

Eletrônica Modular

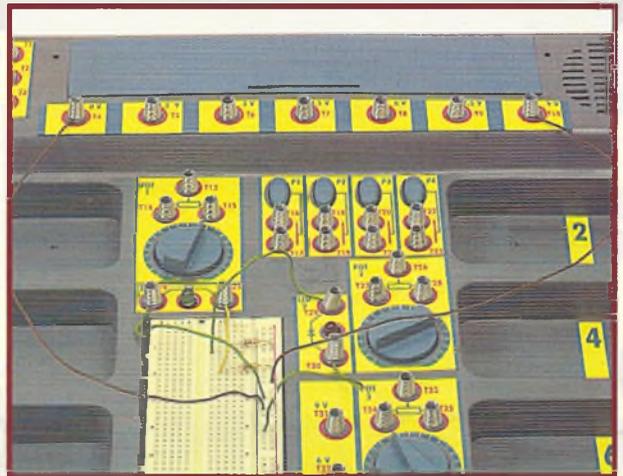
1

SISTEMA DE TESTES



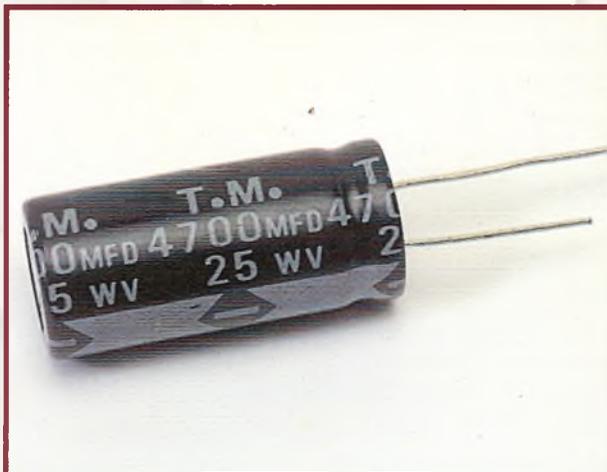
Apresentação

TEORIA



Cálculo de circuitos

COMPONENTES



Os capacitores

COMPONENTES



Os transistores

Aprenda a construir seu Sistema de Testes seguindo rigorosamente as instruções do fascículo

Monte seu Sistema de Testes

FG



8 414090 707251



Eletrônica Modular

Monte seu Sistema de Testes

Editor
Julio Goni

Diretor Editorial
Julio Rodriguez

Diretor de Produção
Gregorio Goni

Ajudante da Produção
Begoña Piriz

Realização Técnica
Videlec, S.L.

Importador para o Brasil
Nova Lente Editora, Ltda.
Rua Belisário Pena, nº 821
C.E.P. 21020 Rio de Janeiro, Brasil
Tels: (0XX21) 590.9613 - 290.6273
Fax: 590.2878
E-MAIL: nlentelogistic@montreal.com.br

Distribuição e venda para todo o Brasil
Fernando Chinaglia
Distribuidora S.A.
Rua Teodoro Da Silva, nº 907-Grajaú-RJ
Tel: (0XX21) 3879.7766 C.F.P. 20550

Editor para Portugal
Ediber
Rua D. Carlos Mascarenhas, 15
1000 Lisboa
Tel: 3853149 - Fax: 3851229

Distribuição
Midesa
Rua Dr. José Espírito Santo, lote 1-A
1900 Lisboa
Proibida a reprodução total ou parcial da obra sem
autorização da editora
© F&G Editores, S.A. Madrid, 2002

Fotomecânica, maquetação e filmagem
Videlec, S.L.
Rua Santa Leonor, nº 61, 4º andar, cj. 6 C.E.P.
28037 Madrid, España
Tel: 913750270

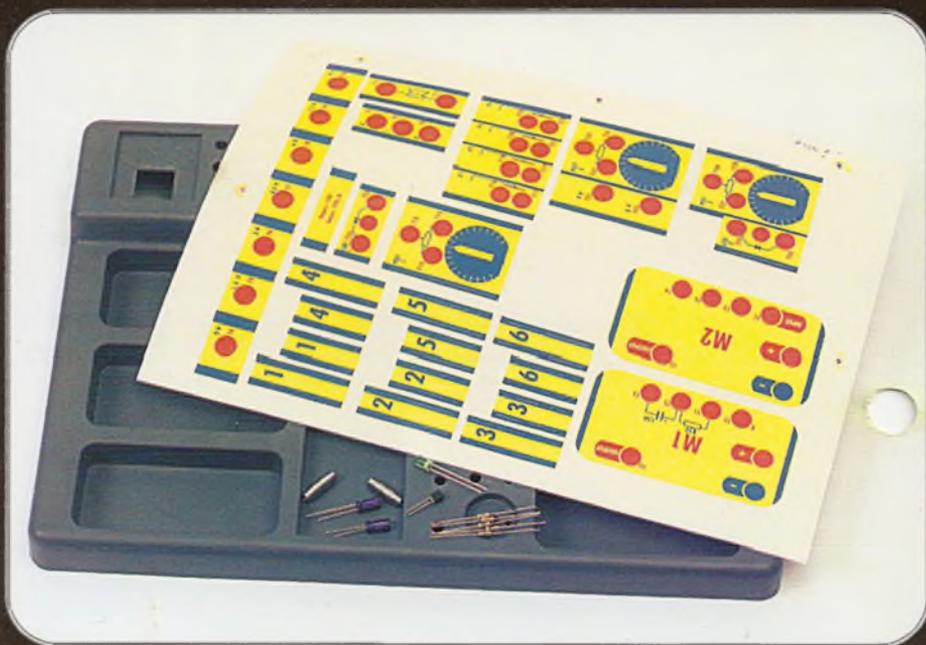
Impressão
Gráficas Reunidas, S.A.
Rua Mar Tirreno, 7 bis
P. I. San Fernando
C.E.P. 28830 San Fernando de Henares. Madrid.
España

Plano Geral da Obra:
60 fascículos semanais
Printed in Spain
ISBN FICHA: 84-89617-89-9
ISBN BORA: 84-89617-88-0
ISBN FICHEIRO I: 84-89617-90-2
ISBN FICHEIRO II: 84-89617-91-0
ISBN FICHEIRO III: 84-89617-92-9
Depósito Legal: M-29613-2000

OS FASCÍCULOS
VÃO ACOMPANHADOS
COM PEÇAS OU COMPONENTES
ELETRÔNICOS DE BRINDE

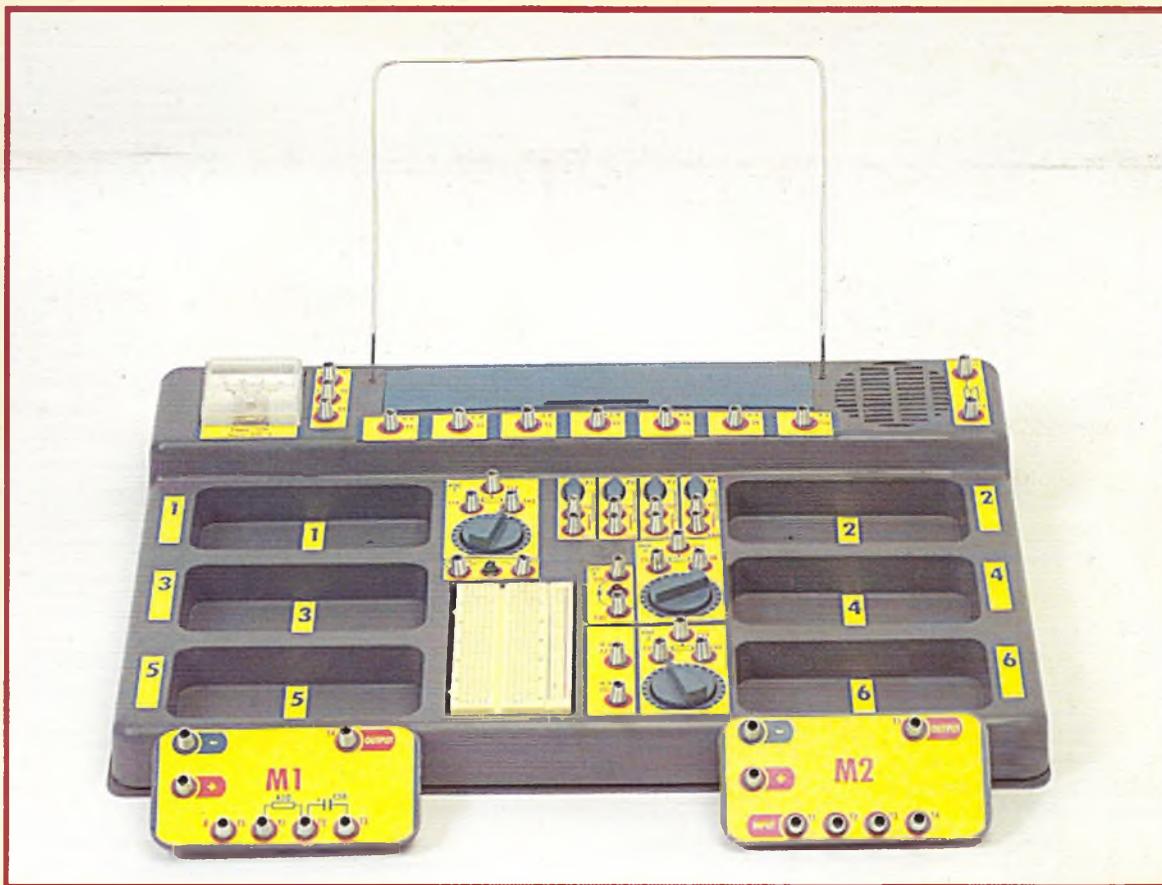
N e s t a e n t r e g a

- 1 Painel frontal Sistema de Testes Modular
- 1 Jogo adesivos do sistema de testes e etiquetas módulos 1 e 2
- 2 Molas de conexão
- 1 Diodo LED verde
- 2 Capacitores eletrolíticos 1µF
- 1 Transistor BC548
- 2 Resistências 1M2 5% 1/4W (marrom, vermelho, verde)
- 2 Resistências 3K3 5% 1/4W (laranja, laranja, vermelho)
- 1 Resistência 820 ohm 5% 1/4W (cinza, vermelho, marrom)



Nesta entrega se instalam os adesivos no painel frontal do sistema de testes modular.

APRESENTAÇÃO. O “SISTEMA DE TESTES MODULAR” é a solução mais eficaz para realizar experiências com circuitos eletrônicos



Sistema completo, pode alojar seis módulos de maneira simultânea.

O sistema de testes, depois de construído, permite testar, rapidamente, diferentes tipos de circuitos, pois ao dispor de módulos intercambiáveis, pode ser configurado de diversas maneiras. Além disso, dispõe de elementos fixos, tais como : um instrumento de medida, três potenciômetros, dois diodos LED, um porta-pilhas, um comando de quatro botões, um alto-falante e um importante elemento, a placa para a realização de protótipos pelo sistema de inserção à pressão, sem soldagem, de tal maneira que é possível recuperar os componentes utilizados para experiências posteriores.

As peças para construir o sistema de testes e seus módulos serão fornecidos ao longo de toda a coleção, mas não será preciso esperar até o final para poder realizar experiências. Combinando diferentes módulos, pode-se configurar o sistema para testar diversos tipos de circuitos de: áudio, temporizadores, controles, digitais, optoeletrônicos, motores, etc.

**Teste rápido
de circuitos comerciais
ou experimentais**

As experiências

As experiências são muito rápidas de preparar, pois além dos elementos instalados no painel principal, disporemos de módulos que incrementam de maneira muito importante o potencial do sistema de testes.

No decorrer da vigência da coleção serão entregues, também, os componentes para realizar experiências e os fios de interconexão dentro do sistema.

APRESENTAÇÃO. O "SISTEMA DE TESTES MODULAR"



Inserindo um módulo em seu compartimento.



Potenciômetro P3.

Os módulos

Quando se quiser testar um determinado circuito se necessitam outros circuitos auxiliares, tais como, amplificadores de sinal para amplificar suas saídas, geradores de sinal para aplicar suas entradas, visualizadores para comprovar seu estado, contadores para contar impulsos, etc.

em casa um pequeno alto-falante que não sabemos se funciona ou não. No sistema de testes se instala o módulo 2, que é um amplificador de áudio. Conectamos o alto-falante à saída, mas este amplificador necessita um sinal à entrada. Pode-se utilizar para este propósito o módulo 1, que é um oscilador cíclico para aplicar sua saída, através de um potenciômetro ao módulo 2. Ao mesmo tempo, com outro dos potenciômetros, conectados ao módulo 1, poderemos variar a frequência do sinal.



Alto-falante e suas molas de conexão.

Deverão ser realizadas algumas conexões, mas evitaremos montar o gerador de sinal completo e o amplificador de áudio porque já estão montados em forma de módulo. Isto é um simples exemplo: em cada experiência se explica com detalhe e com muitas ilustrações como realizá-la, indicando especialmente que material deverá ser utilizado e que conexões deverão ser realizadas.

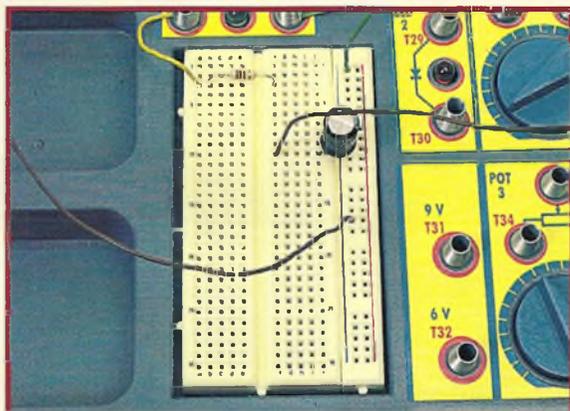
Os módulos são circuitos eletrônicos completos com seu painel frontal e seu circuito impresso e suas molas para interconexão rápida.

Mas quando se quiser testar um circuito é bastante desagradável ter que montar todos estes circuitos para testar o primeiro. Para evitar ter que montar todos estes circuitos auxiliares cada vez que se realiza uma experiência, utilizam-se os módulos, que consistem em circuitos de uso freqüente, que, uma vez que se montam, faz-se de maneira definitiva e se lhes dota das mesmas conexões que possui o painel principal do sistema de testes. Desta maneira, estarão disponíveis imediatamente para a realização de experiências. Vejamos um simples exemplo: temos



Potenciômetro 1 e LED 1.

APRESENTAÇÃO. O "SISTEMA DE TESTES MODULAR"



Placa de inserção rápida de componentes.

A placa de inserção

É uma peça muito importante pois permite a inserção de componentes, inclusive circuitos integrados, e a interconexão destes com fios que se inserem nos mesmos lugares em que são inseridos os terminais dos componentes.

Neste sistema se utiliza um modelo de 60 nodos de conexão, de 5 terminais cada um, unidos entre si, e de duas tiras de 30 contatos, situadas em uma lateral e que normalmente se utilizarão para alimentação. A conexão se realiza ao introduzir o terminal do componente ou do fio por um orifício, sob o qual está a pinça metálica que o retém à pressão, a fim de garantir o contato.

Este tipo de placa é de uso freqüente em laboratórios de investigação eletrônica profissional para testar os primeiros protótipos ou para realizar ensaios parciais com partes dos circuitos. Para desmontar o protótipo basta realizar a operação inversa, isto é, puxar o fio ou o componente, levemente. Este tipo de placa está desenhado para



Ao soltar a mola, o fio fica preso e o contato assegurado.



Ao deslocar-se a mola, fica um espaço oco para passar o fio.



O fio entra com facilidade e sem pressionar.

inserir comodamente circuitos integrados tanto do tipo analógico como do tipo digital.

As conexões

As conexões entre os diferentes terminais dos circuitos, com os quais se experimenta, e o sistema de testes se realizam com fio rígido de uns 0,5 mm de diâmetro e com cobertura de plástico de diferentes cores para facilitar a identificação de cada um. A conexão aos terminais da placa de inserção se realiza à pressão, bastando retirar um pedaço de cobertura da ponta do fio a conectar. As conexões aos módulos e ao resto do sistema ficam garantidas por meio de terminais especiais que são realmente molas; a conexão é muito fácil, rápida e segura, bastando inclinar levemente a mola para o lado contrário ao que se quer conectar, separando duas espirais da mola, inserindo as pontas do fio e soltando-o para que fique preso. Tanto os fios de interconexão, como as molas especiais são entregues com as fichas desta coleção.

APRESENTAÇÃO. O "SISTEMA DE TESTES MODULAR"



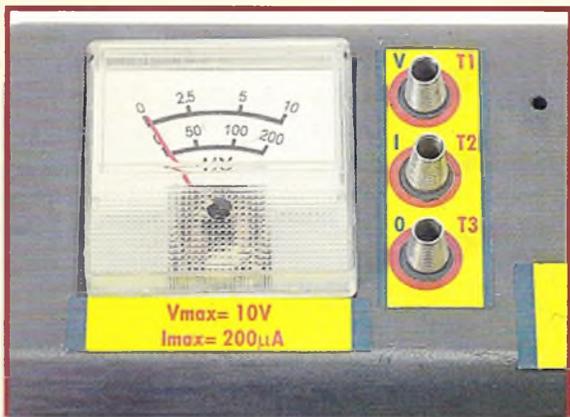
Dispõe-se de conexão de alimentação de até 9V em saltos de 1,5 volts.

A alimentação

Quase todos os circuitos se alimentam entre 1,5 e 9 volts e seu consumo costuma ser reduzido. O sistema dispõe de um compartimento para seis pilhas do tipo AA, conectadas em série. Além de dispor de conexões para 0V e 9V nas extremidades finais, dispõe, também, de conexões intermediárias em cada pilha. Também tem duas conexões de 6V e de 9V, perto da placa de protótipos, por serem as duas tensões mais usuais. Os terminais utilizados para a conexão de alimentações também são do tipo de mola especial.

O instrumento de medida

Trata-se de um instrumento que tem uma sensibilidade de 200mA e tem uma conexão para funcionar como microamperímetro de 200mA de fundo de escala. Também pode medir tensões com uma tensão de fundo de escala de 10V. Utiliza-se em muitas experiências, só, ou em combinação com módulos.



Instrumento de medida polivalente.



Potenciômetro P2.

O alto-falante

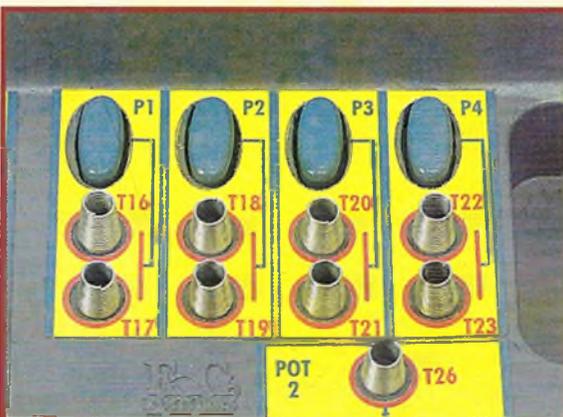
Trata-se de um elemento muito conhecido e imprescindível para experiências de áudio. Com a utilização do circuito adequado poderá ser utilizado também como microfone.

Os potenciômetros

No sistema de testes dispõe-se de três potenciômetros, um com lei de variação logarítmica, muito útil para experiências de áudio, e dois com lei de variação linear para modificar diferentes parâmetros nos circuitos experimentais ou nos módulos utilizados. Seus três terminais de conexão estão acessíveis, têm um comando de painel para sua fácil atuação e controle visual de sua posição.

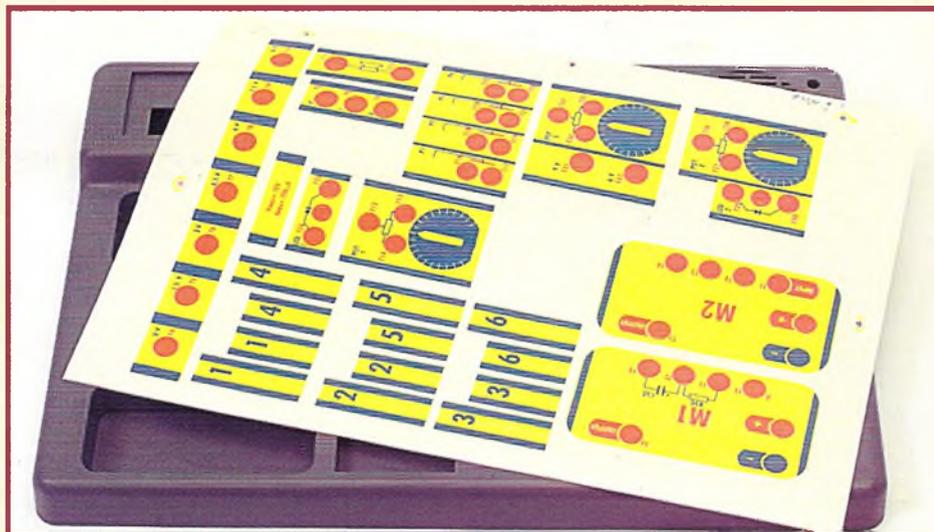
O comando de botões

No sistema de testes, dispõe-se de quatro botões com conexão independente, suas aplicações são muito numerosas, o contato permanece aberto, estando em repouso.

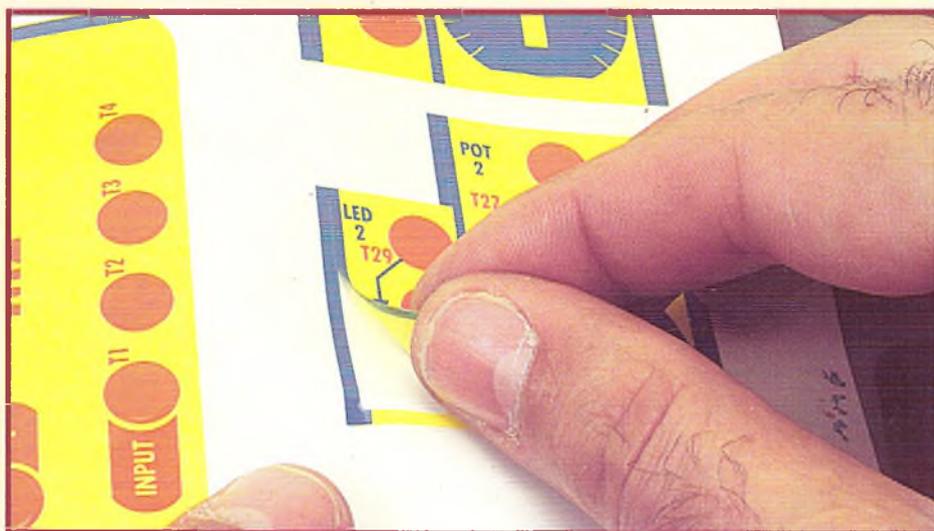


Jogo de quatro botões independentes.

O PAINEL FRONTAL. O painel frontal adquire um magnífico aspecto ao receber a etiqueta.



É necessário aplicar as etiquetas do laboratório para se identificar a função de cada elemento. As etiquetas correspondentes aos dois primeiros módulos devem ficar guardadas até que eles estejam montados.

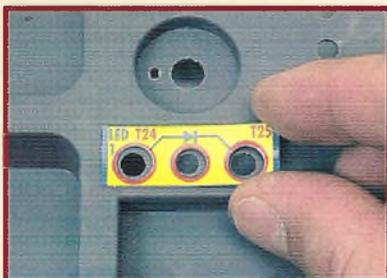


Para soltar as etiquetas haverá que curvar levemente o suporte e levantá-las com cuidado por uma das pontas. Será importante lavar muito bem as mãos e, além disso, evitar tocar a parte adesiva com os dedos.

A tarefa de etiquetar o sistema de testes, utilizando as etiquetas auto-adesivas, é fácil, mas haverá que realizá-la sem pressa. Em primeiro lugar, limpe bem o painel principal. Em segundo lugar, realize este trabalho em um lugar cômodo, onde o sistema esteja bem apoiado e seguro. Recomenda-se começar pelas etiquetas menores para ir adquirindo prática. Despegue uma etiqueta e cole-a imediatamente, deixando as outras na cartela. Haverá que centrar muito bem cada etiqueta nos centro dos orifícios. Será possível descolá-la para corrigir se ficar mal colocada, mas esta tarefa deve ser realizada imediatamente, porque, transcorridas 48 horas, a etiqueta estará colada definitivamente e se se tentar descolá-la se rasgará.

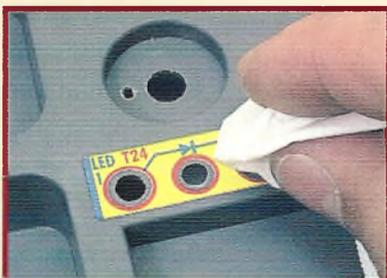


1 O laboratório deverá ser limpo antes de proceder a colar as etiquetas. Pode-se lavar com água e sabão, se por algum motivo estiver sujo, antes de colar as etiquetas. Pode se utilizar um trapo levemente úmido com água levemente ensaboada.



2 Assegure-se de que os orifícios da etiqueta fiquem bem ajustados aos orifícios da peça de plástico.

As etiquetas são de material plástico flexível e podem se deformar, estirando-se, se se puxar muito. Para corrigir a posição defeituosa, é melhor levantar a etiqueta e tornar a colá-la, e não se pressionará até que ela esteja bem situada.



3 Começa-se a colar a etiqueta por uma das pontas e se vai apertando com um trapo limpo para evitar a formação de bolhas, alisando o adesivo em direção às beiras. O trapo ou o lenço descartável utilizado deve ser suave e deslizar para evitar estragar o adesivo. Deve-se dobrar cuidadosamente para evitar que alguma ruga faça pressão demais sobre algum ponto.

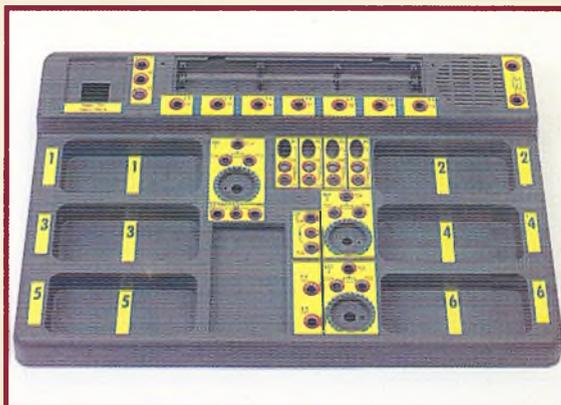


4 Cada compartimento do módulo será numerado tal como se pode apreciar na foto final, colando as etiquetas de forma que fiquem bem alinhadas.

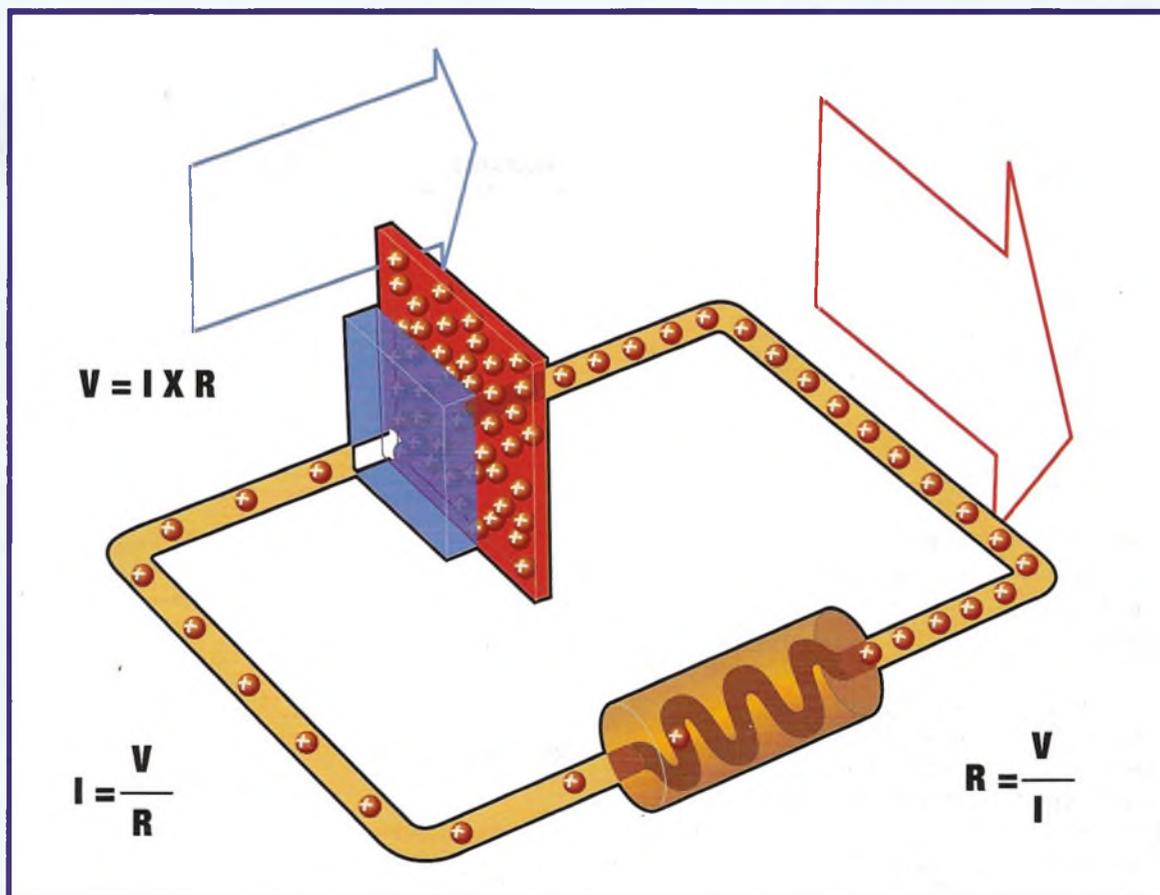
Para obter uma boa apresentação, todas as etiquetas devem ficar à mesma altura. Meça a colocação de cada etiqueta em relação à beira de cada compartimento dos módulo e marque cada compartimento antes de colar as etiquetas.

O sistema de testes já tem identificadas todas as suas partes. Está preparado para a montagem de suas peças e módulos. Haverá que guardar as etiquetas dos painéis frontais dos módulos 1 e 2.

O repasso da colocação das etiquetas deverá ser feito imediatamente, depois de finalizada a tarefa, pois passado certo tempo será muito difícil descolá-las para corrigir sua posição.



CÁLCULO DE CIRCUITOS. Começa-se por circuitos simples aos quais vão se acrescentando componentes.



Circuito elementar e as três expressões da lei de Ohm.

Quando fazemos a pergunta: Que é um circuito? Há muitas formas de respondê-la, mas o melhor é ver o esquema do circuito elementar e sobre este esquema localizar o gerador, neste caso uma pilha, que dá uma tensão V , uma resistência R e umas linhas que simbolizam os fios de conexão entre ambos. O mais importante do circuito para que a corrente circule é que esteja fechado, isto é, se sairmos da pilha pelo pólo positivo, seguiremos, cruzaremos a resistência e voltaremos a entrar pelo pólo negativo da pilha. Ao estar fechado, o circuito fará circular uma corrente que pode ser muito pequena, ou muito grande, conforme for a resistência, muito grande ou muito pequena.

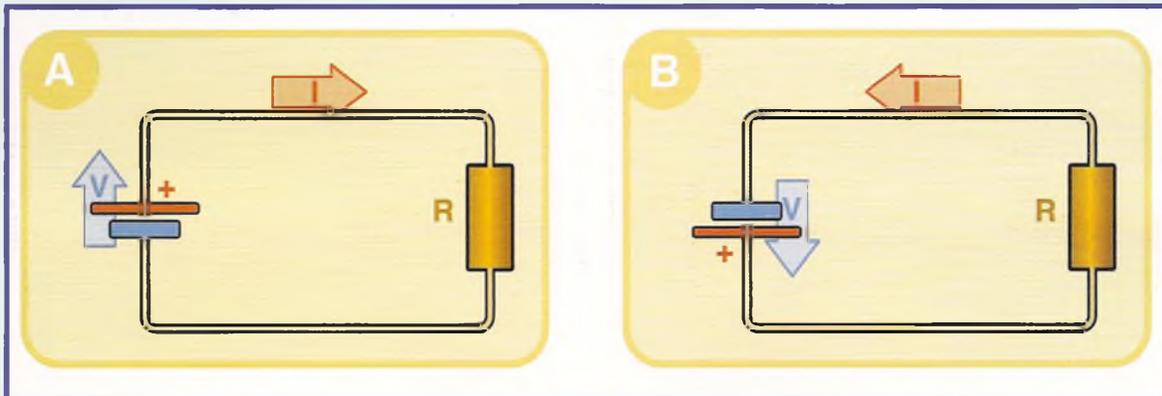
A lei de Ohm

No circuito anterior há uma relação entre a corrente I , a resistência R e a tensão V . Trata-se da lei de Ohm, em homenagem ao científico que a estudou

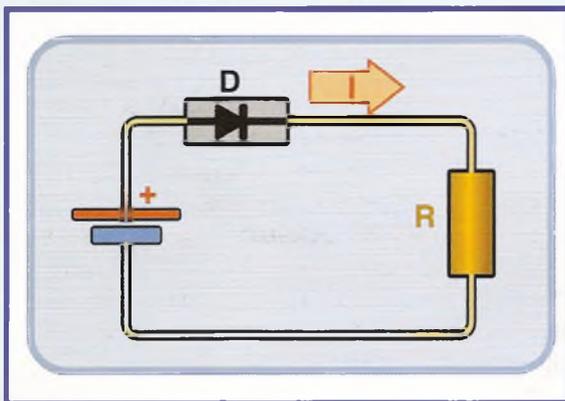
A lei de Ohm expressa a relação entre a tensão e a corrente

e diz-se que a corrente que atravessa uma resistência é proporcional à tensão que se lhe aplica. $I = V/R$. Esta lei é muito simples de aplicar e ela é usada constantemente, tanto em eletrônica como em eletricidade, basta saber multiplicar e dividir ou dispor de uma máquina de calcular. Devem se utilizar, por coerência e para que os cálculos sejam corretos, as seguintes unidades. Tensão em volts, corrente em amperes e resistência em ohms.

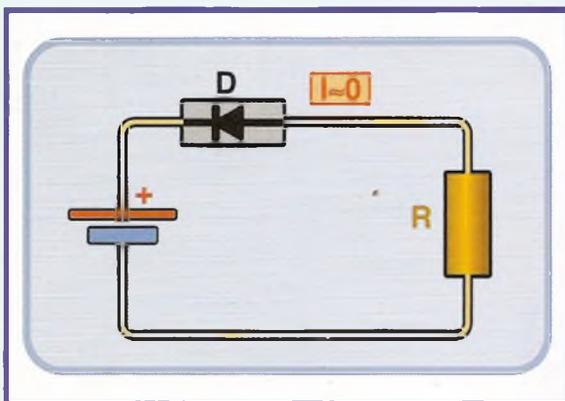
CÁLCULO DE CIRCUITOS.



Ao inverter a tensão se inverte o sentido da corrente.



O diodo D conectado em direta deixa passar corrente.



O diodo em inversa não deixa passar corrente.

Exemplo

Suponhamos que temos uma pilha de 9 volts e que lhe conectamos uma resistência de 1000 ohms, que normalmente se expressará como 1K. Queremos saber que intensidade de corrente circulará pela resistência. Se aplicarmos a lei de Ohm temos que dividir 9V por 1000 ohms, o que dará 0,009 A, isto é, 9,009 amperes, se utilizarmos o submúltiplo miliamperes, $0,009^a =$

9mA. A denominação mA quer dizer miliamperes, um miliampere é a milésima parte de um ampere e é um submúltiplo muito utilizado em eletrônica.

Inversão da pilha

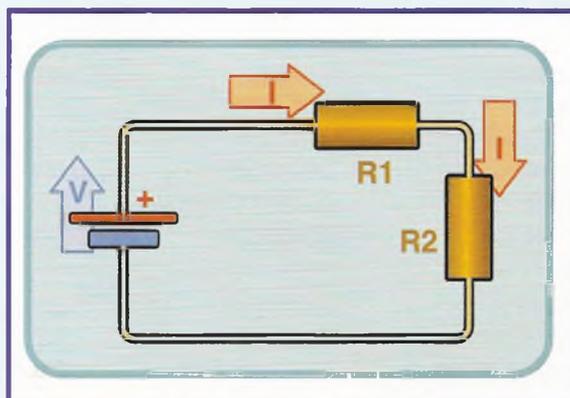
Quando em um circuito em que só há uma resistência se invertem as conexões da pilha, inverte-se também o sentido da corrente. O valor da corrente não varia, mas circula em sentido contrário.

Incorporação de um diodo

O diodo é um componente semicondutor que só deixa circular a corrente em um sentido. Pode-se seguir a regra nemotécnica de se deixar conduzir corrente quando esta lhe chega no mesmo sentido que indica a seta que faz parte do símbolo do diodo.

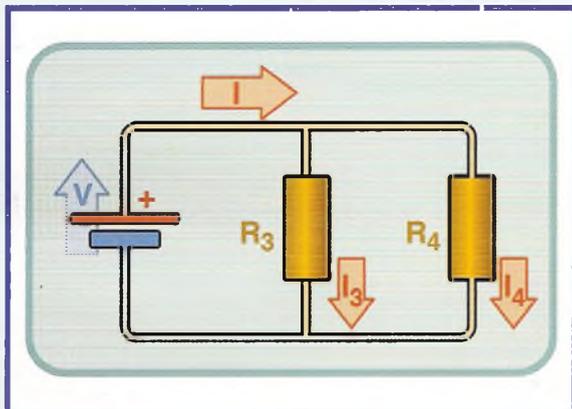
Inversão do diodo

Quando se inverter o diodo a corrente não circulará, pois ela é tão pequena que pode ser desprezada e ser considerada zero.

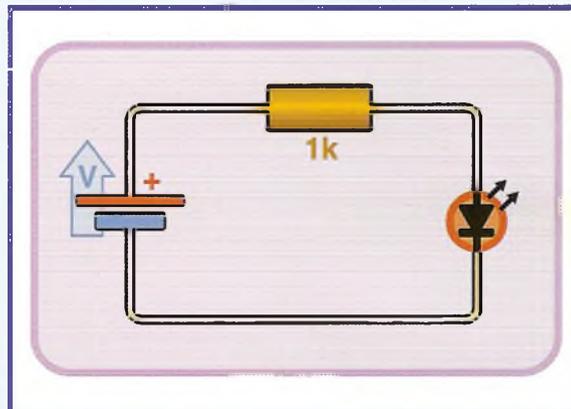


Por duas resistências conectadas em série circula a mesma corrente.

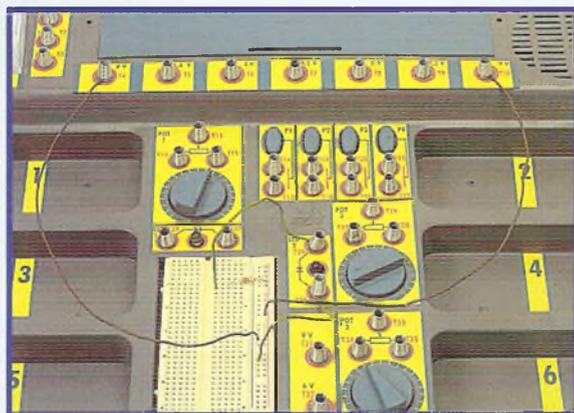
CÁLCULO DE CIRCUITOS.



Duas resistências conectadas em paralelo estão submetidas à mesma tensão.



Circuito com resistência e LED. O LED estará conectado em direto.



No sistema se comprova que para que circule corrente o LED tem que estar conectado em direta.

LED é um diodo que tem a particularidade de emitir luz quando é atravessado por uma corrente em sentido direto e que se situa entre umas margens determinadas. Se a corrente for muito reduzida, o LED não se iluminará e se for elevada demais ele poderá ser destruído, por excesso de calor. Os diodos LEDs costumam se iluminar bem com correntes entre 3 e 8 mA. Ao se tratar de um diodo, se se conectar em sentido inverso, não se iluminará.

Resistências em série

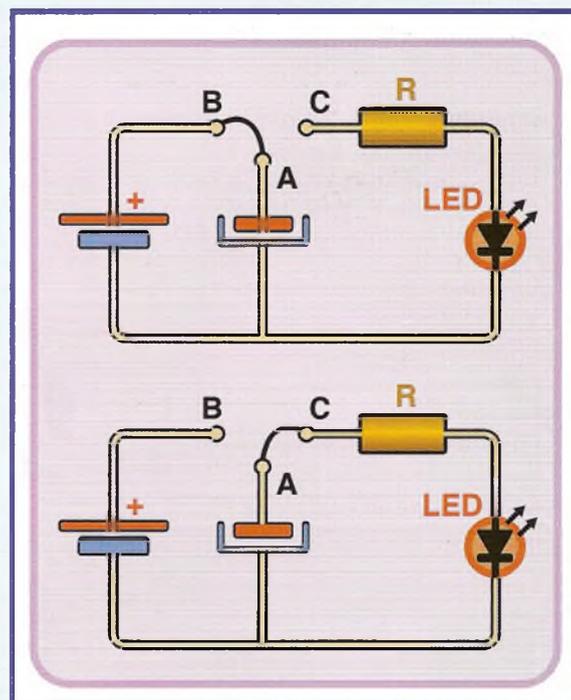
Quando em um circuito duas resistências se conectam em série, por ambas circula a mesma corrente, pois toda a corrente tem que atravessá-las para fechar o circuito. A resistência resultante, para poder calcular a corrente com a lei de ohm, é a soma das resistências de cada uma delas.

Resistência em paralelo

Quando em um circuito se conectam duas resistências em paralelo, a corrente se distribui entre ambas e a maior será a que circular pelas resistências de menor valor. Deverá ser levado em consideração que, neste caso, ambas as resistências têm a mesma tensão em suas extremidades pois estas estão unidas.

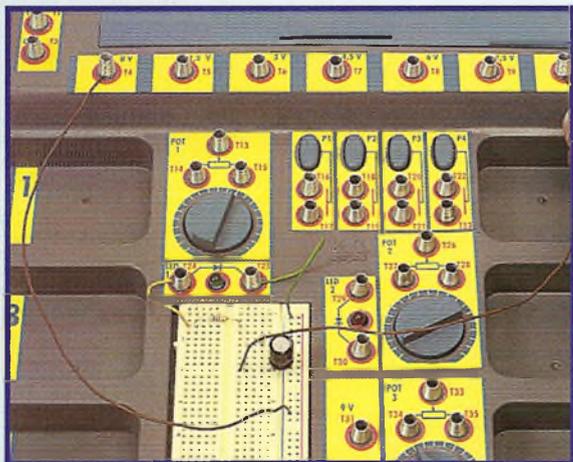
O diodo LED

Vamos ver outro tipo de circuito simples, o formado por uma resistência e um diodo LED. O diodo

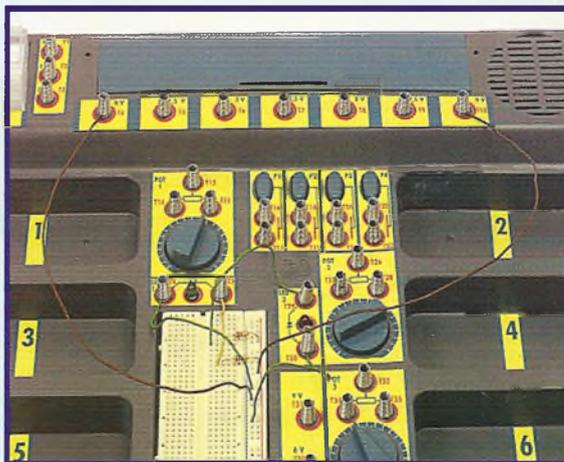


Quando A se conectar a B, o capacitor carregar-se-á; quando se conectar A a C, descarregar-se-á e o LED se iluminará.

CÁLCULO DE CIRCUITOS.



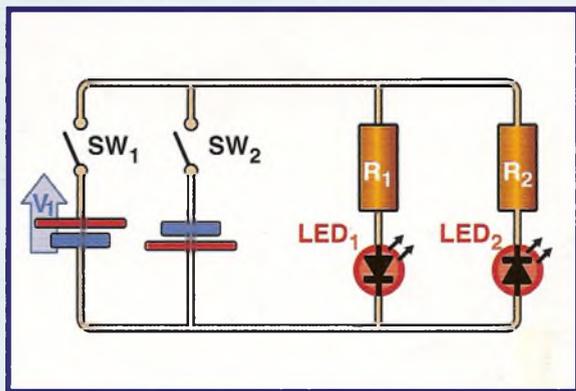
O tempo em que o LED permanecerá iluminado dependerá da capacitância do capacitor.



Para inverter a alimentação se intercambiam entre si as conexões a 0V e 9V.

Carga e descarga do capacitor

Incorporemos ao circuito um componente novo: um capacitor. E para que seja de bastante capacitância, vamos nos adiantar e projetar, no esquema, o símbolo do capacitor eletrolítico. Se nos fixarmos no esquema, quando unirmos o terminal A ao B, o capacitor carregar-se-á. Quando se completar a carga, a corrente será zero, mas isto não poderemos ver sem uma instrumentação adequada. Mas há uma

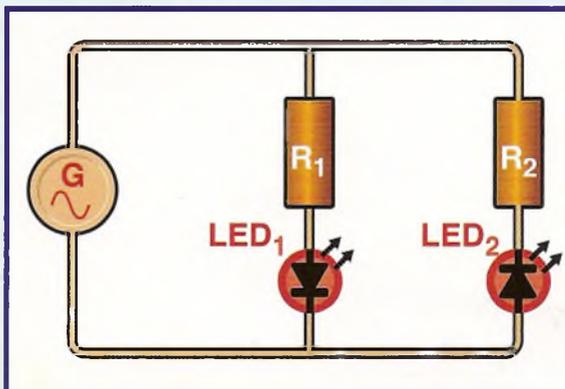


Se se fechar o interruptor SW1, iluminar-se-á o LED 1, e se se conectar SW2, o LED 2 se iluminará.

forma fácil de comprovar que o capacitor está carregado: utilizando um LED, que pode ser verde ou vermelho e uma resistência, por exemplo, de 1K; o LED terá de se conectar tal como está no desenho. Ao conectar o terminal A ao C, a carga do capacitor passa pela resistência até o LED, que emitirá um breve centelha. Será suficiente um capacitor de 100mF, mas, se se dispuser de um de maior capacitância, a centelha será de maior duração.

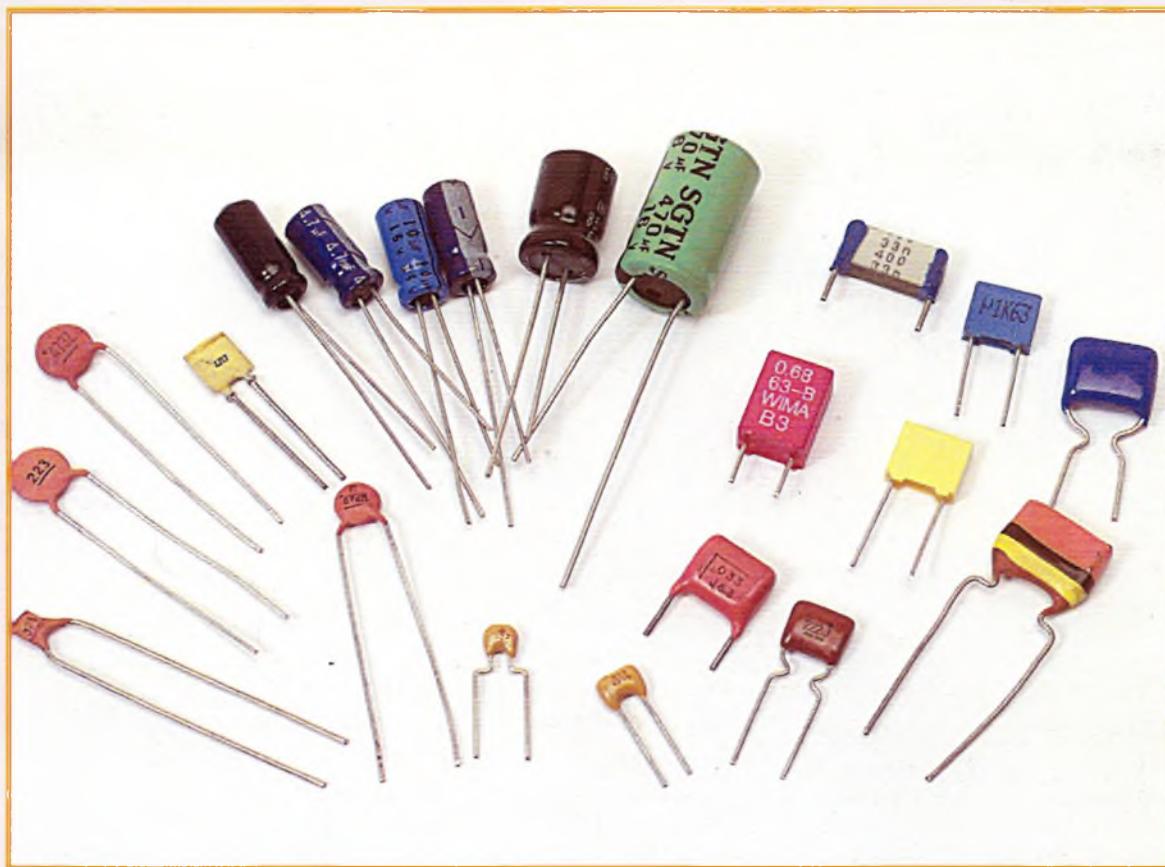
Corrente alterna

Se em vez de uma pilha utilizarmos um gerador de corrente alterna, isto é, que em um ciclo circula corrente em um sentido e no ciclo seguinte em sentido contrário, a corrente que circula pelo circuito varia de sentido. Se, por exemplo, tivermos um circuito com dois diodos LEDs conectados, um em direta e outro em inversa, eles se iluminarão de maneira alternativa, um em cada ciclo, isto é, no ciclo que encontre cada diodo no sentido direto da corrente. Mas aqui a coisa se complica. Se a frequência, isto é, a cadência com que muda de sentido, for muito baixa, poderemos, então, ver como se acende um diodo Led e se apaga o outro, mas se for muito elevada o olho humano os verá sempre iluminados, embora, em realidade, os façam de maneira intermitente.



Em um circuito de corrente alterna se iluminam alternativamente os dois LEDs, mas se a frequência for muito alta parecerá que estão iluminados permanentemente.

OS CAPACITORES. O capacitor tem a particularidade de se carregar e descarregar de energia elétrica.



Há uma grande variedade de capacitores com parâmetros muito diferentes.

Em um circuito eletrônico complexo se utilizam diversos tipos de capacitores para funções muito diferentes. Vejamos que tipos de capacitores existem e posteriormente, ao realizar as experiências, iremos vendo que modelo é mais adequado para cada aplicação.

O capacitor plano

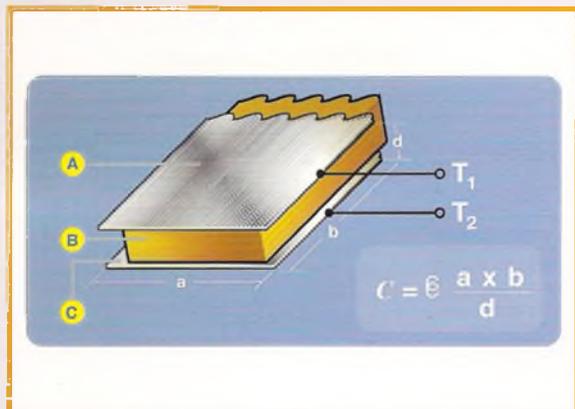
Para estudar o capacitor, define-se o capacitor plano que consiste em duas placas de material condutor de uma determinada superfície ($a \times b$), que se mantêm muito próximas, mas separadas a uma distância d . Entre as placas se situa um material não condutor denominado dielétrico. Veremos que há muitos tipos de dielétricos, entre eles o ar.

Se aplicarmos uma tensão contínua de tal maneira que apliquemos o pólo negativo a uma placa e o positivo a outra, sem que salte um arco

entre ambas as placas, produzir-se-á uma redistribuição de cargas elétricas de maneira que a placa negativa criará um campo negativo sobre a outra placa e os elétrons se deslocarão para o positivo e se produzirá uma corrente elétrica que é muito rápida a princípio e praticamente nula quando se completar a redistribuição de cargas. Para conseguir este movimento de cargas, utilizou-se certa quantidade de energia elétrica, de tal maneira, que quase toda ela fica armazenada, embora se retire a tensão aplicada às placas.

Esta energia está armazenada e será possível comprovar sua existência, utilizando diferentes procedimentos de medida, mas pode-se comprovar facilmente, carregando um capacitor de $100\mu\text{F}$ ou mais com uma tensão de 9V e descarregando sua energia sobre um diodo LED intercalando uma resistência de 1K.

OS CAPACITORES.



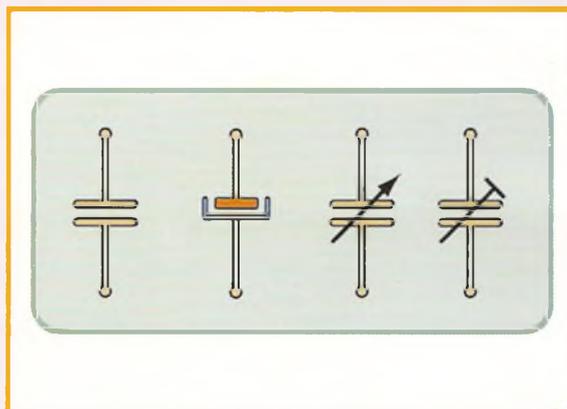
A capacitância de um capacitor aumenta com a superfície das placas e diminui com a distância entre as mesmas. A e C placas, B dielétrico.

Unidades de medida

A capacitância de um capacitor é proporcional à superfície de suas placas e inversamente proporcional à distância entre ambas.

Para poder diferenciar os capacitores conforme sua capacitância de carga, define-se a unidade de capacitância que se denomina Farad. Muitos leitores já terão chegado, em seus estudos, a esta definição, mas para os que ainda não a conhecem vamos expô-la agora. A unidade de capacitância elétrica é o Farad. Representa-se pela letra F, que corresponde à capacitância de um capacitor, que é poder armazenar a carga elétrica de um coulomb quando entre suas placas se aplica a tensão de 1 volt.

Mas esta unidade é muito grande e é necessário recorrer à utilização de submúltiplos desta unidade. Assim se define o microfarad (μF), que é a milionésima parte de um Farad, o nanofarad, que é a milésima parte de um μF , e o picofaradio (pF), que é a milionésima parte de um μF .



Símbolo de capacitores, da esquerda para a direita: capacitores não polarizados, capacitor eletrolítico, capacitor variável, capacitor de ajustamento.

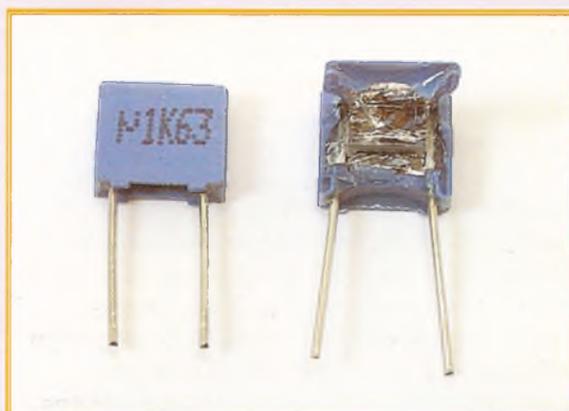
O capacitor está formado por duas placas condutoras, separadas por um dielétrico

O dielétrico

O dielétrico é um material isolante que se situa entre as placas. Deve ter uma boa rigidez dielétrica que, na prática, quer dizer ter boa resistência à perfuração, ou seja, suportar tensões muito elevadas. Um bom dielétrico permite aproximar muito as placas uma à outra e obter capacitâncias elevadas. Os dielétricos podem ser de diferentes tipos, o que dá lugar ao aparecimento de muitas famílias de capacitores. A seguir vamos descrever os de uso mais frequente.



Capacitor cerâmico



Capacitor de poliéster

OS CAPACITORES.



Capacitor de ajustamento.



Capacitor variável: utiliza-se nos receptores de rádio analógicos.

Capacitores de plástico

Os capacitores que utilizam, como dielétrico, o plástico, são de uso muito freqüente e costumam ser econômicos, especialmente os de poliéster, embora também exista capacitores de estiroflex, de policarbonato, de teflon, etc. Este tipo de capacitor consiste em finas lâminas de alumínio que se entrecruzam com lâminas de plástico, ou então se enrolam. Este tipo de capacitor não tem polaridade, portanto, pode-se conectar qualquer um de seus terminais ao pólo positivo.

Capacitores cerâmicos

São também capacitores de uso muito estendido e com uma grande variedade de cerâmicas. Há modelos muito econômicos e modelos de grande precisão e estabilidade. Destacam-se os do tipo NPO, capacitores de coeficiente de temperatura zero, isto é, sua capacitância permanece inalterável perante grandes variações de temperatura. Utilizam-se em circuitos onde a estabilidade da capacitância é fundamental.

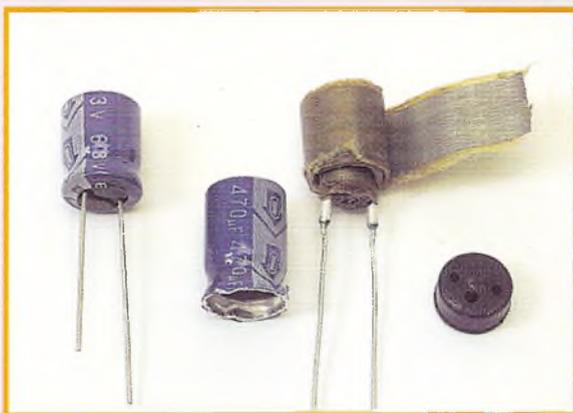


O capacitor eletrolítico consiste em duas lâminas de alumínio e uma lâmina porosa, impregnada de dielétrico.

Fabricam-se depositando uma fina capa metálica, normalmente de alumínio ou de prata, sobre um pedaço de cerâmica. Não têm polaridade.

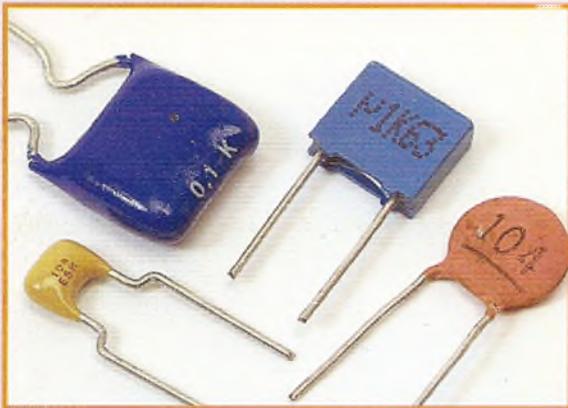
Capacitores eletrolíticos

Este tipo de capacitor tem a particularidade de ter polaridade, isto é, tem pólo positivo e pólo negativo, circunstância que deverá ser levada em consideração quando o conectemos a um circuito. Este tipo de capacitor tem uma identificação de polaridade sobre seu corpo, para evitar erros, pois se destrói ao conectá-lo invertido, podendo chegar, inclusive, a explodir. O capacitor fabrica-se, primeiro, com um material impregnado no eletrólito entre duas lâminas de alumínio. E depois, forma-se o capacitor ao lhe aplicar uma tensão. De modo que o capacitor se forma por oxidação do ânodo ao ser submetido a uma eletrólise. Este tipo de capacitor tem a vantagem de permitir obter grande capacitância por unidade de volume. Utiliza-se em freqüências baixas, normalmente abaixo de 20 kHz. Os capacitores eletrolíticos de uso

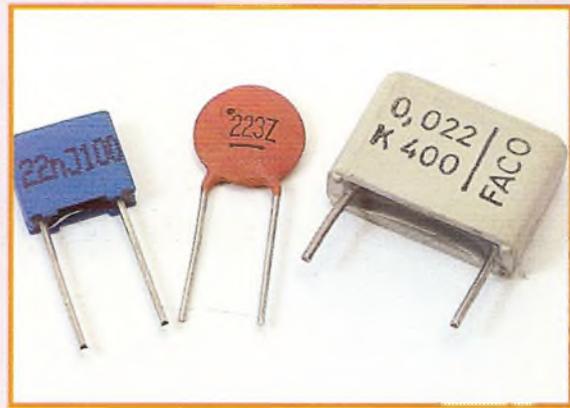


Capacitor eletrolítico.

OS CAPACITORES.



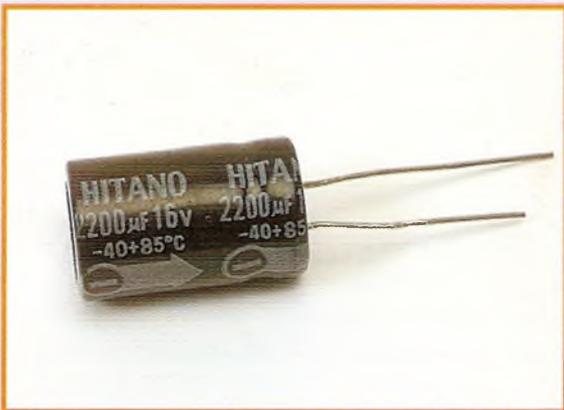
Capacitor de 100nF com vários sistemas de marcação.



Capacitor de 22nF com vários sistemas de marcação.

mais habitual e estendido são de alumínio, embora também se utilize o tântalo, este último de melhores características, mas muito mais caro.

ser levada em consideração quando se projeta um circuito.



Capacitor eletrolítico, tem polaridade. Normalmente, marca-se o negativo com o signo - O terminal negativo é o de menor comprimento.

Capacitores de ar

Este tipo de capacitor se utiliza para o ajustamento de algumas dezenas de pF, como muito, e para capacitores de sintonia em receptores de rádio analógicos. Tem aproximadamente uns 200pF quando se aproxima ao máximo de sua capacitância.

Tolerância

Os capacitores de poliéster e os cerâmicos, de uso freqüente, têm, em geral, 10% de tolerância em seu valor de capacitância. Costumam se encontrar, também, de 5%. Há capacitores cerâmicos de maior precisão, mas seu custo aumenta. Quanto aos eletrolíticos de alumínio, os tipos mais econômicos costumam ser de +50 até -20%. Circunstância que deverá

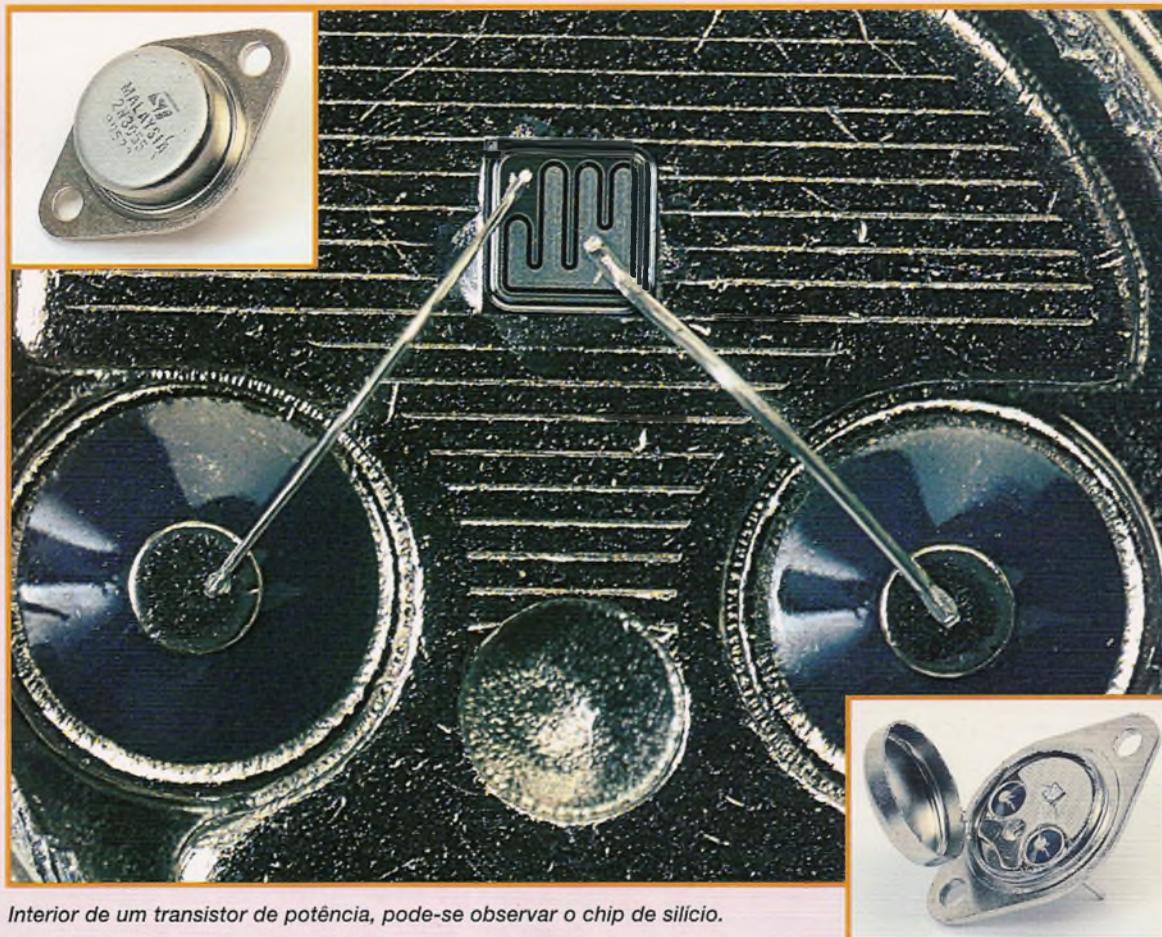
Tensão máxima

Em um capacitor, se se superar a tensão máxima que ele é capaz de suportar, saltará um arco entre sua placa, perfurando-se o dielétrico, significando a destruição do componente. Quando se projetar um capacitor, será importante considerar a tensão máxima que vai ser aplicada entre suas placas e, além disso, estabelecer uma margem de segurança. Para trabalhar a tensões mais elevadas, costuma ser suficiente aumentar a distância entre as placas, aumentando também a espessura do dielétrico, mas se vamos à fórmula vemos que a intensidade diminui e se quisermos compensar esta diminuição da capacitância poderemos aumentar a superfície das placas, o que levará a aumentar o tamanho do capacitor. Isto se pode observar em uma amostra de capacitores do mesmo tipo, que, para igual capacitância, o tamanho aumenta ao aumentar a tensão de trabalho.



Deverá se assegurar que o capacitor não será conectado entre dois pontos do circuito, cuja tensão supere a máxima que o capacitor pode suportar.

OS TRANSISTORES. O descobrimento do transistor no ano 1947 originou um grande impulso à eletrônica.



Interior de um transistor de potência, pode-se observar o chip de silício.

Já no ano 1947, a eletrônica sofria uma notável avanço. A rádio tinha uma grande importância na vida social. Havia muitos estudos a respeito, mas os equipamentos eram muito volumosos e consumiam uma grande quantidade de energia, que se traduzia em calor, e os equipamentos não podiam ser reduzidos, apesar de que se chegaram a construir válvulas de vazão de dimensões muito pequenas. O que chamava a atenção era que o transistor trabalhava com tensões muito pequenas e que, além disso, não havia a necessidade de esquentar nenhum eletrodo como sucedia com as válvulas. Mas havia um inconveniente: os primeiros transistores quase não podiam conduzir uns poucos miliampères. Tudo isto é história, o transistor foi um grande invento e o desenvolvimento da técnica permite, hoje, fabricar transistores e dispositivos similares, que

podem controlar centenas e inclusive milhares de amperes.

Circuitos integrados

Conforme se ia avançando nas técnicas de fabricação de transistores, pensou-se em fabricar, no mesmo pedaço de silício, vários transistores de um circuito determinado e, ademais, interconectá-los. Desta idéia surgiu o que hoje em dia denominamos: circuito integrado.

O transistor bipolar

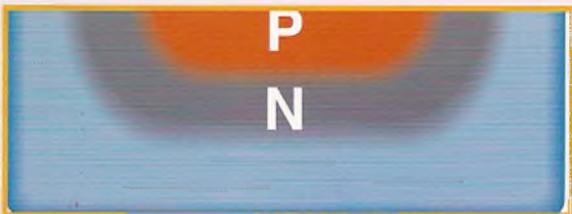
Ha muitos tipos de dispositivos semicondutores, mas o transistor clássico é o transistor bipolar. Consiste em um pedaço de material semicondutor, dividido em três zonas que podem ser NPN ou PNP. A letra P se utiliza para definir um tipo de impurezas e a zona N outro tipo de impurezas. Não vamos entrar aqui no tipo de impureza de que se

OS TRANSISTORES.

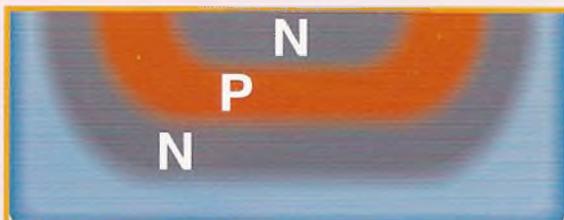


Sobre um substrato de silício de grande pureza se difundem impurezas de tipo N, se obtém a zona do coletor.

pureza necessária, corta-se em fatias, longitudinalmente, em forma de discos muito finos, de apenas umas décimas de milímetro (como muito) e sobre esta espécie de bolacha fabrica-se um grande número de transistores. Depois de fabricados no forno de difusão, despedaça-se a bolacha. O tamanho depende do tipo de transistor. Nos transistores de potência, o tamanho do pedaço costuma estar entre 2 e 5 mm de lado, e muito menor para os transistores



Dentro da zona N, e utilizando uma janela de difusão mais próxima, difundem-se impurezas do tipo P. Obtém-se a zona da base; costuma ser muito estreita.



Sobre a Zona P da base se difundem, outra vez, impurezas de tipo N e se forma a zona do emissor.

trata, mas sim falaremos no seu funcionamento, da mesma forma que não se necessita saber como se fabrica o motor de um automóvel para ser um excelente condutor.

Há dois tipos de transistores. Uns são do tipo NPN e outros do tipo PNP. Seu funcionamento e conexão são diferentes, como veremos nas experiências. Quando dois transistores são da mesma família e têm características muito parecidas, e um é PNP e o outro, PNP, diz-se que são complementares, mas nunca se poderá substituir um pelo outro, ou vice-versa.

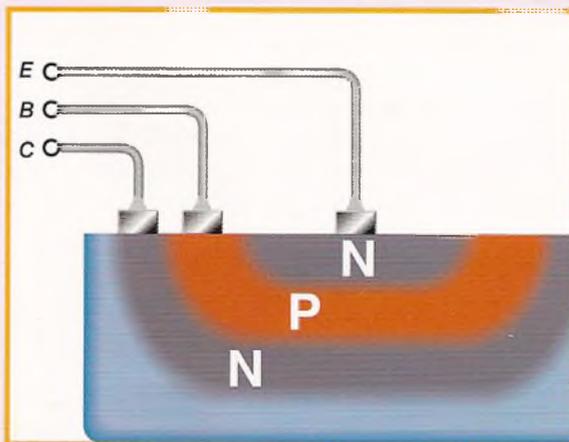
Os transistores de uso mais freqüente são de um material semiconductor que é o silício, embora os primeiros transistores fossem de germânio.

Os chip

Os transistores se fabricam por difusão de impurezas do tipo P e N sobre um "chip" de silício de grande pureza.

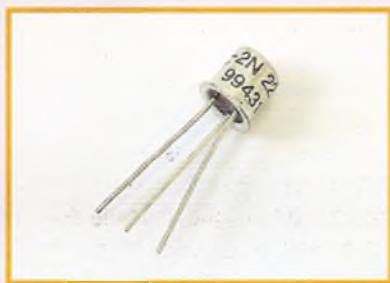
Antes de explicar o processo de difusão vamos dar umas idéias de como se obtém o chip. Parte-se de um pedaço de silício em forma de um quadrado de, aproximadamente, 5 cm de diâmetro, que se submete a diferentes processos industriais para obter silício de uma extraordinária pureza. Todo este processo de realiza em uma atmosfera inerte e ao vazio. Uma vez que se obtém o quadrado de silício da

O transistor é a base dos circuitos integrados

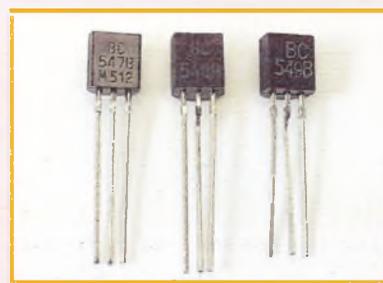


Se acrescentam umas metalizações de alumínio para formar os contatos onde se soldam os fios que conectam os terminais do transistor. Neste caso, trata-se de um transistor NPN.

OS TRANSISTORES.



Transistor
2N2222 com
cápsula
metálica.

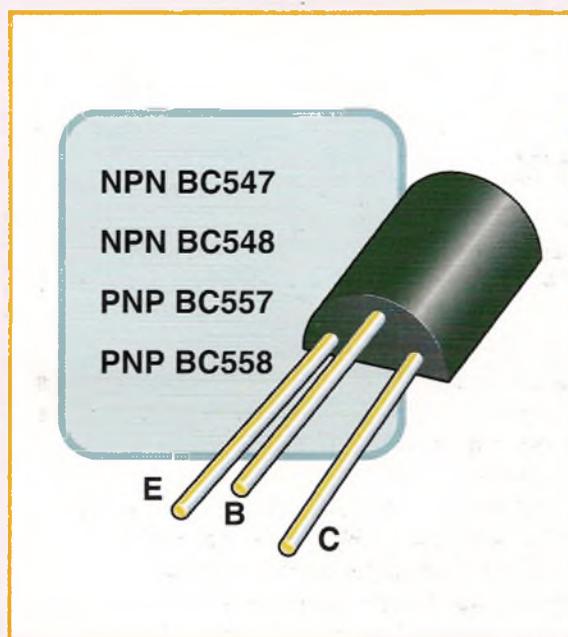


Transistores
NPN de uso
comum BC547,
BC548, BC549.

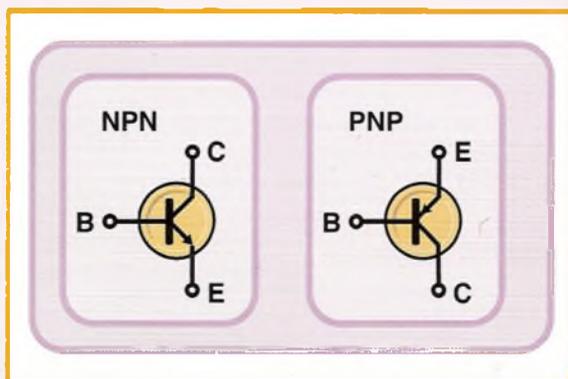
de pequeno sinal. Cada um destes pedaços chama-se chip. Esta denominação se mantém também para os circuitos integrados.

A difusão

Em cada um dos pedaços do chip e antes de despedaçar a bolacha, aplica-se por procedimentos fotográficos, uma capa de resina de maneira que se deixa uns espaços sem tapar. Em princípio, trata-se de silício puro e supõe-se que vamos fabricar transistores de tipo NPN. No forno se difunde um gás carregado com impurezas do tipo N, que, à alta temperatura, penetram no material, criando uma zona N. Esta zona seria a que forma o coletor do transistor. Retira-se a máscara de difusão e se aplica outra com uma janela menor e se difundem impurezas do tipo P, que correspondem à zona da base, e a seguir se aplica a máscara da zona de emissor para difundir impurezas do tipo N. Já está formado o transistor, mas se aplica uma última máscara que deixa uns espaços ociosos nas zonas



Distribuição de terminais de alguns transistores de uso comum.



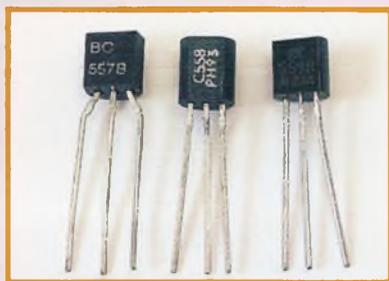
Símbolo dos dois tipos de transistores bipolares. A seta que assinala o emissor é de alto relevo em transistores NPN e de baixo relevo em transistores PNP.

onde vai se fazer a conexão às pernas do componente nestas zonas e, também, por difusão, deposita-se uma fina capa de alumínio que, em um processo posterior e uma vez colado o chip a seu suporte ou base de cápsula, conectar-se-á com um fio muito fino aos terminais exteriores, denominados, familiarmente, pernas.

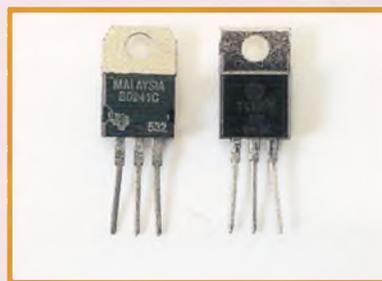
Símbolos

Os símbolos dos transistores bipolares consistem em uma linha que simboliza a base B de cujo centro saem outras duas em sentido oblíquo e oposto. Uma delas leva uma seta e corresponde ao Emissor (E). A outra não leva seta nenhuma e corresponde ao Coletor (C). Em algumas ocasiões este símbolo se encerra em

OS TRANSISTORES.



Transistores
PNP BC557,
BC558, BC559



Transistores de
potência
BC241, BD242

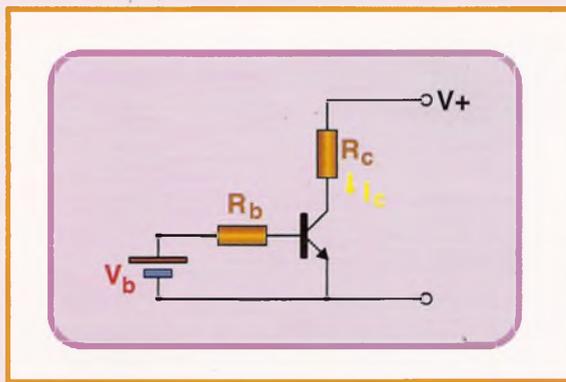
um círculo, mas não é necessário. A seta que assinala o emissor é de alto relevo em transistores NPN e de baixo relevo em transistores PNP.

Equivalência

Há muito fabricantes de transistores, no entanto os que estão marcados da mesma maneira, embora procedam de diferentes fabricantes, têm as mesmas características e são equivalentes, salvo que o circuito seja, pelo tipo de desenho, muito sensível às características do transistor. Em nossas experiências se apresentam circuitos nos quais, por designer, podem ser utilizados um do tipo BC547 ou um BC549, já que, além de serem muito parecidos, serão utilizados a tensões de 10V como máximo, e são do tipo NPN. Se se trata de um BC558 que é do tipo PNP, seus possíveis substitutos são BC557 ou BCB559. Se seguimos buscando, com certeza encontraremos muitos mais equivalentes.

Amplificação

O transistor se utiliza basicamente como amplificador de corrente, se o conectarmos como o esquema da figura, quando se faz circular uma determinada corrente pela base. Pelo coletor circula a mesma corrente multiplicada por um fator de amplificação. Este fator é maior, quanto menor for a

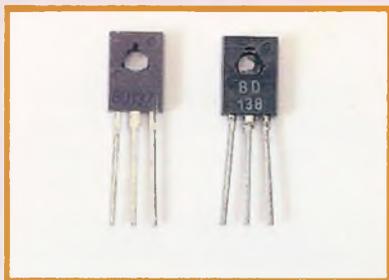


Representação do sentido das correntes em um transistor NPN em sua configuração mais habitual.

corrente. Para cálculos aproximados e para se ter uma idéia aproximada, diremos que assume o valor de 200 para pequenas correntes e de, aproximadamente, 20, para transistores de potência que conduzem, por seu coletor, correntes de vários amperes. Estas cifras são só para termos uma idéia, já que haverá que estudar cada caso separadamente.

O limiar da condução

O expressado antes é certo, mas se aplicarmos uma pequena tensão, começando por zero, aplicando o negativo ao emissor e o positivo à base, e formos aumentando, pouco a pouco, a tensão, observaremos que o transistor não conduz até que esta tensão não supere os 0,6 volts, medido entre base e emissor do transistor. Se seguirmos aumentando a tensão aplicada à resistência de base, veremos que a tensão base-emissor quase não varia, cai na resistência de base e o que aumenta é a corrente de base e, portanto, a do coletor, até chegar a um máximo que explicaremos detidamente em uma experiência posterior.



Transistores de
potência média:
BD136, BD137.