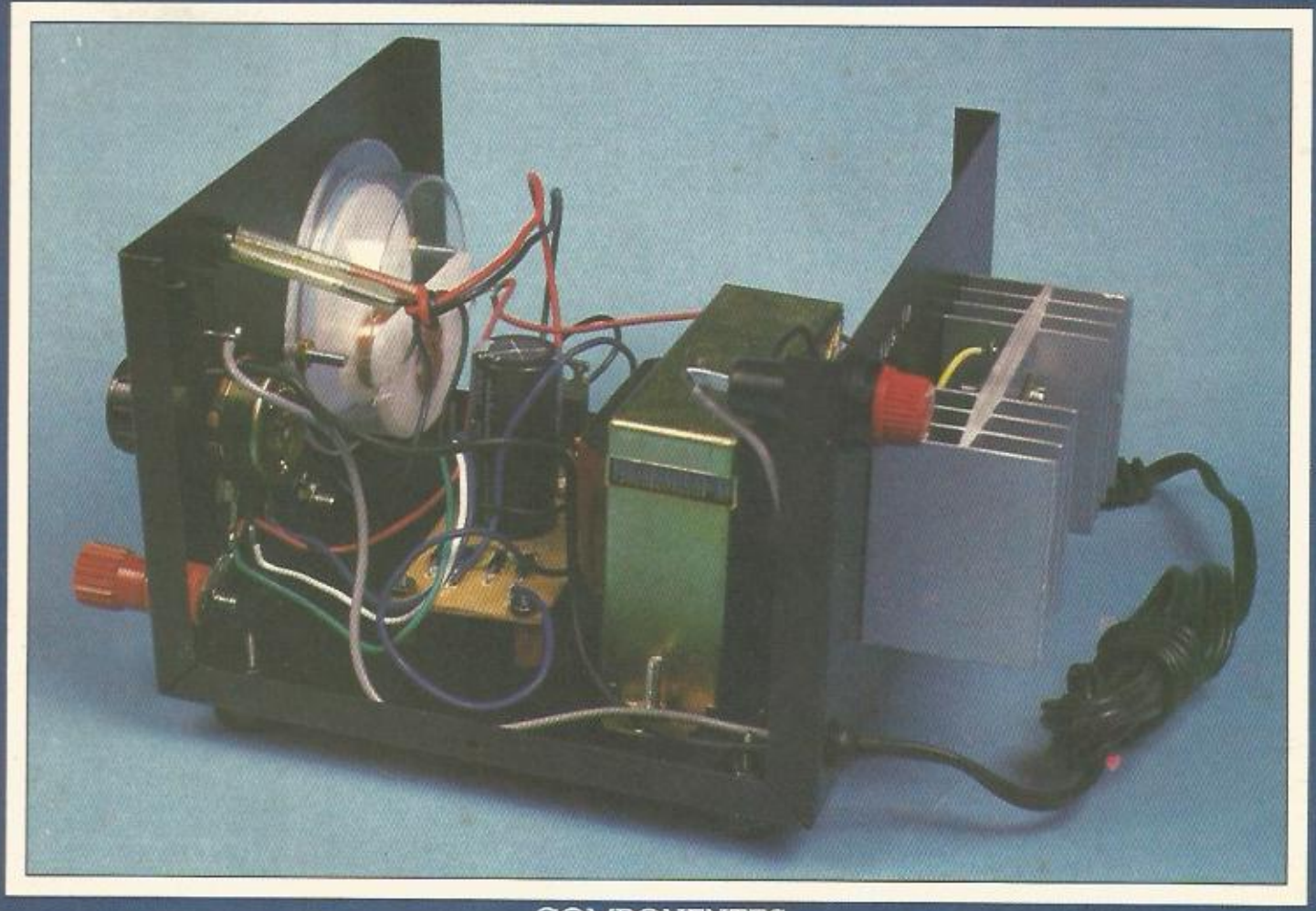
ELETRÔNICA

7 PASSO A PASSO Cr$ 1.900

Abril Cultural



COMPONENTES

O DIODO

MONTAGEM

OS SÍMBOLOS DOS COMPONENTES

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

INSTRUMENTAÇÃO

O CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO

7
ETRÔNICA

Recorte este selo. Leia, ao lado, o regulamento do concurso ELETRÔNICA PASSO A PASSO

ABRIL CULTURAL

Editor:
VICTOR CIVITA

Divisão Fascículos
Diretor-Gerente:
Roberto Martins Silveira

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO

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

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

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

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

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

Colaboração:
Fotografias: Hugo Lenzi
Kits: J.M.E. Comércio e Indústria Eletrônica Ltda.
Gráficos: Claudiner Campos
Tradução: Nelson Corga

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.

REGULAMENTO DO GRANDE CONCURSO ELETRÔNICA PASSO A PASSO

Para participar deste concurso, você deverá mandar a descrição de um comercial de televisão, de sua livre imaginação, alusivo ao fascículo *Eletrônica Passo a Passo*, descrevendo as cenas e o texto; recortar e juntar 6 selos da 2ª capa dos fascículos 1 ao 9, indistintamente.
O comercial de televisão deverá ser transcrito no espaço apropriado existente na carta-resposta distribuída com o fascículo 1, em 10 linhas datilografadas ou 15 manuscritas.
Caso não deseje utilizar a carta-resposta, basta enviar os dados, mais os selos e a idéia do comercial de televisão, tudo junto no mesmo envelope endereçado à Abril S/A Cultural -Divisão Fascículos - Rua Treze de Maio, 1259, São Paulo - SP -CEP: 01327, GRANDE CONCURSO ELETRÔNICA PASSO A PASSO
Serão considerados participantes os trabalhos enviados até 26 de agosto de 1984.
Você pode participar com quantos comerciais de televisão quiser, separadamente, desde que mande cada um deles com seis selos. Todos os comerciais de televisão, classificados ou não, passarão a pertencer à Abril S/A Cultural.
Os funcionários da Abril S/A Cultural não poderão participar do concurso. Os trabalhos de seleção e classificação serão realizados por uma Comissão Julgadora, constituída de redatores da Abril S/A Cultural e diretores da agência Fox Propaganda Ltda., cuja decisão será soberana e irrevogável.
Os comerciais de televisão serão selecionados pela criatividade, adequação à publicação e clareza da mensagem. Serão selecionados e classificados os dez melhores comerciais de televisão, cabendo ao *1.º colocado* uma televisão Mitsubishi com zoom, modelo TC 200 L-Z, 20'' em cores; do *2.º ao 4.º colocado*: um conjunto de som Aiko micro sistem; do *5.º ao 7.º colocado*: um radiogravador Aiko, estéreo, modelo BR-420; do *8.º ao 10.º colocado*: 1 radiogravador Aiko, modelo 405.
A apuração será realizada em 31 de agosto de 1984, na sede da Abril S/A Cultural, à Rua 13 de Maio, 1259, onde os prêmios estarão expostos. O resultado será divulgado nos fascículos de *Eletrônica Passo a Passo*, e os contemplados serão notificados pela Abril S/A Cultural.
Se você tiver alguma dúvida, consulte nosso Serviço de Atendimento ao Leitor, pelo telefone (011) 288-6298.
Certificado de Autorização nº 01/00/691/84, de 22/05.

NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
OUTRO CAPÍTULO DEDICADO AO DIODO, IMPORTANTÍSSIMO COMPONENTE DOS CIRCUITOS. VOCÊ VAI CONHECER OS PRINCIPAIS TIPOS DE DIODO. E TAMBÉM OS CIRCUITOS EM PONTE.

MONTAGEM:
A DESSOLDAGEM É UMA OPERAÇÃO MUITO ESPECIAL E MERECE SUA ATENÇÃO. NESTE CAPÍTULO VAMOS ESTUDAR NÃO SÓ ESSA OPERAÇÃO, COMO TAMBÉM OS ACESSÓRIOS USADOS NA SUA REALIZAÇÃO.

A SUA PRÓXIMA MONTAGEM SERÁ UM DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARROS. QUANDO LIGADO NO SISTEMA ELÉTRICO DO CARRO, ESSE DISPOSITIVO DESLIGA O MOTOR 3 SEGUNDOS DEPOIS DA PARTIDA.

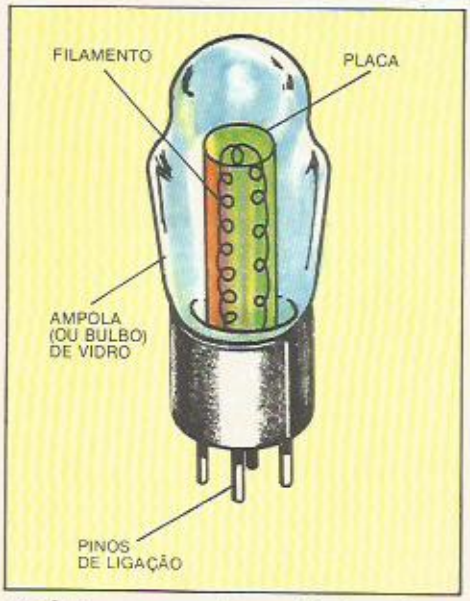
INSTRUMENTAÇÃO:
VOLTAREMOS À FALAR DO CIRCUITO OU FONTE DE ALIMENTAÇÃO. CONSIDERAREMOS AS PRINCIPAIS LIMITAÇÕES DE UM CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO COMUM E OS MÉTODOS UTILIZADOS PARA SUPERÁ-LAS.

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

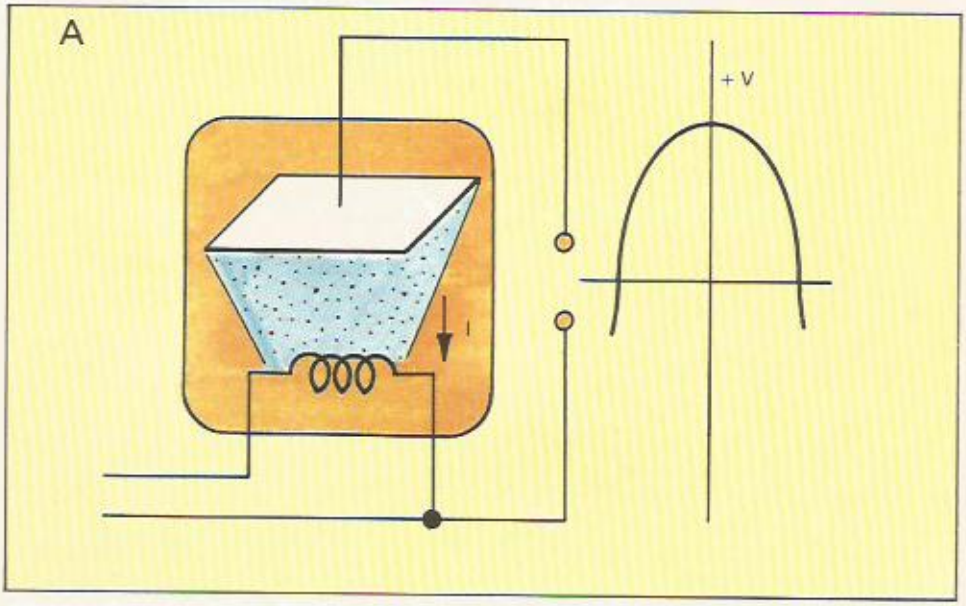
Edição organizada por Abril S/A Cultural (art. 15 da Lei 5988, de 14/12/1973).
Esta obra foi integralmente impressa na Divisão Gráfica da Editora Abril S/A

O DIODO (1)

O diodo é um componente eletrônico importantíssimo — você ainda vai ouvir falar muito dele. Neste capítulo, encontra-se tudo o que é necessário saber sobre o uso e o funcionamento dos diferentes tipos de diodo.



ACIMA: esquema de um diodo a vácuo. Observe a disposição do filamento e a disposição da placa.



ACIMA: como funciona um diodo retificador a vácuo: A) Na semi-onda positiva de tensão, o diodo conduz corrente. B) Na semi-onda negativa de tensão, o diodo não conduz corrente.

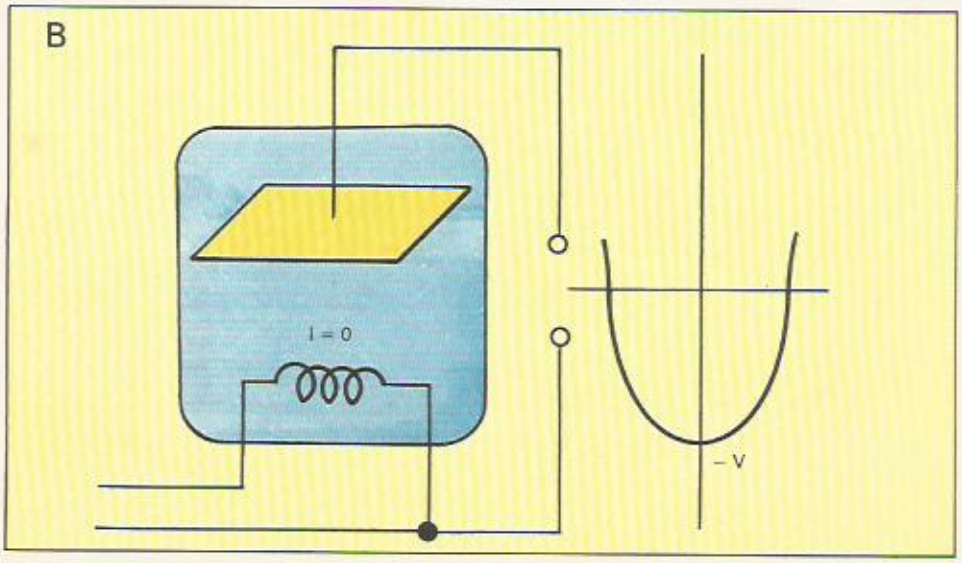
O diodo é um componente eletrônico que serve para transformar as correntes alternadas em correntes contínuas ou em correntes pulsantes de uma única polaridade. Exemplo dessa última possibilidade é a demodulação, uma função indispensável nos receptores de rádio e de televisão.

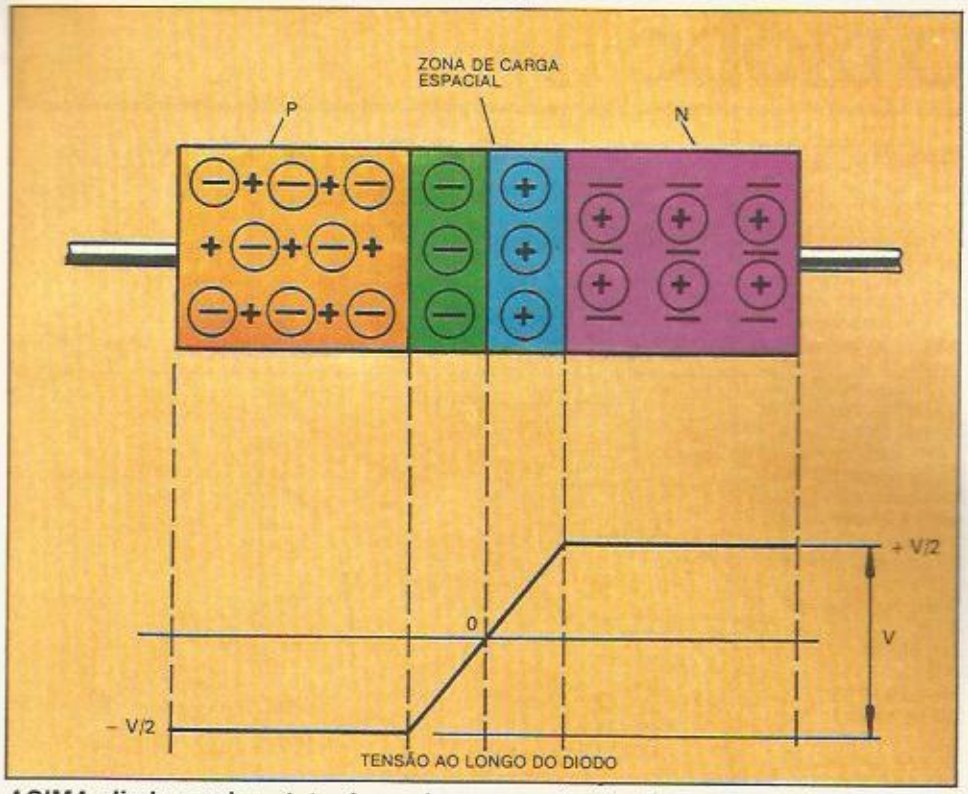
Embora atualmente os diodos sejam quase todos construídos com materiais semicondutores, até pouco tempo atrás empregavam-se apenas os chamados diodos a vácuo.

Diodos a vácuo

Como todos os outros componentes da mesma geração, com o nome comum de **válvulas eletrônicas**, o diodo a vácuo aproveita a propriedade de alguns materiais emitirem quantidade relativamente elevada de elétrons quando aquecidos a uma temperatura próxima da incandescência. Isso pode ser notado entre a cor vermelho-escura e a branco-amarelada, esta última típica do filamento das lâmpadas comuns.

Assim como as lâmpadas, as válvulas não têm ar em seu interior. Isso é importante porque os filamentos, nas temperaturas elevadas em que funcionam, não podem ficar expostos ao ar. Se isso acontecer, eles se oxidam rapidamente e queimam. É, pois, para evitar a oxidação que os constituintes básicos da válvula são colocados dentro de uma cápsula de metal ou de vidro transparente. Depois de criado o vácuo no interior da cápsula, ela é hermeticamente fechada. Os elétrons emitidos pelo catodo, depois de aquecido o fila-





ACIMA: diodo semicondutor formado por uma junção P-N. Note a região de carga espacial: nela as cargas não são compensadas. A curva mostra o andamento característico do potencial elétrico ao longo do diodo.

mento, são recolhidos por uma lâmina condutora (placa ou anodo) que envolve o catodo a uma certa distância. A placa deve ser submetida a uma tensão positiva, em relação ao catodo, para poder atrair os elétrons, que têm carga negativa, e estabelecer uma corrente elétrica através do vácuo.

Embora a corrente que circula na válvula seja uma corrente de cargas negativas (elétrons), que vai do catodo para o anodo (placa), tudo se passa na prática como se fosse o inverso, ou seja, uma corrente de cargas positivas circularia do anodo para o catodo. Não importa, porém, se se considera a corrente positiva ou negativa; o fato é que ela circula em apenas um sentido.

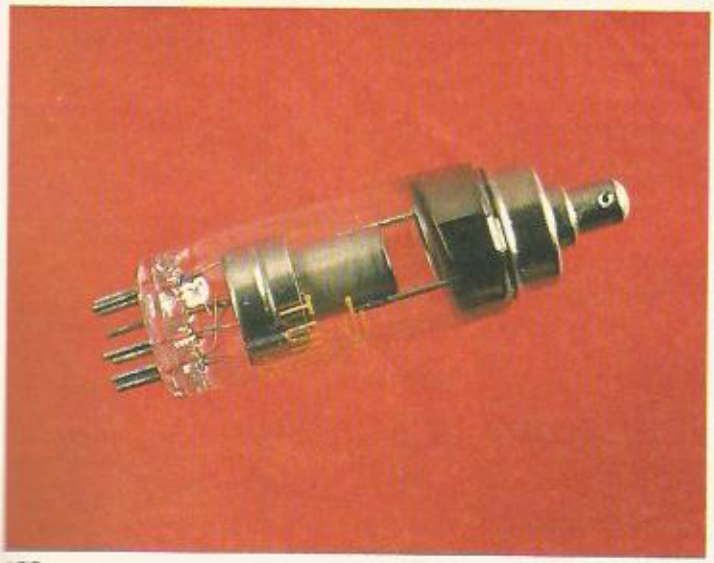
Mas, embora o diodo a vácuo não permita uma passagem de corrente no sentido contrário, é possível fazer a conversão da corrente alternada em contínua. Este processo é chamado **retificação**.

Para fazer a retificação, aplica-se ao diodo uma tensão alternada a fim de se produzir a circulação de uma corrente apenas nos momentos em que o anodo é mais positivo do que o catodo, isto é, nas fases consideradas positivas. Nas fases negativas, o diodo não conduz corrente, pois nessas fases o anodo, sendo mais negativo do que o catodo, não atrai elétrons, e a circulação de corrente se torna impossível. Dessa maneira, obtém-se uma corrente "pulsante", pois ela circula apenas em determinados momentos. Todavia, com o uso de alguns circuitos apropriados ligados ao diodo, essa corrente pulsante pode ser convertida em uma corrente unidirecional constante — coisa muito útil para a aplicação prática.

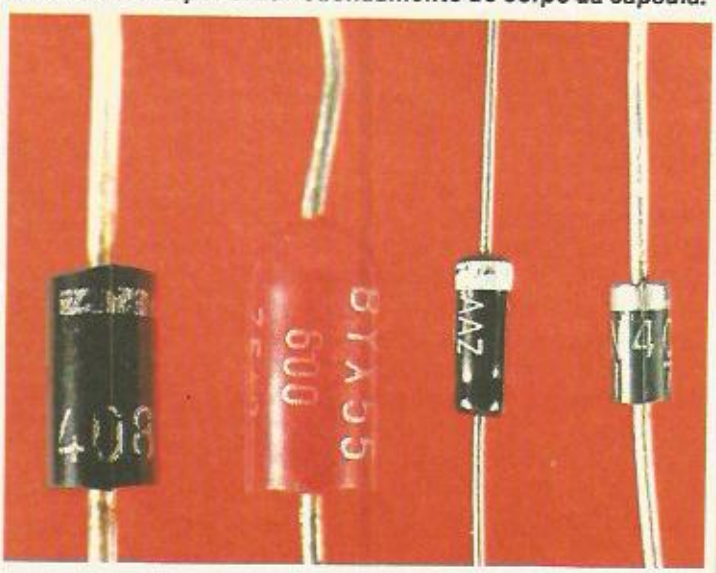
O aspecto típico de um diodo a vácuo é o de um cilindro de vidro com a extremidade superior arredondada. Na base do cilindro estão os terminais ou pinos de ligação: eles são conectados ao catodo, à placa e ao filamento. No centro da extremidade superior da cápsula, pode-se notar o ponto em que o vidro foi selado depois de se ter criado o vácuo no interior do diodo.

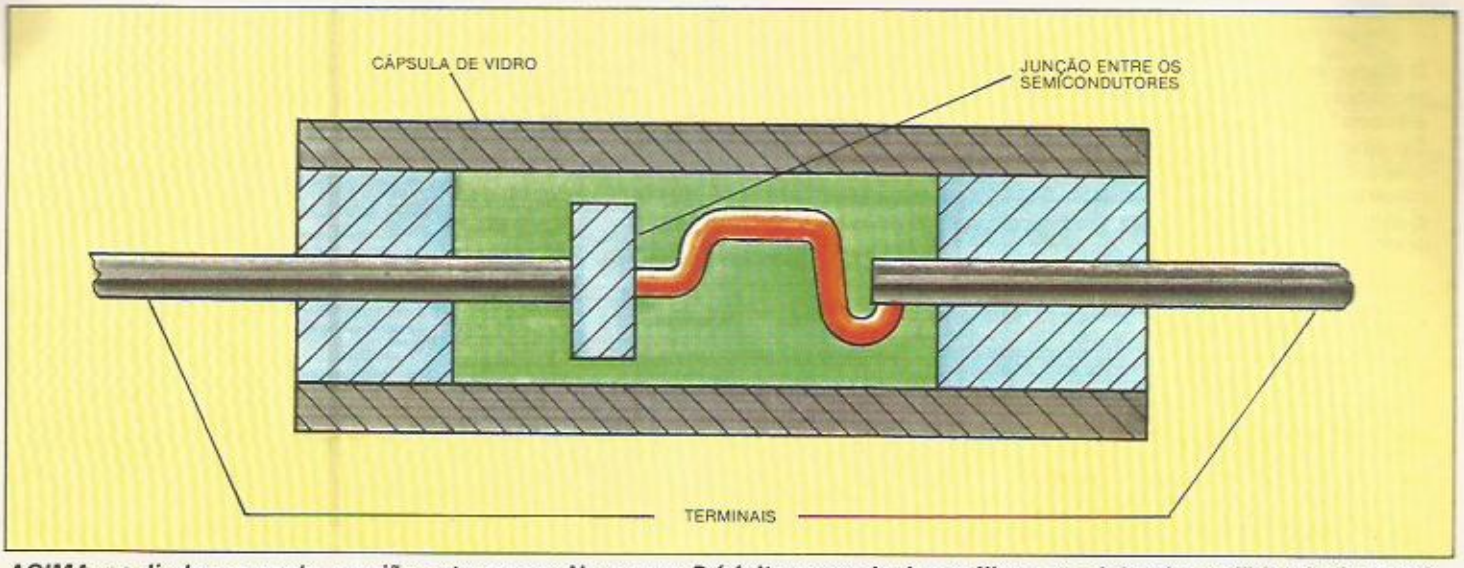
Todos os tipos de válvula têm uma base padronizada, em geral com sete ou nove pinos. No caso dos diodos com nove pinos, cinco deles não são usados, ou são ligados aos outros, de modo que o anodo e o catodo podem estar ligados a mais de um terminal exter-

ABAIXO: diodo a vácuo moderno. Este modelo geralmente é empregado quando entram em jogo altíssimas tensões. A ligação da placa é feita através da parte superior.



ABAIXO: alguns modelos de diodos semicondutores com cápsula de plástico. O catodo é indicado por meio de um anel branco ou por um arredondamento do corpo da cápsula.





ACIMA: no diodo em ponta, a união entre a zona N e a zona P é feita por meio de um filamento dobrado em "bigode de gato".

no. Nesse caso, a montagem no circuito se faz através de um suporte intermediário, o **soquete**, no qual se encaixam, por pressão, os pinos da válvula. No lado oposto ao encaixe dos pinos, o soquete possui terminais para soldagem e ligação com o circuito; a fixação mecânica do soquete é feita por meio de dois parafusos. O soquete facilita as operações de manutenção dos aparelhos eletrônicos, pois as válvulas podem ser substituídas rapidamente.

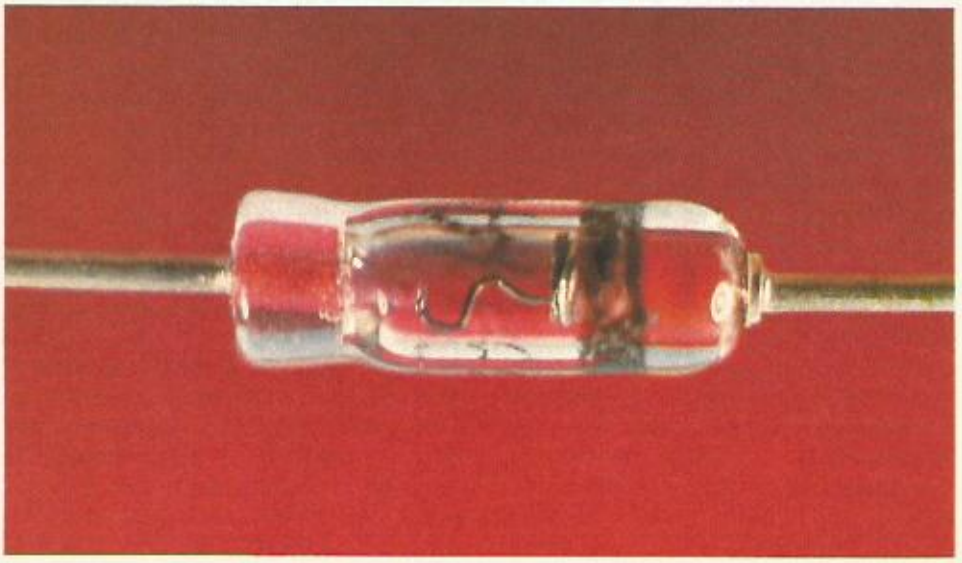
Diodos semicondutores

Os modernos diodos semicondutores apresentam um comportamento semelhante aos diodos a vácuo em relação à corrente elétrica. Eles são constituídos por duas regiões de material semicondutor (silício, germânio, arseneto de gálio, etc.) que formam uma **junção P-N**. O material semicondutor da região P é químico e termicamente processado para poder associar-se a uma outra substância, cujos átomos apresentam uma carência de elétrons na última camada eletrônica. O material semicondutor da região N, ao contrário, é agregado a uma substância que apresenta um excesso de elétrons na última camada eletrônica. O processo de dopagem de impureza (as substâncias agregadas) tipo P ou tipo N num cristal semicondutor é que permite o contato físico e elétrico entre as duas regiões. Em cada uma das regiões, P e N, coloca-se um terminal de ligação metálico, no qual é soldado um fio. O conjunto é isolado eletricamente do exterior por meio de um revestimento de vidro ou de resina plástica.



ACIMA: diodo semicondutor retificador. A cápsula tem uma forma incomum, mas o catodo é indicado como nos diodos convencionais.

ABAIXO: foto de um diodo de ponta. Você pode notar o "bigode" que faz a junção.

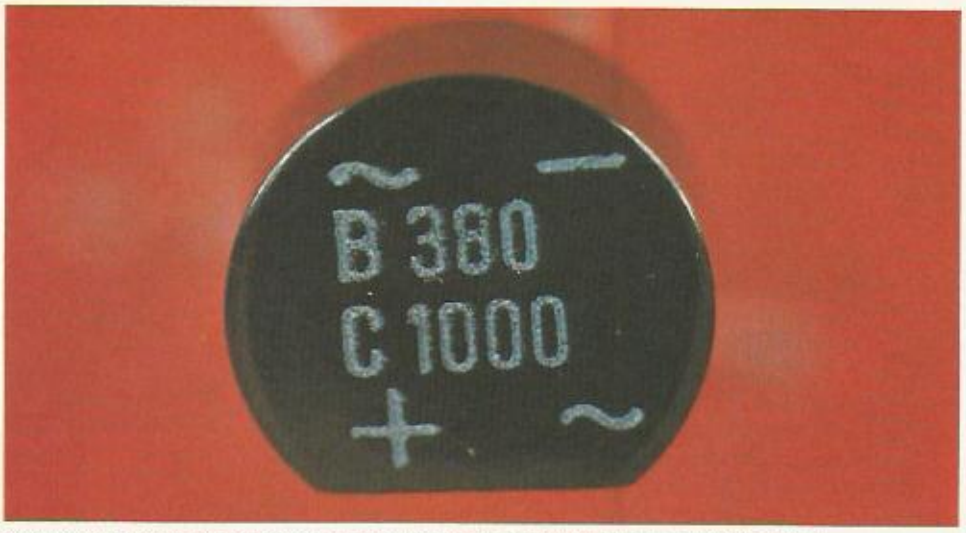


O filamento de uma lâmpada incandescente comum emite elétrons?
Sim, mas a emissão de elétrons é pequena, devido ao material que se usa na construção do filamento, o tungstênio, e, além disso, não existe uma placa para coletar estes elétrons.

O que aconteceria se acidentalmente entrasse ar em uma lâmpada incandescente comum?
O filamento dessa lâmpada, devido à infiltração do ar, se oxidaria e queimaria em frações de segundo.

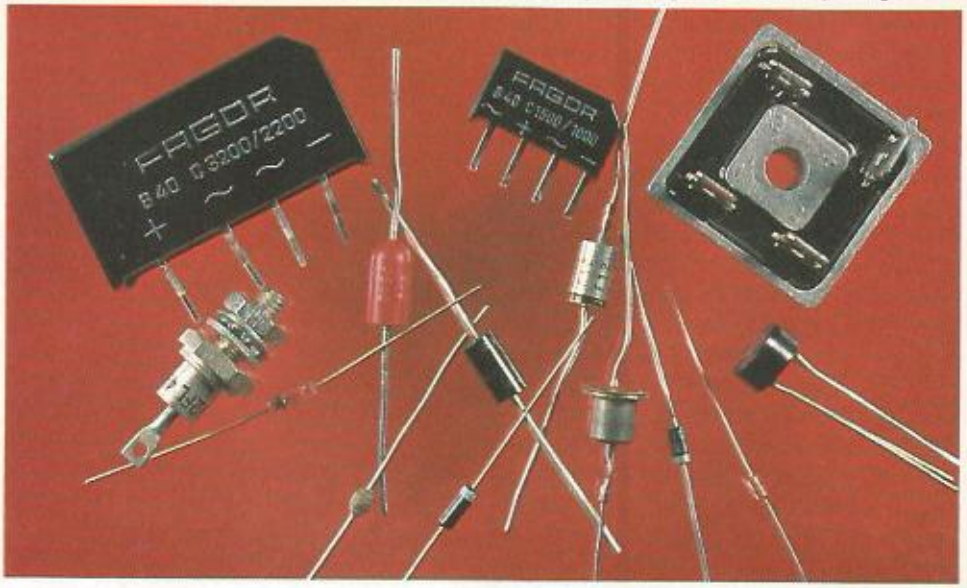
Os materiais normalmente empregados na fabricação de diodos semicondutores, como o silício e o germânio, podem ser considerados condutores de eletricidade?
No estado puro, não. Mas, se eles forem dopados com impurezas do tipo N ou P, sofrerão uma transformação e poderão ter um grau de condutividade elétrica, que depende da quantidade de impureza dopante.

Numa junção P-N não polarizada, a que se deve o fato de a região chamada N ser mais positiva do que a P?
Este fenômeno ocorre porque a região N, originalmente com muitos elétrons, cede alguns deles para a região P, que é totalmente carente de elétrons. Desse modo, a região P torna-se negativa em relação à região N, e esta tende a ficar mais positiva exatamente porque cedeu cargas negativas à região P.



ACIMA: cápsula em que estão contidos 4 diodos ligados em "ponte".

ABAIXO: diferentes diodos semicondutores, adequados para várias aplicações.



Na zona de transição da região tipo P para a região tipo N, de uma junção P-N, forma-se uma zona denominada **zona de depleção**, que contém uma carga espacial. Esta carga espacial dá origem a uma diferença de potência entre a região P e a região N, de modo que a região P se torna negativa em relação à N. Esta diferença de potencial é da ordem de 0,6 a 0,9 V no silício, e é chamada barreira de potencial. Como a região P é formada por impurezas carentes de elétrons, o número de elétrons livres nesta região é muito pequeno. O contrário ocorre com a região N, cujas impurezas têm excesso de elétrons. No equilíbrio, como a região N é mais negativa do que a região P, os elétrons não podem passar a barreira de potencial: do lado N para o lado P. Também não há passagem de elétrons do lado P para o lado N porque existem poucos elétrons na região P. Com isso, a corrente total é igual a zero.

Mas, se se aplica uma tensão externa, de modo que o lado P se torne mais positivo do que o N, há uma redução da barreira de potencial, que tende a nivelar as duas regiões. Com isso, os elétrons podem passar da região N para a P, resultando uma circulação de corrente. Para vencer a resistência ôhmica dos fios e dos corpos das regiões P e N, é preciso usar uma parte da tensão externa.

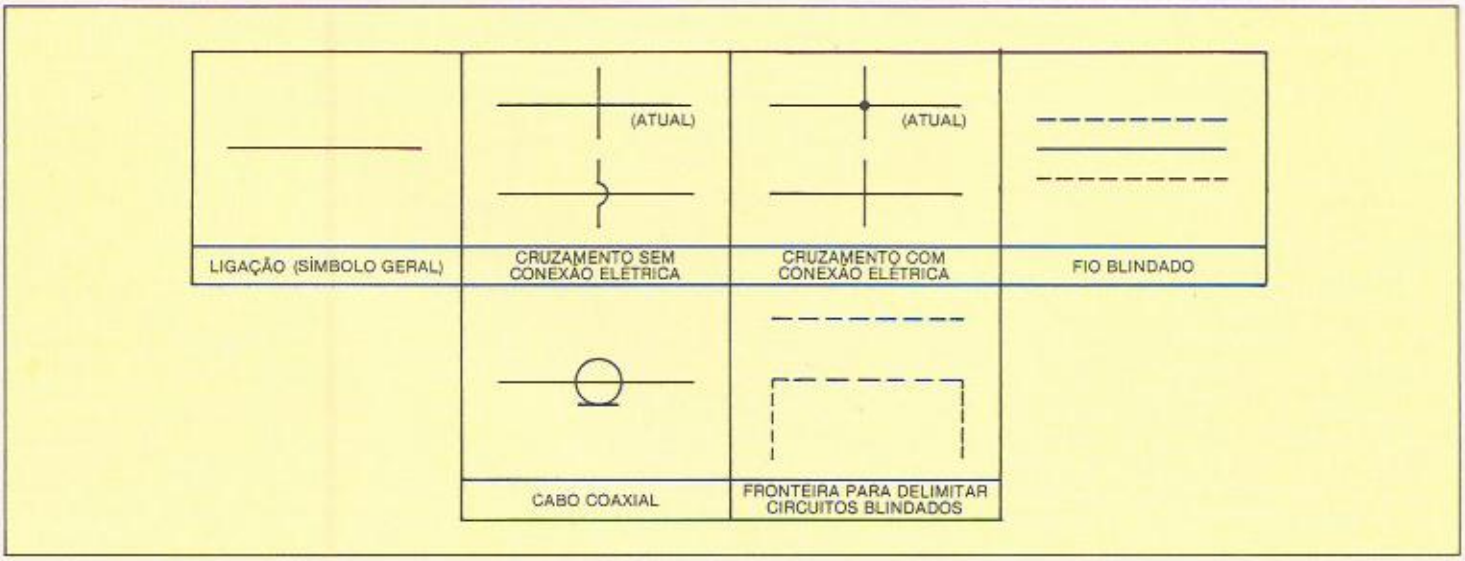
Naturalmente, se a tensão externa é aplicada com a polaridade invertida — com o positivo ligado à região N e o negativo à região P —, a tensão externa soma-se à barreira de tensão, aumentando-a. Com isso, não se obtém circulação de corrente, a não ser a insignificante corrente devida aos poucos elétrons existentes na região P.

Como se pode notar, o diodo semicondutor pode ser empregado de modo semelhante ao diodo a vácuo para a conversão de corrente alternada em corrente contínua. Mas, o diodo semicondutor é usado atualmente em muito maior escala, graças às grandes vantagens que pode oferecer:

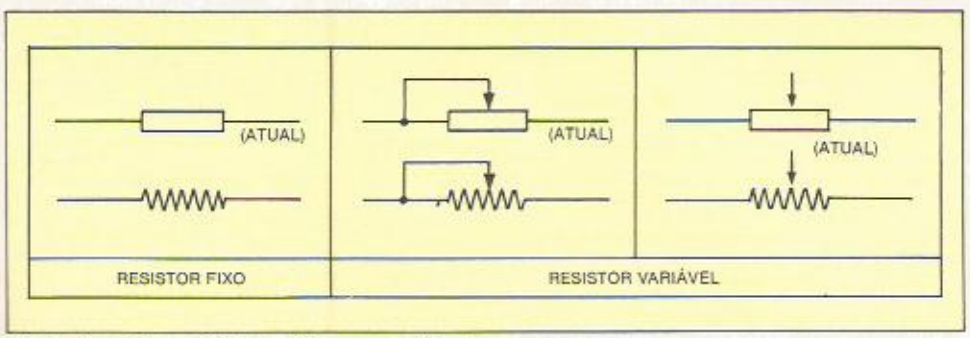
- Possui dimensões muito menores, o que contribui para a miniaturização dos circuitos.
- Funciona também com tensões muito baixas, o que permite seu emprego em circuitos alimentados por pilhas ou por baterias.
- Pode ser utilizado em aparelhos onde estão em jogo correntes muito elevadas, o que não acontece com os diodos a vácuo.

OS SÍMBOLOS DOS COMPONENTES

Para representar graficamente os aparelhos eletrônicos — de uma maneira que fique bem claro para quem deve trabalhar em seus circuitos —, emprega-se uma série de símbolos universais. Neste capítulo, você vai conhecer esses símbolos, e, com um pouco de prática, poderá interpretar os esquemas elétricos, compreendendo o modo de operação e a função dos circuitos.



Símbolos dos fios e cabos. Observe a representação da blindagem, feita com linhas tracejadas.

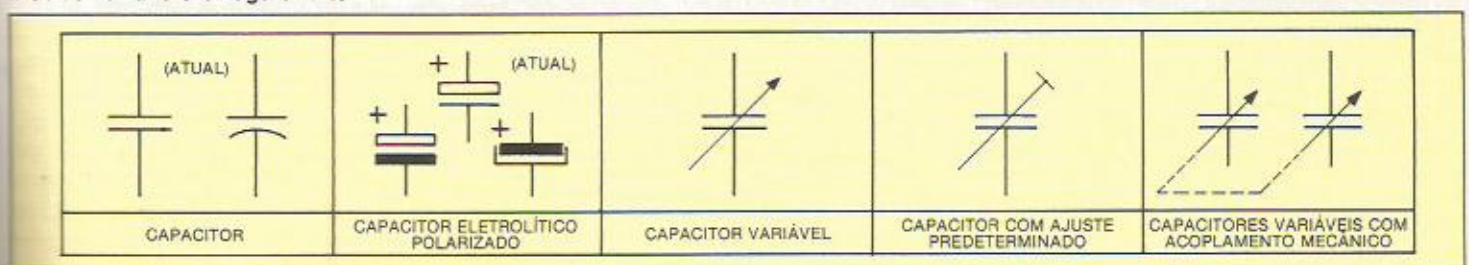


Símbolos dos resistores fixos e variáveis.

Ao longo desta obra, falamos a respeito de um grande número de componentes que são empregados nos circuitos e nos aparelhos eletrônicos. Para que eles possam ser representados graficamente, é necessário adotar símbolos convencionais.

Organizando estes símbolos de maneira adequada, podemos representar esquematicamente os circuitos dos aparelhos eletrônicos. Dessa maneira, o funcionamento do aparelho pode ser compreendido por qualquer pessoa que conheça os símbolos, não impor-

Símbolos dos capacitores. Distinguem-se claramente os de polaridade fixa dos chamados variáveis e reguláveis.



tando a língua que ela fale, pois os símbolos, salvo umas poucas exceções, são universais.

O conhecimento desses símbolos é, portanto, de importância fundamental para todo aquele que deseja começar a estudar eletrônica.

A representação gráfica dos componentes e de suas ligações recebe o nome de **esquema elétrico**. Olhando um esquema elétrico, é muito fácil reconhecer cada um dos componentes que fazem parte do circuito, graças aos símbolos que os representam.

Não é tão simples, porém, determinar a partir do esquema o modo de operação do componente ou a função que o circuito realiza. Para isso, será preciso adquirir maior experiência na interpretação dos esquemas. E essa experiência é uma decorrência natural, pode-se dizer, dos estudos e da realização de trabalhos.

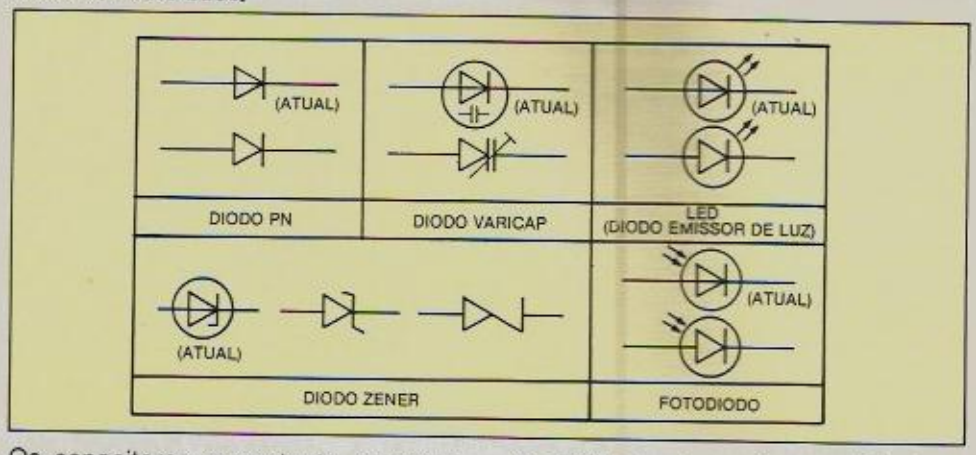
Como você pode observar nas ilustrações, os fios e os cabos são representados por linhas. A ligação entre eles ou com terminais de componentes é representada atualmente por um pequeno círculo preto, colocado no ponto em que os fios ou cabos se cruzam.

Os resistores, por sua vez, são representados atualmente pelo símbolo que está na parte superior da figura. Junto ao símbolo do resistor vêm discriminados o valor ôhmico e a potência dissipada; esta última, apenas quando for significativa. Não há representação especial para os diferentes tipos de resistor (pirolítico, bobinado, de película metálica e outros); usa-se o mesmo símbolo para todos eles.



Símbolos dos transformadores, diferenciando-se os vários tipos de núcleo.

Todos os símbolos dos diodos são obtidos acrescentando-se um detalhe determinado ao símbolo base.

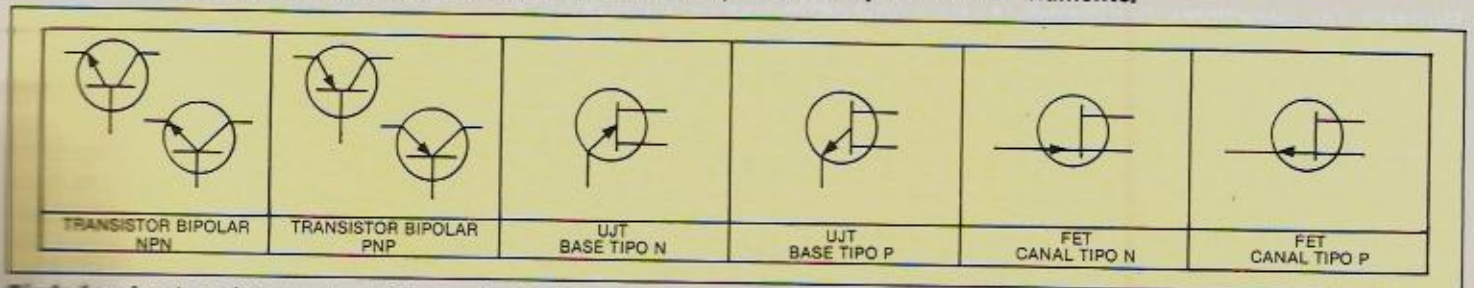


Os capacitores, no entanto, possuem duas representações diferentes, conforme se trate de capacitores de polaridade fixa (eletrolíticos) ou não (cerâmicos e de poliéster). No primeiro caso, a polaridade é indicada no símbolo. Além disso, coloca-se junto ao símbolo do capacitor os valores da capacitância e, algumas vezes, o valor da tensão máxima de trabalho.

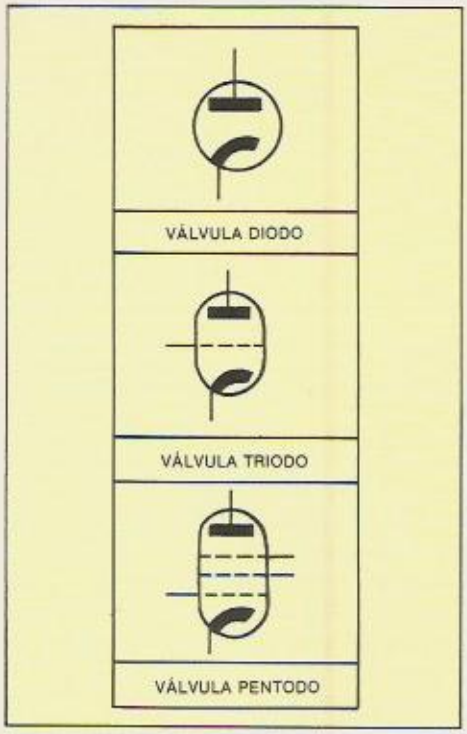
Com relação aos transformadores, há símbolos diferentes para o núcleo, conforme seja ele de ferrite, de ferro ou de ferro laminado. Geralmente, represen-



Símbolos das bobinas, semelhantes aos dos transformadores, mas com apenas um enrolamento.



Símbolos dos transistores: transistores do tipo bipolar e transistores de efeito de campo.



Símbolos dos tipos de válvulas a vácuo.

ta-se o primário à esquerda e o secundário à direita do transformador. As bobinas têm um símbolo semelhante ao dos transformadores, mas com apenas um enrolamento.

Para os diodos há um símbolo básico. A este símbolo são acrescentados sinais particulares para representar os diversos tipos deste componente (zener, varicap, LED e outros).

Os transistores se dividem em dois tipos básicos, cada qual com símbolo próprio: o transistor bipolar e o transistor de efeito de campo — TEC (em inglês, ***FET***). O transistor bipolar pode ser NPN ou PNP, de acordo com as regiões que o compõem. O transistor FET pode ser do tipo porta isolada, metal óxido semicondutor, MOS, ou do tipo de junção. Dependendo da região que o constitui, pode ser canal N ou canal P (a seta é sempre dirigida da região P para a região N). Ao lado do símbolo, indica-se ainda o tipo de transistor. Outro dispositivo que encontra bastante aplicações é o transistor de unijunção. O funcionamento de um unijunção difere do funcionamento de um transistor bipolar e de um TEC.

Os símbolos das válvulas a vácuo têm sempre dois elementos fundamentais: o catodo e a placa. De acordo com o tipo de válvula que se deve representar (triodo, tetrodo, pentodo, eptodo), traçam-se linhas espaçadas entre os sím-

NOÇÕES TEÓRICAS

Conversão da corrente alternada em contínua

Hoje em dia, todos os sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica, para uso industrial ou doméstico, baseiam-se no emprego da tensão alternada. Isso porque a tensão alternada pode ser facilmente transformada para a obtenção das tensões necessárias onde quer que seja utilizada — característica que a tensão contínua não possui.

Por outro lado, em um grande número de casos é necessário contar com uma fonte de tensão contínua, que é usada em alguns processos industriais e para fazer funcionar a maioria dos equipamentos eletrônicos. Assim sendo, é indispensável recorrer aos sistemas que produzam tensão contínua — no próprio local de utilização — a partir da corrente alternada fornecida pela rede elétrica.

Os sistemas de conversão de tensão alternada em contínua são chamados de **retificadores**. *Seu funcionamento baseia-se no fato de eles permitirem a circulação da corrente em apenas um sentido, anulando a corrente que circula em sentido oposto.*

Existem dois tipos de retificador: o de **meia-onda** *e o de* **onda completa**. *Os retificadores de meia-onda aproveitam apenas o semiciclo em que a tensão é positiva ou negativa, conforme o caso. Para isso, eles eliminam o efeito da tensão polarizada em sentido contrário. A corrente na saída do retificador é formada por uma série de pulsos, separados por intervalos em que não há condução de corrente.*

Os retificadores de onda completa funcionam como se fossem dois circuitos de meia-onda acoplados: um conduzindo a corrente no ciclo positivo e outro conduzindo a corrente no ciclo negativo. Obtém-se, desse modo, um único sentido de circulação para as correntes dos dois semiciclos.

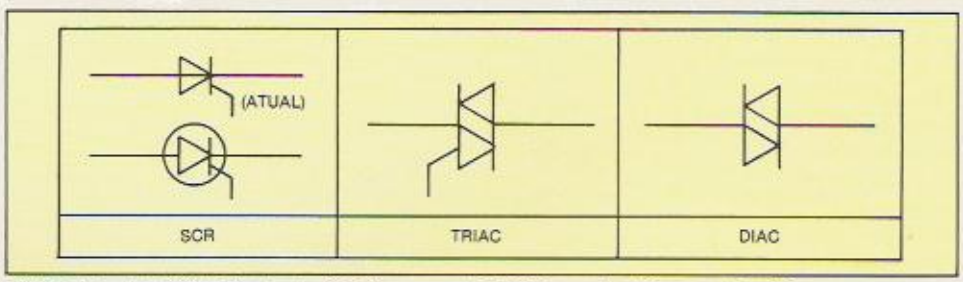
A corrente resultante é constituída por pulsos consecutivos, ou seja, sem os intervalos em que não há condução de corrente.

Em alguns casos, é necessário adotar um elemento adicional para se conseguir na saída uma corrente mais uniforme do que a obtida apenas com o retificador. Este elemento, chamado **filtro**, *é constituído por outros elementos capazes de armazenar energia elétrica, tanto eletrostaticamente, como acontece nos capacitores, quanto eletromagneticamente, como ocorre nas bobinas.*

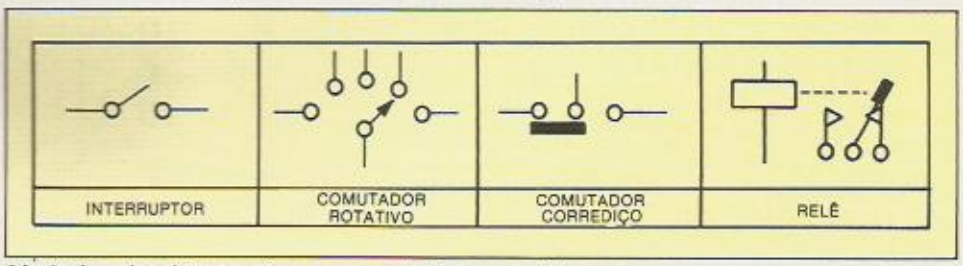
A função do filtro é manter uma certa intensidade de corrente durante os períodos em que a tensão elétrica, que foi aplicada no retificador, diminui até ficar abaixo de um determinado valor.

Nesse momento, a carga que foi acumulada pelo filtro mantém uma corrente adicional. Essa corrente, somada à corrente do retificador, torna a corrente de saída mais uniforme.

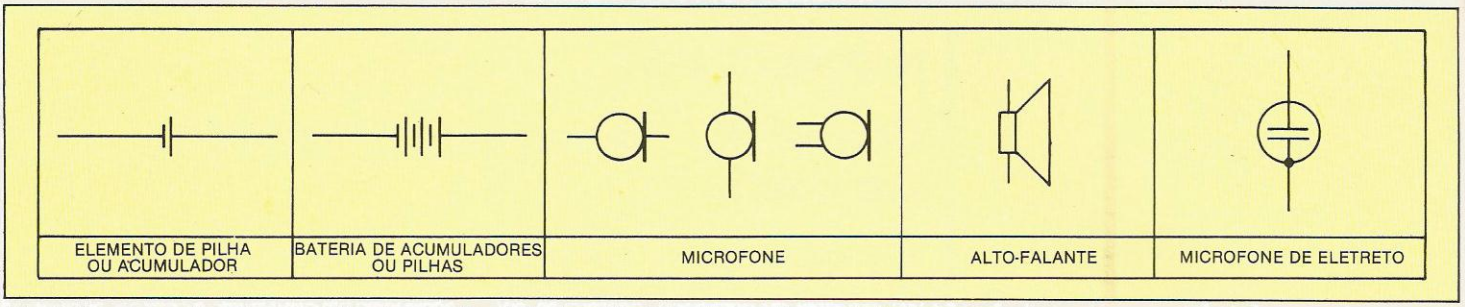
Isso é muito importante para reduzir as variações residuais da corrente de saída até limites aceitáveis para o bom funcionamento dos circuitos ou aparelhos que dela dependem.



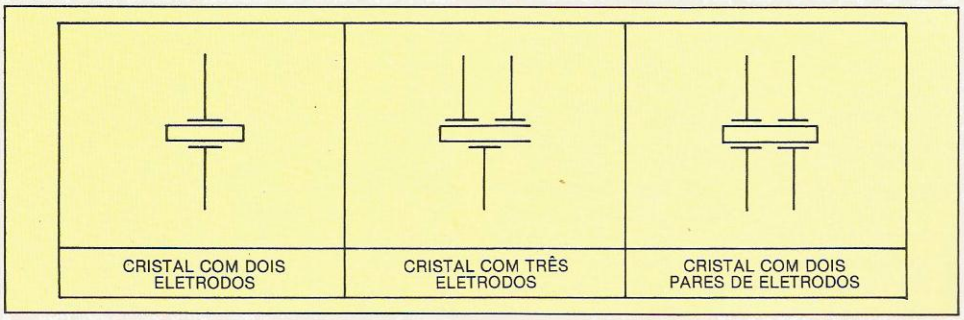
Símbolos dos três tipos de tiristores: o do SCR, o do triac e o do diac.



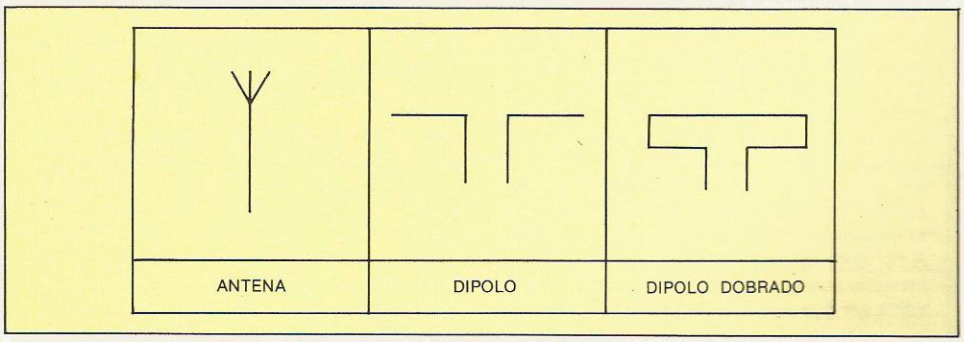
Símbolos dos interruptores, comutadores e relês.



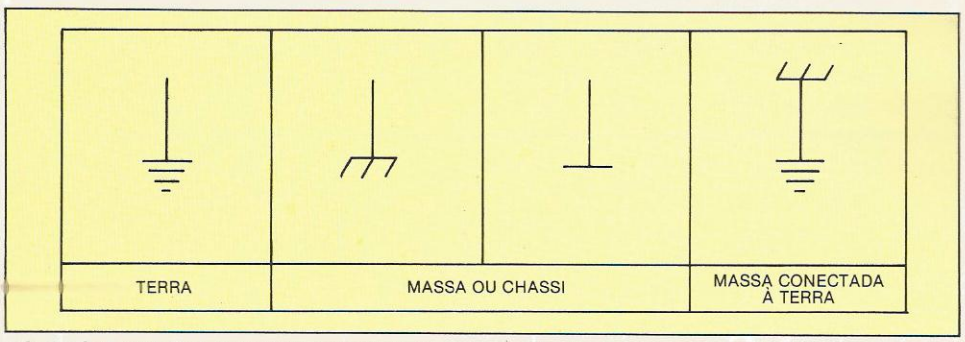
Símbolos dos microfones, microfones de eletreto, alto-falantes, pilhas e baterias.



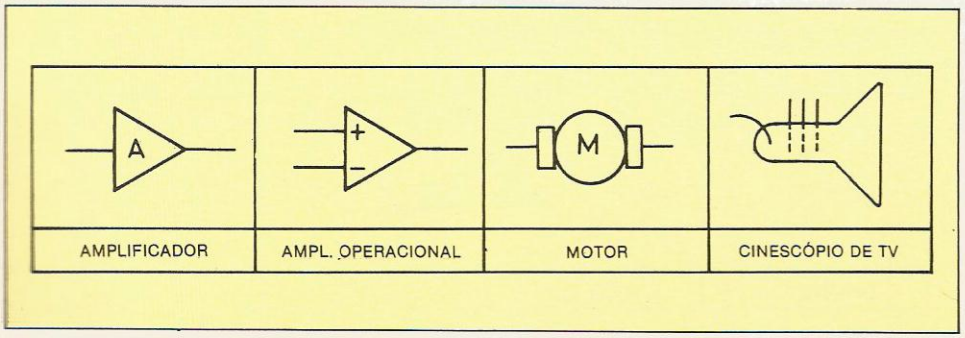
Símbolos empregados para representar os cristais de quartzo.



Símbolos das antenas simples e das antenas dipolo.



Símbolos usados para representar os terminais de massa, chassi e terra.



Símbolos dos amplificadores integrados, do cinescópio e dos motores.

bolos da placa e do catodo. No caso do tiristor, existem três símbolos: o do triac, o do diac e o do SCR.

O grupo dos interruptores e comutadores apresenta uma série de símbolos bastante parecidos, ainda que seja possível diferenciar algumas particularidades, como as existentes entre os comutadores rotativos e os corrediços. Os relês admitem várias representações simbólicas, embora a mais comum seja a que representa a bobina de acionamento ligada por uma linha tracejada aos contatos que ela controla. Estes contatos são representados em posição de repouso.

Para outros elementos, como microfone, alto-falante, pilhas e baterias, existe um símbolo para cada um.

Os símbolos dos cristais de quartzo, usados em alguns osciladores, variam conforme o número de eletrodos.

A representação gráfica das antenas depende do seu tipo: antena simples ou antena dipolo. Na representação da antena dipolo diferenciam-se os dipolos fechados (Yagi) dos abertos.

Um símbolo usado com muita freqüência em todos os esquemas é o que representa a massa ou o chassi e a terra. A massa ou o chassi correspondem ao ponto do circuito com o menor potencial elétrico ou de referência zero, podendo efetivamente possuir o potencial de 0 volts quando ligados à terra.

Os amplificadores integrados nos circuitos são freqüentemente indicados por um triângulo com vértice virado para o lado oposto ao da entrada da corrente, isto é, para o lado da saída. O cinescópio, ou tubo dos televisores, tem um símbolo semelhante ao das válvulas a vácuo, mas se diferencia destas por não apresentar a placa. Em lugar da placa, há uma envoltória que representa a tela do televisor.

Para os motores, usa-se o símbolo básico, que você pode ver na ilustração. Quando é necessário, indica-se ao lado do símbolo a tensão de funcionamento do motor representado.

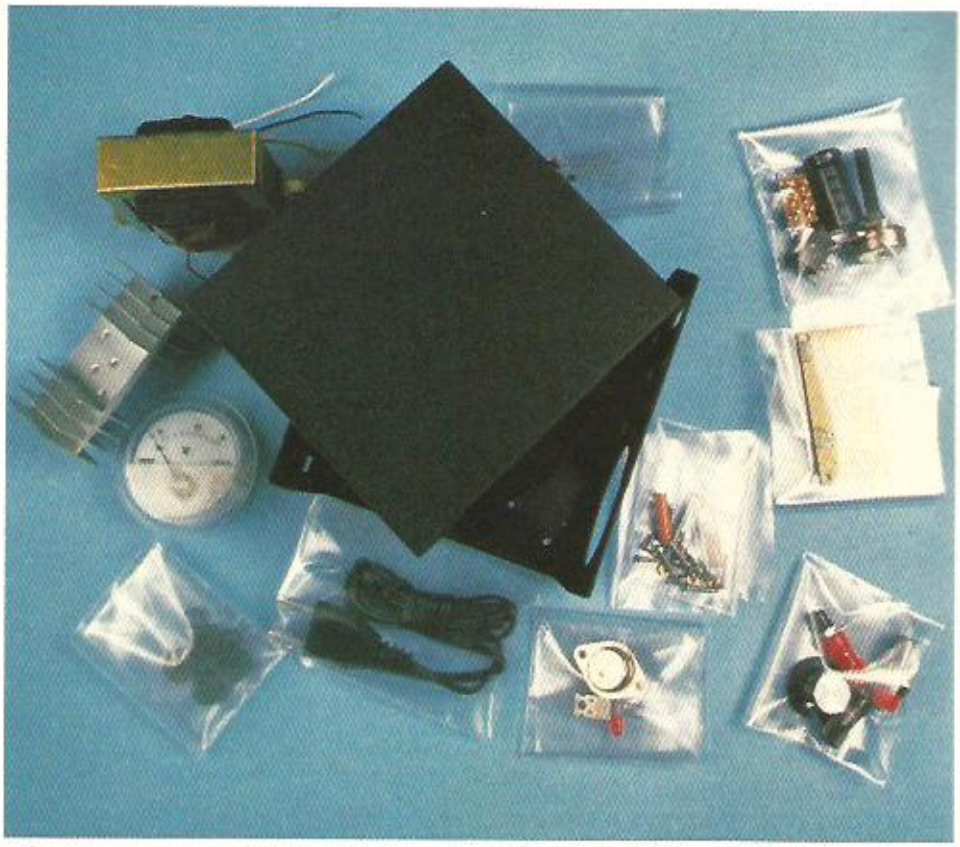
FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Esta é uma fonte de alimentação que fornece tensões ajustáveis entre 0 e 15 V com correntes de até 1,5 A, para alimentar uma quantidade enorme de aparelhos eletrônicos como: rádios portáteis, gravadores, brinquedos, lâmpadas de lanterna, pequenos transmissores, etc.



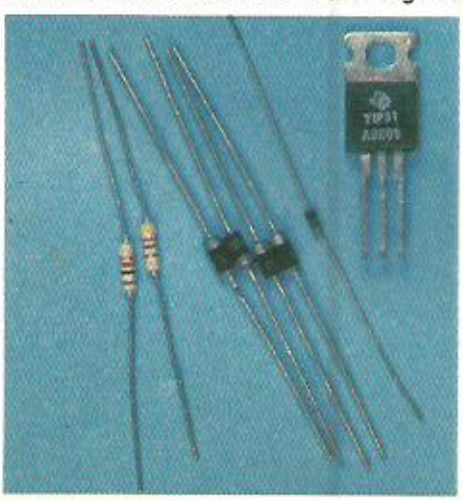
O traçado do circuito

O desenho mostra o traçado do circuito da fonte de alimentação, em tamanho natural. É só copiá-lo em papel milimetrado, seguindo as explicações dadas anteriormente.



1. Peças que serão usadas na montagem da fonte.

2. Transistor TIP31, diodos 1N4002 e resistores a serem usados na montagem.



3. Transistor 2N3055, duas buchas isolantes e um separador plástico que vão ser usados na montagem.



4. Capacitor eletrolítico, 2 espaçadores de fenolite, porcas e parafusos a serem usados na montagem.



MONTAGEM

Para alimentar os aparelhos eletrônicos, é indispensável uma boa fonte de alimentação. E uma boa fonte, além da simplicidade e do baixo custo, deve apresentar características elétricas de acordo com os aparelhos que vão ser alimentados.

A fonte, cuja montagem estamos propondo, procura reunir as características citadas, tornando-se assim indispensável na bancada de trabalho de qualquer pessoa que realmente se interessar por montagens eletrônicas.

A maioria dos aparelhos eletrônicos é alimentada por tensões contínuas entre 0 e 15 V, quando esses aparelhos não são diretamente ligados à rede local de 110 ou 220 V. Essas tensões são obtidas com pilhas pequenas ou grandes e com baterias em condições normais de uso.

O uso das pilhas, entretanto, não é conveniente por vários motivos. O primeiro é que, durante as provas e ajustes de um aparelho, pequenas variações da tensão das pilhas podem comprometer os resultados dos trabalhos de ajuste e reparação. O outro motivo está no próprio tempo de funcionamento das pilhas e baterias: como essas fontes de alimentação são caras e se desgastam rapidamente, a sua utilização não é prática.

A fonte de alimentação que propomos fornece tensões ajustáveis entre 0 e 15 V, com correntes de até 1,5 A, em condições normais, e, eventualmente, até 2 A com 12 V, para alimentar uma enorme variedade de aparelhos eletrô-



5. Fusível e porta-fusíveis a serem usados na montagem.

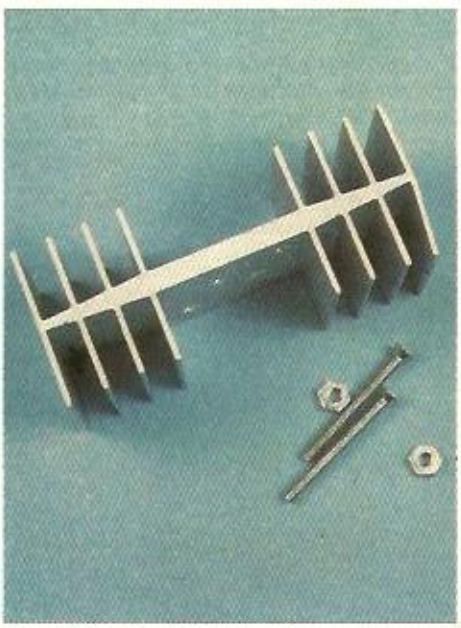


6. Chave H-H, com um conjunto de porcas e parafusos para a sua fixação na caixa da fonte, e um interruptor liga-desliga.



7. Led, suporte para o led, 2 espaguetes e dois bornes a serem usados na montagem.

8. Radiador de calor com um conjunto de porcas e parafusos para a sua fixação na caixa da fonte.

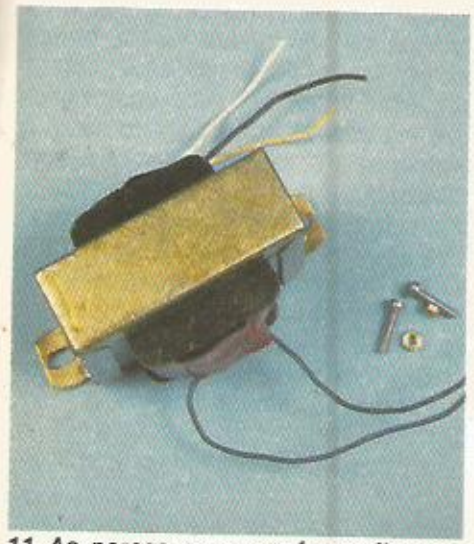


9. Potenciômetro de 3,3 KΩ com um botão plástico a ser fixado no seu eixo.

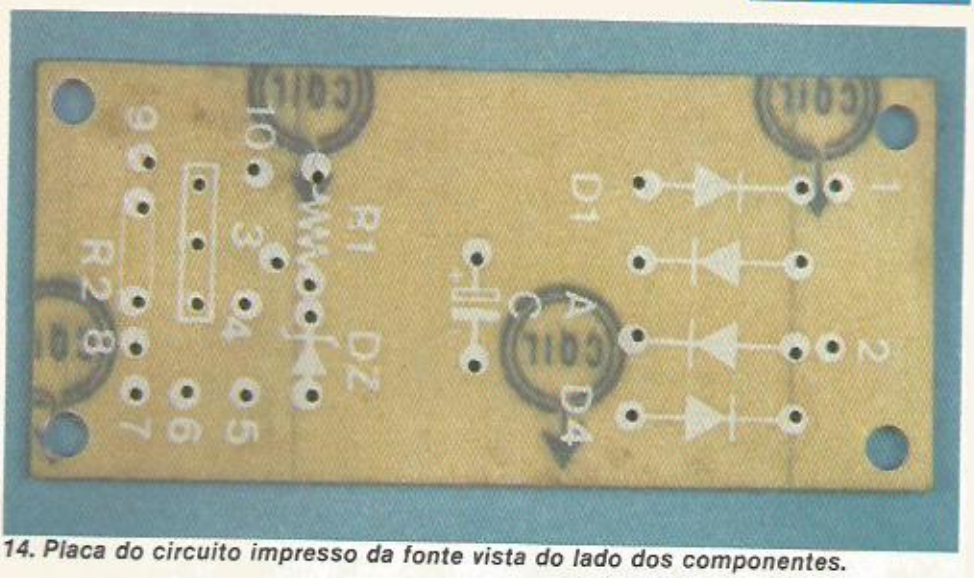


10. Conjunto de fios e solda a serem usados na montagem da fonte.





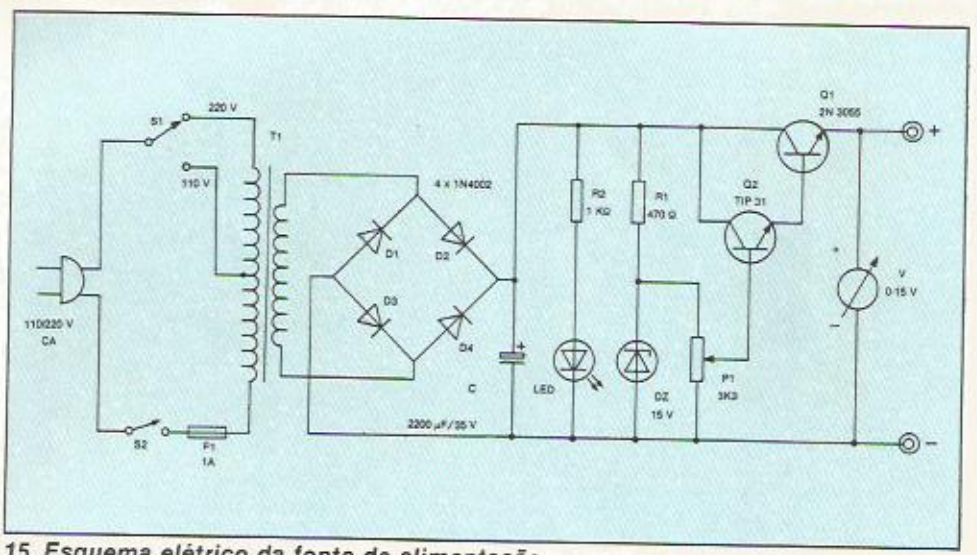
11. As porcas e os parafusos fixam o transformador na caixa da fonte.



14. Placa do circuito impresso da fonte vista do lado dos componentes.

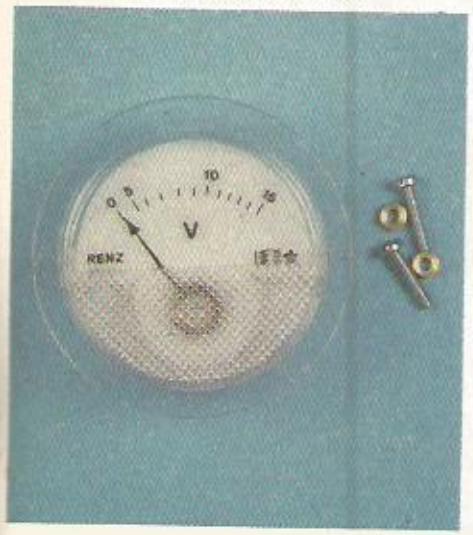


12. Caixa de metal constituida de duas partes, cabo de alimentação, 4 pés de borracha, borracha de passagem, porcas e parafusos.

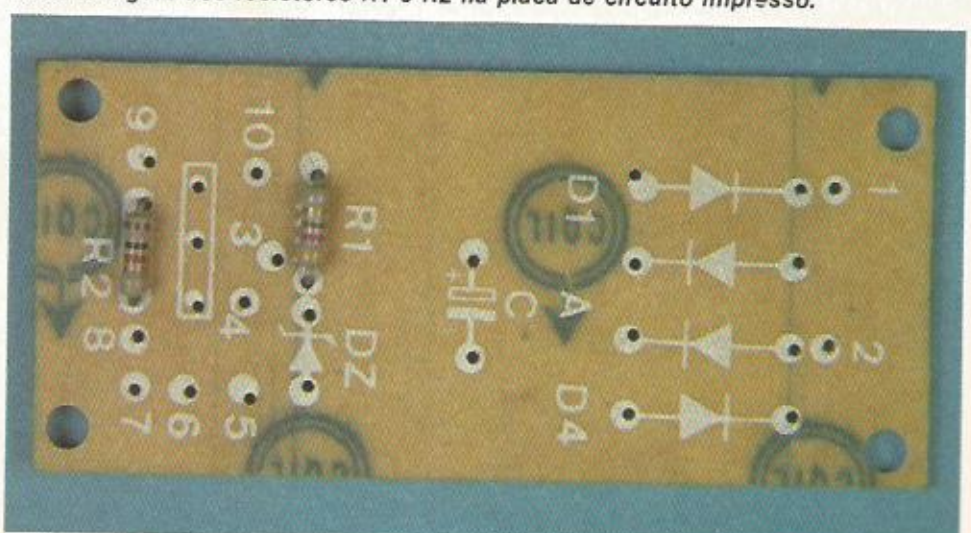


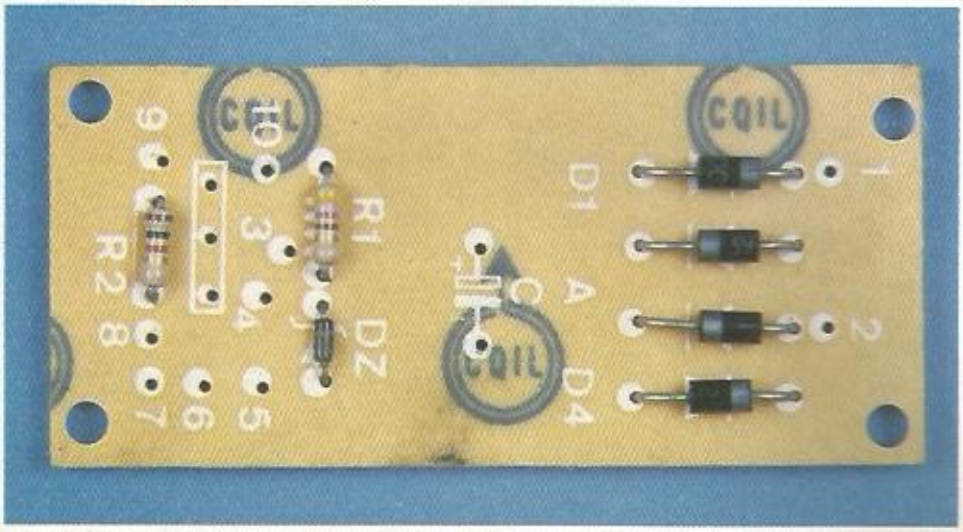
15. Esquema elétrico da fonte de alimentação.

13. Voltimetro graduado de 0 a 15 V com um conjunto de porcas e parafusos para sua fixação na caixa.

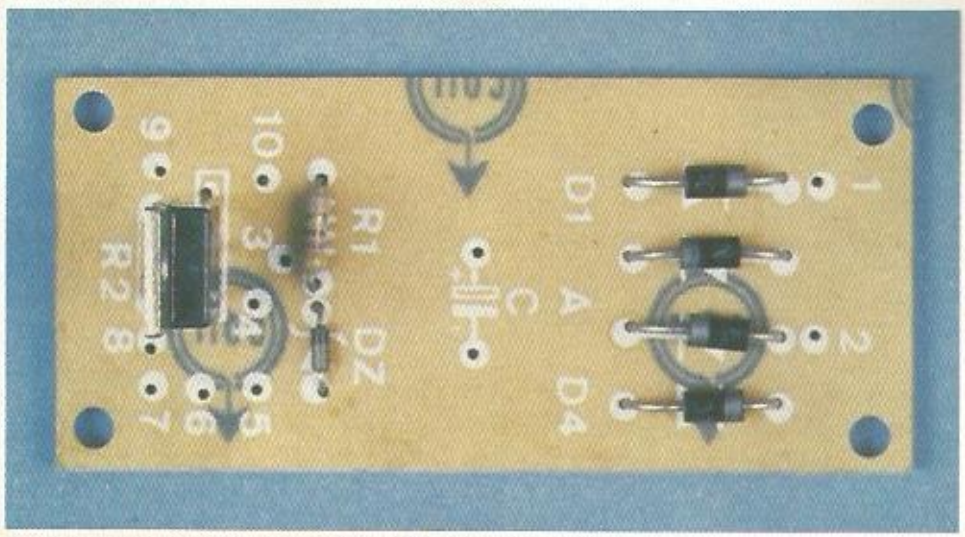


16. Montagem dos resistores R1 e R2 na placa de circuito impresso.



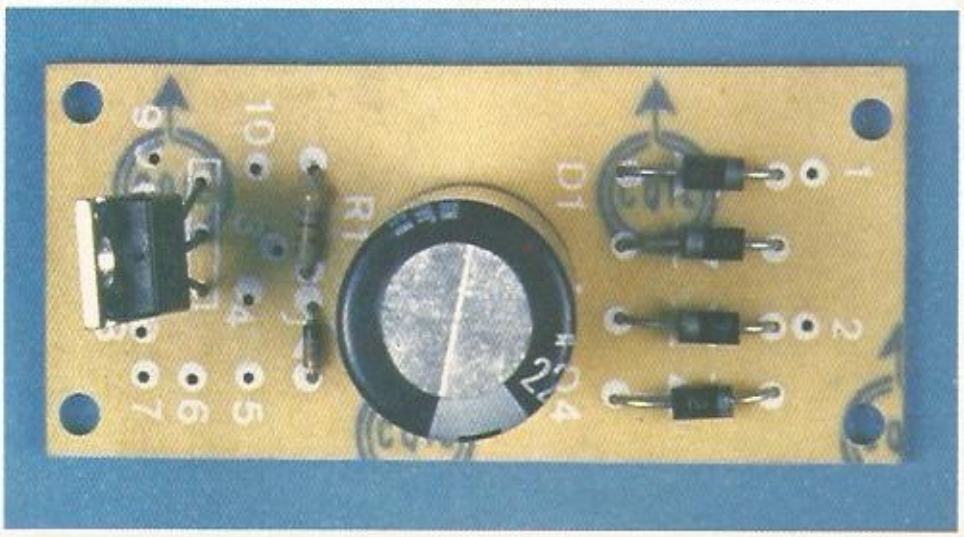


17. Montagem dos diodos D1 a D4 e do diodo zener na placa do circuito impresso.



18. Montagem do transistor TIP31 (Q2 no esquema).

19. Montagem do capacitor eletrolítico (C na placa de circuito impresso).



nicos. Rádios portáteis, gravadores, brinquedos, lâmpadas de lanternas, transmissores pequenos, etc. poderão ser alimentados por esta fonte, desde que ela seja ajustada para fornecer a tensão que os aparelhos necessitam. Para saber essa tensão, é só verificar a quantidade de pilhas ou a bateria que eles usam. Se um aparelho é alimentado por 4 pilhas, cada uma com 1,5 V, isso quer dizer que ele vai funcionar com uma tensão de 6 V. Então, é só ajustar a fonte em 6 V, e ela poderá alimentar esse mesmo aparelho com muito mais economia.

A nossa fonte de alimentação possui um instrumento indicador tipo "relógio", que permite ao leitor saber, em cada instante, qual a tensão que ela está fornecendo.

Ferramentas necessárias

Para a montagem da fonte você vai precisar das seguintes ferramentas:

- 1 ferro de soldar pequeno
- 1 chave de fenda
- 1 alicate de ponta reta
- 1 alicate de corte lateral
- 1 morsa
- 1 serra pequena

Componentes

São os seguintes os componentes necessários para esta montagem:

- 1 transformador de 12 V x 2 A
- 1 transistor 2N3055
- 1 radiador de calor
- 1 transistor TIP31 ou equivalente
- 4 diodos 1N4002 ou 1N4004
- 1 diodo zener BZX 79C/15 V ou equivalente
- 1 capacitor de 2200 μF/35 V
- 1 resistor de 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
- 1 resistor de 470 Ω (amarelo-violeta-marrom)
- 1 voltímetro de 0-15 V
- 1 potenciômetro de 3,3 KΩ
- 1 botão plástico para fixação do potenciômetro
- 1 interruptor simples liga-desliga
- 1 chave H-H de duas tensões (110 e 220 V)
- 1 porta-fusíveis
- 1 fusível de 1 A
- 1 borne isolado vermelho
- 1 borne isolado preto
- 1 separador plástico para o transistor 2N3055
- 2 buchas isolantes
- 1 led vermelho com cabeça de 5 mm
- 1 suporte para o led

- 1 cabo de alimentação
- 4 pés de borracha
- 1 borracha de passagem
- 2 espaçadores de fenolite
- 1 placa de circuito impresso
- parafusos, arruelas e porcas
- 1 rolo de fio branco, amarelo, laranja, cinza, vermelho, azul e verde
- caixa de metal

Depois de conferir o material, aqueça o soldador para começar a montagem. Estanhe bem a sua ponta, depois de aquecê-lo pelo menos por 5 minutos.

Comece a montagem pelos componentes que vão na placa de circuito. Solde primeiro os 2 resistores: o de 470 Ω em R1, e o de 1 KΩ em R2.

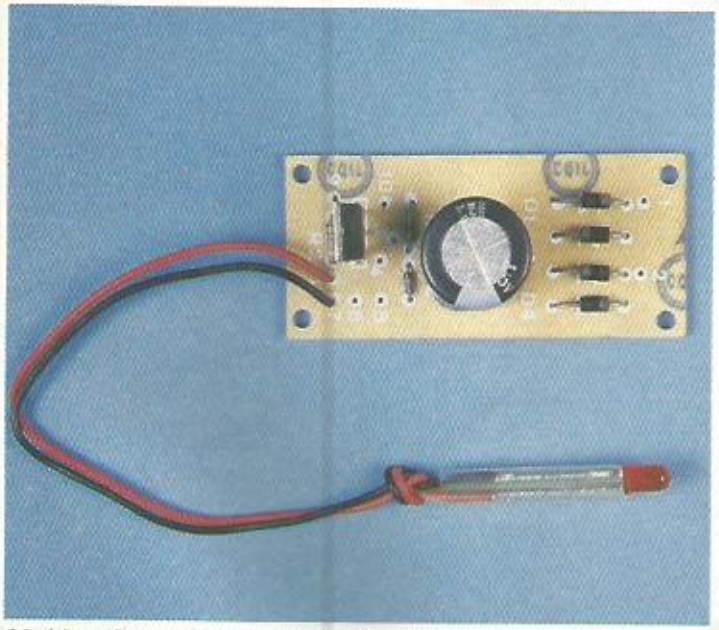
Em seguida, solde os 4 diodos 1N4002 nos lugares assinalados por D1 a D4. Dobre os terminais com cuidado, e encaixe os componentes na placa, de modo que a faixa do corpo deles coincida com a ponta da flecha do desenho feito na placa.

Depois da soldagem, os excessos dos terminais devem ser cortados.

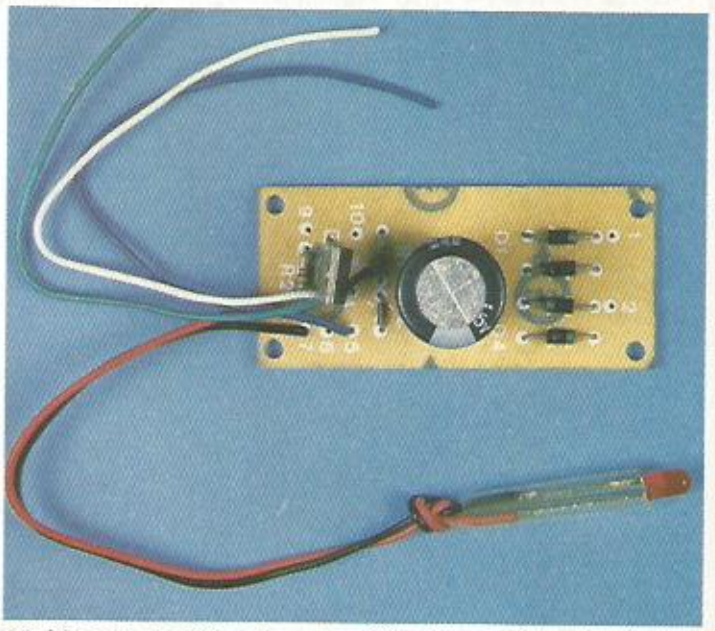
Agora solde o diodo zener na placa, no lugar indicado por DZ, com os mesmos cuidados tomados com os diodos anteriores (veja foto 17).

Monte então o transistor TIP31 na placa, encaixando os seus terminais nos 3 furos circundados por uma faixa branca. Faça essa montagem de tal modo que a parte metálica do transistor fique voltada para o resistor R2 (veja esse detalhe na foto 18).

O capacitor eletrolítico deve ser montado na posição indicada na placa pela

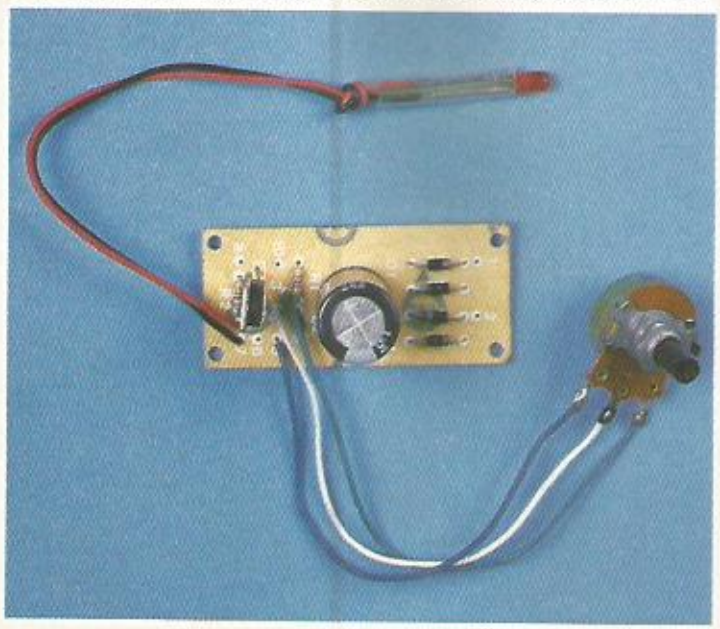


20. Ligação dos fios do led na placa de circuito impresso.



21. Ligação de 3 fios do potenciômetro na placa de circuito impresso.

22. Ligação dos fios azul, branco e verde no potenciômetro.



23. Fixação dos 4 pés de borracha na base da caixa através de um jogo de parafusos, arruelas e porcas.



letra C. As indicações (+) e (-) da placa de circuito impresso devem coincidir com as do capacitor.

Em seguida você deve deve cortar uns 15 cm de fio preto e de fio vermelho; solde o preto no terminal do led mais próximo do lado chanfrado, e o vermelho, no outro terminal. Passe os 2 espaguetes pelos fios e dê um nó de modo que ambos fiquem bem próximos do corpo do led. Solde o fio preto no furo n.º 7 e o vermelho no furo n.º 8 da placa, conforme a foto 20. Corte, agora, uns 15 cm de fio verde, de fio branco e de fio azul e solde-os respectivamente nos furos 3, 4 e 5 da placa de circuito impresso (veja foto 21). Pegue o potenciômetro e corte o seu eixo, deixando apenas 1 cm para a fixação do botão plástico. Solde o fio branco no terminal central do potenciômetro; os fios verde e azul devem ser soldados nos outros terminais, conforme mostra a foto 22.

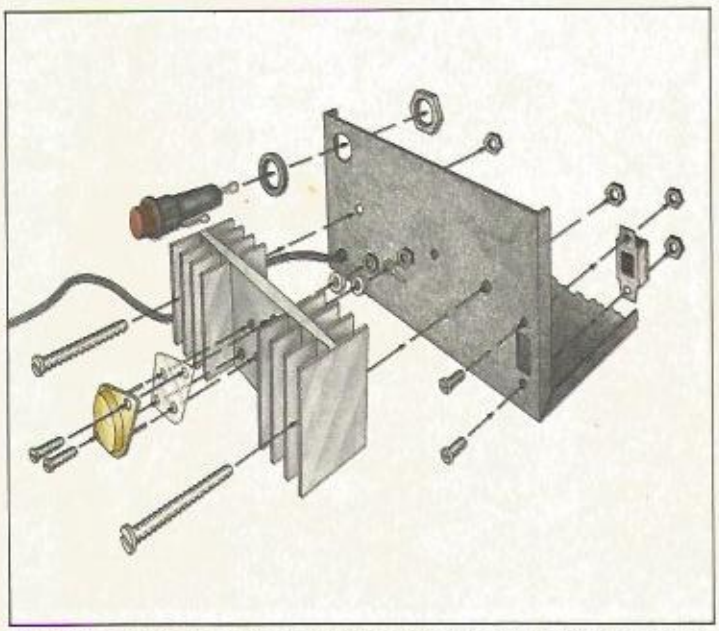
Deixe um pouco a placa de circuito de lado para trabalhar com a caixa da fonte. Pegue os 4 pés de borracha e, com as arruelas, porcas e parafusos, fixe-os na base da caixa, como está indicado na foto 23.

Monte a chave H-H na parte traseira da caixa, fazendo com que a indicação de 110 V fique voltada para a base da caixa. O porta-fusíveis também deve ser montado na parte traseira da caixa.

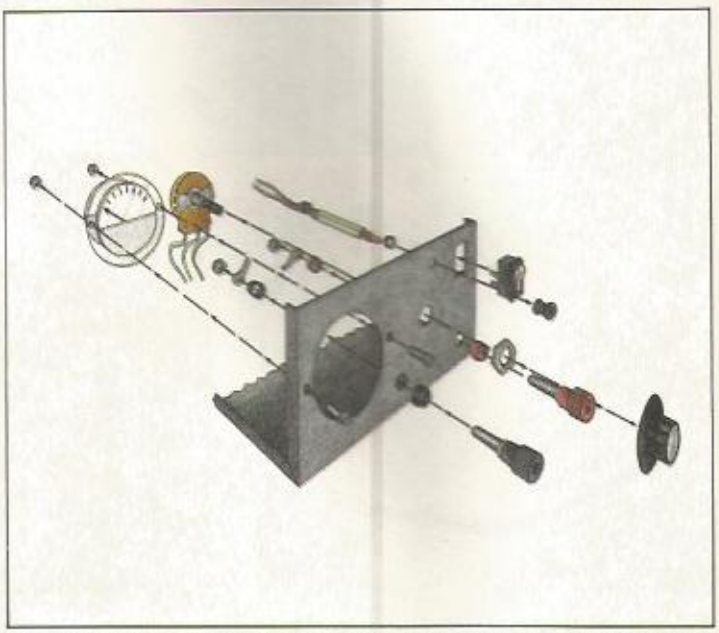
Observe a ilustração 24 e a foto 26.

Monte agora a chave liga-desliga e observe a ilustração 25.

Coloque a borracha de passagem na caixa, e passe por ela o cabo de ali-



24. Vista explodida da montagem do transistor Q1 no radiador de calor, da montagem do radiador de calor, do porta-fusíveis, da chave H-H e da borracha de passagem na parte traseira da caixa.

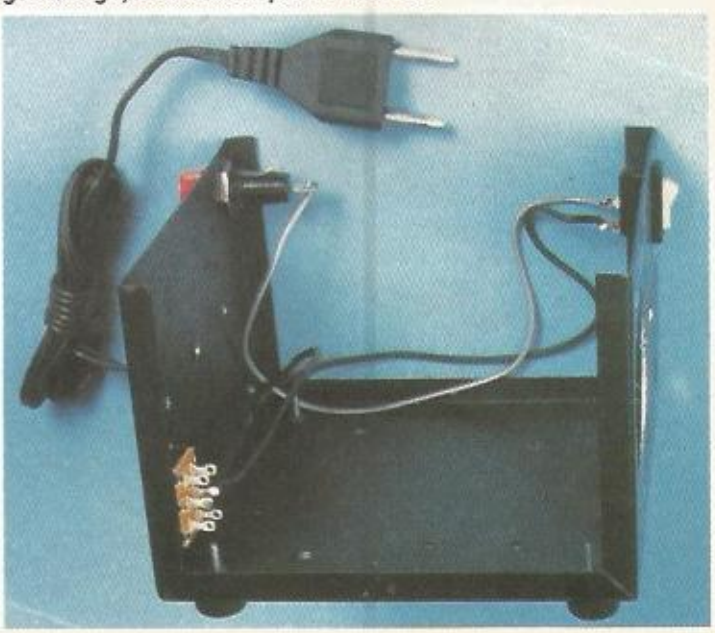


25. Vista explodida da montagem do voltímetro, dos bornes, do potenciômetro, do interruptor liga-desliga, do suporte do led na parte da frente da caixa.

26. Montagem da chave H-H e do porta-fusíveis na parte traseira da caixa.



27. Ligação do cabo de força na chave H-H e no interruptor liga-desliga, e deste no porta-fusíveis.



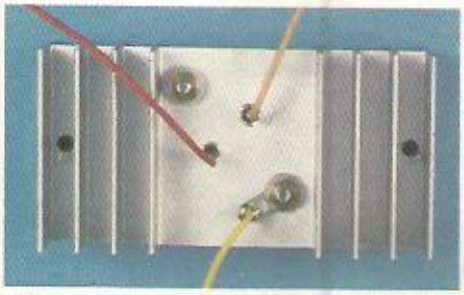
mentação. Ligue 1 fio do cabo no terminal do meio da chave H-H, e o outro fio no terminal da chave liga-desliga.
Pegue um pedaço de 15 cm de fio cinza e solde um extremo desse fio no porta-fusíveis; o outro extremo deverá ser soldado no terminal vago da chave liga-desliga. Veja todas essas ligações na foto 27.
Deixe um pouco a caixa para fazer a montagem do transistor 2N3055 no radiador de calor, observando atentamente a ilustração 24 e a foto 28.

Corte 3 pedaços de fios com 20 cm de comprimento cada um nas cores amarelo, laranja e vermelho. Pegue o conjunto radiador/transistor, de modo que os terminais do transistor fiquem voltados para você. Observe atentamente a foto 29 e solde os três fios (amarelo, vermelho e laranja) no conjunto radiador/transistor.
Volte novamente à caixa para montar o conjunto radiador/transistor; os fios devem passar pelo furo existente na parte traseira da caixa.

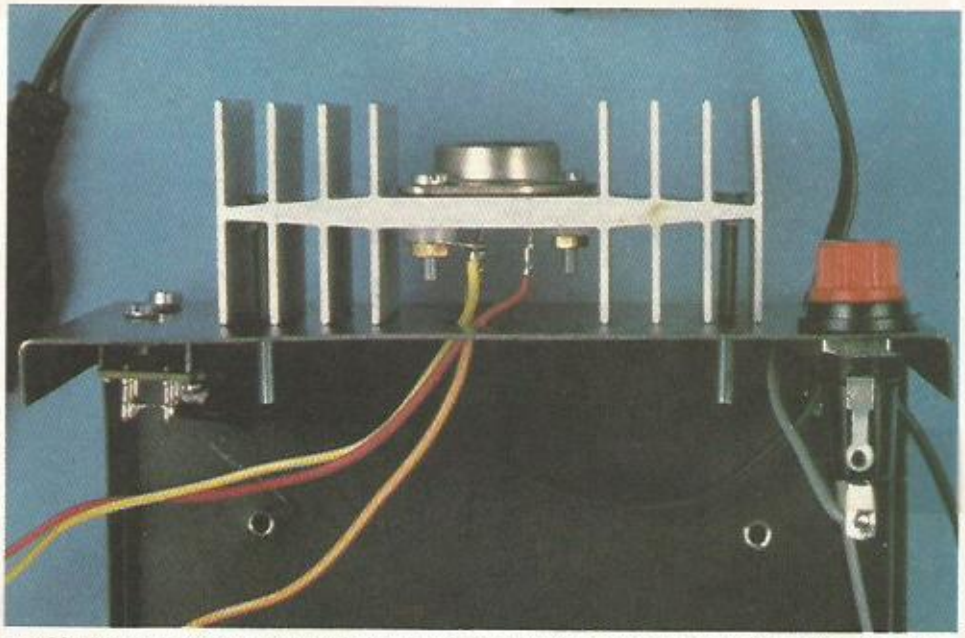
O próximo passo é a montagem do transformador na caixa, fazendo com que o lado onde estão os 3 fios (branco, amarelo e preto) fique voltado para a parte traseira da caixa, conforme a foto 31. Ligue o fio preto no outro terminal do porta-fusíveis, o fio amarelo (central) no extremo superior da chave H-H, e o fio branco no seu extremo inferior (veja foto 32).
Monte agora o voltímetro na parte da frente da caixa, observando atentamente a ilustração 25.



28. Montagem do transistor 2N3055 (Q1) no radiador de calor.

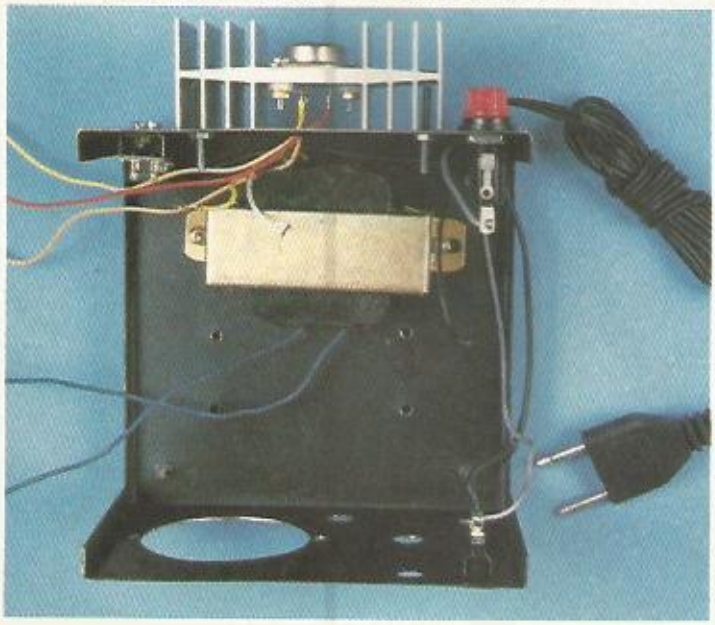


29. Ligação dos fios amarelo, vermelho e laranja no transistor 2N3055 (Q1).

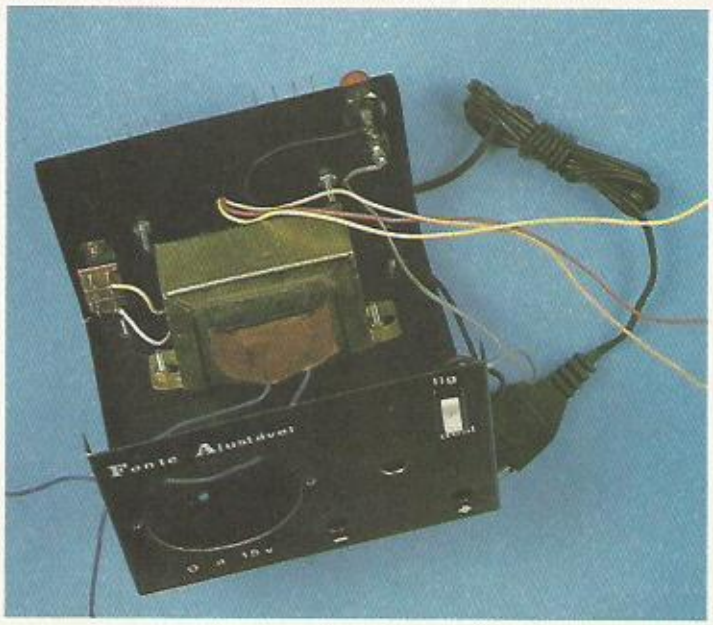


30. Montagem do conjunto radiador de calor/transistor na parte traseira da caixa.

31. Fixação do transformador na base da caixa.



32. Ligação do fio preto do primário do transformador no porta-fusíveis, e dos fios branco e amarelo na chave H-H.



MONTAGEM

Solde o fio vermelho do terminal do transistor 2N3055 no terminal indicado pelo sinal (+) do voltímetro. Nesse mesmo terminal, solde o outro fio vermelho de aproximadamente 15 cm. O outro extremo do fio deve ser soldado no borne vermelho. Corte um pedaço de fio preto e solde um extremo nó outro terminal do voltímetro, e o outro extremo, no borne preto, conforme a foto 34. Volte agora à placa do circuito para soldar os fios laranja e amarelo que vêm do transistor 2N3055, nos furos 9 e 10 da placa, respectivamente (veja foto 35). Solde depois os 2 fios azuis que estão sobrando no transformador nos furos 1 e 2 da placa.

Os 2 pedaços de espaçadores de fenolite devem ser serrados em 4 pedaços iguais. Você vai utilizá-los quando for montar a placa na caixa.

Monte a placa na base da caixa e fixe o led através do seu suporte. Monte também o potenciômetro na caixa (veja fotos 37 e 38). Feche a caixa, pois sua montagem está terminada!

Como testar seu aparelho

Verificar se sua fonte está ou não funcionando é muito simples.

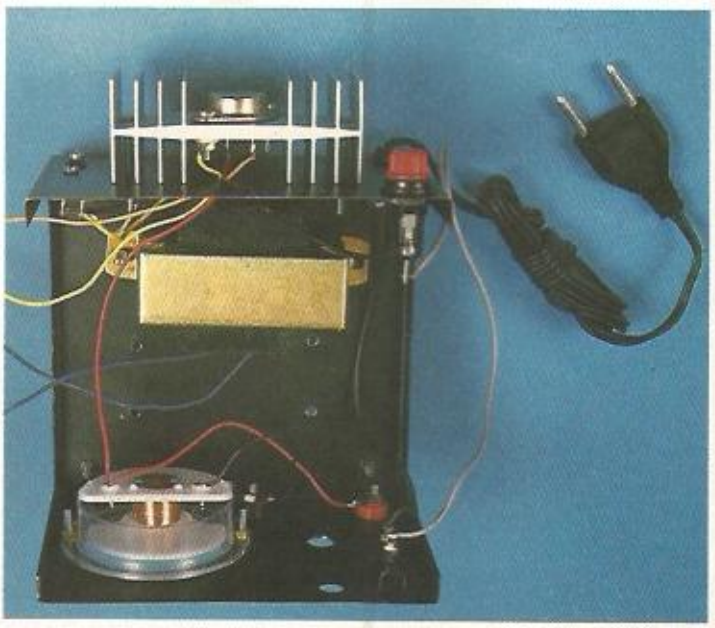
Em primeiro lugar, coloque no porta-fusíveis um fusível de 1 A, fechando-o normalmente. Coloque a chave seletora de tensões na posição que corresponde à tomada na qual você vai ligar a fonte, isto é, 110 V ou 220 V.

Depois, faça a conexão do plugue do cabo de alimentação nessa tomada.

Ligue o interruptor geral S2. Imediatamente depois disso o led deverá acen-

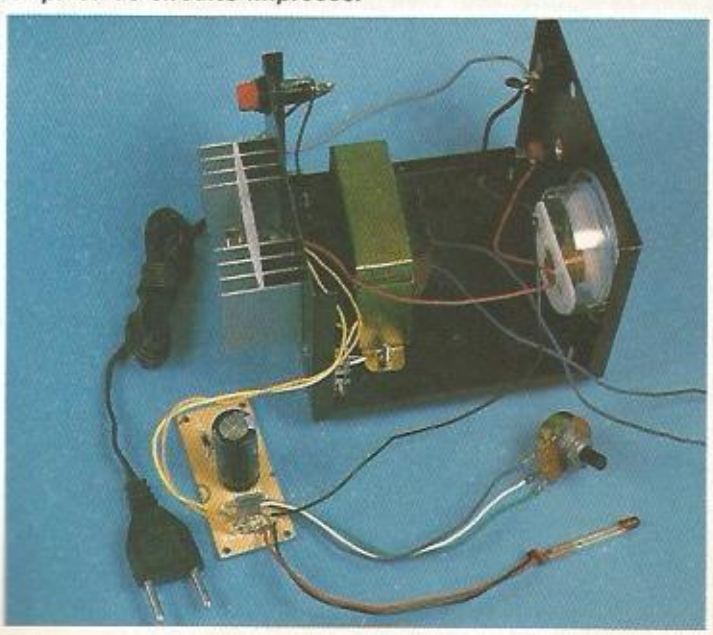


33. Montagem do voltimetro na parte da frente da caixa.

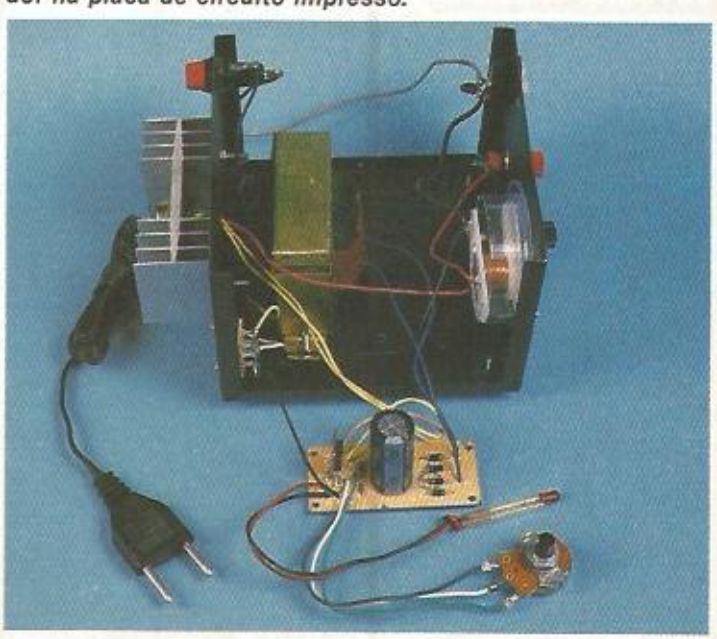


34. Ligação do fio vermelho do transistor 2N 3055 no voltimetro, do voltímetro no borne vermelho, e a ligação do outro terminal do voltímetro no borne preto.

35. Ligação dos fios amarelo e laranja do transistor 2N3055 na placa de circuito impresso.

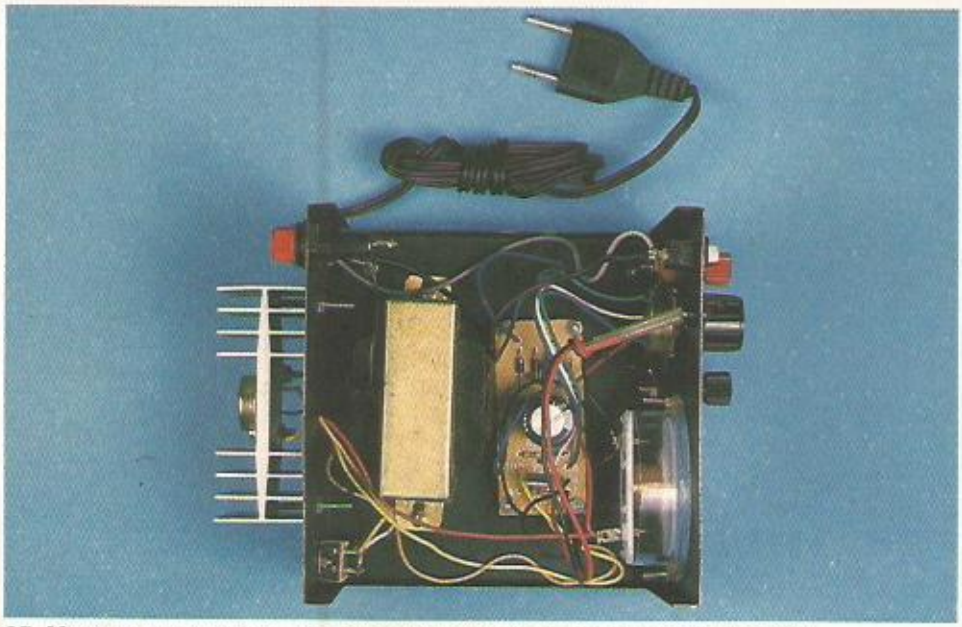


36. Soldagem dos fios azuis do secundário do transformador na placa de circuito impresso.



der. Se isso não acontecer, veja se sua ligação não está invertida.
Girando o potenciômetro P1, o indicador de tensão deve acusar quantos volts estão sendo aplicados na saída.
Para verificar se essa saída realmente está ocorrendo, você deve ligar uma lâmpada de 12 V nos bornes. Partindo da tensão mínima, vá girando o potenciômetro até que ele chegue aos 12 V. À medida que a tensão for subindo, a lâmpada brilhará mais, até atingir seu ponto máximo.

Depois que fizer essa verificação, é só fechar a tampa da caixa e usar a sua fonte de alimentação.
Quando você fizer isso, tenha sempre em mente a corrente e a tensão de cada aparelho. O ajuste da tensão deve ser sempre **anterior** à ligação do aparelho que vai ser alimentado.
Não se esqueça de observar também a polaridade da sua ligação: o fio preto que sai do borne preto da fonte é negativo, e o fio vermelho que sai do borne vermelho da fonte é positivo.



37. Montagem da placa, do potenciômetro e do led na caixa metálica.

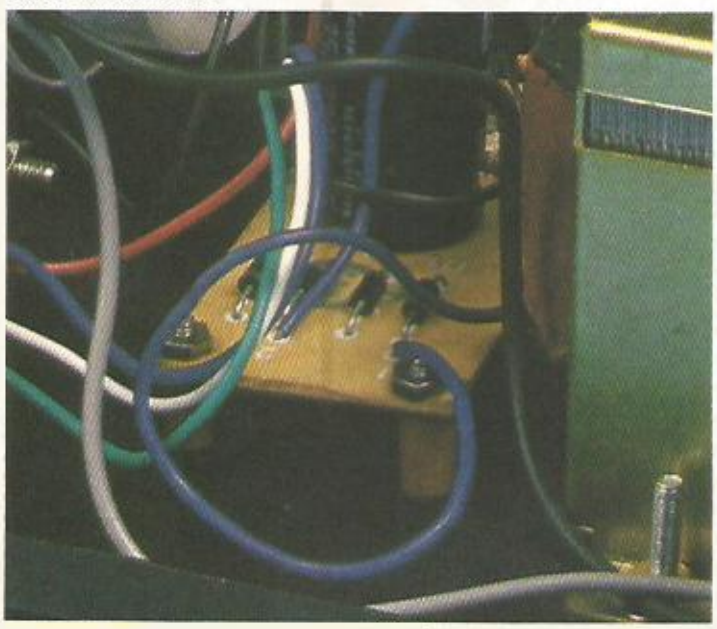
Quais são as utilidades desta fonte de alimentação?
Ela pode alimentar uma enorme quantidade de aparelhos eletrônicos que necessitam de tensões de até 15 V, com correntes de até 1,5 A. Rádios portáteis, gravadores e pequenos transmissores são alguns exemplos desses aparelhos.

Existe alguma recomendação especial para se ligar a fonte ao aparelho que vai ser alimentado?
Sim; o fio que estiver ligado ao borne preto da fonte deve ser ligado à massa (-) do aparelho a ser alimentado, e o fio que estiver ligado ao borne vermelho deve ser ligado ao (+) do aparelho.

A fonte pode ser ligada em qualquer tomada?
Cuidado: você deve certificar-se antes se a tomada é de 110 ou 220 V, para posicionar corretamente a chave seletora de tensões de sua fonte.

Se esta fonte pode fornecer até 1,5 A em condições normais de trabalho, ela não danificaria aparelhos de pequena potência?
Não; você deve ter sempre em mente que a fonte só fornece a corrente que o circuito que está sendo alimentado pede. Assim, se um rádio portátil necessita de 80 mA para funcionar em um determinado volume, a fonte fornecerá apenas esses 80 mA e nada mais.

38. Detalhe da fixação da placa na caixa através de espaçadores de fenolite.

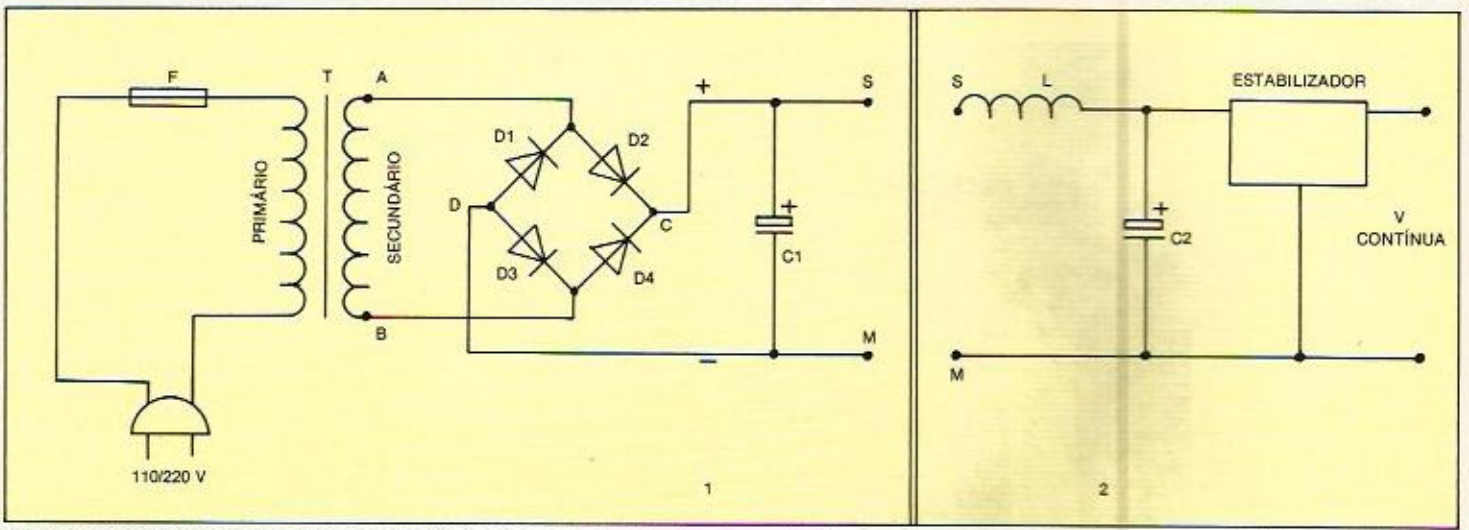


39. Aspecto final da fonte de alimentação.



O CIRCUITO DE ALIMENTAÇÃO (1)

Vamos estudar, neste capítulo, o circuito de alimentação: um circuito indispensável em qualquer aparelho eletrônico. Ele tem por função básica fornecer a tensão de alimentação — geralmente uma tensão contínua — para o resto do aparelho.



Figuras 1 e 2: à esquerda, esquema elétrico de um circuito de alimentação: destacam-se os enrolamentos primário e secundário. À direita, estágio adicional que melhora consideravelmente as características do circuito de alimentação.

O circuito de alimentação, que também pode ser formado por um conjunto de circuitos, é um elemento indispensável nos aparelhos eletrônicos. Sua função básica é fornecer a tensão de alimentação — geralmente contínua — para que todo o aparelho possa funcionar.

Como a função do circuito de alimentação é bastante específica, podemos isolá-la para efeito de estudo e, assim, compreendê-la melhor. Além disso, ela pode ser representada como um único bloco funcional, integrado no diagrama de blocos do aparelho.

Os circuitos de alimentação desempenham um certo número de funções fundamentais. De acordo com as necessidades, pode-se acrescentar a elas outras funções secundárias. As operações que o circuito de alimentação sempre realiza são:

- proteção contra sobretensões e curto-circuitos;
- transformação da tensão de entrada, fornecida pela rede elétrica, na tensão necessária para a alimentação do circuito;
- retificação da tensão alternada;
- filtragem ou nivelamento da corrente retificada.

Pode-se acrescentar ainda outras três funções do circuito de alimentação. Com elas pode-se chegar a uma tensão e a uma corrente contínua capazes de satisfazer as características desejadas. Essas três funções adicionais são:

- filtragem adicional;
- estabilização da tensão;
- autoproteção contra eventuais sobrecargas.

Nas figuras 1 e 2 está representado o esquema elétrico de um circuito de alimentação clássico. Vamos tomá-lo como referência para explicar o funcionamento desse tipo de circuito.

Em primeiro lugar, pode-se notar o fusível F, de proteção contra sobretensões e curto-circuitos, colocado na ligação do primário do transformador T à rede elétrica. Este transformador fornece, na saída do secundário, uma tensão alternada muito baixa. Ou seja, de valor adequado para se obter, na saída do circuito, a tensão contínua necessária. Os quatro diodos — D1, D2, D3 e D4 — estão ligados de modo a formar o chamado **circuito em ponte,** que é um circuito de **onda completa**, ou seja, que aproveita os semiciclos positivo e negativo da tensão de entrada. Na figura 3, você pode ver as curvas que representam a tensão alternada do secundário e a tensão contínua da saída do circuito em ponte.

O funcionamento desse grupo de diodos que formam a ponte requer um detalhamento.

A tensão alternada do secundário, representada pela figura 3a, produz uma tensão positiva no ponto A, em relação ao ponto B. Isso durante um certo período de tempo. Logo depois, verifica-se a situação oposta, ficando o ponto B mais positivo do que o ponto A. Essas duas fases são indicadas com t1 e t2, na figura 3.

Durante a fase t1, os diodos D2 e D3, polarizados no sentido correto, com o anodo positivo em relação ao catodo, podem conduzir corrente e carregar o capacitor C1. Enquanto isso, D1 e D4 ficam bloqueados, pois o catodo desses componentes fica mais positivo do que o anodo, isto é, eles são polarizados no sentido de não-condução.

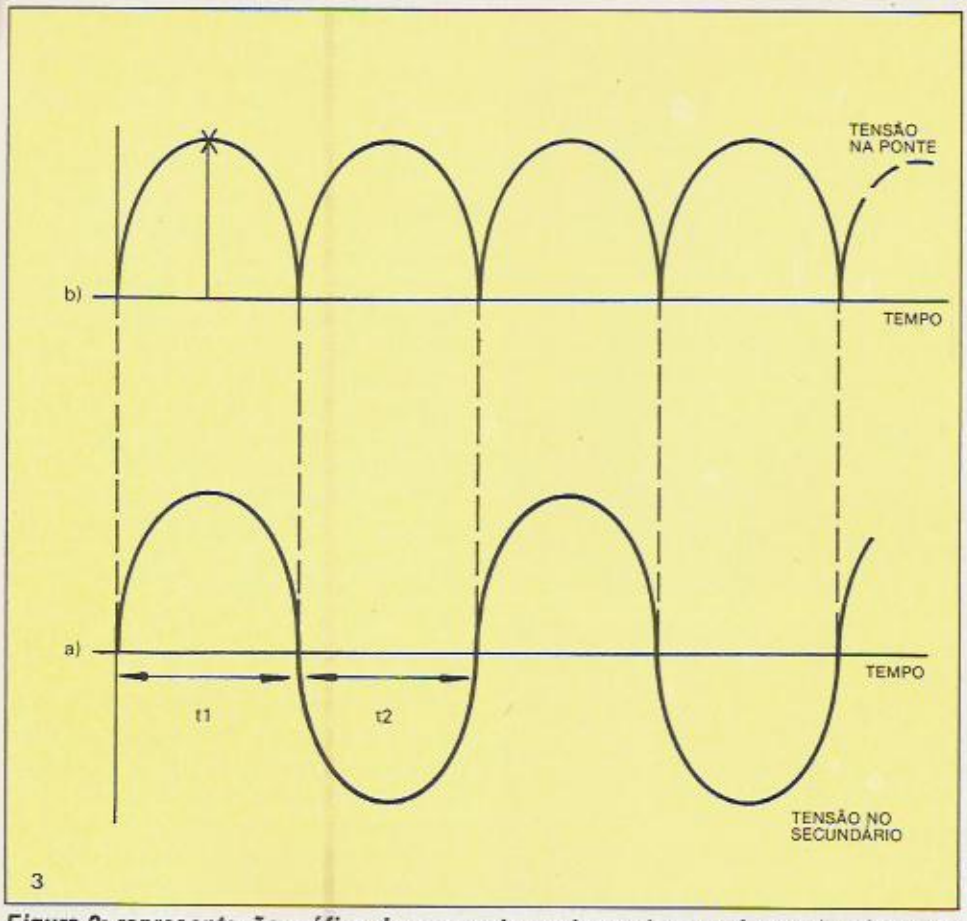
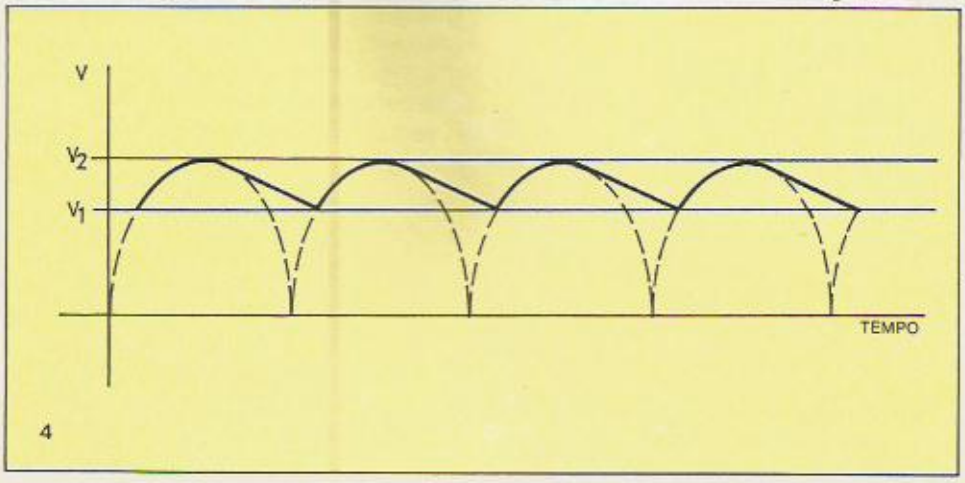


Figura 3: representação gráfica do comportamento, no tempo, da tensão alternada do secundário e da tensão contínua da ponte.

Durante a fase t2, verifica-se a situação inversa: os diodos D1 e D4 passam a conduzir a corrente, enquanto D2 e D3 permanecem bloqueados.
Nos dois casos, porém, o sentido de circulação da corrente é o mesmo, pois a corrente de cargas positivas sai da ponte sempre pelo ponto C e retorna pelo ponto D. A corrente assim obtida é, portanto, contínua pulsante. Tem um único sentido de circulação — com o pólo positivo de tensão no ponto C e o negativo no ponto D — e apresenta variações no tempo, representadas na figura 3b.
Essa tensão contínua, no entanto, precisa de uma correção adicional para eliminar as pulsações decorrentes da superposição de uma tensão alternada, chamada **tensão de zumbido** (***ripple***). Com isso, é possível obter uma tensão contínua com valor constante no tempo, cuja representação gráfica é uma linha horizontal. Para essa correção adicional, emprega-se um filtro constituído pelo capacitor C1. O capacitor carrega-se até o valor máximo de tensão dos pulsos (ponto Vmax da figura 3) e se descarrega durante o tempo necessário para a corrente alcançar o pico seguinte, e assim sucessivamente. Desta maneira, consegue-se que a corrente produzida pela descarga C1 seja a corrente que o circuito de alimentação fornece na saída durante os intervalos entre um pico e outro.
A tensão obtida com o uso do capacitor de filtragem na saída do circuito de alimentação é representada graficamente na figura 4. Nesta curva, observa-se a existência de uma pequena pulsação residual, cujos limites são indicados por V1 e V2. Essa pulsação será tanto menor quanto maior for o valor de capacitância do capacitor C1. Como a pulsação residual pode provocar operação deficiente dos circuitos que a corrente alimenta, é necessário calcular o valor dessa pulsação, o que permitirá reduzir esse valor a níveis aceitáveis para o circuito. Com esta finalida-

Figura 4: variação no tempo da tensão de saída do circuito de alimentação.



A presença de um transformador é sempre necessária em um circuito de alimentação?
Não, é possível retificar diretamente a corrente da rede elétrica.

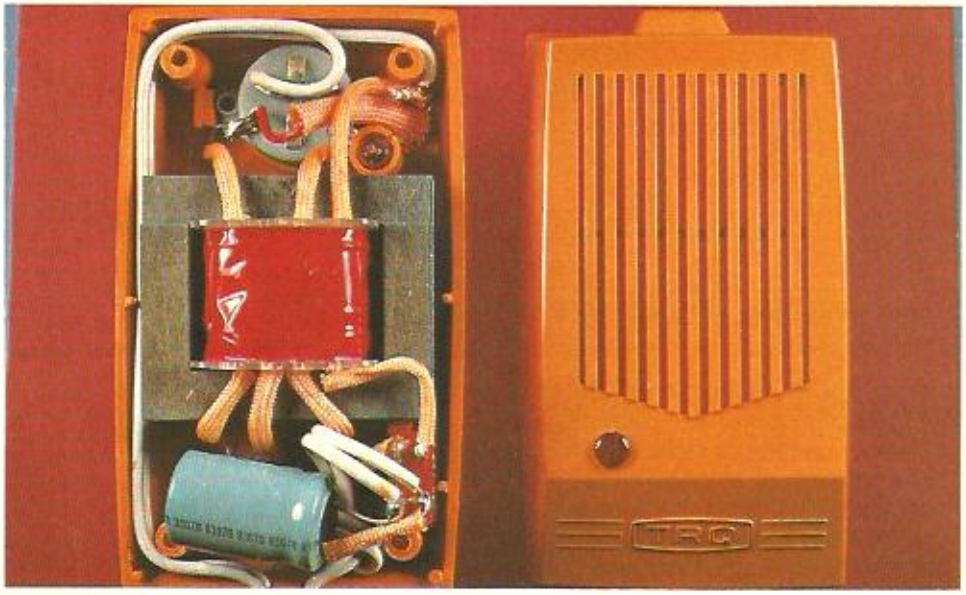
Há circulação de corrente na ponte de diodos quando a saída do circuito de alimentação não está ligada ao circuito que opera como carga?
Não, não há circulação de corrente, a não ser um pulso inicial de pequena duração devido ao carregamento do capacitor de filtragem.

Que tensão se pode medir nos terminais do capacitor de filtragem quando não há circuitos eletrônicos de carga ligados na saída?
Mede-se uma tensão igual à tensão de pico que o transformador fornece em cada semi-onda, pois o capacitor permanece carregado no pico.

Por que essa tensão diminui ligando-se uma carga?
Porque o capacitor deve fornecer corrente à carga quando a tensão do secundário se aproxima de 0 volt ou quando ela atinge esse valor.

O que vem a ser razão de tensão de zumbido?
É a proporção entre a tensão alternada sobreposta à tensão retificada e o valor médio desta última.







ACIMA: modelos de alimentador existentes no mercado, usados para fornecer aos aparelhos que funcionam a pilha a tensão e a corrente necessárias, quando se quer substituir as pilhas pela energia elétrica. Eles realizam todas as funções fundamentais: transformação, retificação e filtragem da corrente da rede elétrica.

de, emprega-se uma grandeza chamada tensão de zumbido. Sua razão é calculada por meio da fórmula:

$$r = \frac{\text{tensão eficaz de zumbido}}{\text{valor médio da tensão contínua}}$$

Se, por exemplo, aplicamos esta fórmula à tensão obtida na saída da **ponte**, supondo que não existe o capacitor de filtragem, isto é, a tensão indicada na curva 3b, obtemos uma ondulação de valor r = 0,482. Isto significa que o valor eficaz da tensão alternada de zumbido é menor do que a metade da tensão contínua obtida nesse ponto. Mas, considerando que existe o capacitor C1, podemos aplicar, para o circuito de alimentação que estamos estudando, a seguinte fórmula, para obter o valor da razão de zumbido:

$$r = \frac{I}{490 \times Vsec \times C1}$$

onde I é a corrente contínua que o circuito de alimentação fornece ao circuito alimentado, Vsec é a tensão alternada fornecida pelo secundário do transformador e C1 é o valor de capacitância do capacitor de filtragem. A partir dessa fórmula, deduzimos que a razão de zumbido aumenta com a corrente absorvida pelo circuito eletrônico alimentado (de carga) e diminui quando se aumenta a capacitância do capacitor de filtragem.

Supondo-se que o secundário do transformador forneça uma tensão alternada de 25 V, com uma corrente contínua na saída de 1A e com um capacitor de 1000 μF, obtemos uma razão ou taxa de zumbido de 0,08. Isto significa que o capacitor de filtragem reduziu consideravelmente a taxa de zumbido que se obteve quando ele não foi usado.

Outro fator importante que se deve levar em consideração é a chamada **regulagem.** Este fator indica a maior ou menor capacidade de o circuito de alimentação manter sua tensão de saída independente da corrente fornecida.

A regulação é obtida com o emprego da seguinte fórmula:

$$Reg = \frac{\text{(tensão em vazio)} - \text{(tensão a plena carga)}}{\text{(tensão em vazio)}}$$

onde a tensão em vazio é a tensão que se obtém na fonte quando a corrente solicitada pelo circuito (carga) é igual a zero, e a tensão a plena carga é a tensão apresentada pela fonte retificadora quando a corrente solicitada pelo circuito à fonte é máxima.

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.



5º KIT DE MONTAGEM:

RÁDIO AM TRANSISTORIZADO

A sua 5ª montagem será um rádio AM transistorizado, de alta sensibilidade. É alimentado por 4 pilhas pequenas, de 1,5 V cada uma, perfazendo um total de 6 V de alimentação. Este rádio pode captar todas as estações em AM de sua cidade, numa faixa de 520 a 1600 KHz.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 24.700,00

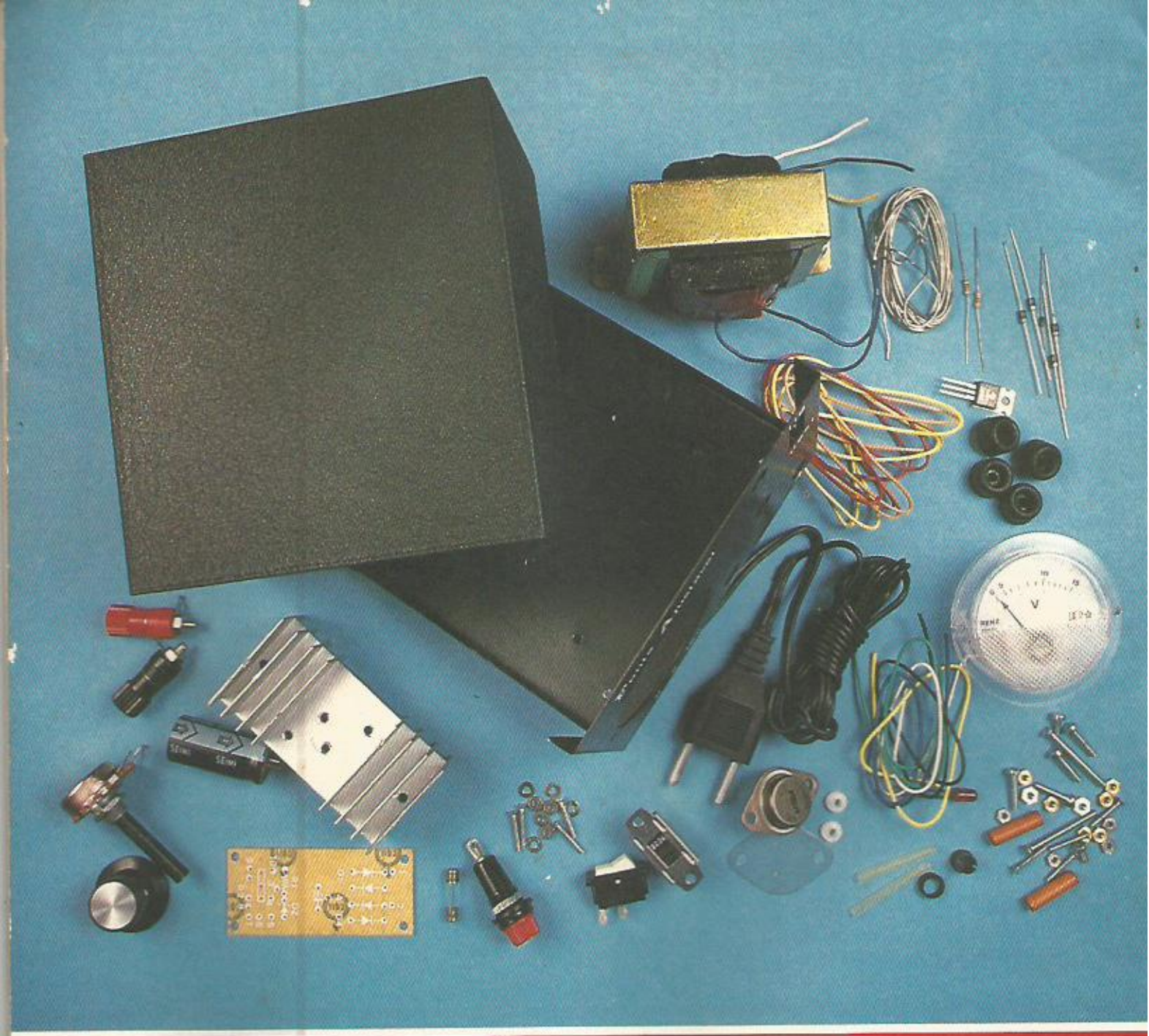
Montado
preço: Cr$ 26.500,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 20/09/84

KITS LANÇADOS:

1º - **TRANSMISSOR SEM FIO**
2º - **DIMMER**
3º - **TIMER**
4º - **AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W**

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



6º KIT DE MONTAGEM:

FONTE DE ALIMENTAÇÃO

A fonte de alimentação pode ser usada para alimentar aparelhos eletrônicos que necessitam de tensão de alimentação de até 15 V. Serve também como equipamento auxiliar para testes de circuitos eletrônicos em geral.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 56.400,00

Montado
preço: Cr$ 61.200,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 25/09/84

2,00

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO