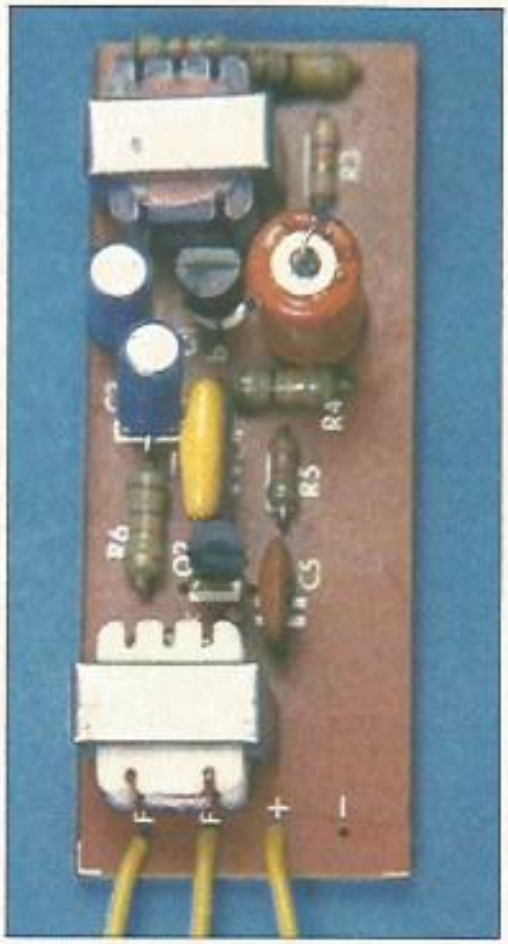
ELETRÔNICA

19 PASSO A PASSO Cr$ 2.550

Abril Cultural







COMPONENTES

INTERRUPTORES E COMUTADORES

O RELÊ

MONTAGEM

PASSARINHO ELETRÔNICO

INSTRUMENTAÇÃO

O OSCILOSCÓPIO

GRANDE CONCURSO
O SELO VALE MILHÕES
Coleção fascículos
Promoção válida somente no território brasileiro

Abril Cultural

Editor:
VICTOR CIVITA

Divisão Fascículos
Diretor-Gerente:
Roberto Martins Silveira

ELETRÔNICA PASSO A PASSO

Conselho Editorial
Diretor Editorial:
Iara Rodrigues
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:
Deusali Graeff, Virginia Finzetto
Revisão:
Ismar Silva Leal, Maria Isabel Duarte Ascenso
Arte:
Roberto Angelmo (chefe), Airton Ortega de Almeida, Ana Maria Pinto, Nelson S. Nakashima, Nelly Rachel Fernandes (assistentes)
Serviços Editoriais Auxiliares:
Angela Finzetto, Elvira de Bellis, Silvia Cristina D. Assumpção
Colaboração:
Assessoria Técnica: Engº Basílio A. Malvestio
Fotografias: Hugo Lenzi
Kit: Bartolo Fittipaldi Editor
Ilustrações: Aicino Pereira
Tradução: Horacio J. Ceccantini, 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 Ebano 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 01133870 ABSA.

NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
NUM CAPÍTULO ANTERIOR, NÓS ANALISAMOS O FUNCIONAMENTO DO RELÊ. VOCÊ VAI CONHECER AGORA OS DIVERSOS MODELOS DESSE COMPONENTE E SUAS RESPECTIVAS APLICAÇÕES.

MONTAGEM:
MONTE CONOSCO UM *WALK-MAN*. É FÁCIL E VOCÊ VAI PODER CURTIR À VONTADE AS MÚSICAS DE SUA PREFERÊNCIA NUM PEQUENO RECEPTOR DE FM.

NA MESMA SEÇÃO, VOCÊ APRENDERÁ A IDENTIFICAR OS DEFEITOS QUE PODEM SURGIR NO SISTEMA ELÉTRICO DO AUTOMÓVEL.

INSTRUMENTAÇÃO:
CONTINUANDO O ESTUDO DETALHADO DO OSCILOSCÓPIO, CONHEÇA AQUI UM DE SEUS MODELOS MAIS DIFUNDIDOS: O OSCILOSCÓPIO DE DUPLO CANAL.

© 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

INTERRUPTORES E COMUTADORES (2)

Para completar a análise dos interruptores e comutadores, você vai conhecer agora o tipo mais comum de acionamento desses componentes.

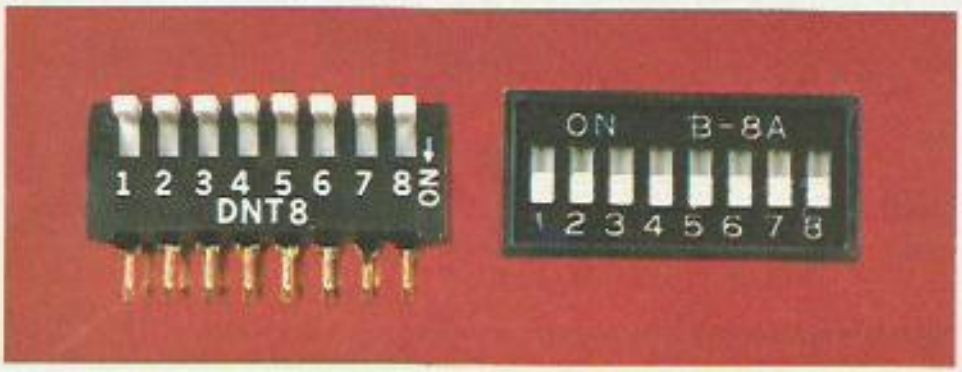
Os comutadores de duas posições (com dois contatos por circuito) podem ser do tipo alavanca ou do tipo deslizante. Os diversos modelos encontrados à venda geralmente comandam de 1 a 4 circuitos comutadores independentes. Isso significa que, movendo a alavanca ou pressionando o botão de comando uma única vez, provoca-se o movimento simultâneo de uma ou mais lâminas de contato. Essas lâminas ficam isoladas umas das outras e podem comutar condutores em áreas diversas de um mesmo circuito ou em circuitos diferentes, mas que sejam correlacionados.

Nos comutadores mais comuns, as manoplas de comando são dispostas em apenas duas posições. Nos modelos mais modernos, a manopla de comando pode ter três ou mais posições de comando. A terceira posição é geralmente central e, nesse caso, o comutador não efetua qualquer contato entre os terminais. Apenas deixa aberto o circuito pelo qual é responsável.

Um dos tipos mais comuns de acionamento para interruptores e comutadores é o de tecla ou botão.

Os comutadores de tecla, tanto na versão de acionamento permanente como na de acionamento momentâneo, podem ser constituídos por um conjunto de várias teclas ou botões denominado teclado ou botoneira. Essas teclas podem ser acopladas mecanicamente e, assim, quando se aperta uma tecla ou botão, o movimento transmite-se às demais teclas por um sistema de molas. Existem também teclados ou botoneiras onde as teclas não estão todas interligadas. Esses sistemas permitem que uma ou mais teclas tenham funcionamento independente das outras.

Em alguns modelos de comutadores de tecla, é incorporado um dispositivo luminoso que permite visualizar a operação efetuada por eles. Em outros, montados sob uma peça de plástico transparente, é colocado um desenho ou dizeres informando a função comandada pelo comutador.

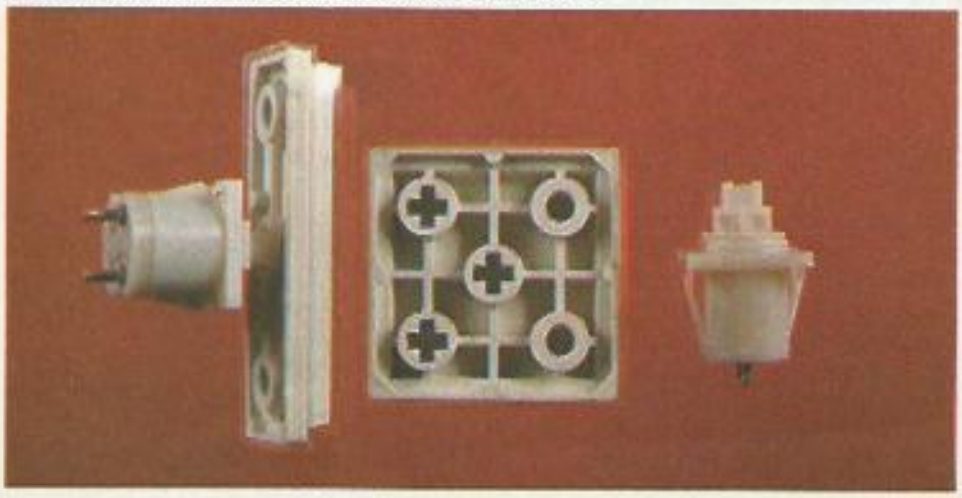


ACIMA: interruptor múltiplo, com 8 pares de contatos independentes, do tipo miniatura. A montagem pode ser feita sobre circuito impresso.

A variedade de modelos existente no mercado permite ao usuário escolher também o tamanho e a forma do capuz, que é a parte superior e externa da peça de comando. Os vários tipos de capuz costumam ser intercambiáveis, podendo ser encaixados numa mesma haste de comando do contato.

Um tipo especial de interruptor de tecla usa como suporte um circuito impresso. Num modelo assim, todos os contatos necessários são colocados sobre o circuito impresso. Os mecanismos de acionamento correspondentes aos contatos são montados em cada um deles. Esse tipo de interruptor funciona sempre por acionamento momentâneo, com um ou mais contatos que se movem simultaneamente. É muito usado em aparelhagens eletrônicas, máquinas de escrever elétricas, telefones e instrumentos musicais eletrificados.

ABAIXO: interruptor simples de contato momentâneo. À esquerda, o mesmo interruptor é visto de perfil e está acoplado a uma tecla.



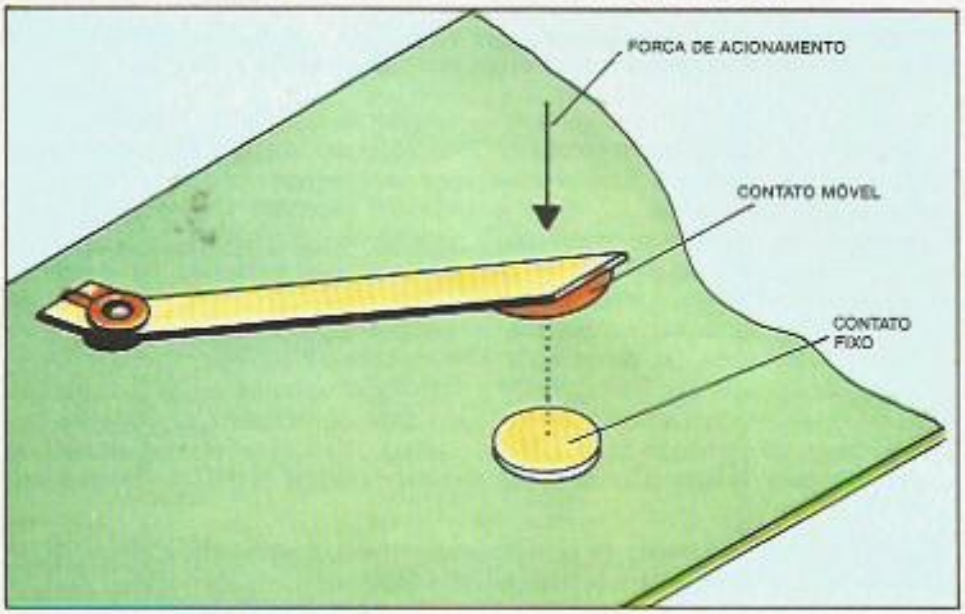


ACIMA: os vários tipos de interruptores e comutadores existentes.



ACIMA: esquema parcial de um teclado montado sobre circuito impresso.

ABAIXO: acionamento de tecla com um contato fixo e outro móvel.



ABAIXO: teclado tipo "perereca", montado sobre um circuito impresso.



Um dos modelos mais comuns de teclado sobre circuito impresso é o chamado "rã" ou "perereca". Constitui-se de uma série de pontos de contatos fixos, dispostos sobre uma plaqueta de base. O número de pontos é igual ao número de botões comutadores. Sobre as teclas coloca-se uma lâmina metálica de formato apropriado, cujo centro fica a pequena distância do contato fixo. Essa lâmina é curva e suas bordas se apóiam sobre o contato móvel da plaqueta de base. Pressionando-se o centro da lâmina, ela se curva até tocar o contato fixo e, assim, fechar o circuito. Esse tipo de acionamento é reconhecido facilmente por ser muito sensível ao toque.

Existem duas maneiras de se fazer acionamento de teclas, tanto para teclas individuais, quanto para teclas múltiplas (teclado). As duas maneiras são as seguintes:

- por tecla com um contato fixo e outro móvel;
- por tecla com dois contatos móveis.

O primeiro tipo contém um elemento de contato fixo, ligado eletricamente ao exterior. Sobre esse contato há uma lâmina metálica móvel, com um segundo elemento de contato, que também se liga ao exterior por uma extremidade. Uma haste pode dobrar essa lâmina até fazê-la tocar o primeiro elemento de contato.

No segundo tipo de acionamento, com duas lâminas móveis, cada uma delas tem um contato. Esse contato é constituído por um segmento curto de material condutor em liga especial. As lâminas são dispostas perpendicularmente entre si e ficam muito próximas uma da



ACIMA: contatos internos de uma tecla. Os pontos dourados visíveis na peça da direita são os contatos depois de banhados em ouro.

ABAIXO: dois modelos diferentes de teclados plásticos.



outra. Pressionando-se o comando, a lâmina superior toca a lâmina inferior e as duas se curvam juntas até o ponto estabelecido.

Dessa forma, as duas áreas de contato de ambas as lâminas formam uma cruz cujos braços deslizam um sobre o outro. Com isso, garante-se um sistema muito eficaz de limpeza dos contatos das duas lâminas: a fricção afasta eventuais partículas de poeira depositadas sobre eles e a leve ação abrasiva rompe a película de óxido que geralmente os cobre.

Recentemente, surgiram teclados constituídos por uma peça de plástico muito flexível, com áreas circulares condutoras eqüidistantes umas das outras. Eles possuem um circuito impresso como suporte, onde estão os dois pontos de contato em forma de trilhas condutoras. Pressionando-se a peça de plástico, a área condutora da peça desce sobre o circuito impresso até colocar as duas trilhas em curto.

Na hora de escolher o tipo de contato, deve-se levar em conta os seguintes elementos:

COMPONENTES

Um único comutador pode agir sobre vários circuitos independentes?
Sim, sempre que se escolher um modelo que contenha todas as lâminas e contatos de comutação necessários.

Como são ligadas as diversas teclas num teclado formado por vários comutadores acoplados?
Por meio de um sistema de molas acionado pelo uso de qualquer uma das teclas. Graças a esse mecanismo, a tecla pressionada volta automaticamente à posição de repouso.

Como é um teclado tipo "perereca"?
É um teclado composto por vários contatos de ação momentânea que tem por suporte um circuito impresso. Cada botão ou tecla tem um contato móvel, constituído por uma lâmina metálica. Quando a lâmina se curva, toca o contato fixo e fecha o circuito.

Qual a vantagem dos sistemas de dois contatos móveis em relação aos de um contato fixo?
Nos sistemas móveis, os contatos são limpos pelo deslizamento de uma lâmina metálica sobre a outra, e isso ocorre todas as vezes em que o comutador é acionado.

A força que mantém os contatos juntos quando se aperta a tecla ou botão é a mesma que se exerce sobre a superfície externa da peça de comando?
Não necessariamente. A primeira força é produzida por uma mola interna. É constante e uniforme, embora dependa da segunda. A intensidade desta última varia segundo a força externa aplicada sobre a peça de comando.

Como são realizados os contatos elétricos ao se acionar as teclas de um teclado plástico?
Este tipo de teclado é constituído por uma peça de plástico muito flexível, revestida com áreas circulares condutoras, eqüidistantes umas das outras. O suporte do teclado é um circuito impresso onde estão os pontos de contato. Pressionando-se uma das teclas de plástico, a área condutora da peça faz o contato elétrico com o circuito impresso, formando-se assim o curto.

Qual é o valor da resistência elétrica apresentada pelos contatos?
O valor depende muito da qualidade do material empregado e, normalmente, se apresenta dentro de uma faixa de 50 mΩ a 100 mΩ.

- material e formato dos contatos;
- força para acionamento;
- tensão e corrente máximas de funcionamento;
- resistência ôhmica de contato;
- função de desempenhar: comutação ou interrupção;
- número de circuitos comutados simultaneamente;
- número de posições de comutação para cada circuito a ser comutado.

Os contatos são feitos com ligas metálicas especiais, contendo metais nobres, como a prata e o ouro. Esses metais ajudam a evitar a oxidação precoce dos componentes.

O suporte é geralmente feito de latão ou bronze fosforoso, revestindo-se a zona de contato com ouro ou prata e intercalando-se uma película de níquel. Dependendo das características do contato, os valores máximos da tensão e da corrente de trabalho são variáveis.

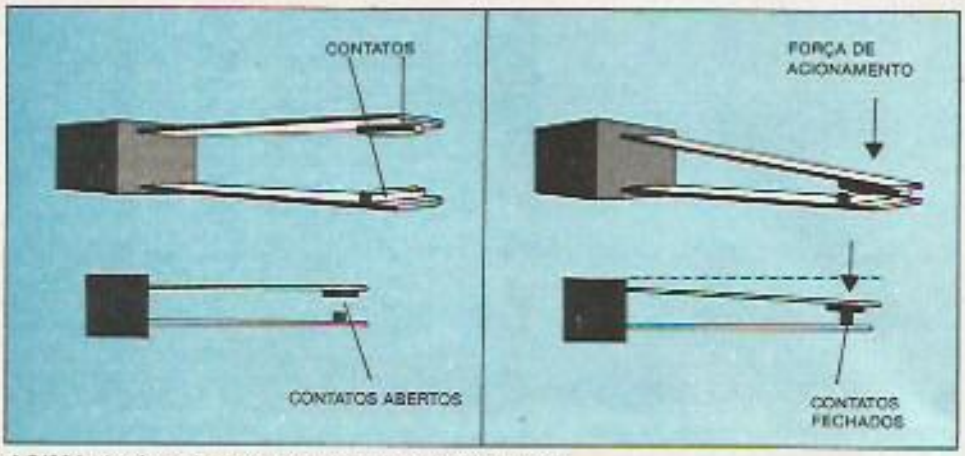
A pressão necessária para acionar um comutador depende de sua sensibilidade. Para um teclado pequeno, a força de acionamento oscila entre 50 e 500 gramas/peso (gramas/força).

A resistência ôhmica de contato depende muito da qualidade do material empregado em sua fabricação. Os valores normais estão entre 50 mΩ e 100 mΩ (miliohm). Essa resistência pode aumentar com o tempo, devido ao progressivo acúmulo de sujeira sobre os contatos.

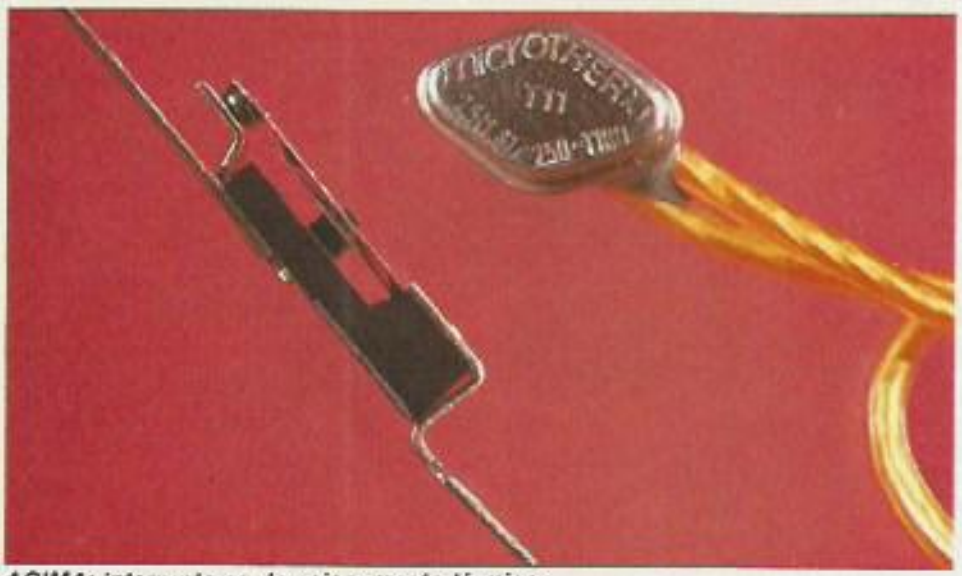
O número de circuitos controlados depende do número de comutações e, portanto, dos contatos e lâminas deslizantes existentes no componente.

Finalmente, existem ainda os interruptores automáticos especiais, de acionamento térmico. São constituídos por duas lâminas metálicas com diferentes coeficientes de dilatação. Cada uma delas tem um ponto de contato e ambas são sensíveis à temperatura ambiente. Quando esta se eleva acima de determinado valor, as lâminas se afastam e abrem o circuito, tornando a fechá-lo quando a temperatura cai, ou vice-versa.

Os interruptores de acionamento térmico são muito usados nos sistemas com termostato, ou ainda como elemento de segurança em aparelhos elétricos que produzem calor durante seu funcionamento.

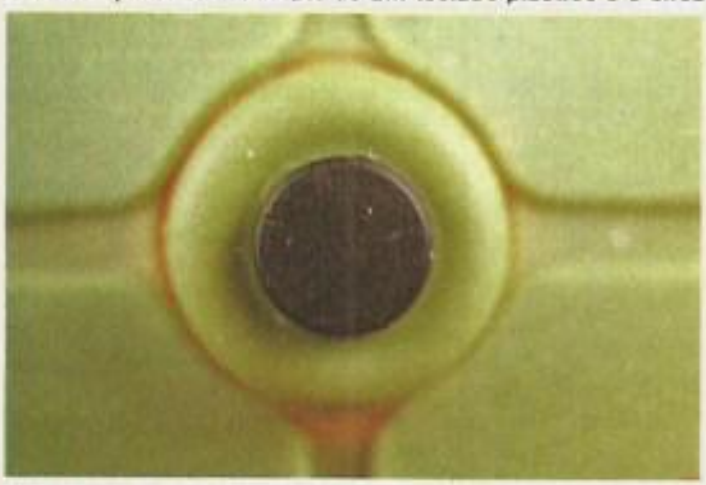


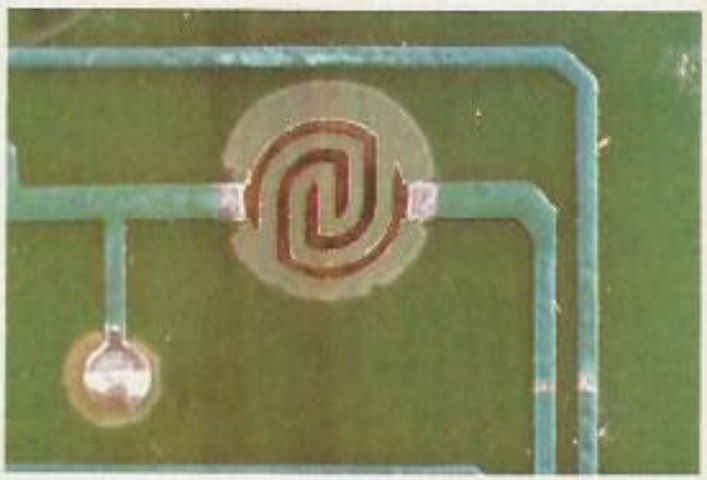
ACIMA: tecla acionada por dois contatos móveis.



ACIMA: interruptores de acionamento térmico.

ABAIXO: pontos de contato de um teclado plástico e o circuito sobre o qual ele atua.





O RELÊ (1)

Vamos analisar agora o relê, este importante componente que, a partir de uma excitação elétrica, permite controlar qualquer circuito.

O relê é um elemento que, quando submetido a uma excitação elétrica, age como intermediário para a alimentação ou controle de um equipamento ou de um circuito elétrico.

Em outros termos, o relê é um multiplicador de sinais de controle, já que é capaz de transformar um estímulo elétrico fornecido por qualquer circuito em uma série de "ordens" simultâneas, tantas quantos forem os circuitos independentes de que se dispõe.

Desde sua primeira utilização em eletricidade, em 1850, o relê sofreu uma enorme difusão e uma contínua evolução, ao ponto de, atualmente, constituir o elemento-chave de inúmeros circuitos eletrônicos.

Hoje, são disponíveis dois tipos fundamentais de relê: os **eletromagnéticos** e os **estáticos**.

Os relês **eletromagnéticos** são constituídos por dois blocos:

- **circuito de excitação**;
- **circuito de comutação**.

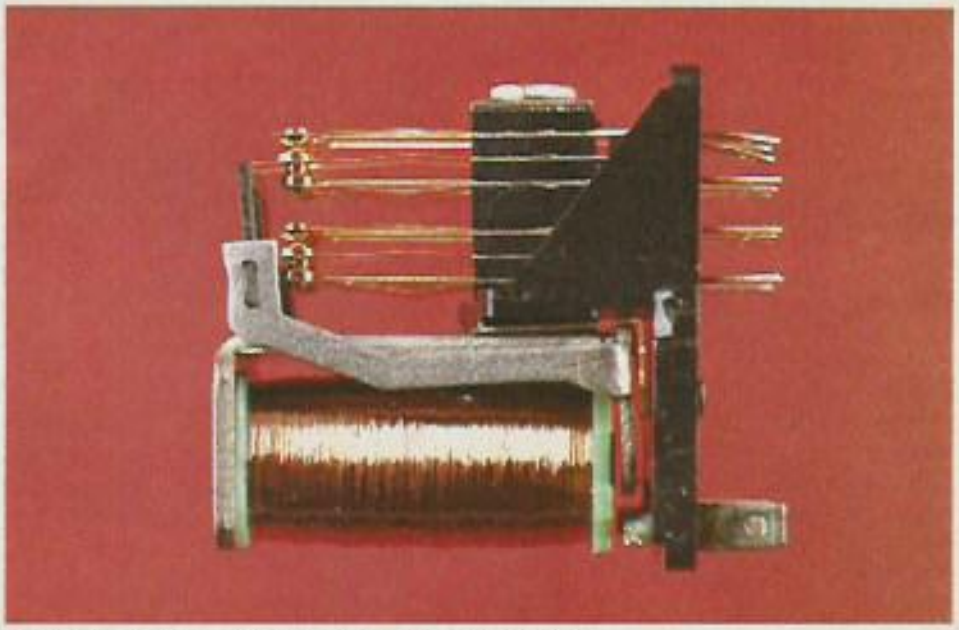
O circuito de excitação recebe o sinal de comando, sob a forma de uma determinada tensão ou corrente, e, a partir desta, realiza todas as operações necessárias para o acionamento dos circuitos de comutação.

É composto por uma **bobina** e um **circuito magnético**.

A bobina gera o campo magnético indispensável para acionar o circuito magnético. É constituída por um enrolamento de fio de cobre esmaltado. As suas características são definidas em função do número de espiras, da resistência do fio e do seu diâmetro.

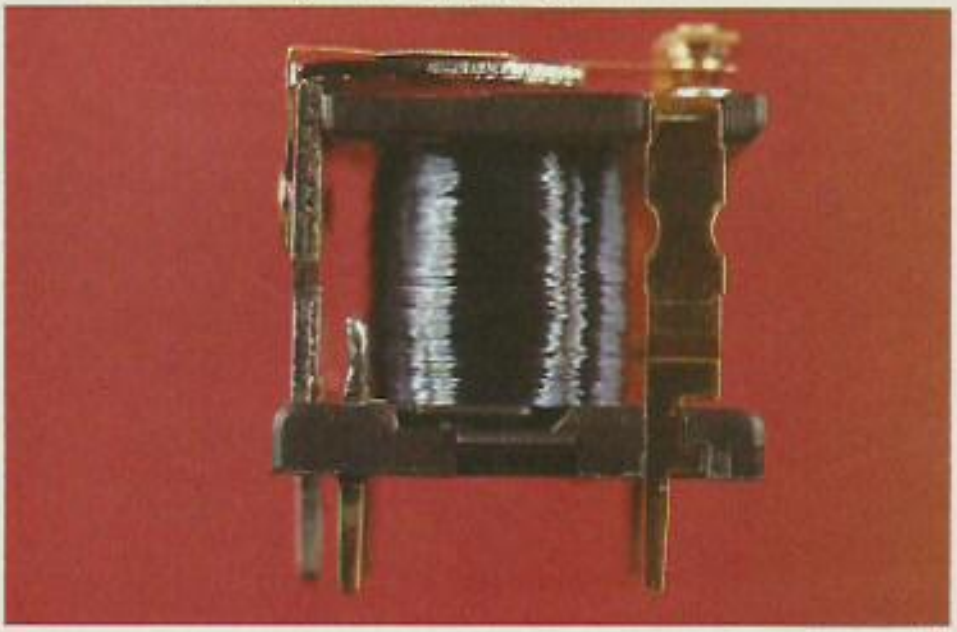
Às vezes, são empregados relês com bobinas com mais de um enrolamento.

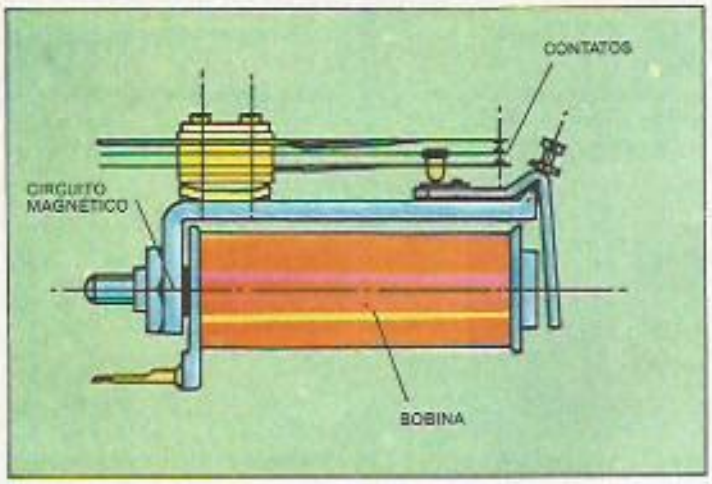
O circuito magnético é formado por um **núcleo**, que é o elemento que se acha no interior da bobina, pela **armadura fixa**, que é o elemento que atua como suporte do relê, e pela **armadura mó-**



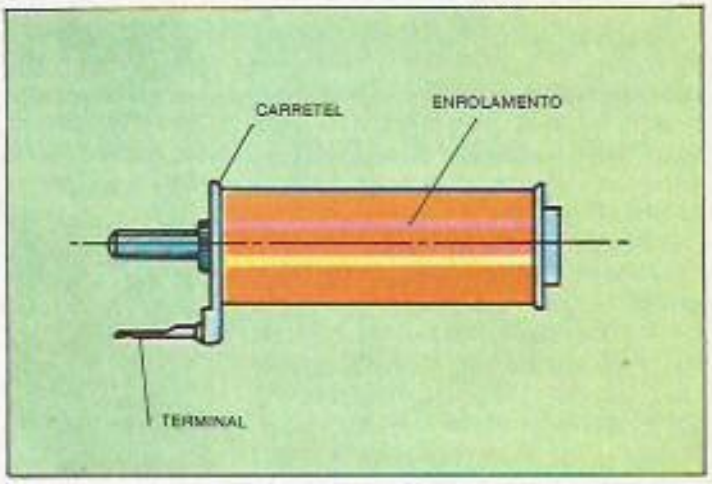
ACIMA: modelo de relê com suas diferentes partes.

ABAIXO: outro tipo de relê, diferente do anterior.





ACIMA: detalhe das partes fundamentais de um relê.



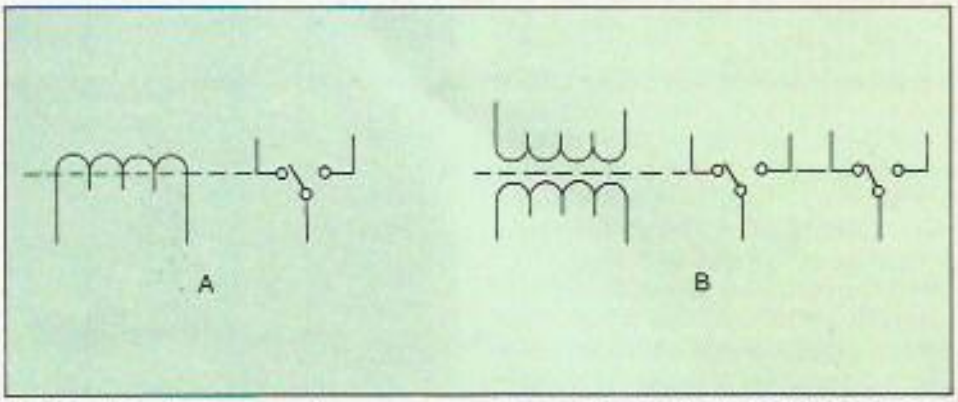
ACIMA: bobina de excitação do relê.

vel, que se move pela atração do campo magnético induzido no núcleo e que, por sua vez, provoca o movimento dos contatos. Estas três peças são constituídas de ferro doce, para evitar uma magnetização permanente.

Os circuitos de comutação são os conjuntos de contatos movidos pela ação da armadura móvel. Cada conjunto de contatos pode ser formado por duas lâminas, constituindo um interruptor, ou por três, constituindo um comutador. O número de circuitos independentes ou vias de um relê depende das aplicações a que se destina.

As lâminas trazem nas extremidades dois pontos de contato rebitados ou soldados a elas. Os materiais com os quais os contatos são construídos, assim como suas formas e dimensões, dependem da função que devem desempenhar.

No momento de projetar estes contatos móveis, deve-se levar em conta, em primeiro lugar, os seguintes fatores: a tensão de funcionamento, a intensidade da corrente circulante, o tipo de dispositivo a ser controlado, a freqüência de operação e as condições climáticas do local de instalação.

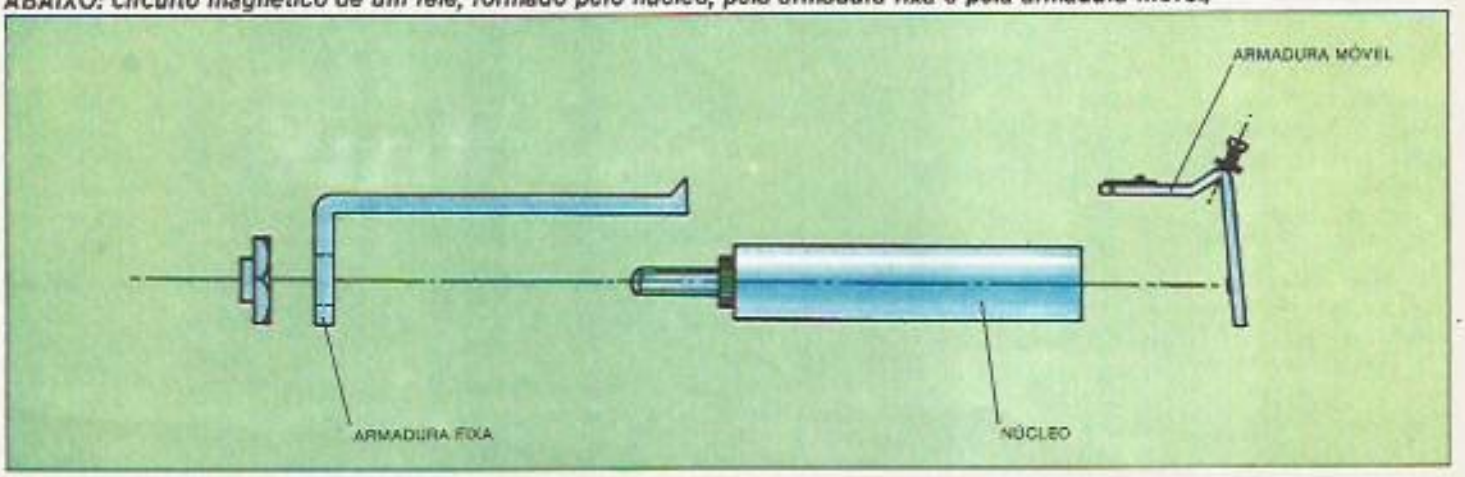


ACIMA: símbolos empregados para representar o relê: a) com uma bobina e um contato interruptor; b) com duas bobinas e dois contatos inversores.

Geralmente, os relês são subdivididos em duas classes, em função da intensidade da corrente que devem comutar ou interromper:

- **relês de contatos para correntes de baixa intensidade.** Nesses relês, os contatos têm pequenas dimensões, com diâmetros da ordem de 2 mm; alguns são fabricados também com prata, prata-irídio e ouro. São utilizados para correntes de até 1 A.
- **relês de contatos para correntes de alta intensidade.** Nesses relês, os contatos têm dimensões maiores, até 6 mm, e, para a sua construção, empregam-se materiais como a prata dura e o tungstênio. Esses tipos de contatos são utilizados para correntes superiores a 1 A.

ABAIXO: circuito magnético de um relê, formado pelo núcleo, pela armadura fixa e pela armadura móvel.





ACIMA: detalhe do núcleo e da armadura móvel.



ACIMA: detalhe dos contatos de um relê interruptor.

Todas as partes do relê ficam fechadas em um encapsulamento, que pode ser hermético, normalmente feito de metal, para a obtenção de uma perfeita blindagem magnética. Os terminais de ligação do relê surgem na parte externa do componente sob a forma de conectores.

Para a escolha de um determinado tipo de relê, é necessário definir os seguintes fatores:

- Forma de excitação da bobina: deve-se considerar se a bobina será submetida a uma tensão contínua ou alternada, qual será a corrente ou tensão máxima e qual a resistência de enrolamento mínima admissível.
- Características e números dos circuitos ou vias: qual o número de contatos necessário, se são indispensáveis interruptores ou comutadores, e se devem trabalhar com correntes fracas ou fortes.

O segundo fator é muito importante, já que determina completamente a carga mecânica sobre a qual deve agir o campo magnético criado pela bobina; este último, portanto, deve ser suficientemente forte para vencer esta carga. Do ponto de vista do acionamento, a diferença entre contatos para correntes de alta intensidade e contatos para correntes de baixa intensidade é que os primeiros necessitam de uma pressão maior que os segundos, pois ficam mais distantes entre si; conseqüentemente, oferecem maior resistência mecânica ao movimento.

A força, associada ao campo magnético produzido pela bobina — **força magnetomotriz** —, é calculada multiplicando-se a intensidade da corrente que a percorre pelo seu número de espiras. Conclui-se que a força, expressa em **ampères-espira**, gerada por uma bobina de 100 espiras percorrida por uma corrente de 1 A é igual à gerada por uma bobina de 500 espiras percorrida por uma corrente de 0,2 A, ou seja: força magnetomotriz (f.m.m.) = 100.1 = 500 . 0,2 = 100 ampères-espira.

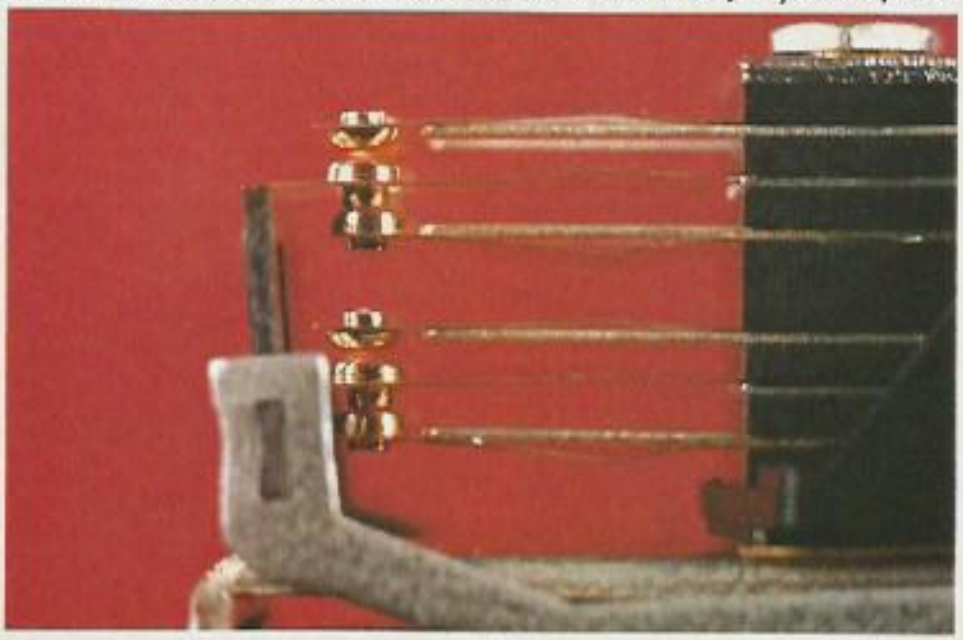
Com esses dados, é possível escolher o tipo de relê apropriado a cada aplicação. Mesmo assim, é útil relacionar as seguintes características, descritas em qualquer catálogo de relê:

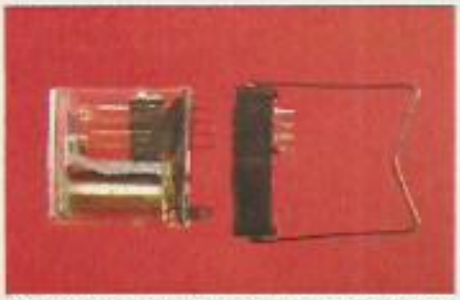
- Tensão nominal: a tensão para a qual a bobina foi projetada e à qual deve ser submetida.
- Intensidade nominal: a intensidade da corrente que circulará na bobina ao ser aplicada a tensão nominal.
- Tensão mínima de acionamento ou de resposta: a tensão mais baixa capaz de fazer com que o relê comute. É inferior à nominal e, normalmente, igual a cerca de 80% desta.
- Intensidade mínima de acionamento: a intensidade da corrente que circula quando se aplica a tensão mínima de funcionamento.
- Tensão de relaxação: a tensão para a qual o relê retorna na sua posição de repouso.
- Intensidade de relaxação: a intensidade da corrente correspondente à tensão de relaxação.

Quanto aos contatos, é importante considerar o seguinte:

- Tensão nominal dos contatos: a tensão aplicada aos contatos antes que se fechem.
- Máxima tensão nominal: a máxima tensão aplicável entre os contatos. É, portanto, a tensão de isolamento dos contatos.

ABAIXO: contatos de um relê com dois inversores ou vias em posição de repouso.

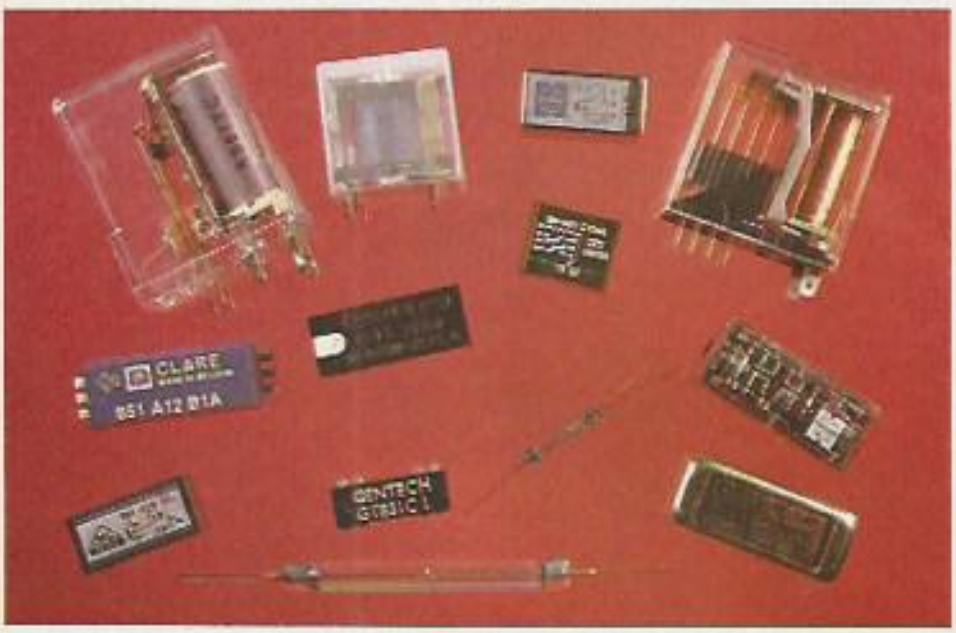




ACIMA: ás vezes, empregam-se soquetes de ligação semelhantes ao da foto.



ACIMA: relê miniatura com bobina dupla e quatro contatos interruptores.



ACIMA: diversos tipos de relê, de formatos diferentes.

Quais os fatores que devem ser considerados na escolha de um determinado tipo de relê?
Deve-se considerar se a bobina será submetida a uma tensão contínua ou alternada e quais são os seus valores máximos. Deve-se considerar, ainda, o número de contatos que serão usados e se trabalharão com correntes fracas ou fortes.

Do que depende a força magnetomotriz?
Essa força depende da intensidade da corrente que percorre a bobina e do seu número de espiras.

Por que os contatos para correntes de alta intensidade ficam mais distantes entre si que os de baixa intensidade?
Porque desta maneira será necessária uma corrente maior para vencer a resistência mecânica oferecida pelos contatos durante o movimento.

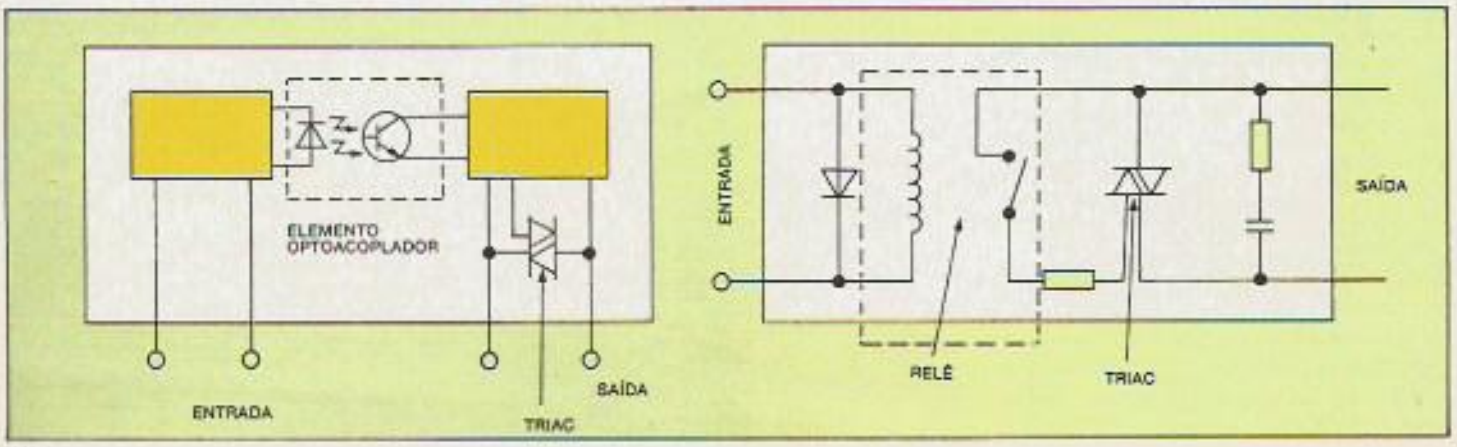
O que diferencia um relê estático de um eletromagnético?
Os relês estáticos não dispõem de partes móveis e o seu funcionamento independe de fenômenos eletromagnéticos.

Quais são as formas de acionamento de um relê estático?
Ele pode ser acionado por meio de um optoacoplador ou por meio de um relê miniaturizado. Tanto um como outro, quando acionados, disparam um tiristor ou um triac.

- Máxima corrente de circulação: a máxima intensidade de corrente tolerada pelos contatos. Depende do material com que são feitos e das suas dimensões.
- Pressão dos contatos: a força que os contatos aplicam um sobre o outro quando são fechados. Quanto mais elevada for, maior é a segurança de funcionamento.
- Resistência dos contatos: a resistência ôhmica que se manifesta entre os dois pontos de contato quando unidos por pressão.
- Acompanhamento dos contatos: o movimento que os dois pontos de contato efetuam quando unidos.

Os relês **estáticos** não dispõem de partes móveis e o seu funcionamento independe de fenômenos eletromagnéticos. São conhecidos também por relês em estado sólido, sendo geralmente formados por elementos semicondutores, como optoacopladores associados a tiristores ou triacs.
Em muitos casos, recorre-se a estruturas híbridas, formadas por um relê miniaturizado que dispara um tiristor ou um triac, que tem a função de abrir ou fechar o circuito no qual está inserido.

ABAIXO: princípio de funcionamento do relê estático: a) com acoplamento óptico; b) com acoplamento a relê de baixa potência.



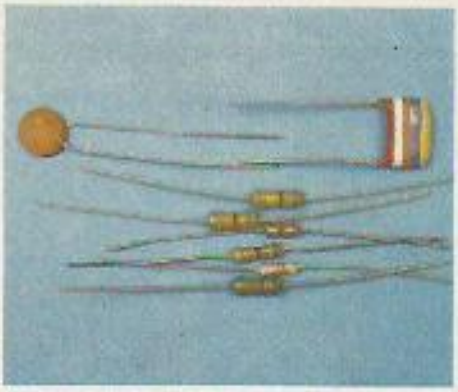
MONTAGEM

PASSARINHO ELETRÔNICO

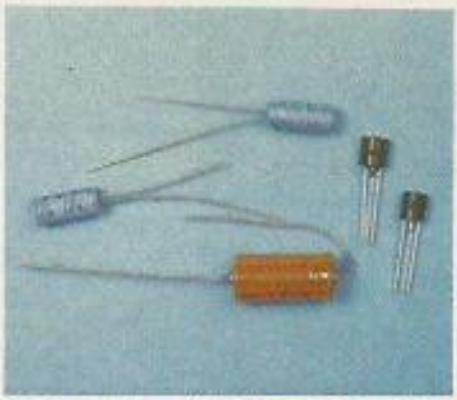
Curiosa e divertida, esta montagem vai encantar todo mundo. O passarinho eletrônico é totalmente automático: ele canta, pára e depois recomeça a cantar, imitando com perfeição o gorjeio de um passarinho de verdade.



1. Conjunto de peças necessárias para a montagem do passarinho eletrônico.

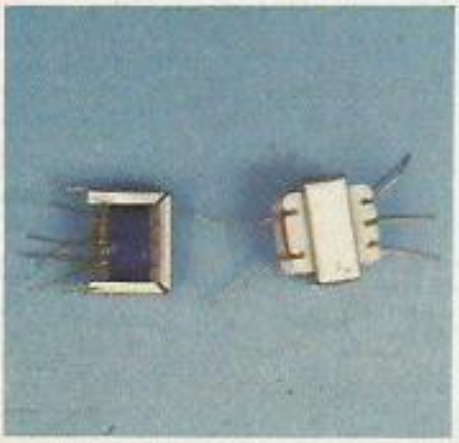


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R6), capacitor cerâmico (C5) e de poliéster (C4).



3. Capacitores eletrolíticos (C1 a C3) e transistores (Q1 e Q2).

4. Transformadores em miniatura: um vermelho (T1) e outro azul (T2).



5. Alto-falante em miniatura, chave H-H em miniatura e parafusos de fixação.



6. Suporte de pilhas e pequeno rolo de fio e de solda.



MONTAGEM

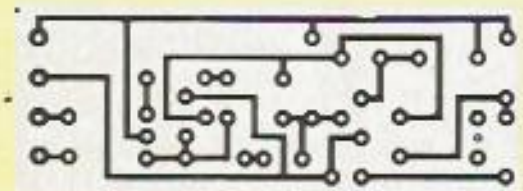
O passarinho eletrônico é totalmente automático. Ao ligar o aparelho, ele começa a cantar, depois de algum tempo pára e recomeça em alguns segundos. Seu canto se repete a intervalos regulares e simula com perfeição o de um passarinho de verdade. Não há, portanto, necessidade de qualquer controle externo, pois o circuito eletrônico incorporado ao aparelho executa essa função automaticamente. O circuito do passarinho funciona com uma tensão de 6 volts, fornecida por quatro pilhas pequenas ligadas em série.

Ferramentas necessárias

- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte
- 1 chave de fenda pequena
- 1 furadeira
- 1 conjunto de brocas
- 1 estilete estreito

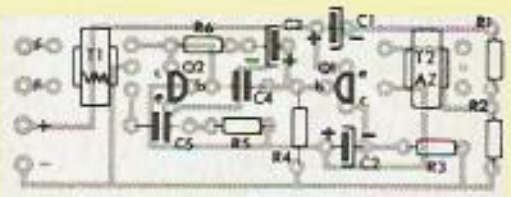
Componentes

- 1 placa de circuito impresso de 66 mm x 26 mm
- 6 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R6 da placa, com os seguintes valores e cores para identificação:
  R1 - 1,5 KΩ (marrom-verde-vermelho)
  R2 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
  R3 - 47 KΩ (amarelo-violeta-laranja)
  R4 - 100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
  R5 - 3,3 KΩ (laranja-laranja-vermelho)
  R6 - 18 KΩ (marrom-cinza-laranja)
- 3 capacitores eletrolíticos, nas posições C1 a C3 da placa, com os seguintes valores:
  C1 - 10 µF x 25 V - unilateral
  C2 - 100 µF x 25 V - axial ou unilateral
  C3 - 10 µF x 25 V - unilateral



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.



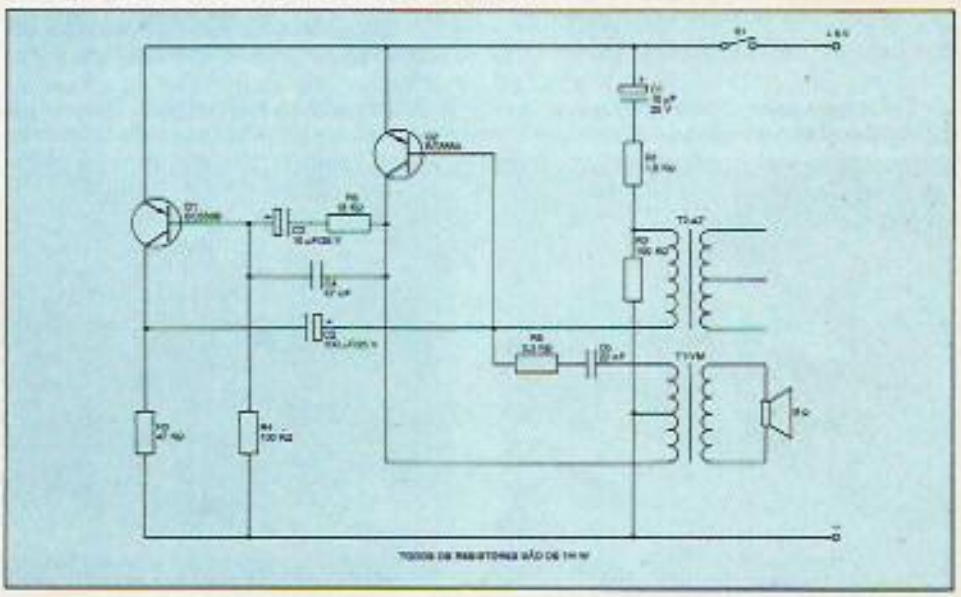
O desenho do circuito

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

7. Caixa de plástico com tampa e quatro pés de borracha.



8. Esquema elétrico do passarinho eletrônico.

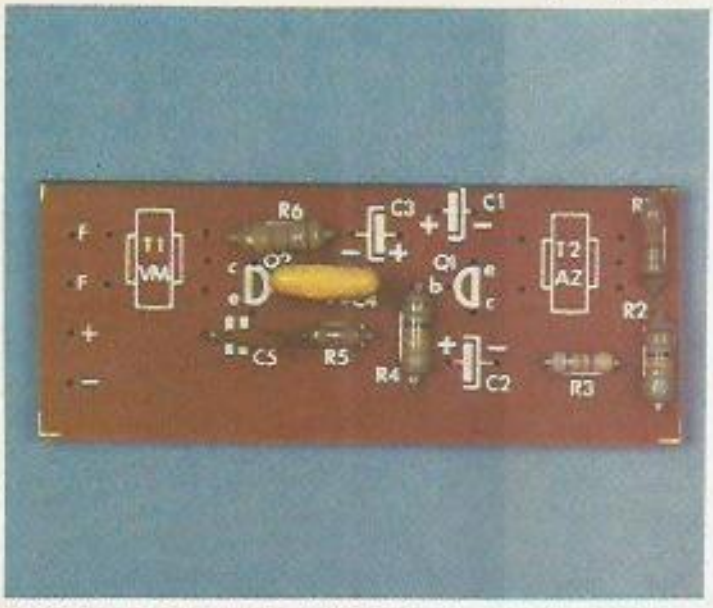


- 1 capacitor de poliéster, na posição C4 da placa de circuito impresso, com o seguinte valor e cores para identificação: 47 nF ou 47 KpF (amarelo-violeta-laranja). Pode-se também usar um capacitor cerâmico.
- 1 capacitor cerâmico, na posição C5 da placa, com o seguinte valor: 22 nF ou 22 KpF (marcado 223). Pode-se usar um capacitor de poliéster.
- 2 transistores, nas posições Q1 e Q2 da placa, com os seguintes códigos:
  Q1 - BC558B
  Q2 - BC558A
- 1 transformador de saída em miniatura, de cor vermelha, na posição T1 da placa de circuito impresso
- 1 transformador ***driver*** em miniatura, de cor azul, na posição T2 da placa de circuito impresso
- 1 alto-falante em miniatura, com as seguintes características:
  diâmetro: 2¼"
  potência: 0,2 W
  impedância: 8 Ω
- 1 suporte para 4 pilhas pequenas, com os fios
- 4 pilhas pequenas
- 1 chave H-H em miniatura
- 2 parafusos auto-atarraxantes
- 1 m de fio amarelo nº 24
- 1 caixa de plástico com tampa (altura = 108 mm; diâmetro = 63 mm)
- 4 pés de borracha
- 1 pedaço de espuma
- 1 tubo de cola
- 1 pedaço de solda 60/40

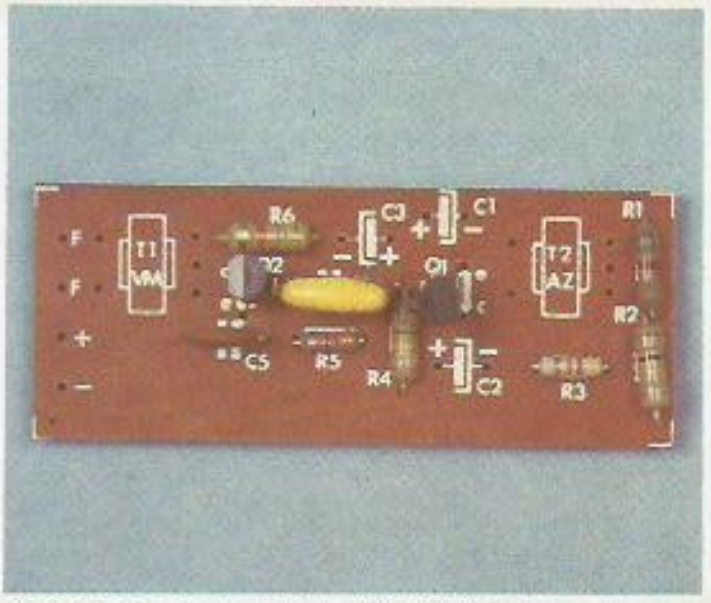
Montagem

Os passos são os seguintes:

1º) Solde os resistores nas posições R1 a R6 da placa (veja foto 9).

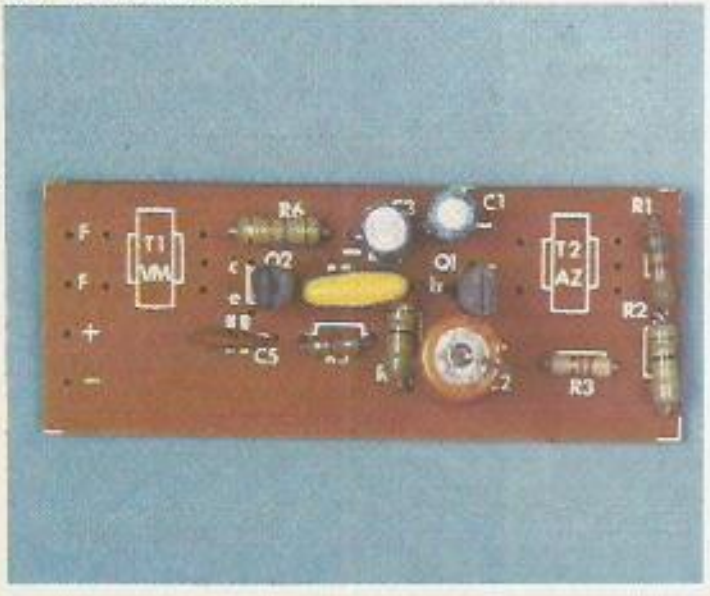


9. Colocação dos resistores (R1 a R6), do capacitor cerâmico (C5) e do capacitor de poliéster (C4) na placa.

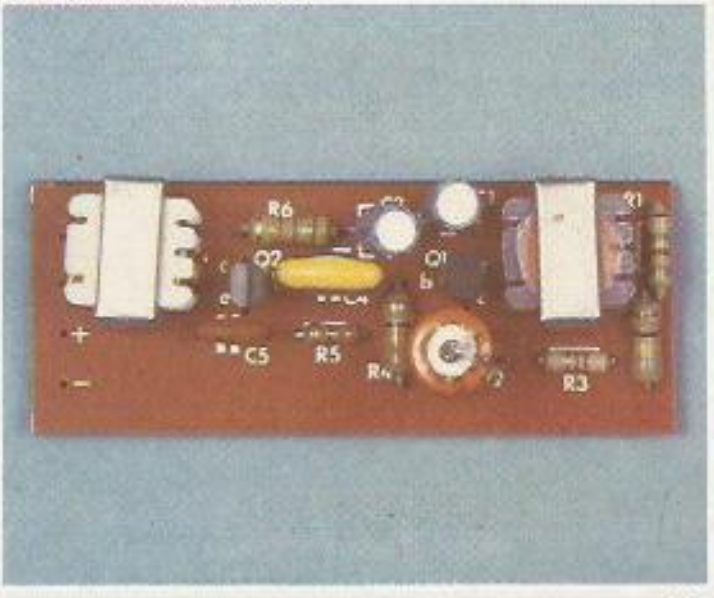


10. Colocação dos transistores (Q1 e Q2) na placa

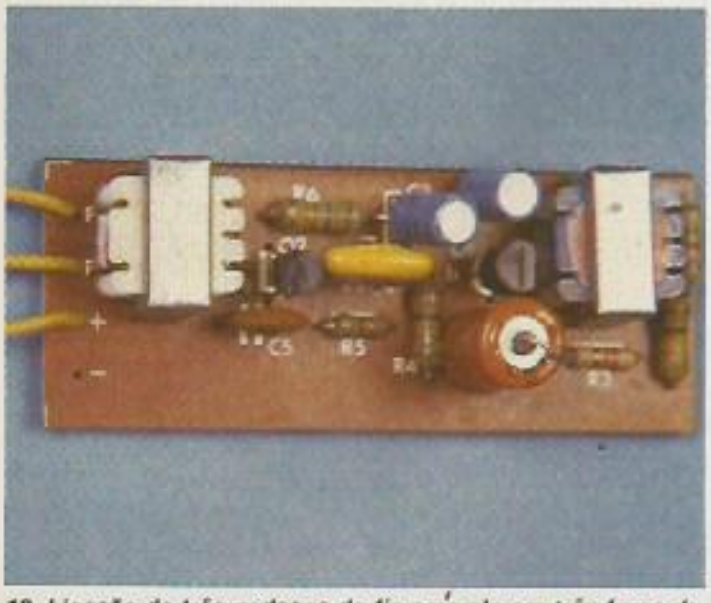
11. Colocação dos capacitores eletrolíticos (C1 a C3) na placa de circuito impresso.



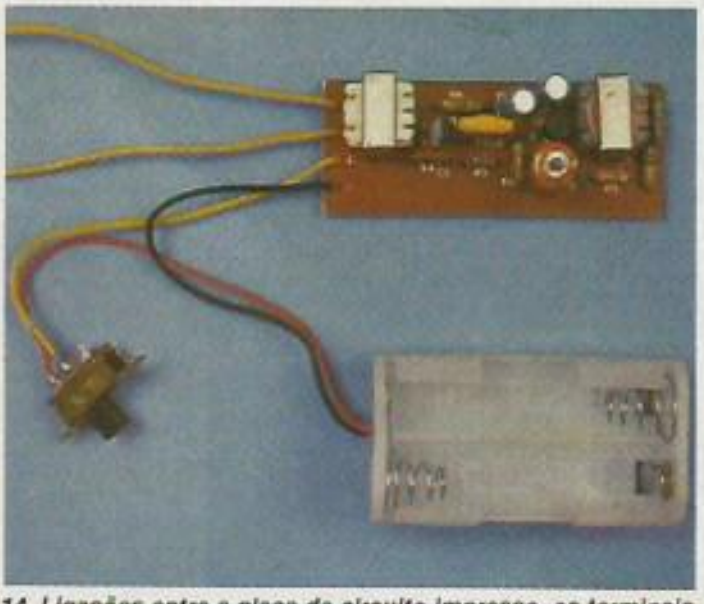
12. Montagem dos transformadores em miniatura (T1 e T2) na placa de circuito impresso.



2.º) Solde o capacitor cerâmico na posição C5 da placa de circuito impresso (veja foto 9).
3.º) Solde o capacitor de poliéster na posição C4 da placa de circuito impresso (veja foto 9).
4.º) Monte os transistores Q1 e Q2 na placa de circuito impresso, de modo que os seus chanfros coincidam com o lado reto do símbolo desenhado na placa (veja foto 10).
5.º) Solde os capacitores eletrolíticos nas posições C1 a C3 da placa de circuito impresso. Tome cuidado para que não haja inversão de polaridade (veja foto 11).
6.º) Monte os transformadores em miniatura T1 (vermelho) e T2 (azul) nas respectivas posições da placa de circuito impresso (veja foto 12).
7.º) Corte três pedaços de 10 cm de fio amarelo n.º 24. Pegue dois pedaços e solde um em cada furo (F) da placa de circuito impresso.
Pegue o terceiro pedaço de fio e solde uma de suas pontas no furo com o sinal (+) na placa de circuito impresso (veja foto 13).
8.º) Solde a outra ponta do pedaço de fio amarelo ligado ao furo (+) da placa num dos terminais centrais da chave H-H (veja foto 14).
9.º) Ligue o fio vermelho do suporte de pilhas num dos terminais da chave H-H, situados no mesmo lado em que havia sido ligado o fio amarelo. O fio preto do suporte de pilhas deverá ser ligado diretamente no furo marcado com o sinal (–) da placa de circuito impresso (veja foto 14).
10.º) Faça então dois furos na caixa de plástico para a fixação da chave H-H,

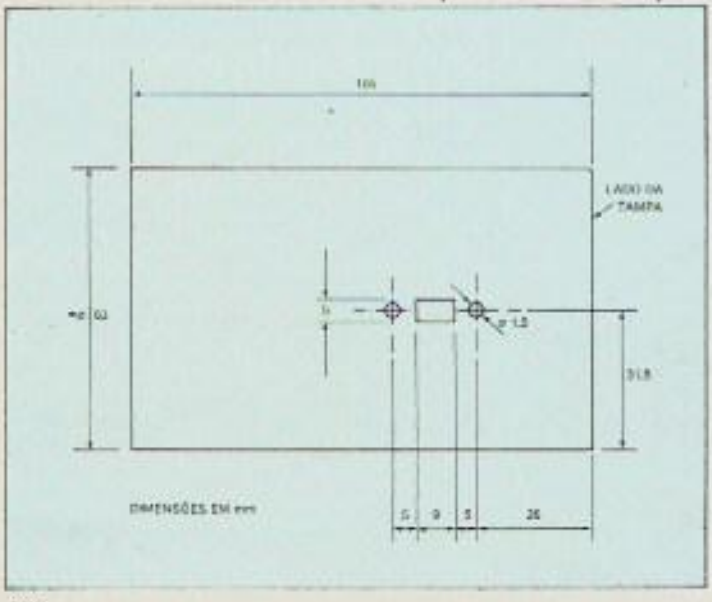


13. Ligação de três pedaços de fio amarelo em três furos da placa de circuito impresso.



14. Ligações entre a placa de circuito impresso, os terminais da chave H-H e os fios do suporte de pilhas.

15. Desenho da caixa com as medidas para se fazer a furação.



16. Caixa de plástico com os furos e a abertura retangular, pronta para a montagem.



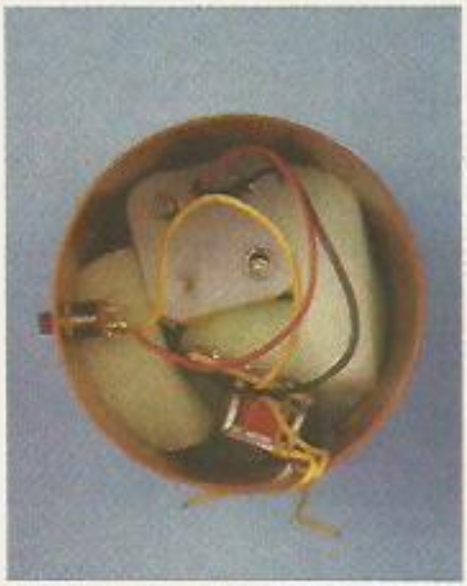
orientando-se pela ilustração 15 (veja foto 16).
11.º) Faça uma abertura retangular entre os dois furos anteriores, orientando-se pela ilustração 15 (veja foto 16).
12.º) Introduza a placa de circuito impresso devidamente montada e o suporte de pilhas (com as quatro pilhas dentro) no interior da caixa de plástico, deixando a chave H-H e os dois pedaços de fio amarelo do lado de fora (veja foto 17).
13.º) Coloque pedaços de espuma entre o suporte de pilhas, o lado cobreado da placa montada e as paredes da caixa de plástico. Em seguida, fixe a chave H-H com dois parafusos auto-atarraxantes (veja foto 17).
14.º) Faça vários furos na tampa da caixa, orientando-se pela foto 18.
15.º) Cole o alto-falante na parte interna da tampa furada (veja foto 19).
16.º) Solde os dois fios amarelos nos terminais do alto-falante (veja foto 20).
17.º) Finalmente, tampe a caixa e cole na sua parte inferior os quatro pés de borracha. Está pronto o passarinho eletrônico (veja foto 21).

O circuito do passarinho eletrônico funciona somente com 6 volts?
Não, o circuito admite tensões de alimentação na faixa de 3 a 12 volts, mas o melhor desempenho do aparelho é obtido com uma tensão de 6 volts, para a qual os componentes foram calculados e dimensionados.

Como funciona o circuito do passarinho eletrônico?
Em poucas palavras, trata-se de um oscilador bloqueado com redes complexas de realimentação e temporização, cuidadosamente projetado para a obtenção do efeito desejado.

O alto-falante influi no gorjeio do passarinho?
Sim, a qualidade do alto-falante pode determinar pequenas alterações no gorjeio do passarinho. Assim, deve-se procurar utilizar um componente de boa qualidade e, o que é mais importante, com impedância correta, isto é, 8 ohms.

O consumo de corrente do circuito é muito alto?
Não, o consumo de corrente do circuito é baixo e, portanto, as pilhas têm grande durabilidade. Entretanto, se você quiser que o passarinho eletrônico cante por horas a fio, inevitavelmente terá que trocar as pilhas mais cedo.



17. Colocação da placa e do suporte de pilhas dentro da caixa. Colocação de pedaços de espuma entre a placa, o suporte de pilhas e a caixa, e fixação da chave H-H.



18. A tampa da caixa, sem furos e depois de furada.

19. Alto-falante colado na tampa furada.



20. Ligação dos fios amarelos nos terminais do alto-falante.



21. Aspecto final do passarinho eletrônico montado.



O OSCILOSCÓPIO (2)

Continuando o nosso estudo sobre o osciloscópio, veja aqui como funciona seu principal elemento interno: o tubo de raios catódicos.

O elemento interno mais importante do osciloscópio é o tubo de raios catódicos (TRC). Por isso, é fundamental conhecer com precisão os seus princípios de funcionamento, e as suas características, para poder desfrutar todas as possibilidades do instrumento e evitar qualquer operação que possa danificá-lo, já que se trata de um dos componentes mais caros do aparelho.



ACIMA: tubo de raios catódicos (TRC) de um osciloscópio.

ABAIXO: detalhe da região do colo do tubo, mostrando a grade de controle e os anodos de regulagem de foco e aceleração.



O tubo de raios catódicos é constituído por uma ampola de vidro, na qual é feito vácuo e que contém diversos eletrodos ao longo de seu colo. Todos os eletrodos são acessíveis por meio de contatos situados na base ou soquete da ampola e em alguns pontos de seu próprio corpo.

A parte frontal do tubo constitui a tela, que é plana e recoberta internamente por uma camada de fósforo que emite luz quando atingida em algum ponto por um feixe de elétrons. A quantidade de luz emitida depende da intensidade com que o feixe chega à tela.

Por efeito termoiônico, os feixes de elétrons ou raios catódicos são gerados por um filamento, o catodo. Depois do catodo há três eletrodos, cuja função é controlar o feixe.

O primeiro dos eletrodos que o feixe encontra na sua trajetória em direção à tela é a grade de controle, que tem uma tensão negativa em relação ao catodo. Regulando esta tensão por meio de um potenciômetro, pode-se fazer passar um número maior ou menor de elétrons, aumentando ou diminuindo a luminosidade no ponto de incidência do feixe na tela.

Esse potenciômetro está situado num ponto externo do aparelho e é indicado com as palavras BRILHO ou INTENSIDADE (do inglês ***BRIGHTNESS*** ou ***BEAM INTENSITY***).

Os dois outros eletrodos têm a função de aceleração e regulagem do foco. Para isto, eles recebem uma tensão relativamente elevada, de algumas centenas de volts, que imprime ao feixe uma velocidade mais alta.

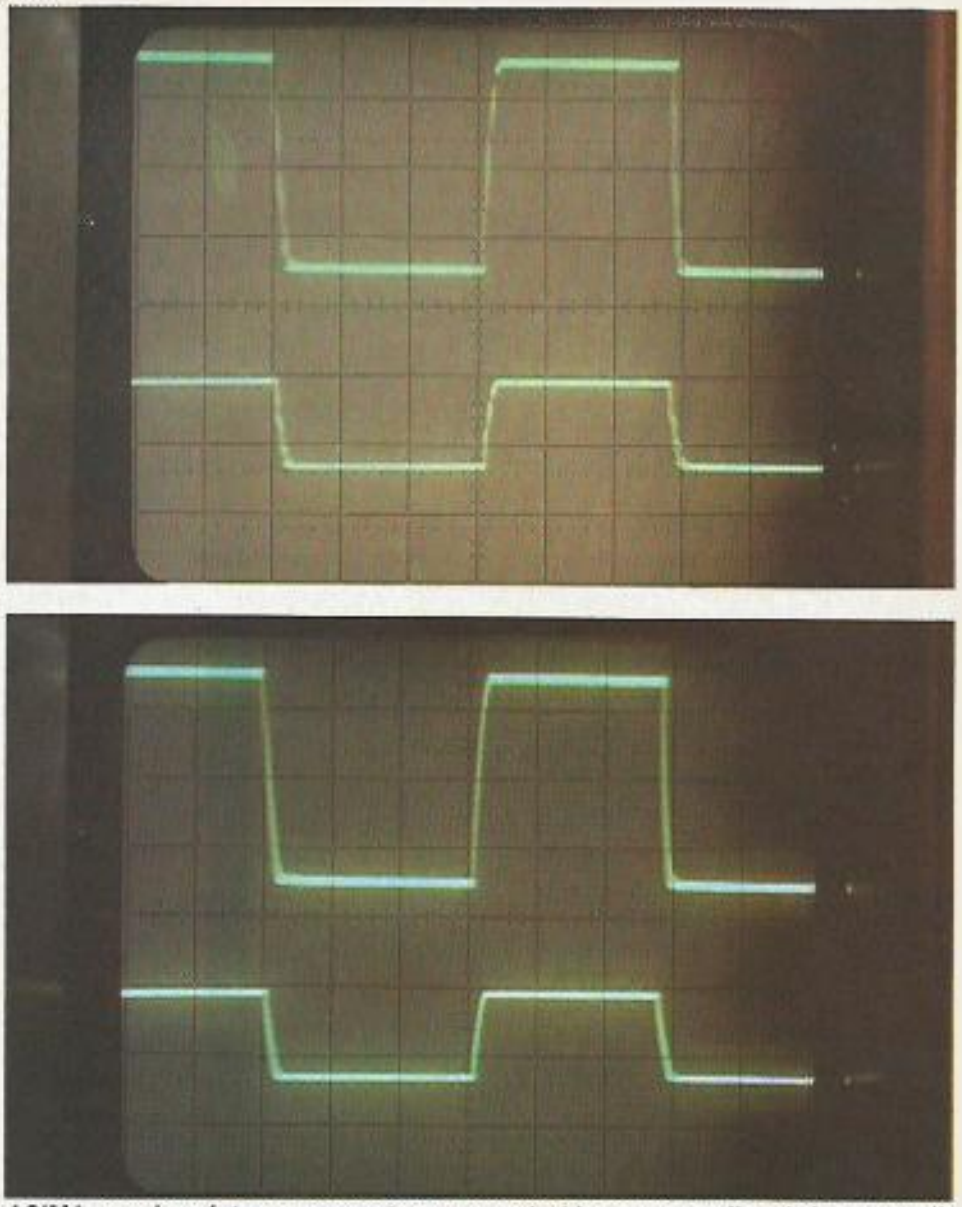
O ajuste de foco é obtido graças à diferença de potencial existente entre dois anodos, sendo o primeiro ligeiramente mais negativo que o segundo. Variando a diferença de potencial, pode-se obter o foco do feixe de elétrons

numa pequena região da tela, e isso é feito por um potenciômetro, que também é acessível na parte externa, indicado pelas palavras FOCO ou ***FOCUS***.
Depois dos eletrodos de que já tratamos, existem as placas de deflexão. Elas têm a função de atrair ou repelir o feixe de elétrons e, dessa maneira, modificar sua trajelória para fazê-lo postar-se em qualquer ponto da tela.
A tensão média existente nas placas de deflexão vertical ou horizontal é quase igual àquela que é aplicada ao último anodo, para não alterar a velocidade dos elétrons e fazer com que, na ausência de tensão de deflexão, o feixe de elétrons atinja o centro geométrico da tela.
Se a esta tensão de polarização sobrepor-se uma segunda tensão diferencial entre as duas placas laterais, observa-se uma deflexão horizontal do ponto luminoso — que antes se achava no centro — para um dos bordos verticais da tela.
A direção desta deflexão depende da placa em que se aplica o positivo da segunda tensão, já que esta exercerá uma força de atração sobre o feixe, e a placa negativa, uma força de repulsão. Em conseqüência, o efeito final será a soma das forças e o ponto se aproximará do lado da tela correspondente à placa mais positiva.
As placas de deflexão vertical trabalham de modo semelhante às placas de deflexão horizontal mas, neste caso, o feixe se desloca de cima para baixo e vice-versa.
A amplitude do deslocamento do ponto sobre a tela em relação ao centro, quando se aplica uma tensão de deflexão, pode ser calculada com a seguinte fórmula matemática:

$$e = \frac{\ell \cdot L \cdot Vd}{2 \cdot d \cdot Va}$$

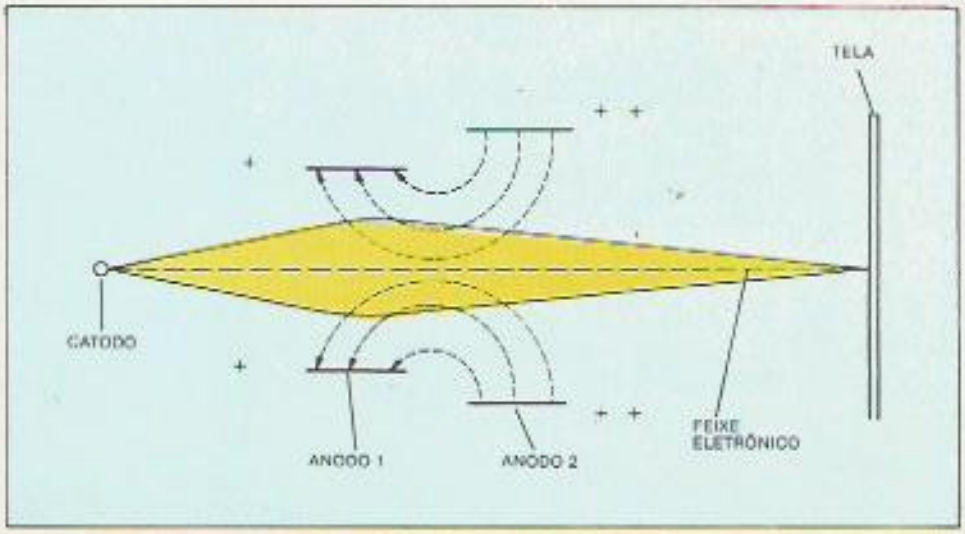
Aqui devem ser considerados os seguintes fatores:
- ℓ: comprimento total das placas de deflexão;
- L: distância da tela medida a partir do centro das placas;
- d: separação entre as placas;
- Va: tensão de aceleração aplicada ao último anodo e às placas;
- Vd: tensão de deflexão aplicada entre as duas placas.

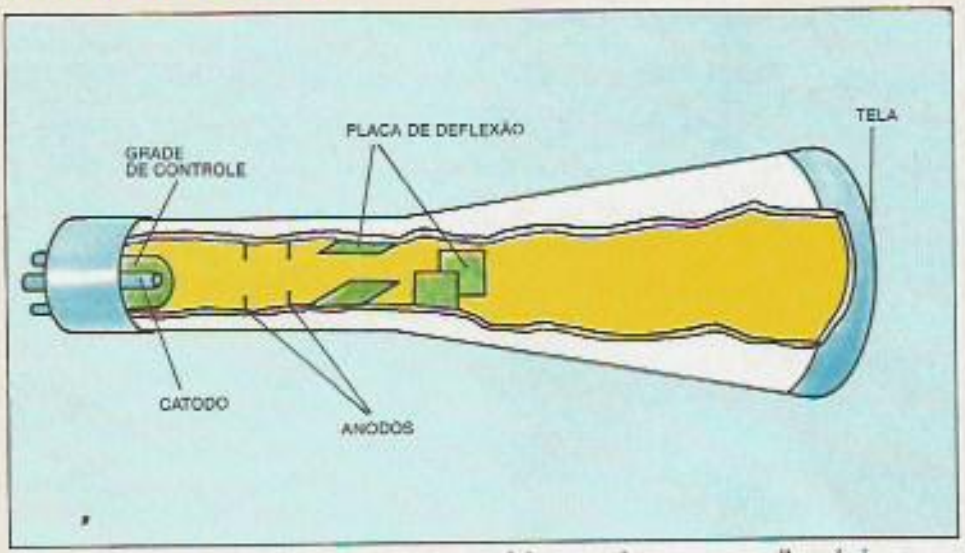
Nesta fórmula, nota-se que ℓ, L e d são valores fixos e invariáveis que dependem das características do tubo de



ACIMA: nas duas fotos, a mesma imagem produzida por um osciloscópio, e seus diversos níveis de brilho.

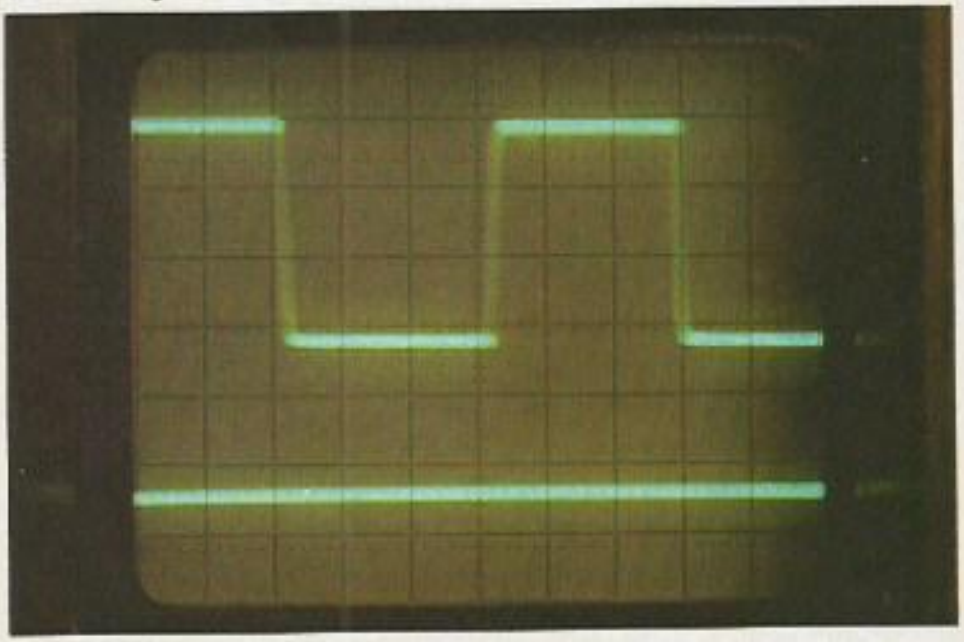
ABAIXO: efeito das tensões de regulagem do foco sobre o feixe de elétrons.



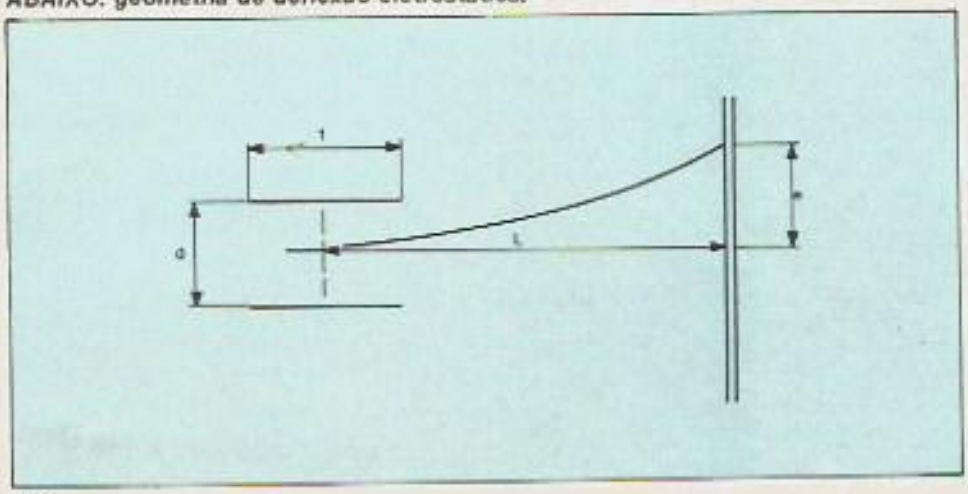


ACIMA: tubo catódico de deflexão eletrostática, usado em um osciloscópio.

ABAIXO: imagem desfocada na tela de um osciloscópio.



ABAIXO: geometria de deflexão eletrostática.



raios catódicos, e Va é uma tensão também constante. Portanto, e = k . Vd, sendo que a letra k representa o produto e o quociente de todos os valores constantes, ou seja:

$$k = \frac{\ell \cdot L}{2 \cdot d \cdot Va}$$

Também k tem um valor constante para cada tipo de tubo. Em conseqüência, pode-se observar que a deflexão obtida na tela depende unicamente da tensão de deflexão aplicada, e é diretamente proporcional a esta.

A partir daí, deduz-se que o tubo de raios catódicos é um instrumento capaz de permitir medições de tensões, desde que se conheçam as suas características geométricas. Para obter a medida do potencial aplicado à placa de deflexão, basta medir o deslocamento que se observa sobre a tela e multiplicá-lo pela constante k.

Há um parâmetro que exprime a maior ou menor capacidade do tubo de produzir, com a aplicação de pequenas tensões, desvios mais intensos do feixe. Esse parâmetro é chamado **sensibilidade**, e representa o espaço percorrido pelo ponto luminoso na tela em unidades de comprimento, quando se aplica uma tensão de 1 V às placas de deflexão.

Portanto, a sensibilidade será:

$$S = \frac{\ell \cdot L}{2 \cdot d \cdot Va}$$

Como se pode notar, essa sensibilidade depende exclusivamente das características de construção do tubo.

Para aumentar ao máximo a sensibilidade, aumenta-se o comprimento das placas de deflexão porque, como foi mostrado na fórmula anterior, o comprimento das placas tem uma influência direta na sensibilidade.

Por outro lado, deve-se recorrer ao emprego de placas que sejam paralelas até certo ponto, e depois divergentes, para evitar que os elétrons atinjam os bordos das placas e não atinjam, assim, a tela.

Das fórmulas dadas aqui, deduz-se que, quando se eleva a tensão de aceleração aplicada ao último anodo, obtém-se uma diminuição da sensibilidade e que, por outro lado, se essa tensão desce a um nível muito baixo, a luminosidade do ponto sobre a tela diminui até tornar-se quase invisível.

É necessário, portanto, um dispositivo adicional que elimine esse inconveniente. O dispositivo pode ser um eletrodo intensificador colocado entre as placas de deflexão e a tela, a uma distância muito pequena da tela, na qual é aplicada uma elevada tensão que garanta a luminosidade sem prejudicar a sensibilidade de deflexão.

A tensão contínua aplicada entre as placas de deflexão é ajustada na parte externa por alguns potenciômetros que agem sobre a posição do ponto luminoso. Esses potenciômetros são indicados com as palavras POSICIONAMENTO HORIZONTAL (***HORIZONTAL POSITION***) e POSICIONAMENTO VERTICAL (***VERTICAL POSITION***).

As tensões de deflexão aplicadas devem ser geradas no osciloscópio por amplificadores internos que aumentam o nível dos sinais aplicados à entrada. Deve-se, então, dispor de um mínimo de três amplificadores para realizar as seguintes funções:

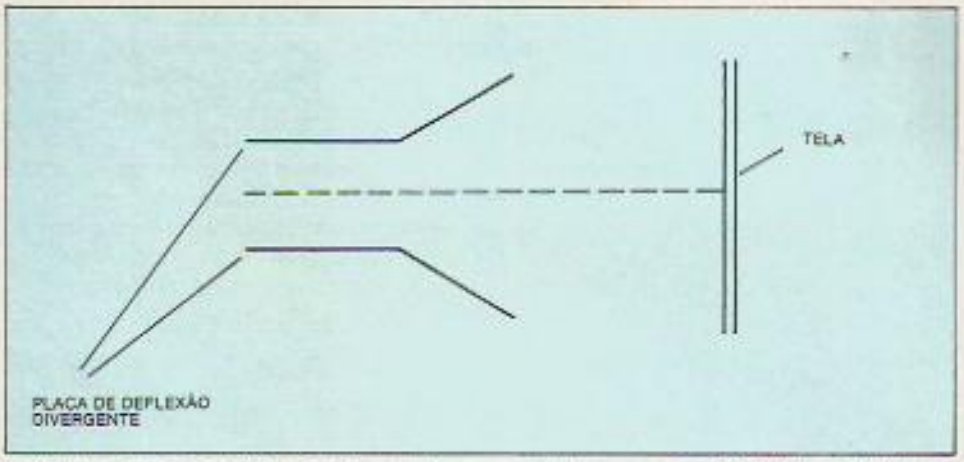
- amplificador vertical (Y);
- amplificador horizontal (X);
- base de tempo ou circuito de varredura horizontal.

Tanto o amplificador horizontal quanto o vertical devem atender a algumas exigências muito específicas, com o objetivo de fazer a reprodução mais fiel possível do sinal aplicado. Com isso, qualquer erro ou distorção produzidos se traduzem numa representação infiel do sinal sobre a tela, e isso poderá ser erroneamente interpretado como um defeito no ponto do circuito que se está examinando.

Portanto, o ganho deve ser uniforme em todas as faixas de freqüência nas quais o osciloscópio trabalha, para que a curva característica amplitude-freqüência seja linear.

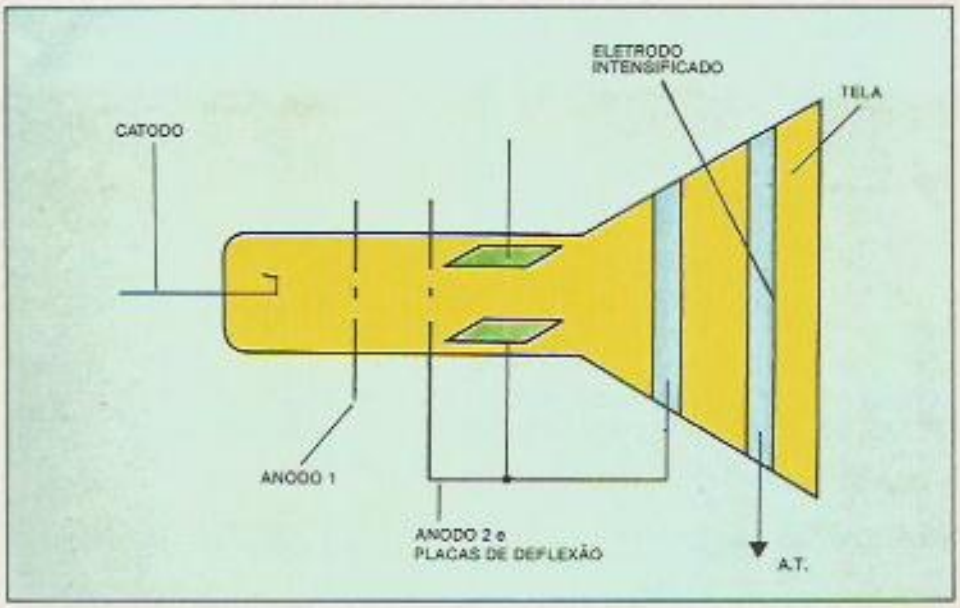
É necessário também que o atraso produzido pelo amplificador, em relação ao sinal aplicado, seja constante e invariável para qualquer freqüência. Se isso não ocorrer, serão produzidas distorções em todos os sinais que contêm uma certa quantidade de freqüências distintas, pois algumas dessas freqüências seriam amplificadas em níveis diferentes, mudando substancialmente a forma da onda.

Uma outra característica que deve ser destacada é a possibilidade de medir tensões contínuas, por meio de um recurso encontrado na maioria dos osciloscópios modernos. Para isso, é preciso que os amplificadores, principal-



ACIMA: placas de deflexão divergentes que melhoram a sensibilidade da deflexão sem interromper o feixe eletrônico.

ABAIXO: esquema de um tubo catódico dotado de eletrodo intensificador.



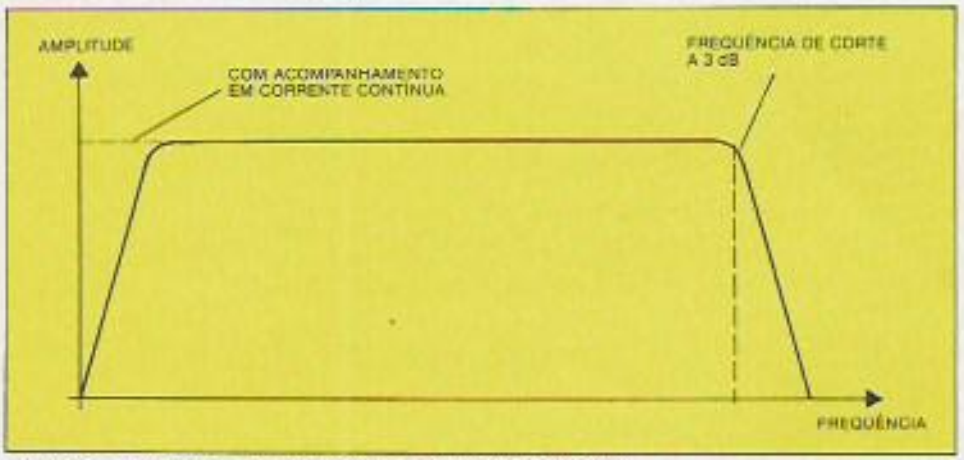
ABAIXO: terminal de ligação do eletrodo intensificador em um tubo.



mente o vertical, sejam projetados de modo que não necessitem de capacitores de acoplamento entre os diversos estágios, e que sejam capazes de trabalhar com tensões de freqüência muito baixas, com pouca margem de erro. Esses amplificadores são construídos com base em estágios diferenciais ou simétricos.

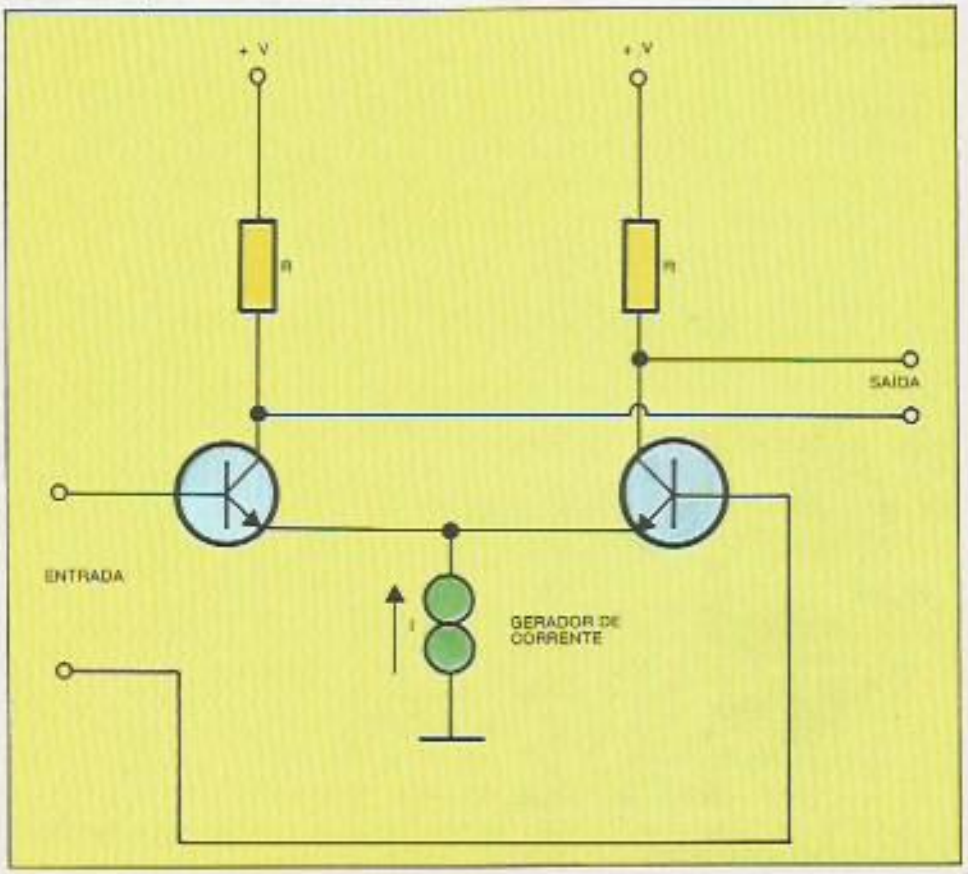
Outra característica importante, que deve ser levada em conta, é que os sinais a serem medidos têm diversas procedências e diversas amplitudes. É necessário, então, um sistema capaz de regular o ganho, de modo que a amplificação dos sinais mais fortes seja mais fraca em relação à amplificação dos sinais menos intensos.

Por outro lado, deve haver uma perfeita calibragem desse ganho, para que se possa fazer medidas de nível e amplitude confiáveis. Em resumo: deve ser possível representar o sinal na dimensão ou altura mais conveniente para observação. Isso requer uma regulagem do ganho em patamares selecionados na parte externa.



ACIMA: curva plana de resposta amplitude-freqüência.

ABAIXO: esquema elétrico de um estágio em um amplificador diferencial.



Para realizar todas essas funções, utiliza-se um circuito **atenuador** com vários degraus selecionáveis, que permitem escolher o degrau mais apropriado para a observação. Esse circuito é colocado antes do amplificador e acoplado à entrada do aparelho. O efeito do complexo **atenuador-amplificador** produz o ganho variável necessário.

As exigências impostas aos atenuadores são semelhantes às dos amplificadores, no que diz respeito à absoluta fidelidade da transmissão do sinal.

Os atenuadores devem ainda atender a uma última exigência, ou seja, a de fornecer uma impedância elevada, correspondente à impedância de entrada do osciloscópio. Para esta função utilizam-se geralmente estágios transistorizados, conhecidos como **seguidores de emissor**, devido à sua propriedade de alta impedância na entrada e baixa impedância na saída.

A resistência de emissor pode, por sua vez, ser dividida em várias partes selecionáveis com o comutador ou seletor de amplitude, obtendo-se assim os indispensáveis níveis de ganho.

A **largura de faixa** que um osciloscópio é capaz de reproduzir é definida pela faixa de freqüência a ele aplicada e pode ser representada na tela sem que sua amplitude seja influenciada pelo aparelho. Na realidade, esta faixa se estende até a chamada **freqüência de corte**, para a qual existe uma atenuação de 3 dB.

Já dissemos que, para poder representar na tela o sinal aplicado à entrada vertical, há duas alternativas. Uma delas consiste em aplicar uma tensão às placas horizontais, proveniente de uma entrada externa (X) por meio de um sistema atenuador-amplificador similar ao da vertical (Y).

Outra alternativa é utilizar o circuito interno do osciloscópio, denominado **base de tempo** ou circuito de varredura, já preparado para obter os níveis de tensão necessários para a deflexão.

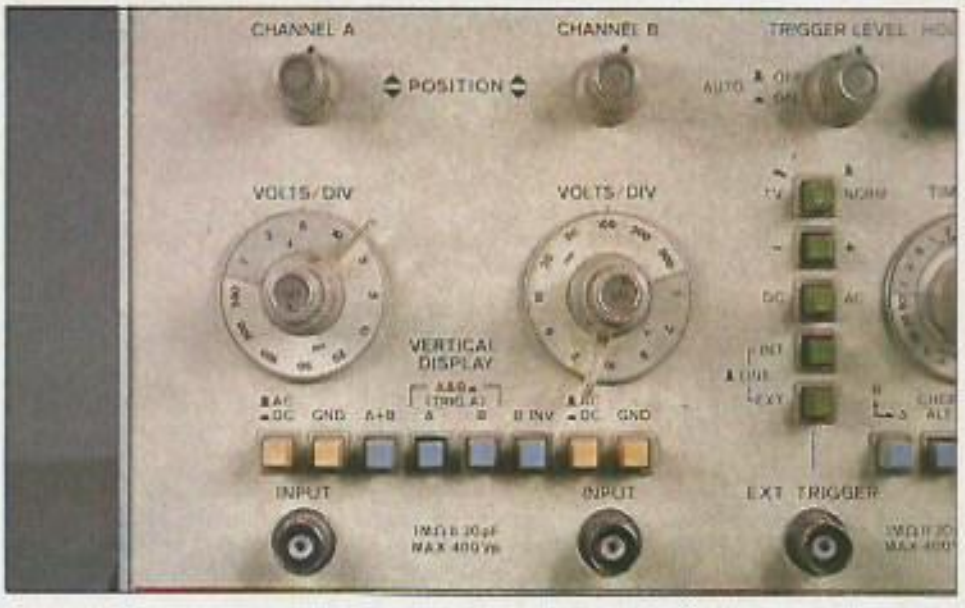
O último circuito — base de tempo — produz uma forma de onda muito peculiar, denominada **dente de serra**. Este sinal é formado por dois trechos de variação de tensão, um veloz e outro lento, e o feixe eletrônico se desloca para uma das extremidades.

Do mesmo modo em que varia a tensão de deflexão, o feixe se dirige gradualmente ao outro extremo. Quando termina esse trecho, tem início uma variação rápida no sentido contrário, e o feixe se desloca rapidamente para a extremidade inicial.

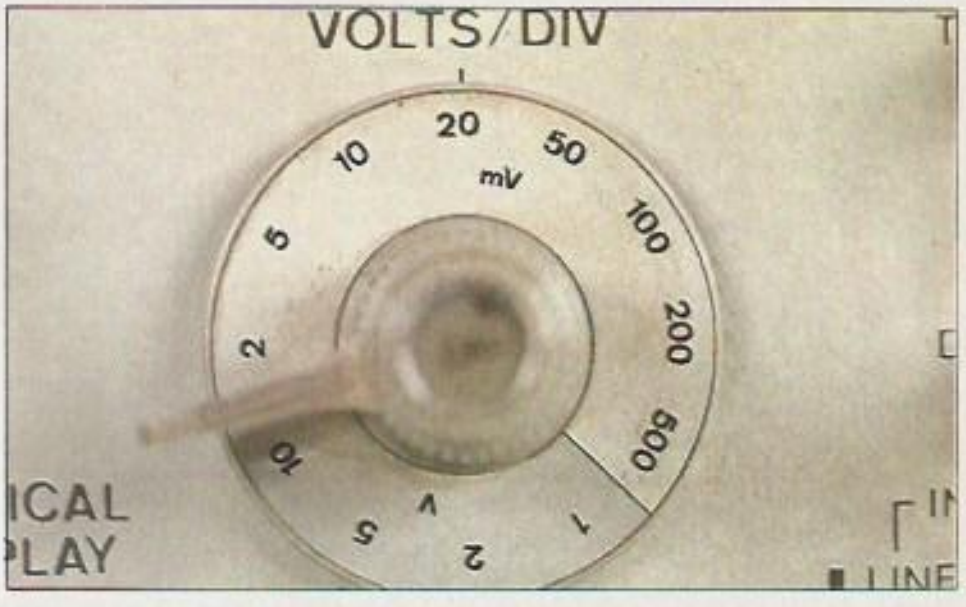
Com esta forma de onda no canal horizontal (X), cujo valor e deslocamento são proporcionais ao tempo, consegue-se visualizar as subidas e descidas do feixe na vertical.

Para que o osciloscópio trabalhe com sinais de diversas freqüências, é necessário dispor de dentes de serra de várias durações, ou seja, de varreduras com diferentes períodos.

Para isso, deve-se fazer com que os geradores internos variem a própria freqüência por meio de um comutador acessível na parte externa, que permita degraus perfeitamente **calibrados** em unidades de tempo para cada divisão da tela. Dessa maneira, um osciloscópio pode produzir, no próprio circuito de base de tempo, freqüências de varredura muito baixas ou muito altas.



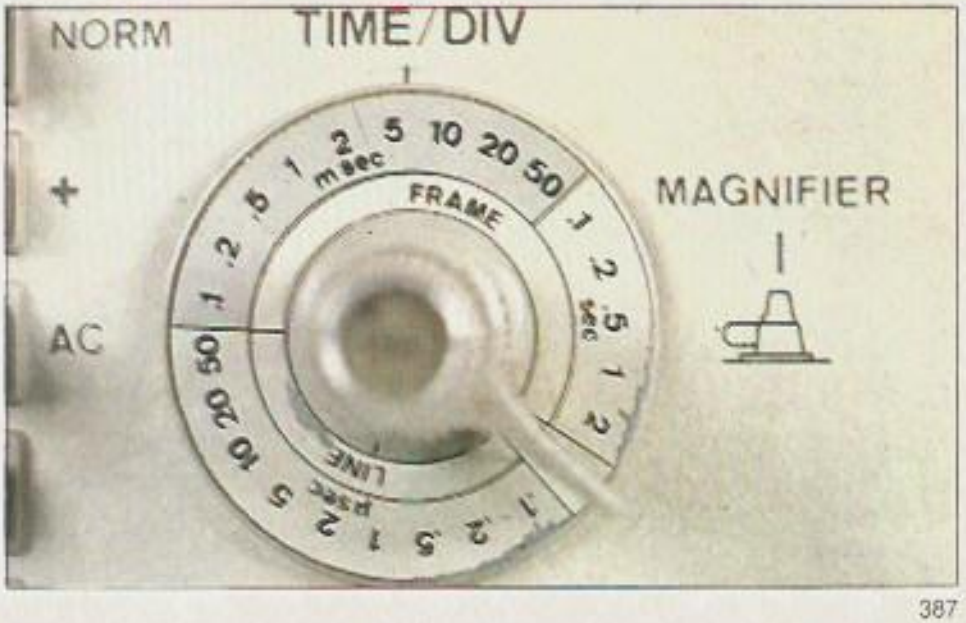
ACIMA: conjunto de entradas e controles dos canais verticais de um osciloscópio.



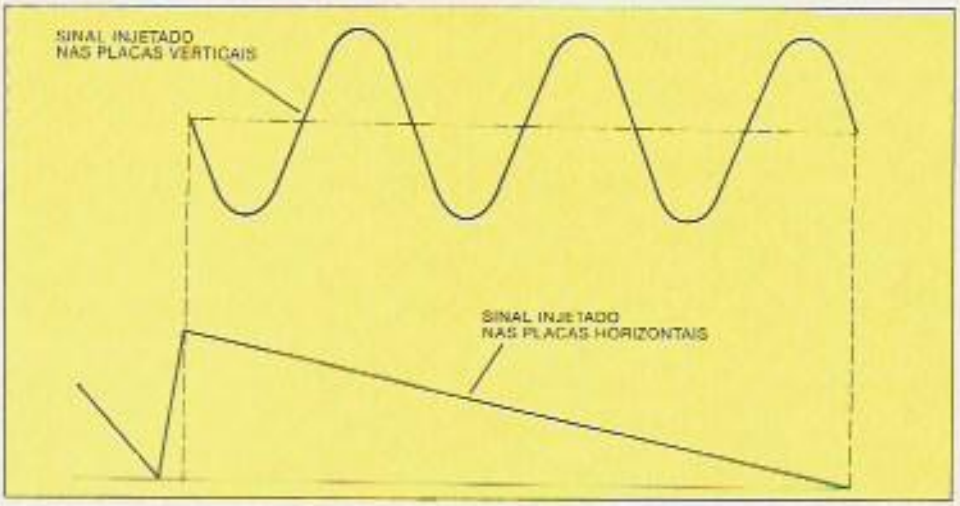
AO LADO: detalhe de um dos dois controles de ganho do amplificador vertical. Ele apresenta saltos de 10 V/divisão a 2 mV/divisão.



ACIMA: potenciômetros de controle do brilho e do foco.

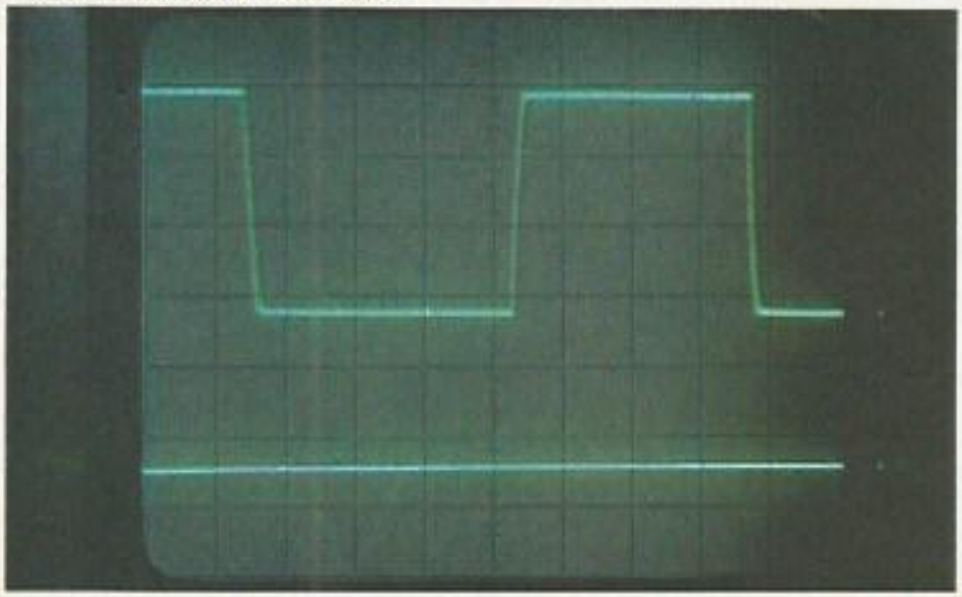


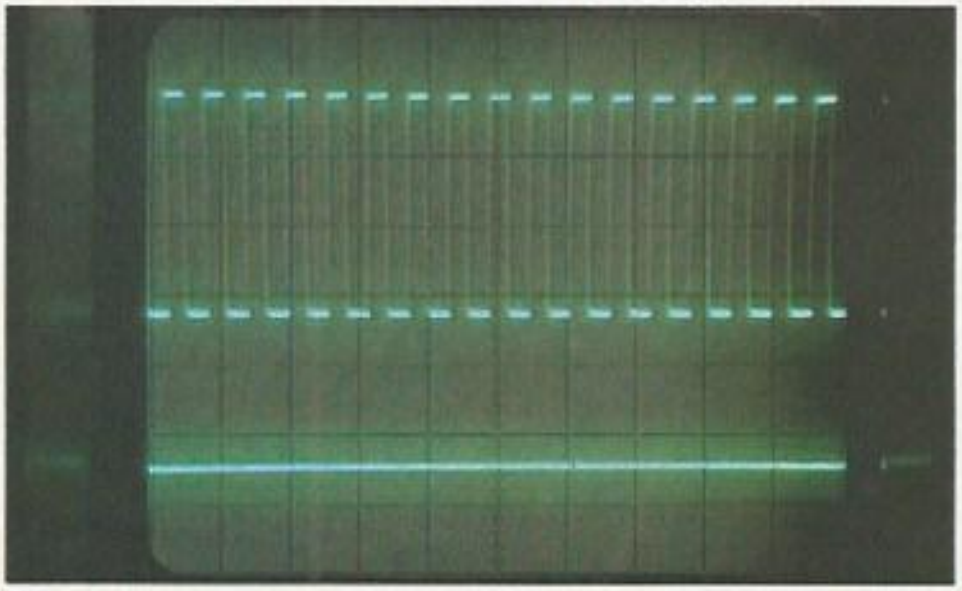
AO LADO: detalhe do controle de duração do dente de serra, com saltos de 2 s/divisão até 0,1 μs/divisão.



***ACIMA:** por meio do dente de serra inferior, obtido na base de tempo, pode-se observar os três ciclos completos do sinal.*

***ABAIXO:** as fotografias mostram dois aspectos de um mesmo sinal, analisado com tempos de exploração diferentes.*





O OSCILOSCÓPIO (2)

Como se regula a luminosidade ou brilho da tela de um osciloscópio?
Por meio da tensão aplicada ao eletrodo mais próximo do catodo ou grade de controle. A tensão aplicada na grade de controle é negativa, e exerce uma notável influência sobre a intensidade do feixe. Essa tensão pode ser controlada com facilidade por meio de um potenciômetro externo.

Como se obtém a regulagem de foco do feixe eletrônico?
Por meio de um dispositivo que tem uma função semelhante à que uma lente exerce sobre um raio luminoso. Trata-se de dois anodos aceleradores que, mesmo sendo positivos, mantêm uma certa diferença de potencial entre si. O último, que é o mais distante do catodo, é o mais positivo.

De qual fator depende a maior ou menor deflexão do feixe sobre a tela?
Do comprimento e da separação das placas de deflexão, além da distância entre o centro dessas placas e a tela. Depende também da tensão de aceleração e, sem dúvida alguma, da tensão de deflexão.

Como devem ser feitas as placas de deflexão para se obter uma boa sensibilidade do tubo?
Elas devem ser bem longas, e colocadas à menor distância possível uma da outra. Para isto é necessário dobrar as placas de modo que elas fiquem divergentes, evitando que o feixe eletrônico as atinja.

O osciloscópio pode trabalhar com sinais de diversas freqüências?
Sim, para isso é necessário dispor de um sinal "dente de serra" de várias durações, ou seja, de varreduras com diferentes períodos.

Até onde se estende a largura de faixa de um osciloscópio?
A largura de faixa se estende até a freqüência de corte, para a qual existe uma atenuação de 3 dB.

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. 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

ELETRÔNICA EDIÇÃO Nº 19

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.

KITS DISPONÍVEIS

NOME DO APARELHO	KIT PARA SER MONTADO	KIT JÁ MONTADO
TRANSMISSOR SEM FIO	Cr$ 24.600,00	Cr$ 29.520,00
DIMMER	Cr$ 28.150,00	Cr$ 37.380,00
TIMER	Cr$ 82.300,00	Cr$ 98.760,00
AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS	Cr$ 49.600,00	Cr$ 59.520,00
RÁDIO AM TRANSISTORIZADO	Cr$ 39.300,00	Cr$ 47.160,00
FONTE DE ALIMENTAÇÃO	Cr$ 78.800,00	Cr$ 94.560,00
DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARRO	Cr$ 47.600,00	Cr$ 57.120,00
SEQÜENCIAL DE 4 CANAIS	Cr$ 89.900,00	Cr$ 107.880,00
AMPLIFICADOR ESTÉREO DE MESA	Cr$ 88.700,00	Cr$ 106.440,00
TESTADOR DE BATERIA DE CARRO	Cr$ 15.280,00	Cr$ 18.800,00
PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 31/12/84		



2,00

PASSARINHO ELETRÔNICO

Você vai se divertir com a curiosa montagem do passarinho eletrônico. Automaticamente, ele canta, pára e recomeça seu gorjeio, imitando um passarinho de verdade.
Para "alimentá-lo", bastam quatro pilhas pequenas ligadas em série.

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO

KIT (para ser montado)
Preço: Cr$ 28.000,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 15/12/84