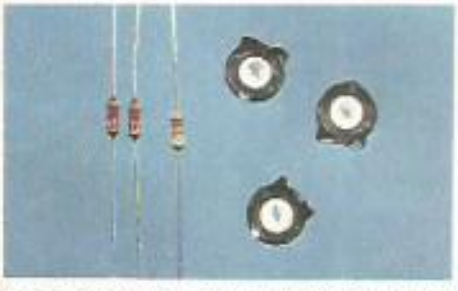
Na montagem de aparelhos desse tipo utilizam-se os seguintes componentes:

- R1 - resistor de 4,7 KΩ de 1/4 W (amarelo-violeta-vermelho)
- R2 - resistor de 4,7 KΩ de 1/4 W (amarelo-violeta-vermelho)
- R3 - resistor de 22 KΩ de 1/4 W (vermelho-vermelho-laranja)
- C1 - capacitor eletrolítico de 2,2 μF/63 V (axial ou radial)
- C2 - capacitor de poliéster de 10 nF/250 V
- C3 - capacitor eletrolítico de 100 μF/25 V (axial ou radial, isto é, com os terminais paralelos)
- TR1 - transistor BC548
- TR2 - transistor BC548 ou BC547
- P1 - potenciômetro de 470 KΩ
- P2 - potenciômetro de 470 KΩ
- P3 - potenciômetro de 470 KΩ
- IC1 - circuito integrado 4093
- IC2 - circuito integrado 4518 ou 4520
- IC3 - circuito integrado 4522 ou 4526
- 2 soquetes de 16 pinos para o encaixe do circuito integrado
- 1 soquete de 14 pinos para o encaixe do circuito integrado
- alto-falante de 8 Ω
- circuito impresso (75 mm x 95 mm) de fenolite ou de fibra de vidro
- 4 garras jacaré tipo miniatura
- 20 cm de fio nu rígido
- 1 m de fio branco de Ø 0,5 mm
- 1 soquete para bateria de 9 V
- 1 bateria de 9 V.

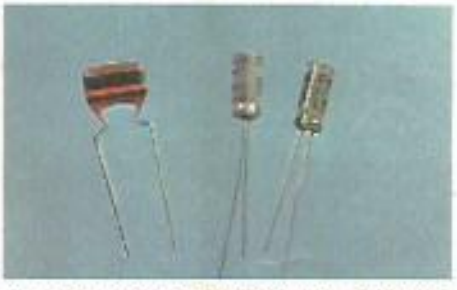
O funcionamento do aparelho resulta de sinais gerados pelo circuito integrado IC1, que contém dois osciladores trabalhando em comutação, pois o sistema se baseia em sinais digitais.

O primeiro oscilador se completa com o capacitor C1 e os resistores R1 e P1, ligados aos terminais 1, 2 e 3 do integrado. O segundo, com uma estrutura semelhante, compreende os capacitores C2 e os resistores R2 e P2, ligados aos terminais 11, 12 e 13. Com exceção do 7 e do 14, que são terminais de massa e positivo, respectivamente, nenhum outro terminal deste integrado é utilizado. O circuito integrado IC2 compreende dois contadores de pulsos independentes. O primeiro recebe no terminal 9 o sinal proveniente do primeiro oscilador, e fornece os sinais digitais às saídas 12, 13 e 14. A freqüência desses sinais é obtida dividindo-se por 2, 4 e 8 a freqüência de entrada.

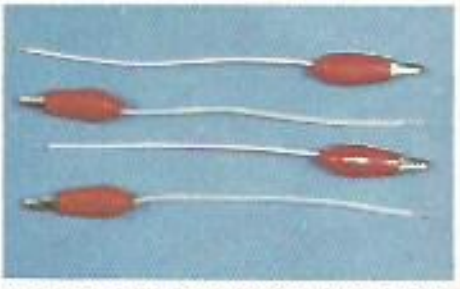
O segundo contador recebe no terminal 1 o sinal proveniente da saída 14 do



2. Estes são os resistores de que o aparelho necessita. À esquerda estão os resistores R1, R2 e R3 e, à direita, os três potenciômetros de 470 KΩ.

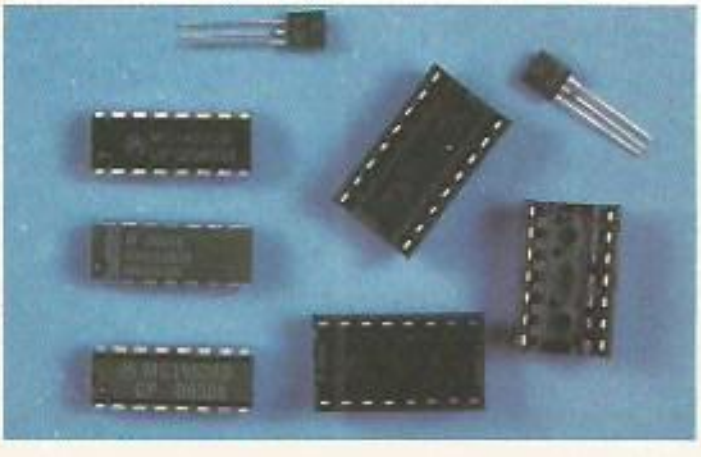


3. Estes são os capacitores. O da esquerda é do tipo poliéster C2; os outros são eletrolíticos C1 e C3 com terminais radiais. Também podem ser usados componentes com terminais axiais.



4. Para a programação das freqüências produzidas pelo aparelho são empregados quatro cabinhos, com garra jacaré, soldada numa de suas extremidades.

5. O conjunto dos semicondutores é formado por dois transistores TR1 e TR2 e três circuitos integrados IC1, IC2 e IC3. A foto mostra também os soquetes dos integrados, que evitam o risco de soldagem direta dos terminais.



6. Aqui estão os outros elementos necessários à montagem do dispositivo: alto-falantes, rolo de fio branco, fio nu rígido e soquete para bateria.



primeiro contador, e é capaz de desempenhar as mesmas operações, fornecendo as freqüências obtidas por divisão aos terminais 3, 4, 5 e 6. Todos esses sinais podem ser obtidos nos pontos de programação indicados por S1, S2, S3, S7, S6, S5 e S4, respectivamente. O sinal obtido do segundo oscilador é enviado ao integrado IC3, que contém um divisor de freqüências programável. Este circuito fornece à saída 12 um sinal cuja freqüência resulta da divisão da freqüência do sinal de entrada (terminal 6) pelo número programado em seus terminais 5, 11, 14 e 2.

O sinal assim obtido atinge, através de R3 e do potenciômetro de volume P3, o estágio amplificador de saída formado pelos transistores TR2 e TR1, que fazem uma amplificação de corrente suficiente para excitar o alto-falante. A programação das freqüências que se quer gerar é feita da seguinte maneira: os fios soldados aos quatro terminais **E** (E1, E2, E3 e E4) são ligados a um mesmo número de saídas **S**, escolhidas entre as oito disponíveis (S1 a S8).

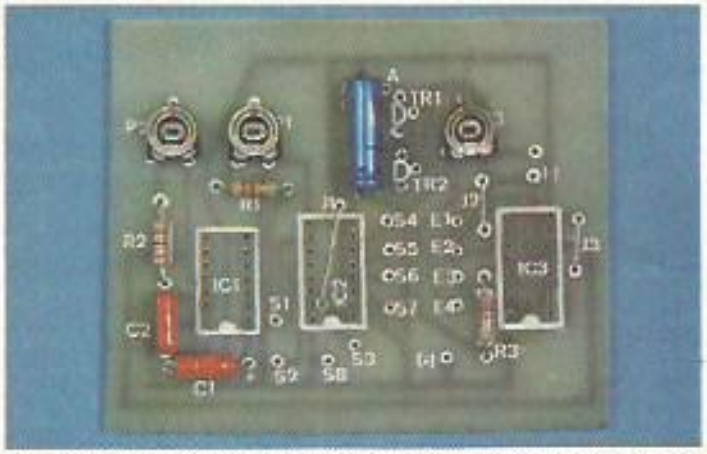
Variando essa programação, pode-se obter um número elevado de combinações de freqüências, que se vai tornar quase infinito por atuação nos potenciômetros de regulagem da freqüência P1 e P2 dos osciladores.

A montagem não oferece maiores dificuldades e deve ser feita a partir dos jumpers marcados por J1, J2 e J3 (os jumpers são pedaços de fio nu cortados e dobrados), dos resistores R1, R2 e R3 e dos potenciômetros P1, P2 e P3, prosseguindo com os capacitores C1, C2 e C3. É preciso estar bastante atento na montagem dos capacitores eletrolíticos (C1 e C3), para não inverter a polaridade.

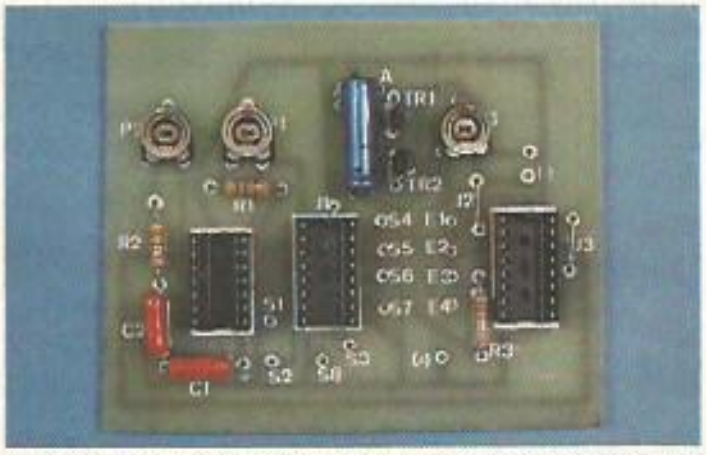
A seguir, montam-se os transistores TR1 e TR2, fazendo com que o lado achatado dos corpos coincida com a marcação no desenho do circuito, e os soquetes dos integrados. Só então são inseridos os integrados, de modo que todos os terminais entrem nos furos correspondentes, sem se dobrarem ou danificarem. Observe que a ranhura no corpo dos integrados deve coincidir com a ranhura do desenho do circuito.

Para completar o circuito, soldam-se os quatro pequenos cabos de programação aos pontos E1, E2, E3 e E4, depois de já terem sido soldados a uma de suas extremidades os conectores fêmeas ou as garras jacaré. Em seguida, devem ser colocados nos pontos indicados por S1 a S8 os pedaços de fio rígido, onde serão fixadas as garras para a programação dos efeitos sonoros. O circuito está pronto.

A alimentação é fornecida por uma pilha ligada aos pontos + e -, enquanto o alto-falante é ligado aos terminais A-A. Assim que o aparelho é posto em funcionamento, selecionam-se as notas desejadas variando a programação e acionando os potenciômetros P1 e P2. O volume de escuta é controlado por meio do potenciômetro P3.

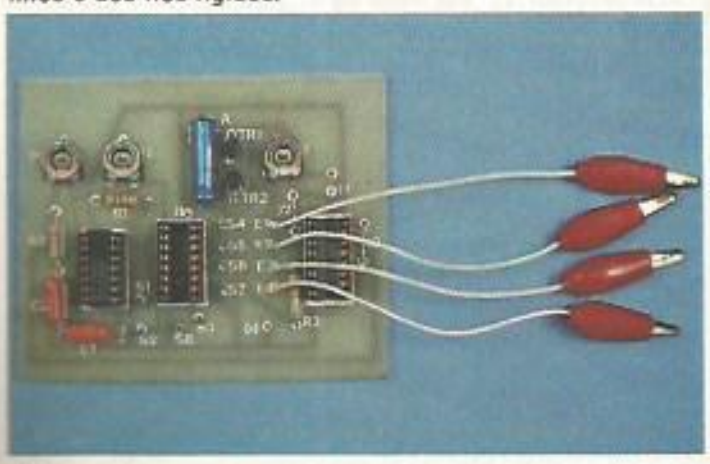


7. Inicialmente, são inseridos e soldados no circuito impresso os jumpers (J1, J2 e J3), os resistores, os potenciômetros e os capacitores.

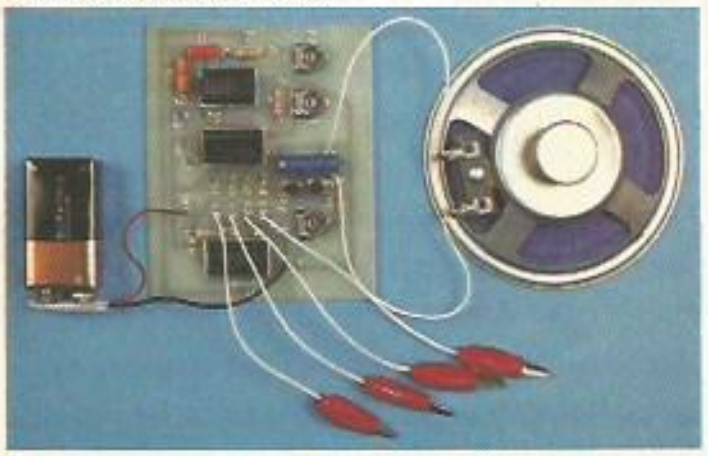


8. Montagem dos transistores TR1 e TR2 e dos soquetes para circuito impresso.

9. Encaixe dos integrados nos soquetes e soldagem dos cabinhos e dos fios rígidos.



10. Para fazer funcionar o aparelho é necessário ligar o alto-falante aos terminais correspondentes e alimentar o circuito com uma bateria de 9 volts.



GRAVADORES MAGNÉTICOS

O que é um gravador e o tipo de trabalho que ele realiza, todos nós sabemos. Pequeno ou grande, simples ou sofisticado, é um aparelho indispensável, com o qual registramos os momentos importantes e reproduzimos as músicas prediletas. Mas, provavelmente, nem todos conhecem o mecanismo que faz um gravador funcionar. É exatamente isso que mostraremos a você neste capítulo.

O gravador é um aparelho capaz de gravar e reproduzir os sons com fidelidade, utilizando como suporte uma **fita magnética**.

Antes de falarmos do funcionamento do aparelho propriamente dito, é necessário salientar alguns aspectos desse elemento de suporte. A fita magnética consiste em uma fina película de poliéster, material flexível e bastante durável, sobre a qual é depositada uma camada uniforme de óxido de ferro (fitas convencionais) ou outro material ferromagnético.

As dimensões das fitas, padronizadas quanto à espessura e à largura, variam em função do tipo de gravador a que se destinam.

Pode-se usar a largura total da fita para uma única gravação, caso em que se diz que ela contém um só **pista**, ou, então, pode-se dividi-la em várias faixas longitudinais, cada qual correspondente a uma pista.

O caso mais comum é o das fitas cassete, com uma largura de 3,80 milímetros, que são utilizadas nos aparelhos estereofônicos de quatro pistas, duas superiores e duas inferiores. As pistas superiores são gravadas ou lidas em sentido de avanço; as pistas inferiores, em sentido contrário, depois de inverter-se a fita no fim do curso.

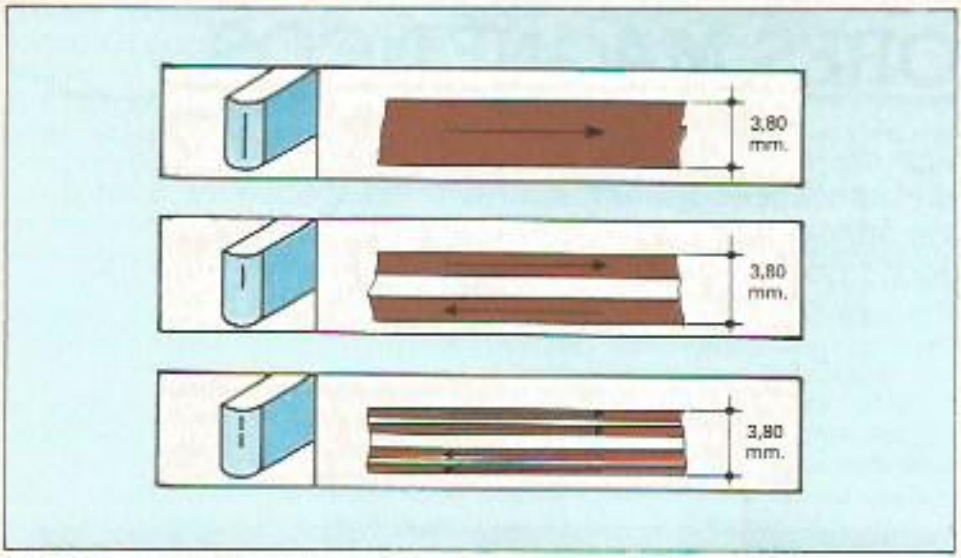
O processo de gravação da fita consiste em produzir na sua superfície, por meio de um elemento denominado **cabeça magnética de gravação**, uma magnetização permanente. Isso ocorre quando os domínios magnéticos das partículas do material ferromagnético são orientados em determinadas direções, em função do campo magnético incidente. Este campo, por sua vez, é produzido pelo sinal elétrico que se está gravando.



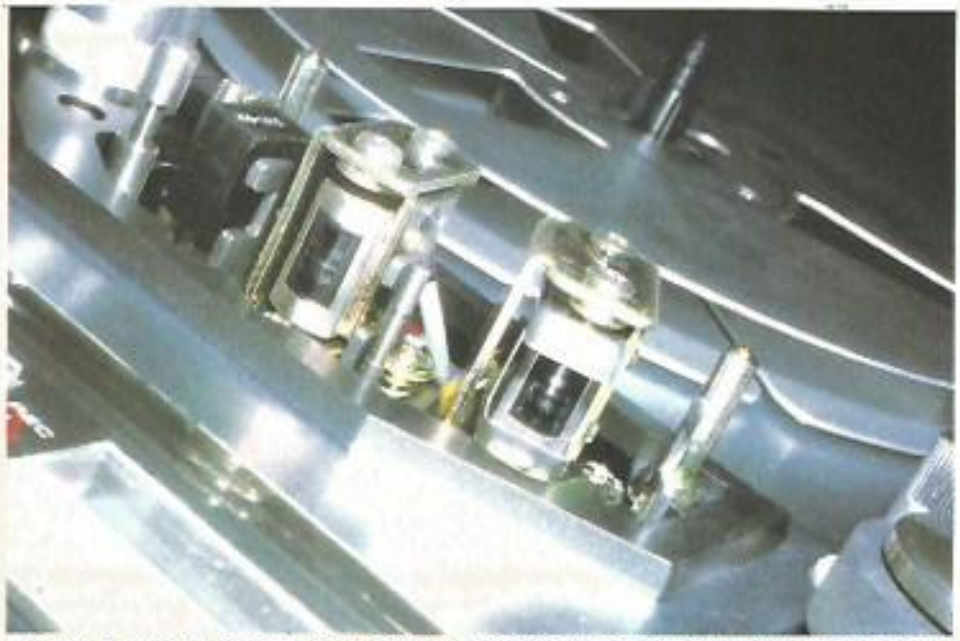
ACIMA: três tipos de fita magnética que empregam diferentes materiais ferromagnéticos e apresentam, portanto, características distintas.

ABAIXO: cabeça de apagamento (à esquerda) e de gravação-reprodução (à direita), num tipo de gravador dotado apenas de duas cabeças.



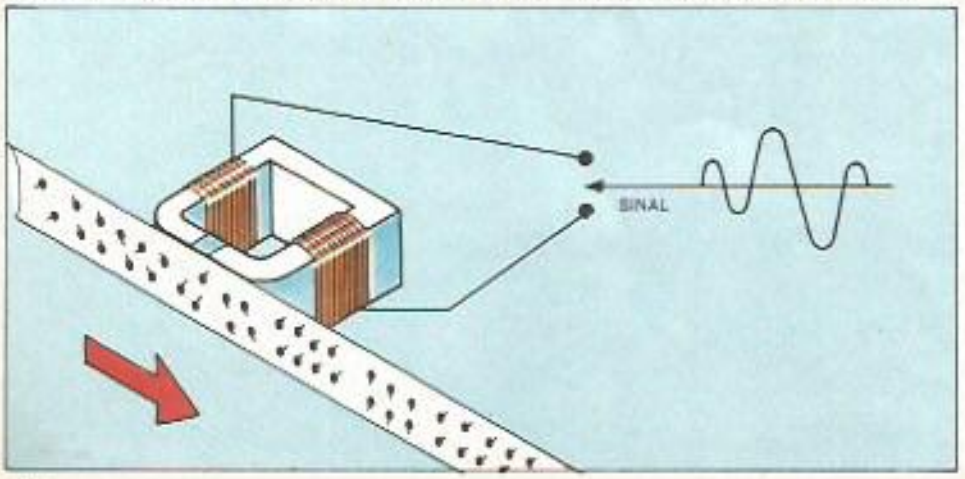


ACIMA: toda a largura da fita pode ser empregada numa única gravação ou, então, ser subdividida em várias faixas longitudinais ou pistas. O desenho mostra uma fita de 3,80 milímetros, do tipo cassete.



ACIMA: neste aparelho são empregadas três cabeças. Portanto, as funções de gravação e reprodução se mantêm separadas.

ABAIXO: durante o processo de gravação é produzida a magnetização da fita.



Durante o processo de **reprodução**, a fita é movimentada diante de uma **cabeça magnética de leitura**, que pode ser semelhante à de gravação. Sob efeito do campo magnético da fita, nela é induzido um sinal que, depois de convenientemente amplificado, irá restituir, através de um alto-falante comum, os sons gravados anteriormente.

Para melhor compreensão, o gravador pode ser dividido em duas partes: uma delas, formada por um ou mais circuitos eletrônicos, compreende os dispositivos de regulagem da velocidade e as cabeças; a outra é constituída pelos elementos mecânicos.

Os elementos iniciais e finais da parte eletrônica são as **cabeças magnéticas**, que podem ser de três tipos: de **gravação**, de **reprodução** e de **apagamento**. A maior parte dos aparelhos, porém, tem apenas duas cabeças, uma de **gravação-reprodução** e uma de **apagamento**.

Os circuitos correspondentes à gravação formam três estágios fundamentais, que são:

- Circuito equalizador
- Circuito amplificador
- Oscilador de apagamento e de pré-magnetização (em inglês, ***bias***).

O primeiro tem por finalidade variar a amplificação em função das freqüências, para acentuar uma determinada faixa e atenuar outra, compensando, assim, a curva característica da cabeça, que age em sentido oposto. Desse modo, obtém-se uma magnetização uniforme da fita e uma resposta em freqüência linear. O amplificador, por sua vez, amplia o sinal a um nível suficiente para excitar a cabeça. Já o oscilador de apagamento gera um sinal de alta freqüência (entre 40 e 120 KHz) destinado à cabeça de apagamento, que age sobre a fita durante a gravação, imediatamente antes que ela passe pela cabeça de gravação. O oscilador tem ainda uma segunda função, que é sobrepor uma freqüência elevada ao sinal de áudio que está sendo gravado, função conhecida como **pré-magnetização** (bias).

Desse modo, leva-se a cabeça ao ponto de operação, que permite obter o máximo efeito sobre a fita, sem distorções. Naturalmente, também este sinal é gravado, embora não seja audível pelo ouvido humano.

O valor da corrente de pré-magnetização aplicada à cabeça varia de acordo com o tipo de fita, isto é, sofre o efeito

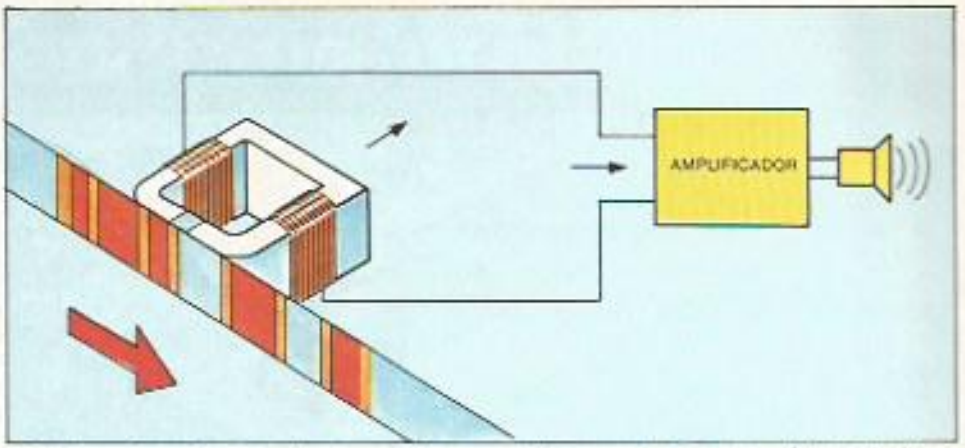
do material magnético empregado na sua fabricação. Por essa razão, os gravadores dispõem de um comando que permite regular o seu nível de acordo com o tipo de fita empregado: de ferro, de cromo, de metal e outros. Os circuitos de reprodução recebem o sinal da cabeça de leitura (que muitas vezes é a mesma utilizada para a gravação, só que com um comutador selecionando uma das suas funções) e o enviam a um pré-amplificador que contém, às vezes, um equalizador semelhante ao de gravação. Uma vez pré-amplificado, o sinal é enviado a um estágio de potência que o eleva a um nível suficiente para excitar um alto-falante. Em alguns tipos de gravador, sobretudo os de alta-fidelidade, esse estágio não existe, e o sinal é enviado diretamente para um amplificador externo de alta-fidelidade. Aparelhos de média ou alta qualidade dispõem de circuitos adicionais com a função de atenuar ao máximo os ruídos provenientes da fita, que são tanto maiores quanto menor é a velocidade da fita. Portanto, são mais atingidos por esse distúrbio os aparelhos que trabalham com baixas velocidades, como os de fita cassete.

Para atenuar esse inconveniente foram desenvolvidos vários sistemas: Dolby, DNL, ANRS, HIGH, COM, entre outros. O mais conhecido e adotado num grande número de casos é o Dolby. Sua função consiste em analisar continuamente o nível do sinal que está sendo gravado. Se ele se mostra fraco, em nível inferior a um determinado limite, o dispositivo intervém, amplificando o sinal de forma a cobrir os ruídos de fundo. Na fase de reprodução, o dispositivo age de modo oposto, restituindo ao sinal os valores originais, evitando assim a ocorrência de distorções.

A parte mecânica é formada, no máximo, por um motor e um sistema de tração capaz de utilizar a rotação do motor para fazer o deslocamento da fita, de modo que esta vá sendo enrolada na bobina própria.

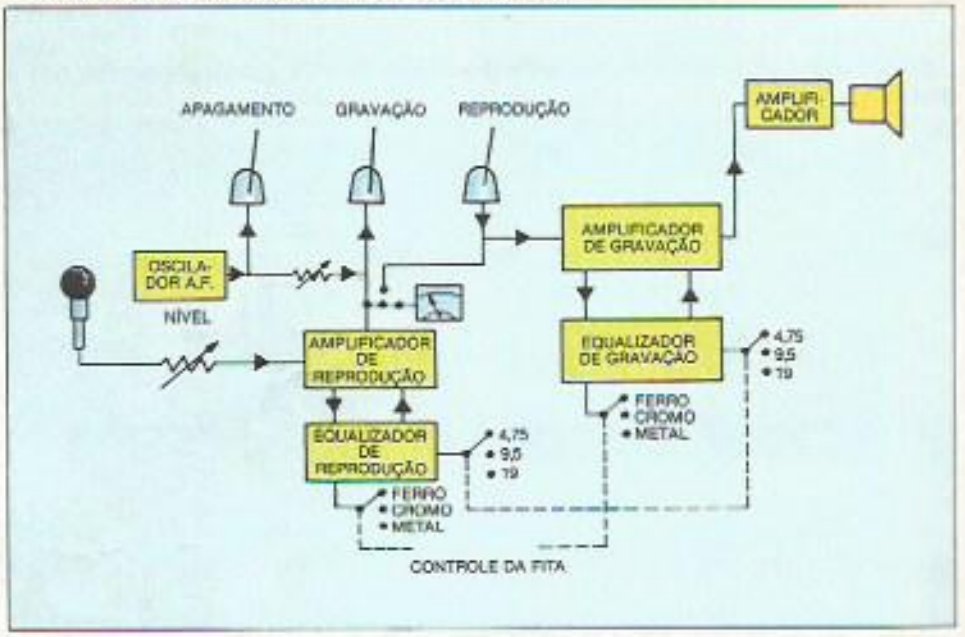
O movimento da fita é obtido pela ação de um eixo, indicado pelo termo inglês ***capstan***, e por um rolo de borracha que comprime a fita sobre ele e a empurra para a frente, da bobina desenroladora à bobina enroladora. O sistema de tração é, em geral, colocado depois das cabeças.

O capstan recebe o movimento do motor diretamente, quando acoplado à haste do motor, ou por meio de uma

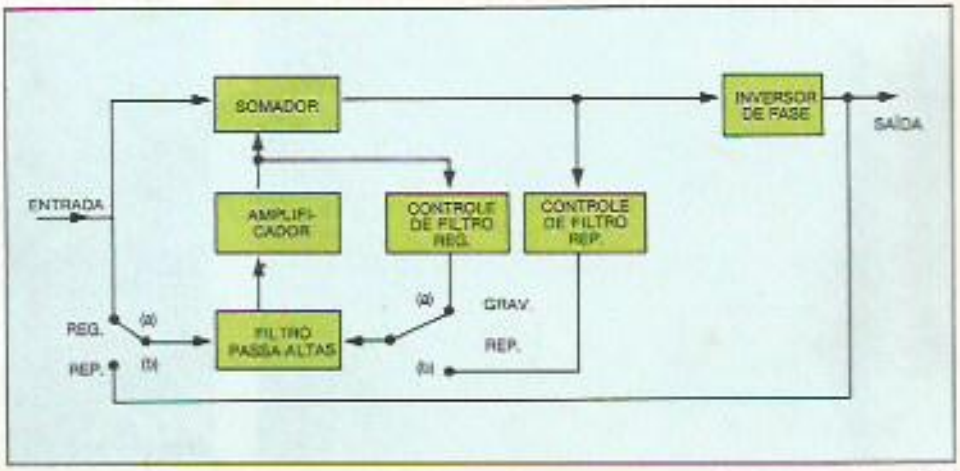


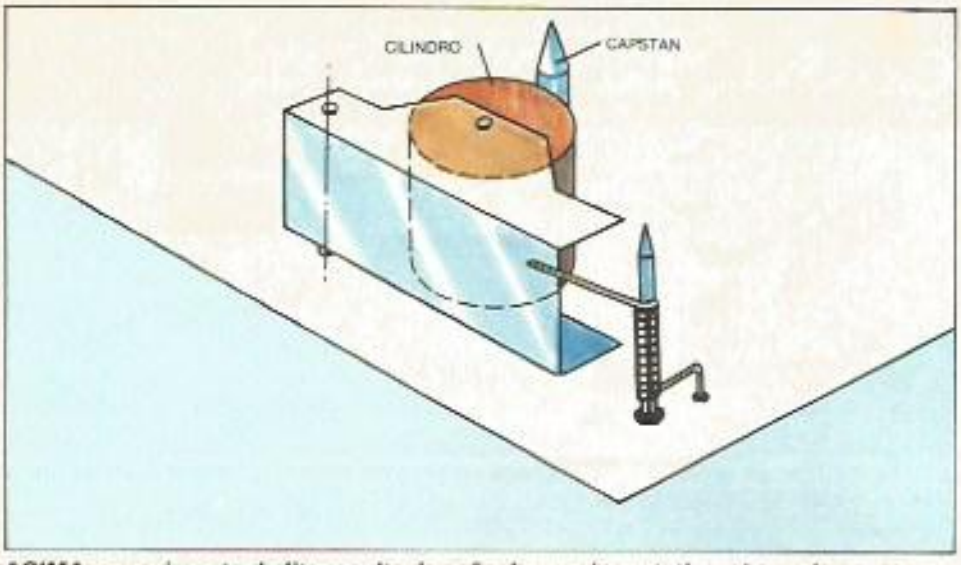
ACIMA: na fase de reprodução, a cabeça recolhe as variações magnéticas da fita e restitui o sinal elétrico original.

ABAIXO: neste diagrama em blocos de um gravador estão evidenciados os circuitos de equalização, pré-magnetização e amplificação.



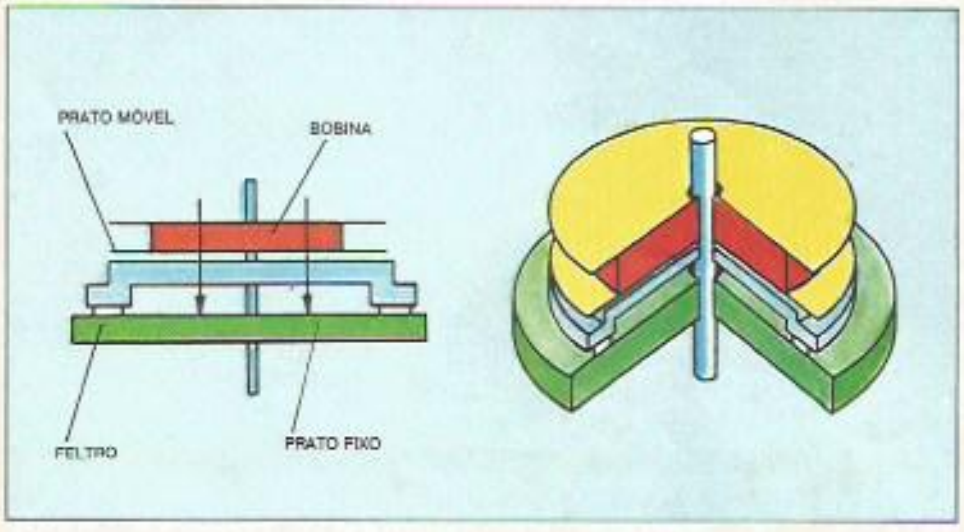
ABAIXO: diagrama em blocos do sistema Dolby: a) funcionamento na gravação; b) funcionamento na reprodução.





ACIMA: o movimento da fita resulta da ação de um eixo rotativo, chamado capstan, e da pressão de um cilindro de borracha.

ABAIXO: sistema típico de frenagem a gravidade, com os quatro elementos que o compõem.



correia. Em ambos os casos, a velocidade que se imprime à fita deve ser o mais estável possível, para que não apareçam as distorções conhecidas como ***wow*** e ***flutter***, termos ingleses. Para isso, sobre os eixos são aplicadas rodas de uma determinada massa, denominadas **volantes**, que têm a função de estabilizar a rotação do capstan.

Também as bobinas da fita são acopladas ao motor. A receptora serve para enrolar a fita empurrada pelo capstan, e a doadora para produzir o efeito de **freamento**, que mantém a fita tensionada. A força de freamento não pode ser constante, para que a tensão da fita não se altere em função do diâmetro da parte enrolada; por isso, é necessário que o freamento varie de acordo com a quantidade de fita na bobina.

Esse resultado é atingido com o uso de sistemas de fricção ou frenagem controladas, como o freio a gravidade. Neste, o prato que contém a bobina doadora é colocado sobre um outro prato fixo, com a interposição de um anel de feltro, de modo que, ao girar o prato, se produza uma certa fricção com o anel. A intensidade da fricção dependerá do peso da bobina e, portanto, da quantidade de fita enrolada. Assim que o peso da bobina diminui, a frenagem também se reduz, e o efeito desejado é obtido. Este é o sistema empregado em quase todos os gravadores de fita cassete.

Outro importante sistema mecânico é aquele que comanda a interrupção do movimento da fita no fim do curso. Isso é feito por meio de um dispositivo que eleva a tensão da fita e, atingido um certo nível, prende imediatamente a rolagem.

ABAIXO: comutador de pré-magnetização e interruptor do sistema de redução de ruído de um gravador cassete.



ABAIXO: detalhe do sistema de travamento da fita por meio do capstan e do cilindro compressor.



Peça os kits da seção MONTAGEM. E aprenda na prática!

Eletrônica Passo a Passo oferece esta grande oportunidade a você. Reserve agora mesmo os kits da seção *MONTAGEM* (que também estão na última capa deste número). Você receberá seu pedido pelo Reembolso Postal e, através das instruções dos fascículos, irá 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 ao lado ou mande uma carta com seu pedido para

Kits
Caixa Postal 9442 - São Paulo - SP

Em pouco tempo você receberá sua encomenda na agência do correio mais próxima de sua casa. E começará a aprender fazendo!
Peça já estes kits sensacionais. Eles são importantes para você entender todos os segredos maravilhosos da eletrônica.

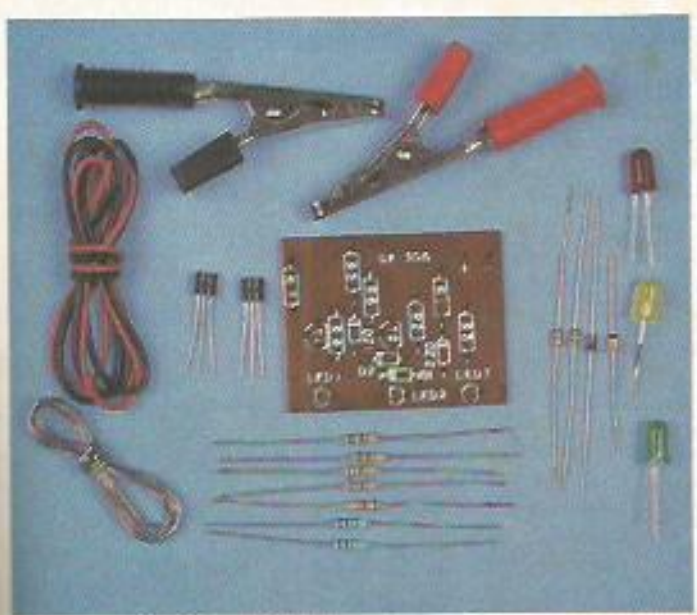
SIM, desejo receber pelo Reembolso Postal os seguintes kits da seção MONTAGEM, que completam minha coleção *Eletrônica Passo a Passo*, na prática.

QUANTIDADE	DESCRIÇÃO	Se você quiser o kit montado, marque um X aqui.	PREÇO

Nome _____
Endereço _____
Cidade _____ Est. ____
CEP _____ Data ____/____/____
Assinatura _____
Obs.: não mande dinheiro agora. Pague só ao receber seu pedido.

COM TODA A FACILIDADE DO REEMBOLSO POSTAL

ATENÇÃO: observe as datas de validade dos preços dos kits. Se elas estiverem vencidas, consulte o Serviço de Atendimento ao Leitor, pelo tel. (011)288-6298 e solicite preços atualizados antes de fazer seu pedido destes aparelhos ou de outros dos fascículos anteriores.



TESTADOR DE BATERIA DE CARRO

Com este minikit, você monta um instrumento útil, prático e muito econômico. Ele indica, por meio de três monitores, o estado em que se encontra a bateria do seu automóvel.

KIT (para ser montado)
preço: CR$ 9.400,00

Montado
preço: CR$ 10.800,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 31/10/84

KITS DISPONÍVEIS:

- **TRANSMISSOR SEM FIO**
- **DIMMER**
- **TIMER**
- **AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W**
- **RÁDIO AM TRANSISTORIZADO**
- **FONTE DE ALIMENTAÇÃO**
- **DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARROS**
- **SEQÜENCIAL DE 4 CANAIS**
- **AMPLIFICADOR ESTÉREO DE MESA**

Nota: as explicações das montagens estão dentro dos nossos fascículos.



INTERRUPTOR FOTOSSENSÍVEL

2,00

Este é um dispositivo muito útil, principalmente quando a família viaja ou chega em casa tarde da noite. Automaticamente, ele acende e apaga a luz dos pontos que você desejar.

O KIT INTERRUPTOR FOTOSSENSÍVEL, cuja montagem está explicada, passo a passo, neste fascículo, foi desenvolvido pela OCCIDENTAL SCHOOLS, uma das mais tradicionais escolas técnicas por correspondência do país.
Os cursos técnicos especializados na área da eletroeletrônica da Occidental Schools incluem KITS de avançada tecnologia, entre os quais: laboratório de eletrônica digital, kit de televisão transistorizado, multímetro eletrônico e outros.
Se você tiver qualquer dificuldade na compra das peças ou no funcionamento do kit Interruptor Fotossensível, entre em contato com a OCCIDENTAL SCHOOLS, Alameda Ribeiro da Silva, 700 - CEP: 01217 SÃO PAULO - SP. - Tels.: (011) 826 2700 e 67 5141.
Este kit completo não está a venda, mas você poderá encontrar todas as suas peças no mercado especializado.

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO