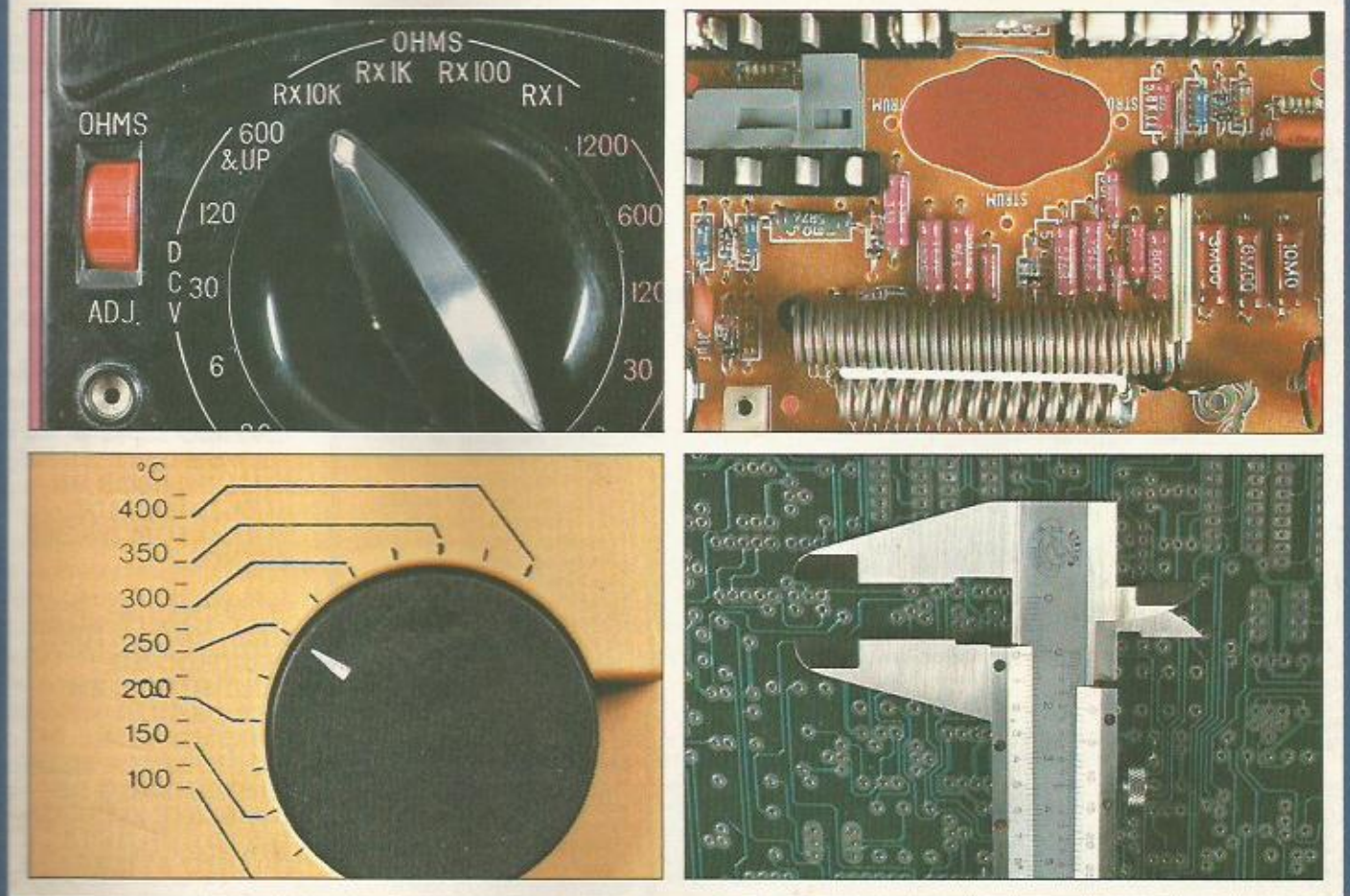
# ELETRÔNICA

4 **PASSO A PASSO** Cr$ 1.900

Abril Cultural




COMPONENTES

## O CAPACITOR

MONTAGEM

## A PREPARAÇÃO DOS COMPONENTES

## A ESCOLHA DO SOLDADOR

INSTRUMENTAÇÃO

## O MULTÍMETRO

4
ELETRÔNICA

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.

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

*Departamento Comercial*
**Gerente Comercial:**
Joaquim Celestino da Silva
**Gerente de Produção:**
João 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), Airton Ortega de Almeida, Ana Maria Pinto, Nelson S. Nakashima, Nelly Rachel Fernandes (assistentes)
**Serviços Auxiliares:**
Elvira de Bellis, Silvia C. D. Assumpção

**Colaboração:**
Fotografias: Hugo Lenzi
Kits: J.M.E. Comércio e Indústria Eletrônica Ltda.
Tradução: Paulo Nubile


## COMPLETE SUA COLEÇÃO

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

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

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

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

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

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

**Obs.:** quando pedir livros, mencione sempre o título e/ou o autor da obra, além do n.º 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 à 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 n.º 01/00/691/84, de 22/05.

## NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
**O TRANSFORMADOR, COMPONENTE ATRAVÉS DO QUAL SE PODE CONVERTER UMA CORRENTE ALTERNADA EM OUTRA, DE TENSÃO E INTENSIDADE DIFERENTES.**

MONTAGEM:
**APRENDA A SOLDAR CORRETAMENTE PARA OBTER UMA MONTAGEM PERFEITA.**

**AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS: UM EXCELENTE AMPLIFICADOR DE ALTA-FIDELIDADE PARA O SOM DO SEU CARRO.**

INSTRUMENTAÇÃO:
**MAIS UM CAPÍTULO DEDICADO AO MULTÍMETRO, EM UMA DE SUAS FUNÇÕES IMPORTANTES: MEDIR A INTENSIDADE DA CORRENTE ELÉTRICA, TANTO CONTÍNUA QUANTO ALTERNADA.**


© 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

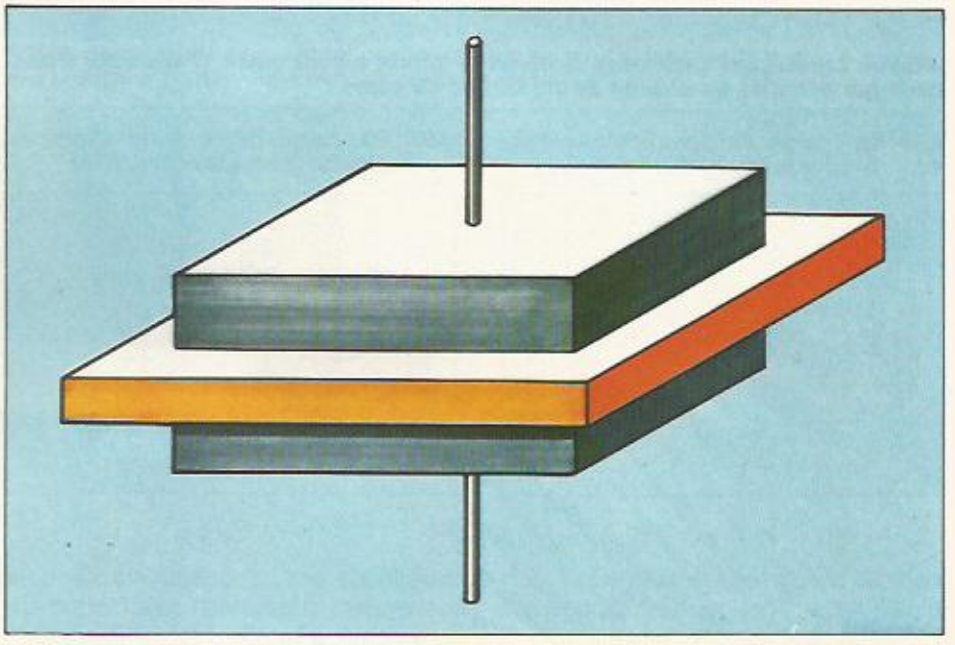
# O CAPACITOR

*Há uma grande diversidade de capacitores com diferentes características: os capacitores cerâmicos, constituídos por um suporte tubular de cerâmica, os de filmes plásticos, que atingem valores de capacitância bastante elevados, e os eletrolíticos, dotados de polaridade fixa. Mas como é feito um capacitor? É formado de duas placas metálicas separadas por um material isolante, chamado dielétrico. O dielétrico tem o formato de uma lâmina finíssima, de forma que as placas ficam bem próximas uma da outra. A capacitância desse componente é determinada pelas dimensões das placas e pela separação entre elas.*

Um outro componente comum em qualquer aparelhagem eletrônica é o capacitor, que pode ser encontrado sob diversas formas. Fundamentalmente, um capacitor é formado por duas placas metálicas, separadas por um material isolante denominado dielétrico. Utiliza-se como dielétrico o papel, a cerâmica, a mica, os materiais plásticos ou mesmo o ar.

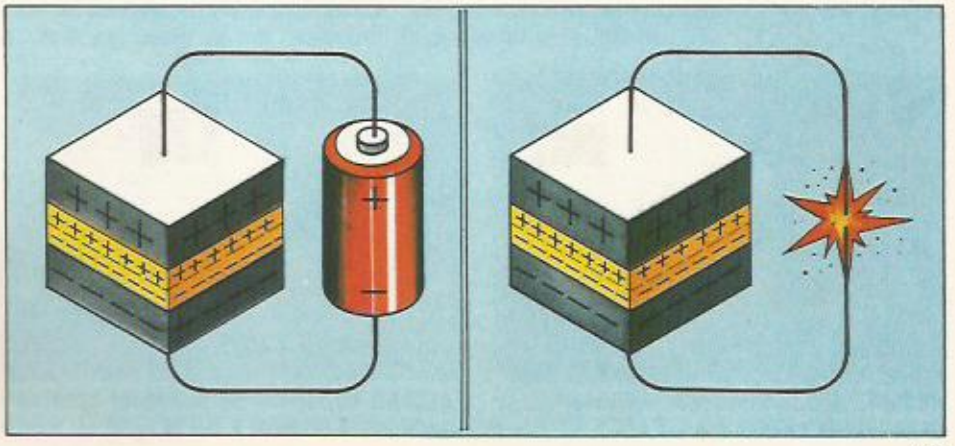
O valor de um capacitor, expresso em termos de capacitância, é determinado pelas dimensões das placas e pela distância de uma em relação à outra, fixada pela espessura do dielétrico: capacitâncias maiores são obtidas com placas grandes e dielétricos muito finos. Em outras palavras: a capacitância de um capacitor é diretamente proporcional à área das placas e inversamente proporcional à espessura do dielétrico.

Quando uma tensão contínua é aplicada às placas do capacitor, através dele não se verifica nenhuma passagem de corrente, devido à presença do dielétrico. Por outro lado, ocorre uma acumulação de carga elétrica nas placas, de tal forma que a placa ligada ao pólo negativo do gerador acumula elétrons, enquanto a placa ligada ao pólo positivo apresenta falta de elétrons. A mesma coisa ocorre na face do dielétrico em contato com a placa. Este fenômeno é conhecido com o nome de **polarização** do dielétrico. Quando a tensão aplicada é interrompida, a carga acumulada mantém-se graças ao campo elétrico que se forma entre as placas. Se, em seguida, as placas forem curto-circuitadas, encostando-se os dois terminais de ligação, uma rápida passagem de corrente é produzida e o capa-



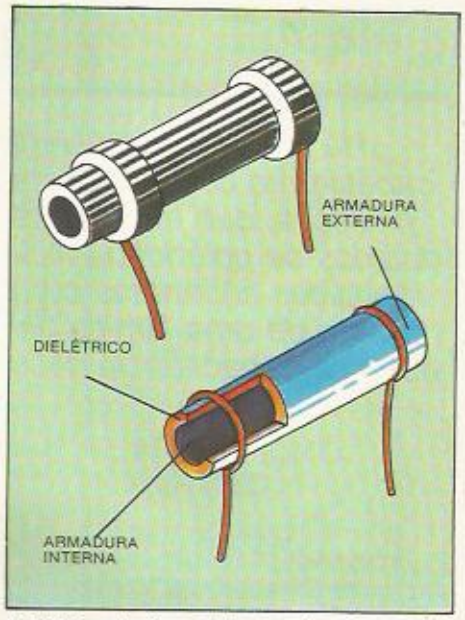
***ACIMA: esquema de um capacitor: duas lâminas condutoras que são separadas por um dielétrico.***

***ABAIXO: à esquerda, um capacitor carregado pela tensão recebida de uma pilha. À direita, descarga de um capacitor. Curto-circuitando as armaduras, obtém-se uma corrente forte e curta que pode gerar também uma centelha.***



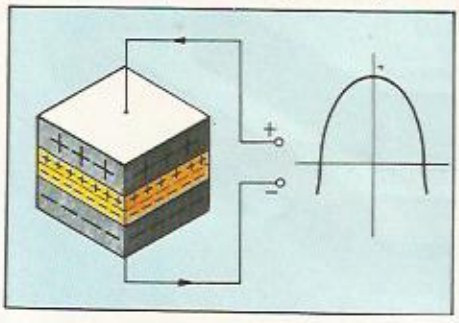



*ACIMA: capacitores cerâmicos de diversas formas e dimensões. O seu valor é indicado por números ou através de um código de cores.*

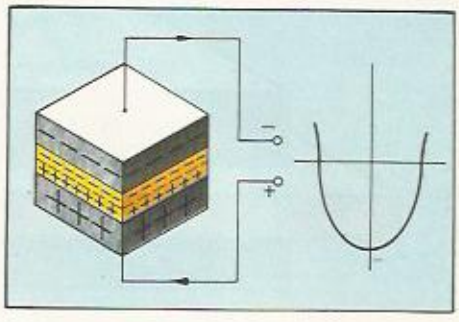



*ACIMA: estrutura interna de um capacitor cerâmico.*

***ABAIXO: carga de corrente alternada no capacitor (semiciclo positivo).***



***ABAIXO: carga de corrente alternada no capacitor (semiciclo negativo).***



citor se descarrega, retornando à condição inicial. A capacitância pode ser, portanto, definida pela capacidade de acumulação de cargas elétricas no capacitor, quando aplicamos em seus terminais determinada tensão.

O material empregado como dielétrico é um fator muito importante na construção de um capacitor, porque dele dependem características fundamentais como: a tensão máxima de funcionamento antes que o dielétrico sofra ruptura e perca suas propriedades de isolamento; a capacitância, de acordo com a maior ou menor facilidade com que o material escolhido possa ser trabalhado sob forma de lâminas finíssimas, e da sua maior ou menor polarizabilidade; as perdas de carga, já que, embora o dielétrico seja um isolante, há sempre a passagem de uma débil corrente que tende a descarregar o capacitor num tempo mais ou menos longo; e, finalmente, a constante dielétrica do material com relação ao vácuo, que permite, uma vez fixadas as dimensões geométricas, que se obtenha maior ou menor capacitância.

Quando uma tensão alternada é aplicada a um capacitor, o seu comportamento é conseqüência direta do que ele manifesta no caso de uma tensão contínua.

Quando a tensão varia periodicamente, o capacitor é submetido, durante uma metade do ciclo, a uma tensão contínua e, durante a outra metade do ciclo, a uma tensão idêntica, mas de sinal oposto. O dielétrico é submetido a solicitações alternadas que variam de sinal muito rapidamente e, portanto, sua polarização muda com o mesmo ritmo. Se a freqüência aumenta, o dielétrico não pode seguir as mudanças com a mesma velocidade com que ocorrem, e a polarização diminui, o que acarreta uma redução da capacitância. Portanto, devido ao fato de que a capacitância do capacitor tende a diminuir com o aumento da freqüência, apenas alguns tipos muito particulares de dielétricos podem ser empregados em alta freqüência.



***ACIMA: capacitores de poliéster com capacidade superior a 0,1 μF.***



***ACIMA: capacitor de poliéster com capacitância inferior a 0,1 μF.***

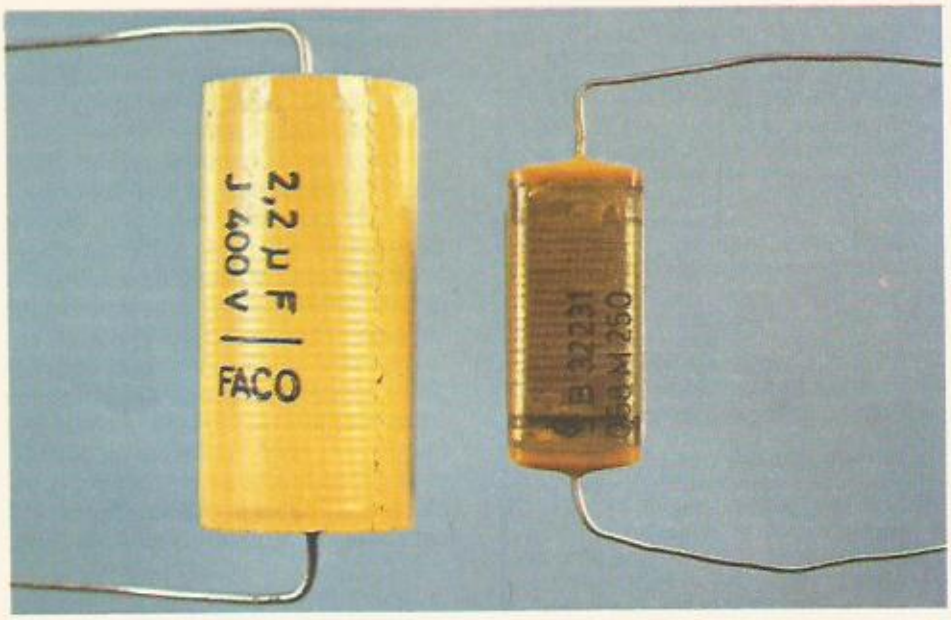
Com as tensões alternadas, produzindo-se o fenômeno descrito de sucessivas cargas e descargas, pode-se dizer que se verifica uma circulação de corrente, embora esta não flua diretamente pelo dielétrico. Assim, chega-se a uma das principais aplicações dos capacitores: a de separar a corrente alternada da contínua quando estas se apresentam simultaneamente. Além do fato de que a corrente alternada pode circular por um capacitor, entre esta e a tensão aplicada em seus terminais produz-se uma **defasagem**, de modo que, quando a corrente atinge seu valor máximo, a tensão passa nesse mesmo instante pelo valor zero, sempre seguindo o ciclo normal de variação da corrente alternada.

A capacitância do capacitor é expressa numa unidade chamada **farad**; todavia, como essa unidade é excessivamente alta para uso normal, utilizam-se outras unidades menores que são submúltiplos do farad. As unidades empregadas na prática são as seguintes:

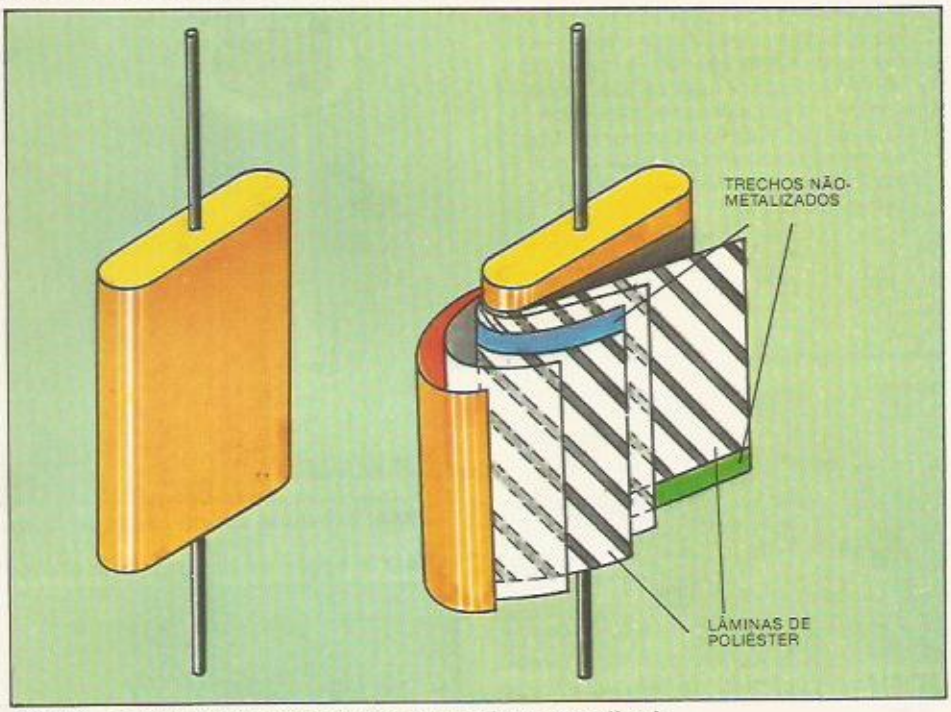
- Microfarad ou milionésimo do farad (0,000 001 F), que é representada pelo símbolo $\mu$F.
- Nanofarad ou bilionésimo do farad (0,000 000 001 F), que é representada pelo símbolo nF.
- Picofarad ou trilionésimo do farad (0,000 000 000 001 F = 0,000 001 $\mu$F = 0,001 nF), representada pelo símbolo pF.

Semelhante ao que ocorre na indicação dos valores dos resistores, e devido ao fato de que um nanofarad (1 nF) equivale a 1000 picofarads (1000 pF), às vezes, no lugar do símbolo nF, utiliza-se para indicar o nanofarad a letra K. Assim, um nF equivale a um **KpF** que é um milhar de picofarads. Portanto, quando sobre o corpo de um capacitor o valor é indicado por um número seguido pela letra K, isto significa que a unidade de medida adotada é o picofarad.

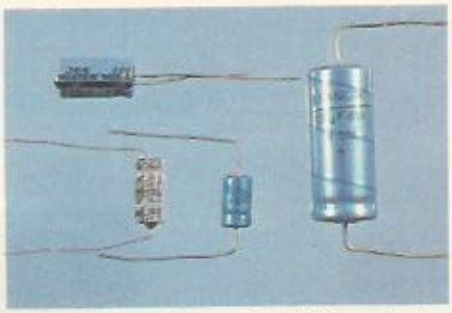
No momento de determinar o valor de um capacitor, um fator muito importante é a tolerância que, como ocorre com os resistores, indica os extremos máximo e mínimo entre os quais está compreendido o valor do componente. As tolerâncias são, normalmente, da ordem de 5, 10 e 20% para todos os tipos de capacitores, excetuando-se os eletrolíticos, para o quais a tolerância pode atingir valores de até 50%.




*ACIMA: capacitores de poliéster com terminais axiais. Os terminais estão dobrados para montar o componente nos circuitos impressos.*




*ACIMA: estrutura de um capacitor de poliéster metalizado.*



*ACIMA: capacitores eletrolíticos de alumínio de pequena capacitância.*



*ACIMA: capacitores eletrolíticos de alumínio de elevada capacitância.*

**Como é possível uma acumulação de carga elétrica no dielétrico, que é um material isolante?**
*Os fenômenos de acumulação de carga são produzidos tanto em materiais condutores quanto em materiais isolantes; a diferença fundamental reside no fato de que, nos isolantes, esta carga não pode circular livremente e não se formam correntes elétricas.*

**O que são as perdas no dielétrico?**
*São as pequenissimas correntes de descarga que circulam pelo dielétrico, entre as placas do capacitor. São também chamadas correntes de fuga.*

**Quando se aplica uma tensão alternada a um capacitor, produz-se uma verdadeira passagem de corrente entre as placas?**
*Não, o que se verifica é uma série de cargas e descargas sucessivas das placas, ao ritmo da freqüência da tensão.*

**No que consiste a defasagem entre tensão e corrente?**
*A acumulação de carga atinge o máximo quando a tensão atinge o seu máximo valor. Neste instante, o capacitor não pode receber mais cargas, o que, portanto, anula a corrente. Diminuindo-se a tensão, a corrente começa a fluir em sentido contrário, atingindo a máxima intensidade quando a tensão passa pelo valor zero.*



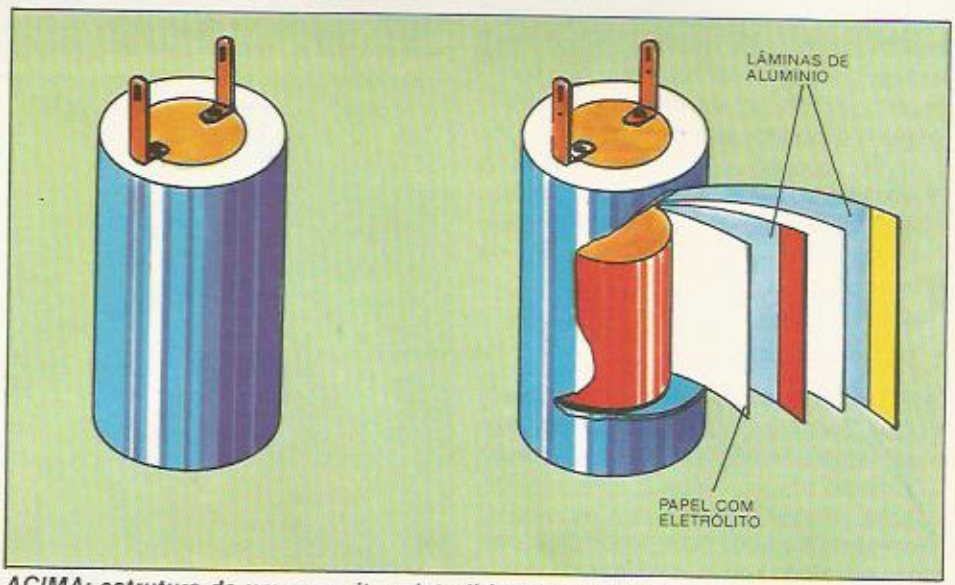
***ACIMA: capacitores de tântalo do tipo "gota".***

***ABAIXO: capacitores de tântalo de elevada qualidade.***



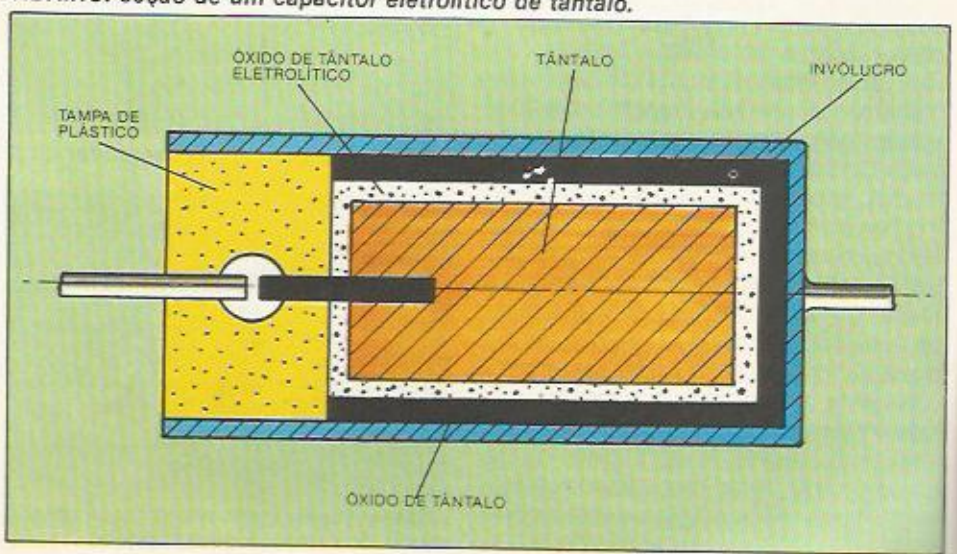
O mercado dispõe de um vasto sortimento de capacitores, cujas características devem ser conhecidas, para que se possa escolher o tipo mais indicado para cada caso.
Os capacitores cerâmicos são geralmente constituídos de um suporte tubular de cerâmica, em cujas superfícies interna e externa são depositadas finas camadas de prata às quais são ligados os terminais através de um cabo soldado sobre o tubo. Às vezes, os terminais são enrolados diretamente sobre o tubo. O emprego deste tipo de componente varia dos circuitos de alta freqüência, com modelos compensados termicamente e com baixa tolerância, aos de baixa freqüência, como capacitores de acoplamento e de filtro.

Além dos tubulares, podem ser encontrados capacitores na forma de disco e de placa quebrada ou retangular.
Os capacitores de plástico são fabricados com duas fitas finas de poliéster metalizadas numa das faces, deixando, porém, um trecho descoberto ao longo de um dos bordos, o inferior em uma das tiras, e o superior na outra. As duas tiras são enroladas uma sobre a outra, e nas bases do cilindro são fixados os terminais, de modo que ficam em contato apenas com as partes metalizadas das tiras. O conjunto é recoberto por um revestimento isolante. Estes capacitores são empregados em baixa e média freqüência e como capacitores de filtro e, às vezes, em alta freqüência. Têm a vantagem de atingir ca-




***ACIMA: estrutura de um capacitor eletrolítico de alumínio.***

***ABAIXO: seção de um capacitor eletrolítico de tântalo.***



pacitâncias relativamente elevadas em tensões máximas que chegam a alcançar os 1000 V. Por outro lado, se ocorrer uma perfuração no dielétrico por excesso de tensão, o metal se evapora na área vizinha à perfuração sem que se produza um curto-circuito, evitando assim a destruição do componente.

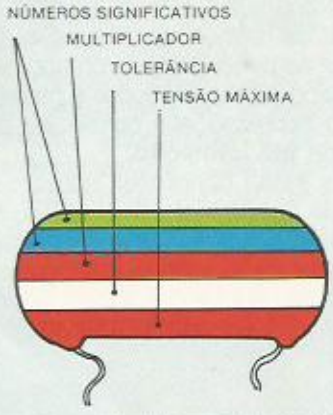
Os capacitores eletrolíticos em alumínio e tântalo são aqueles que, com as mesmas dimensões, atingem maiores capacitâncias. Os de alumínio são formados por uma tira deste metal recoberta por uma camada de óxido de alumínio que atua como um dielétrico; sobre a camada de óxido é colocada uma tira de papel impregnado com um líquido condutor chamado eletrólito, ao qual se sobrepõe uma segunda lâmina de alumínio em contato elétrico com o papel. Todo o conjunto é enrolado e introduzido num invólucro cilíndrico, de alumínio, hermeticamente fechado. Este invólucro, freqüentemente, serve de contato elétrico para a segunda lâmina de alumínio e permite, também, a fixação de um dos terminais, enquanto o outro é ligado à outra lâmina. Este tipo de capacitor tem uma polaridade fixa, o que equivale dizer que funciona somente quando a tensão é aplicada, ligando o positivo ao anodo (correspondente à lâmina de alumínio recoberta pelo óxido) e o negativo ao catodo (que corresponde ao invólucro metálico).

Os capacitores eletrolíticos são, portanto, utilizados em circuitos em que ocorrem tensões contínuas, sobrepostas a tensões alternadas menores, onde funcionam apenas como capacitores de filtro para retificadores, de acoplamento para bloqueio de tensões contínuas, etc.

Os capacitores eletrolíticos de tântalo assemelham-se aos capacitores de alumínio mas, mesmo alcançando as mesmas capacitâncias, são de tamanho menor. Emprega-se o tântalo, no lugar do alumínio, para a lâmina, e o eletrólito é uma pasta ou líquido. Seu emprego é aconselhável sobretudo como capacitor de acoplamento para estágios de baixas freqüências, graças ao seu baixo nível de ruído, muito inferior ao do capacitor de alumínio. Além do tipo tubular, é encontrado também em forma de "gota".

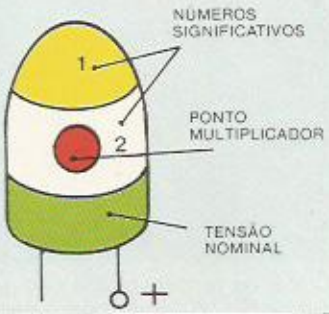
| 1 FAIXA | 2 FAIXA | 3 FAIXA | 4 FAIXA | 5 FAIXA |
|---|---|---|---|---|
| – | 0 | x 1 | 10 % | 250 v |
| 1 | 1 | x 10 | 20 % | 400 v |
| 2 | 2 | x100 | | |
| 3 | 3 | x1000 | | |
| 4 | 4 | x10000 | | |
| 5 | 5 | x100000 | | |
| 6 | 6 | — | | |
| 7 | 7 | — | | |
| 8 | 8 | — | | |
| 9 | 9 | — | | |

**CAPACITORES CERÂMICOS E DE POLIÉSTER**




| NÚMERO | NÚMERO | PONTO MULTIPLICADOR | TENSÃO MÁXIMA |
|---|---|---|---|
| – | 0 | | 3 v |
| 1 | 1 | x 1 | 6,3 v |
| 2 | 2 | x 10 | 10 v |
| 3 | 3 | x 100 | 16 v |
| 4 | 4 | $x\ 10^{-2}$ | 25 v |
| 5 | 5 | $x\ 10^{-1}$ | 35 v |
| 6 | 6 | | |
| 7 | 7 | | |
| 8 | 8 | | |
| 9 | 9 | | |

**CAPACITORES DE TÂNTALO TIPO "GOTA"**



# A PREPARAÇÃO DOS COMPONENTES

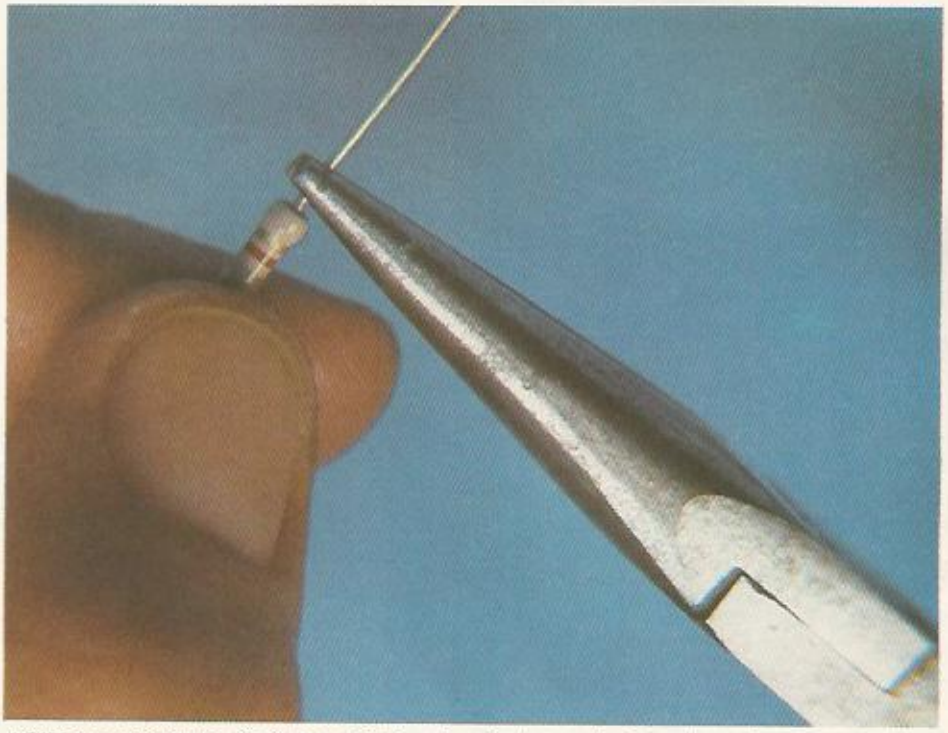
*Sempre que falamos na montagem dos aparelhos eletrônicos, repetimos exaustivamente que é necessário manipular com cuidado todos os componentes, cujos terminais devem ser delicadamente dobrados antes de serem inseridos nos circuitos, e assim por diante. Devido à extrema importância da preparação dos componentes, reservamos ao assunto um capítulo inteiro.*

Antes de começar a montagem dos circuitos impressos de qualquer aparelhagem, é necessário preparar os componentes destinados à montagem de modo a facilitar ao máximo a sua inserção nos furos correspondentes, assim como a etapa posterior da soldagem.

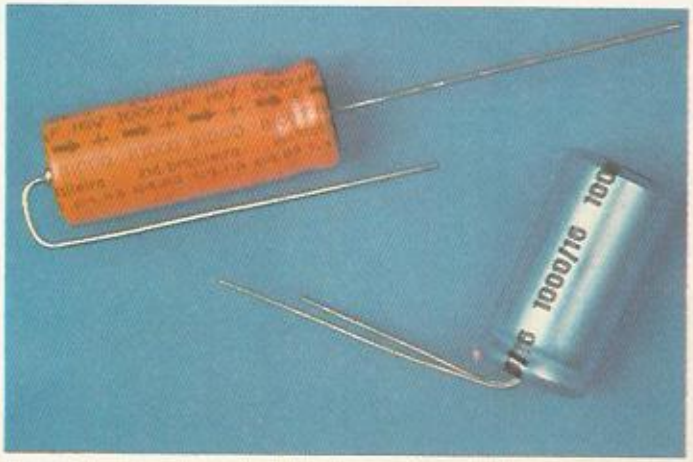
As operações necessárias podem ser executadas sobre todos os componentes do mesmo circuito antes de se proceder à montagem, ou também pode-se preparar cada componente antes de colocá-lo em sua posição na placa.

Esta preparação tem o objetivo de adaptar da melhor maneira possível a forma e as dimensões do componente ao espaço disponível sobre a placa de circuito impresso, e é conhecida pelo nome de **pré-formação.**

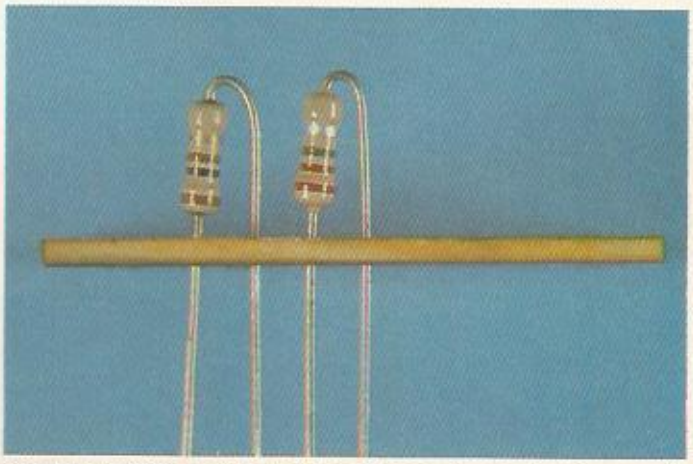
Embora essas operações possam parecer de importância secundária, são indispensáveis se se deseja eliminar o risco de ruptura dos terminais, curto-circuitos acidentais e deteriorações provocadas pelo calor produzido por al-



***ACIMA: a pré-formação tem o objetivo de adaptar a estrutura de qualquer componente à parte do circuito em que deve ser colocado.***



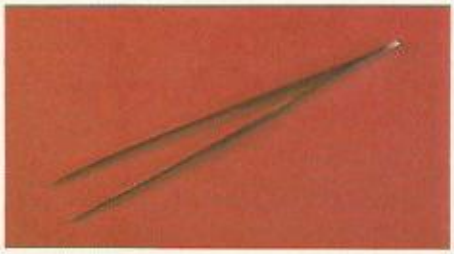
***ACIMA: os terminais dos componentes devem ser dobrados a uma distância tal do corpo que permita sua inserção.***



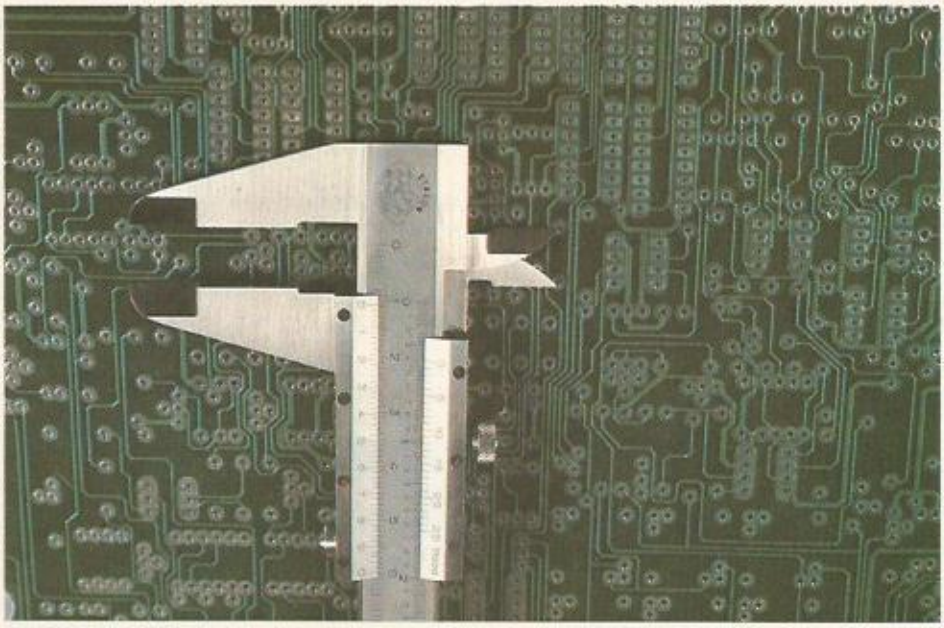
***ACIMA: a foto mostra dois resistores já encaixados no circuito impresso.***



***ACIMA: alicate para a montagem dos terminais por pressão de seus cabos.***



***ACIMA: pinça adaptada para a manipulação de componentes.***



***ACIMA: maneira de se medir com um paquímetro a distância entre dois furos de um circuito impresso.***

guns elementos durante o funcionamento. Deste modo, o circuito terminado não apresentará problemas de identificação do valor de cada um dos componentes, o que ajudará bastante nos eventuais consertos futuros.

Na fase da pré-formação entra também o corte dos terminais, se for o caso de realizá-lo antes da soldagem. Do mesmo modo, também o corte dos fios ou dos cabos na medida correta e a decapagem de suas extremidades fazem parte dessa operação, que antecede à montagem.

Os componentes que dispõem de somente dois terminais podem ser subdivididos em dois grupos:

- Componentes com terminais axiais.
- Componentes com terminais radiais.

Os primeiros apresentam os terminais de ligação colocados nas extremidades do corpo e alinhados a ele, de modo a formar uma linha imaginária que passa pelo seu centro geométrico. Neles, a pré-formação é indispensável para se poder realizar a montagem.

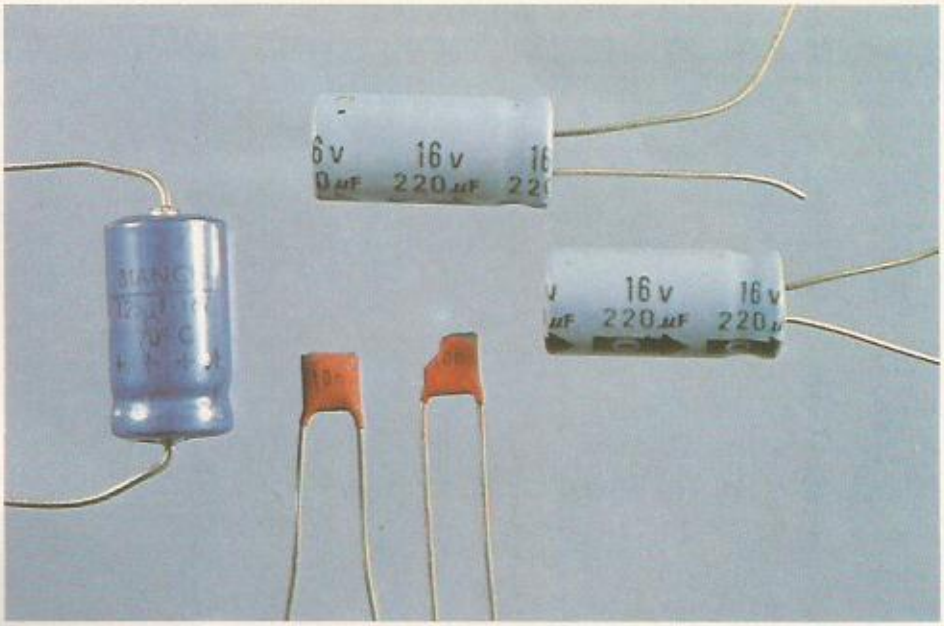
Nos componentes do segundo grupo, os terminais são dispostos num mesmo lado do corpo, perpendiculares a ele e paralelos entre si. Podem ser montados sobre o circuito sem nenhuma preparação anterior, no caso em que a distância entre os furos do circuito, nos quais devem ser inseridos, coincida com a distância entre os dois terminais. Caso contrário, os terminais desses componentes devem ser adaptados como os precedentes.

Para proceder à pré-formação é necessário saber a que distância devem ser dobrados os terminais para serem inseridos no circuito, razão pela qual deve-se medir a distância entre os furos, servindo-se de um paquímetro ou de uma régua milimetrada, pois não é necessária uma grande precisão.

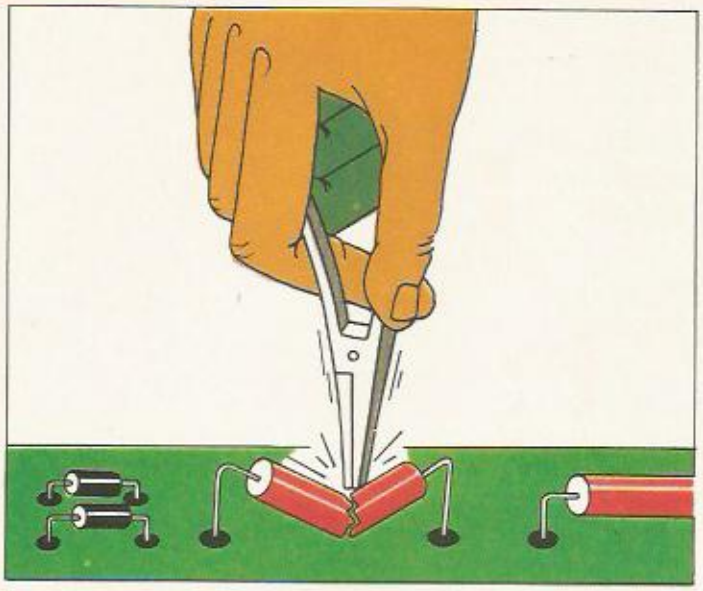
Os componentes com terminais axiais são montados paralelamente ao circuito impresso, geralmente com o corpo apoiado neste. Ao fazer a pré-formação deve-se trabalhar de modo que os símbolos indicativos das características e do valor do componente fiquem claramente visíveis, depois de terminada a montagem.

Assim, em caso de necessidade é possível identificar o componente rapidamente e com segurança.

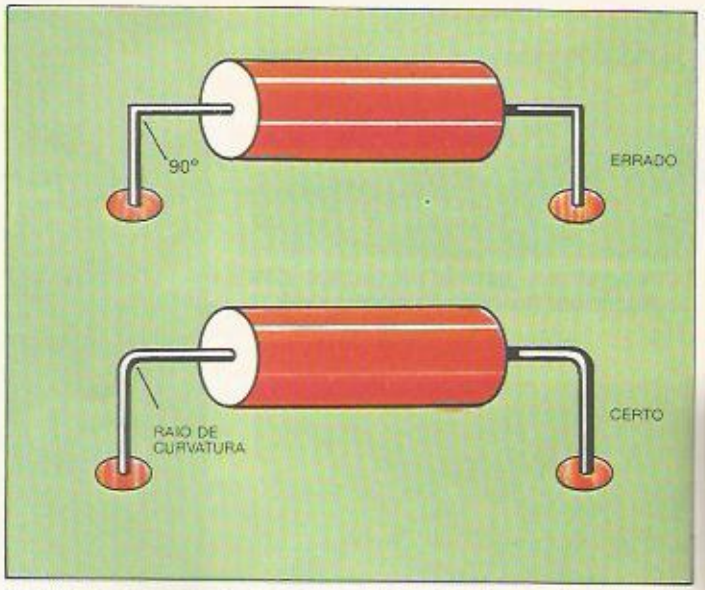
O dobramento dos terminais pode ser feito manualmente ou através de instrumentos especialmente fabricados para essa operação. Quando se executa o dobramento manual, deve-se ter em mente uma série de cuidados para




***ACIMA: aqui são mostrados diversos capacitores com as duas possíveis disposições de terminais: axiais e radiais.***



*ACIMA: o corpo do componente poderá se romper se sobre ele for exercida alguma pressão.*




*ACIMA: os terminais devem ser dobrados de modo a não formarem um ângulo reto, caso contrário poderão quebrar-se.*

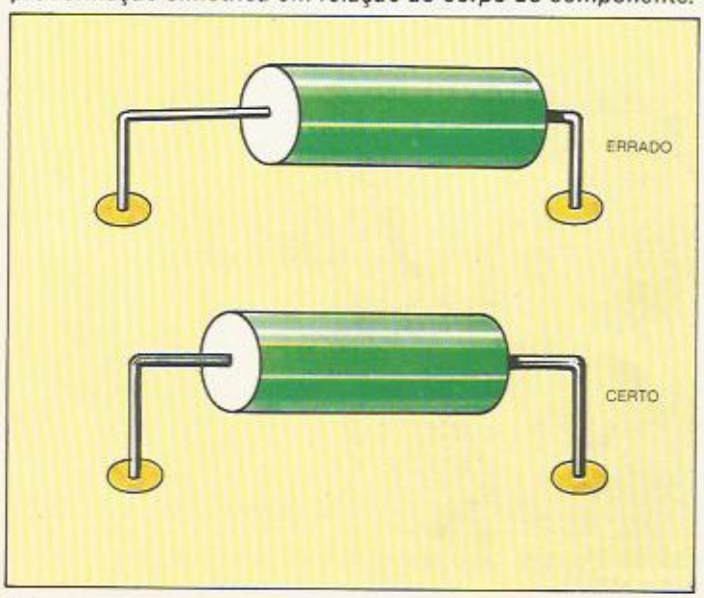
evitar quebras de terminais ou dos corpos dos componentes. As precauções mais importantes são:

- Dobrar o terminal prendendo-o no ponto de dobramento com auxílio de um alicate de bico, de forma a não transmitir ao corpo do componente a pressão exercida sobre o terminal.
- Não fazer força sobre o ponto de união entre o corpo e o terminal, porque este poderá destacar-se.
- O terminal não deve ser dobrado em ângulo reto, mas deve descrever uma pequena curvatura. Assim, o frágil fio de cobre do terminal não corre o risco de se romper justamente nesse ponto.
- Entre o ponto de dobramento e a extremidade do corpo do componente, deve-se deixar sempre um certo espaço, para evitar que o terminal se solte.
- A montagem resulta melhor do ponto de vista estético se a pré-formação for executada simetricamente em relação ao corpo do componente.

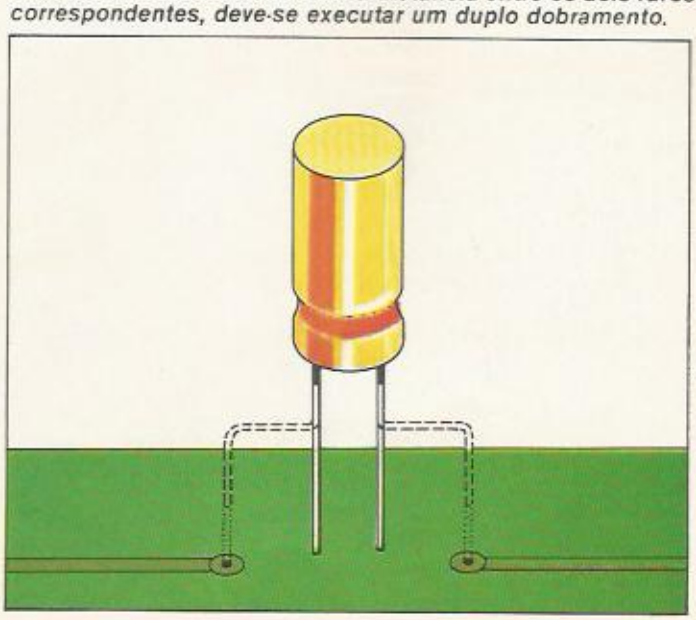
Existe uma ferramenta, chamada pré-formador, que, uma vez regulada a distância entre os dois pontos de dobramento, completa todas as operações necessárias de uma só vez e, graças a sua forma de funcionamento, elimina os riscos descritos anteriormente. Essa ferramenta é particularmente útil, sobretudo quando se deve preparar do mesmo modo um número razoavelmente grande de componentes; nesses casos, a operação pode ser realizada com uma considerável economia de tempo.

Os componentes com terminais de ligação radiais podem ser montados di-

*ABAIXO: para melhorar a estética do circuito, executa-se uma pré-formação simétrica em relação ao corpo do componente.*




*ABAIXO: quando a distância entre os terminais de um componente radial não coincidir com a distância entre os dois furos correspondentes, deve-se executar um duplo dobramento.*



retamente e, via de regra, têm os terminais já cortados no comprimento necessário, o que dispensa corte após a soldagem. Às vezes, porém, quando a distância entre os terminais não coincide com aquela entre os furos da placa do circuito impresso, é necessário recorrer à pré-formação. No caso da não coincidência, uma vez medida a distância entre os furos, executa-se um primeiro dobramento, à mão, sobre os terminais, de modo a fazer com que eles assumam uma posição similar àquela do tipo axial. Nesse momento, fixados os pontos em relação à distância dos furos, realiza-se um segundo dobramento, definitivo.

O componente está agora pronto para a montagem. Para não danificá-lo deve-se, também neste caso, ter em conta todos os cuidados que já foram descritos anteriormente.

Também para os componentes com terminais radiais pode ser encontrado no comércio um pré-formador que tem as mesmas vantagens que o anterior.

Os componentes com mais de dois terminais (transistores, circuitos integrados e outros) precisam também de uma preparação para a montagem. No entanto, nesse caso essa preparação é feita somente nos componentes que chegam ao comprador com os terminais dobrados ou deformados, tornando impossível sua montagem imediata sobre o circuito impresso. Dessa maneira, é necessário fazê-los voltar à posição correta utilizando, para isso, um alicate de bico. Com ele, prende-se o terminal num ponto o mais distante possível do corpo do componente enquanto, com a mão, ou com outro alicate, realiza-se todas as operações necessárias para endireitar o fio, de modo a poder inseri-lo sem dificuldade no furo correspondente.

***ABAIXO: pré-formador para componentes com terminais radiais.***



## NOÇÕES TEÓRICAS

# Os sinais elétricos

*Pelo nome de sinal elétrico entende-se uma "perturbação" imprevisível de uma tensão contínua.*

*Essa perturbação, que contém uma certa informação, pode ser enviada a uma determinada distância através de uma corrente e de uma tensão associadas.*

*O sinal elétrico é obtido através de elementos chamados* **transdutores** *que, partindo de uma excitação acústica, ótica ou mecânica, produzem sinais elétricos correspondentes.*

*Outro tipo de tensões elétricas, também chamadas erroneamente de sinais elétricos, e que devem ser conhecidas, são as formas de ondas produzidas pelos* **osciladores**. *Esses osciladores não transportam nenhuma informação, pois não são perturbações imprevisíveis; eles desempenham uma função muito importante na eletrônica, servindo inclusive de suporte para a transmissão de sinais.*

*Os sinais se subdividem em dois tipos totalmente distintos: os sinais* **analógicos** *e os sinais* **digitais.** *Os primeiros são formados por um conjunto de freqüências diferentes que são, por sua vez, transmitidas com amplitudes diversas. Freqüência e amplitude são, portanto, os dois fatores que determinam a informação contida nesse grupo. São exemplos de sinais analógicos os sinais de áudio e vídeo das transmissões radiotelevisivas.*

*Os sinais digitais são formados por uma série de impulsos que correspondem à passagem de uma corrente ou à sua interrupção num circuito, impulsos que podem ser traduzidos por um "sim" ou um "não". O "sim", que pode ser representado pelo fechamento de uma chave, equivale à passagem de corrente. O "não" equivale à falta de corrente, e pode ser representado por uma chave aberta. Trata-se, portanto, de um sistema de* **comutação.**

*São sinais digitais aqueles empregados na telegrafia, nas calculadoras e computadores eletrônicos e, em geral, nos sistemas de informática.*

*Em muitos casos, não é possível transmitir os sinais produzidos. Quando isso acontece, recorre-se a sistemas especiais de transmissão que se valem da técnica de* **modulação**. *A modulação pode ser em amplitude, em freqüência ou por impulsos.*

***ABAIXO: pré-formador para componentes com terminais axiais.***

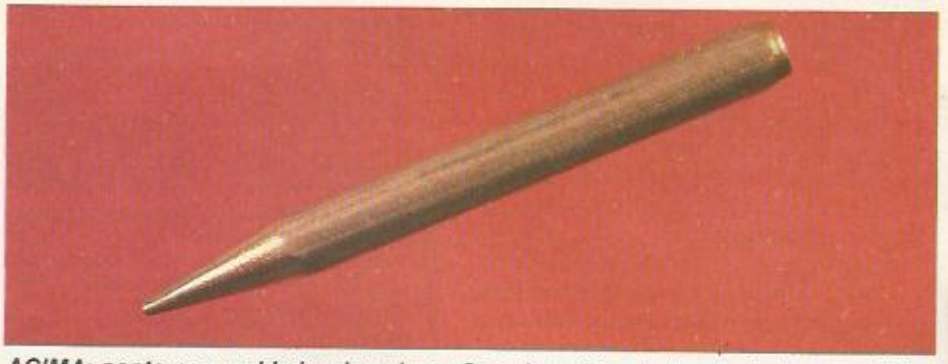


MONTAGEM

# A ESCOLHA DO SOLDADOR (2)

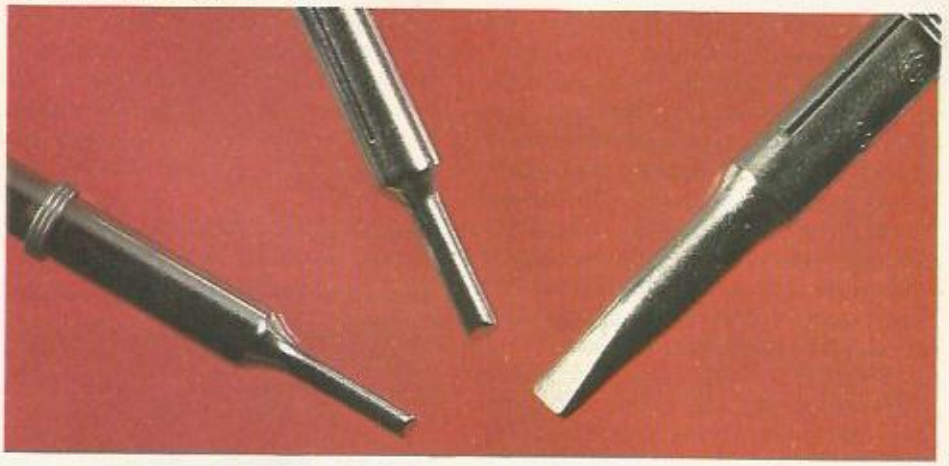
*Neste segundo capítulo dedicado à escolha do soldador, analisamos os acessórios mais importantes desta imprescindível ferramenta: os vários tipos de ponta com suas qualidades e seus defeitos.*

A extremidade do soldador é um elemento muito importante, pois transmite ao fio a ser soldado e às superfícies desejadas o calor necessário. As pontas são feitas de cobre, cuja superfície sofre um tratamento destinado a reduzir ao mínimo a oxidação e a corrosão provocadas pela pasta de solda e também para aumentar sua durabilidade.
Uma ponta de cobre oxidada não consegue aquecer suficientemente a área de soldagem, mesmo que no interior do aparelho a temperatura de soldagem seja atingida. Isso acontece porque a camada superficial oxidada funciona como um isolante térmico, dificultando a transmissão do calor. Por outro lado, não se deve esquecer que as altas temperaturas favorecem os processos de oxidação. Portanto, sem um tratamento térmico adequado, é necessário, cada vez que o aparelho for utilizado, polir sua ponta para eliminar as camadas de óxido.
A presença de óxido provocaria um desgaste não-uniforme da ponta e a necessidade de freqüentes substituições dessa peça, além de baixar a temperatura de soldagem, por dificultar a condução de calor, tornando longo e trabalhoso o processo de soldagem. O polimento contínuo com abrasivos também provoca um desgaste rápido da ponta, embora permita soldagens de melhor qualidade do que o caso anterior.
Para evitar todos esses inconvenientes, são empregadas pontas para ferros de solda, cuja superfície recebe um tratamento especial. Nesse caso, deve-se ter o cuidado de não poli-las com nenhum abrasivo que possa remover o tratamento.



***ACIMA: ponta para soldador de cobre, não submetida a tratamento de superfície.***

***ABAIXO: série de pontas de diferentes formatos: o cobre foi submetido a tratamento convencional de superfície.***



***ABAIXO: pontas de tamanho grande. Apresentam um tratamento de superfície diferente. A n.º 2 é do tipo "longa vida" (long life).***



Mesmo essas pontas, depois de um período de uso razoavelmente longo, apresentam um certo desgaste, que se observa quando a liga utilizada para a soldagem encontra dificuldade em aderir à superfície do fio. A partir de então, tornam-se necessários polimentos freqüentes por causa da perda da camada protetora.

No comércio, acham-se pontas de formas diferentes, todas adaptáveis ao corpo de um mesmo soldador, que permitem executar facilmente cada tipo de soldagem. Em geral, empregam-se pontas finas para soldar pequenos componentes em circuitos impressos e nos casos em que a região a ser soldada é pouco acessível. As pontas maiores são utilizadas quando se deve soldar terminais mais grossos sobre circuitos ou quando é necessária uma maior superfície de contato para transmitir uma maior quantidade de calor, executando-se a soldagem num tempo mais curto. Não é aconselhável, porém, o seu emprego em regiões de difícil acesso, porque poderia danificar as partes ou os componentes vizinhos.

Um acessório indispensável para o soldador é a base ou suporte. Ele tem a função de manter o soldador, pelo tempo necessário, na temperatura de funcionamento, e de poder apoiá-lo comodamente ao alcance da mão, sem deixar queimar a bancada. O suporte deve dispor de uma esponja, colocada num compartimento especial, e que deve ser mantida úmida durante todo o tempo em que se usa o ferro de soldar. Essa esponja serve para limpar a ponta do soldador depois de cada soldagem.

É possível realizar outras operações com o soldador, diferentes da soldagem convencional, mas complementares a ela. Nesse caso, é necessário substituir a ponta normal para soldar por um dos acessórios especiais (colocados à disposição do usuário pelo fabricante), disponíveis para cada modelo de soldador. Os acessórios mais comuns são os seguintes:

- Bomba de borracha ou outro material flexível, com uma pequena abertura para dessoldar e aspirar o estanho. (A liga de estanho com outros metais para a soldagem é comumente chamada **estanho.**)
- Pontas especiais para realizar a soldagem e dessoldagem dos circuitos integrados com duas filas de terminais (***dual-in-line***).

## NOÇÕES TEÓRICAS

# A tensão elétrica ou voltagem

*Para que uma corrente elétrica circule por um condutor é necessária, evidentemente, a presença de um fator que provoque o movimento da carga elétrica, ou elétrons, e o mantenha. Esse fator indispensável consiste na diferença de potencial elétrico, que também é chamada* **tensão** *ou* **voltagem.**

*Tomando-se dois corpos quaisquer, produz-se num deles um excesso de cargas positivas, ou seja, uma carência de elétrons, enquanto que no outro se produz um excesso de elétrons. Temos, portanto, um desequilíbrio que gera um campo elétrico e, conseqüentemente, uma diferença de potencial entre os dois corpos. Agora, se os dois corpos forem ligados através de um fio, ocorrerá uma circulação de cargas entre eles, ou seja, uma corrente que tende a compensar o desequilíbrio graças à circulação de elétrons através do condutor. Essa circulação dura enquanto os elementos não equilibrarem as suas cargas, isto é, enquanto as cargas negativas presentes em um dos corpos não compensarem as positivas no outro. Enquanto perdurar o desequilíbrio diz-se que entre os dois corpos existe uma diferença de potencial elétrico e tal diferença é tanto maior quanto maior for a carga positiva ou negativa dos corpos.*

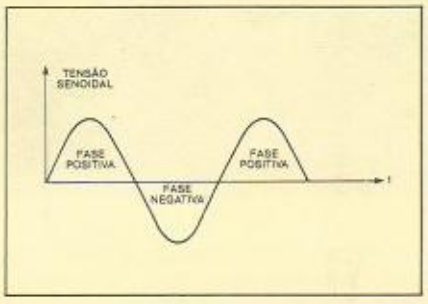
*Para que a corrente estabelecida entre os dois corpos continue a fluir por todo o tempo que se deseje, é necessário manter essa diferença de potencial, ou melhor, manter o desequilíbrio de cargas entre os dois corpos. Com esse objetivo são empregados os diversos tipos de fontes ou geradores de tensão, pilhas, baterias, alternadores, dínamos, etc. Qualquer fonte de tensão, quando não é ligada a um condutor, mantém um desequilíbrio de carga estático, porque essa carga não circula e a corrente elétrica é igual a zero. Todavia, no momento em que é ligada a um circuito e começa o fluxo de elétrons, a fonte gera uma certa quantidade de energia para manter no tempo essa circulação de corrente. No caso das pilhas e das baterias, essa energia é produzida pelas reações químicas, enquanto nos alternadores, a energia gerada é de origem mecânica, produzida por um movimento rotatório, fornecido ao gerador por um motor de combustão interna, por turbinas hidráulicas ou por outro processo qualquer.*

*Para medir a diferença de potencial produzida por um gerador (ou uma fonte), emprega-se a unidade de medida chamada* **volt,** *que em eletrônica é indicada com o símbolo V.*

*Se o gerador (ou fonte) é construído de modo a manter a diferença de potencial constante no tempo, diz-se que tal fonte produz uma tensão contínua.*

*Quando o gerador (ou fonte) é capaz de fazer variar no tempo essa diferença de potencial, invertendo sua polaridade de forma que os seus terminais de saída passem sucessivamente de um potencial negativo a um potencial positivo e vice-versa, diz-se que é capaz de produzir uma tensão alternada.*

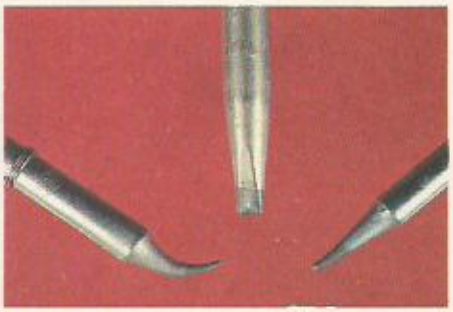
*A variação de polaridade no tempo produzida por geradores de tensão alternada tem uma forma* **senoidal,** *o que significa que os valores assumidos sucessivamente são determináveis pela função y = sen x, e sua representação gráfica é uma curva conhecida como senoidal.*




***ABAIXO: ponta oxidada. Nesse caso, o calor transmitido é bastante reduzido.***



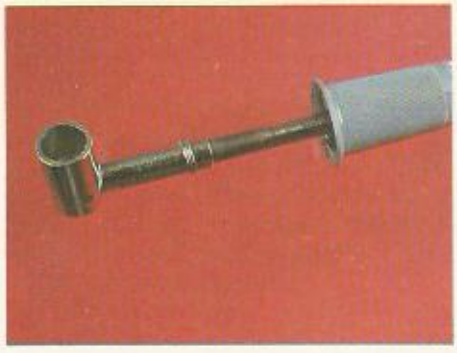
***ABAIXO: ponta submetida ao tratamento denominado "longa vida" (long life).***





*ACIMA: suporte especial para soldador.*

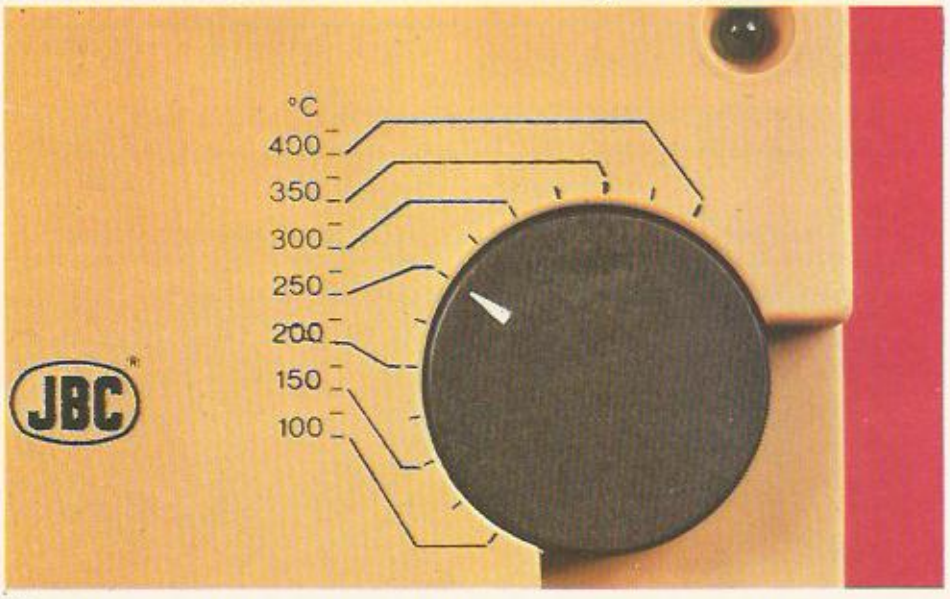
*ABAIXO: cadinho especial, ligado ao corpo de um soldador.*



*ABAIXO: cadinho que pode ser ligado diretamente à rede através de seus dois terminais.*



*ABAIXO: caixa de comando de um soldador com temperatura ajustável.*




- Cadinho ou forninho, cuja função é manter fundida uma certa quantidade de liga de estanho e chumbo, a fim de estanhar por imersão terminais de componentes, fios, cabos e assim por diante, para poder soldá-los com maior facilidade.

Há também outros acessórios que funcionam baseados na regulagem da corrente de alimentação da resistência que aquece o soldador.

Os acessórios desse tipo, que podem ser adquiridos, são:

- Regulador de potência que, como o nome indica, permite dosar a potência fornecida ao soldador graças a um potenciômetro. Com esse acessório, pode-se utilizar um soldador de média ou alta potência num caso em que seria indicado um tipo de baixa potência, porque esta pode ser prefixada à vontade.
- Regulador da temperatura, que permite fixar a temperatura do soldador ao nível desejado, através de um comando externo. O controle de temperatura permite um melhor controle da solda do que o de potência.

O soldador é uma ferramenta que normalmente não apresenta problemas de manutenção; o único dano que pode ocorrer é a ruptura da resistência interna. Essa ruptura se deve aos sucessivos aquecimentos e esfriamentos a que aquela resistência é submetida. A resistência é constituída por um fio de resistividade relativamente alta, enrolado e envolvido por um tubo cerâmico que é inserido num tubo metálico fechado na extremidade destinada à montagem da ponta de soldagem e aberto na outra, onde se acham os terminais de interligação.

Após um elevado número de horas de funcionamento, o fio poderá romper-se em qualquer ponto, deixando aberto o circuito de alimentação. Esse defeito pode ser facilmente identificável porque o soldador fica frio. No entanto, isso não deve ser motivo de preocupação, já que a reparação é muito simples: como no caso das pontas, há resistências de substituição para todas as marcas de soldadores. A resistência rompida é desmontada, removendo-se a ponta e o cabo e desconectando os dois contatos soldados ao cabo de ligação. Quando se instala a nova resistência, é necessário usar um segundo soldador para soldar os terminais ao cabo de ligação.

# O MULTÍMETRO (1)

*Eis mais um dos instrumentos de medida indispensáveis a todos aqueles que pretendem dedicar-se à eletrônica. Neste capítulo é analisado o multímetro, um aparelho utilizado para efetuar todas as medidas de ajuste e a verificação da calibração dos aparelhos. O multímetro tem várias funções: pode medir tensões, correntes e valores de resistências.*

O multímetro é o instrumento mais usado para efetuar as medidas de ajuste e verificação que são indispensáveis para garantir os pontos corretos de operação dos circuitos e, assim, o bom funcionamento dos aparelhos, além de facilitar a procura de defeitos durante a reparação dos aparelhos danificados.
O multímetro é um dispositivo de várias funções, que permitem a realização de um grande número de medições de diferentes tipos.
Dentre esses tipos, podemos destacar três que são fundamentais:

- Tensões de correntes contínuas e de correntes alternadas.
- Intensidades de correntes contínuas e de correntes alternadas.
- Resistência.

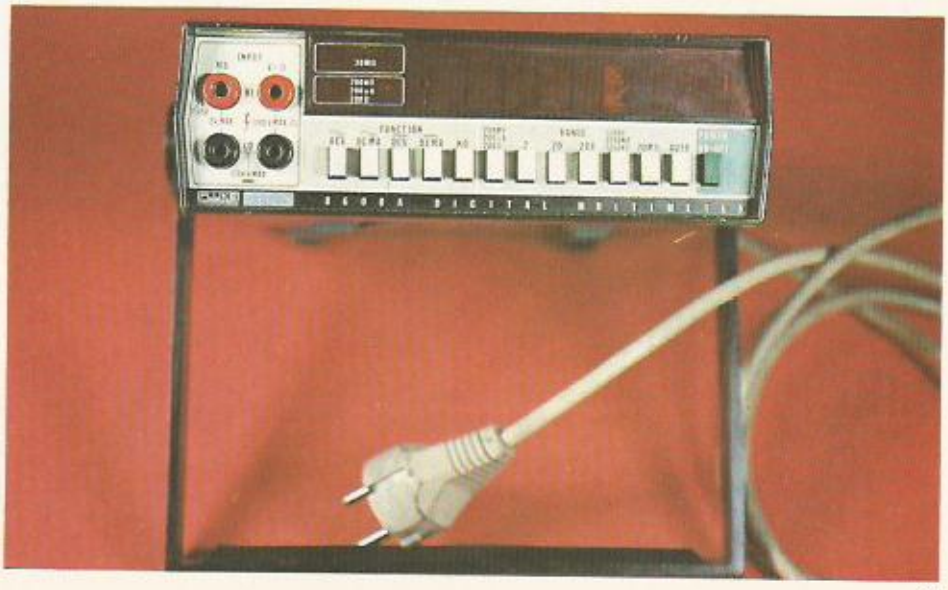
A esse grupo de medidas, em alguns modelos, adicionam-se outras complementares, como a medida da capacitância dos capacitores, níveis de saída em decibéis, condutâncias, etc.
Os multímetros se dividem, segundo o sistema adotado para apresentar o valor da medida efetuada, em duas categorias principais:

- Os multímetros **analógicos**, que são dotados de um ponteiro que se desloca ao longo de uma escala graduada,



***ACIMA: multímetro analógico, completo, com todas as funções básicas.***

***ABAIXO: nesta foto, um multímetro digital.***



***ABAIXO: o conjunto de medições efetuáveis é indicado nas escalas do quadro de leitura.***






***ACIMA: seletor de funções, constituído por um comutador rotativo.***

e os multímetros **digitais**, nos quais a medida é expressa por números que aparecem num mostrador, conhecido com o nome de mostrador digital (em inglês, ***digital display***).

Os multímetros analógicos são compostos das seguintes partes:

- Quadro com escala graduada.
- Seletor de funções.
- Conjunto dos componentes necessários ao funcionamento (bobinas, ímãs, e outros).
- Pilha.
- Invólucro externo com terminais de ligação.
- Cabos providos de pontas de prova e de terminais para a ligação aos terminais do instrumento.

Normalmente o elemento de medida é do tipo bobina móvel e o seu funcionamento já foi descrito em fascículos anteriores. Portanto, qualquer medição pressupõe a passagem de uma corrente pelo aparelho, o que faz mover o ponteiro.

O seletor de funções é constituído de um comutador rotativo que permite impor as condições de medida mais oportunas, de acordo com as características do objeto de medição. Para poder efetuar as medidas com as diversas escalas, o instrumento dispõe de um grupo de resistências e shunts que variam as características de resposta do instrumento em função do tipo de medição; geralmente são montados sobre o próprio comutador.

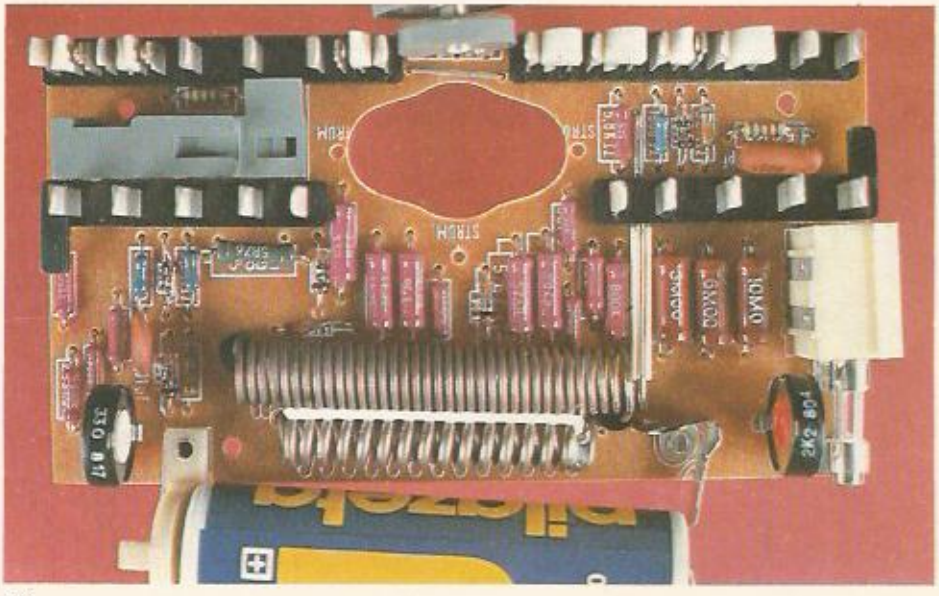
Todas as medições precisam da circulação de uma corrente pelo componente ou circuito em exame e que move o ponteiro do instrumento. Para a medida de resistências essa corrente deve ser fornecida ao multímetro, o que é feito por uma ou mais pilhas inseridas no interior do instrumento.

O invólucro externo do instrumento contém os pontos de ligação para as escalas de medidas, constituídos de terminais-fêmea, nos quais vão inseridos por pressão os terminais de tipo "banana" das pontas de prova. As pontas de prova, inseridas nos terminais-fêmea correspondentes, estabelecem o contato elétrico com o dispositivo a ser testado através das pontas metálicas fixadas em suas extremidades.

Normalmente os cabos das pontas de prova são de duas cores diferentes, para melhor visualização da polaridade do componente ou do circuito que estiver sendo medido. Como regra geral, utiliza-se o vermelho para o pólo positivo e o preto para o negativo. Essa convenção é adotada universalmente para indicar a polaridade também na fiação interna dos aparelhos eletrônicos.

Como o princípio de funcionamento do amperímetro e do voltímetro já foi ana-

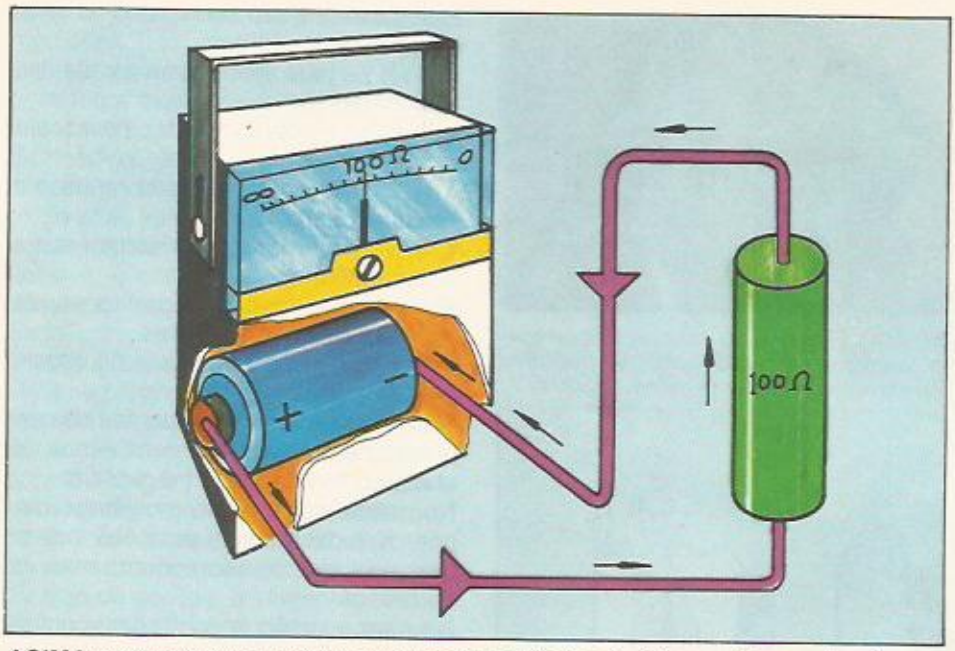
***ABAIXO: vista dos circuitos internos de um multímetro analógico, com todos os elementos necessários para executar as medições.***



***ABAIXO: terminais-fêmea para conectores tipo "banana" para a ligação dos cabos das pontas de prova.***






***ACIMA: a corrente necessária para medir a resistência é fornecida geralmente por uma pilha incorporada ao multímetro.***

lisado em fascículos anteriores, resta descrever o terceiro grupo de medições que um multímetro é capaz de efetuar. Esse grupo compreende todas as operações de medida relativas à resistência dos componentes e à continuidade dos circuitos. Nesse caso o multímetro opera como **ohmímetro**.

Para esse tipo de aplicação, o multímetro dispõe de diversas posições no seletor de funções, com o objetivo de cobrir todas as gamas de valores de resistência que podem ser encontradas na prática, com uma precisão satisfatória. Ele apresenta as medidas sobre uma única escala indicativa do valor das resistências. Se o ohmímetro dispusesse de uma única posição de chave comutadora para efetuar todas as medições compreendidas entre zero ohm (0 Ω) e 50 megaohms (50 MΩ) ou mais, seria impossível ler a escala, já que deveria ser subdividida em pelo menos um milhão de partes. A solução, portanto, foi subdividir esse enorme campo de medida em vários campos menores, cujo número varia conforme a qualidade e a precisão do multímetro e, conseqüentemente, conforme o preço desse instrumento.

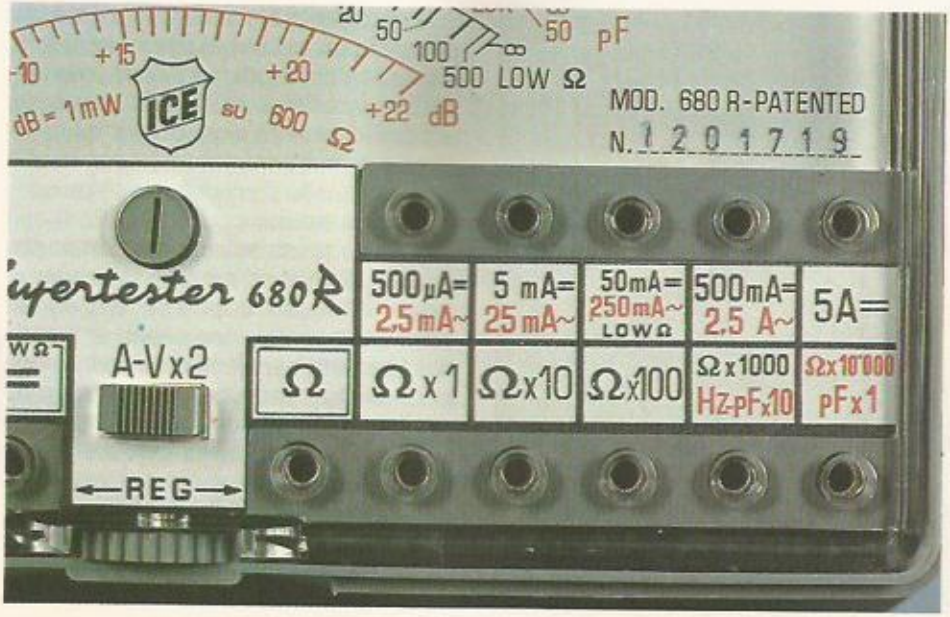
**È necessário se preocupar com a polaridade das pontas de prova durante a medição da resistência?**
*Não, porque numa resistência o sentido de circulação de uma corrente não tem nenhuma importância.*

**Que função têm as diferentes cores dos cabos e das pontas de prova num multímetro?**
*São necessárias para distinguir a polaridade quando se mede tensões e correntes.*

**A posição física em que se encontra o multímetro durante as medições influencia o resultado?**
*Influencia, devendo-se por isso tomar cuidado. Se, por qualquer motivo, a posição do multímetro é mudada de horizontal para vertical, é preciso aferir novamente o aparelho, ajustando a posição zero do ponteiro.*

**A calibração ôhmica é válida para qualquer posição do seletor, ou deve ser repetida quando se muda o campo de medição?**
*Para cada posição do seletor é necessário repetir a operação de calibração ôhmica.*

**Que efeito produziria uma corrente externa, em adição à corrente da pilha, sobre o resultado de medida, na escala ôhmica?**
*O resultado seria alterado completamente, porque a corrente que circula pela resistência se tornaria diferente (maior, se adicionada à corrente da pilha; menor, se subtraída. Se a corrente externa for maior que a corrente proporcionada pela pilha interna, o ponteiro se desloca em sentido contrário na escala). Por outro lado, se a corrente externa for excessivamente alta, o mecanismo da bobina móvel do multímetro poderá danificar-se.*






***ACIMA: cabos e pontas de prova empregados para ligar o multímetro ao componente em teste. São dotados de terminais tipo "banana" para a ligação ao multímetro.***

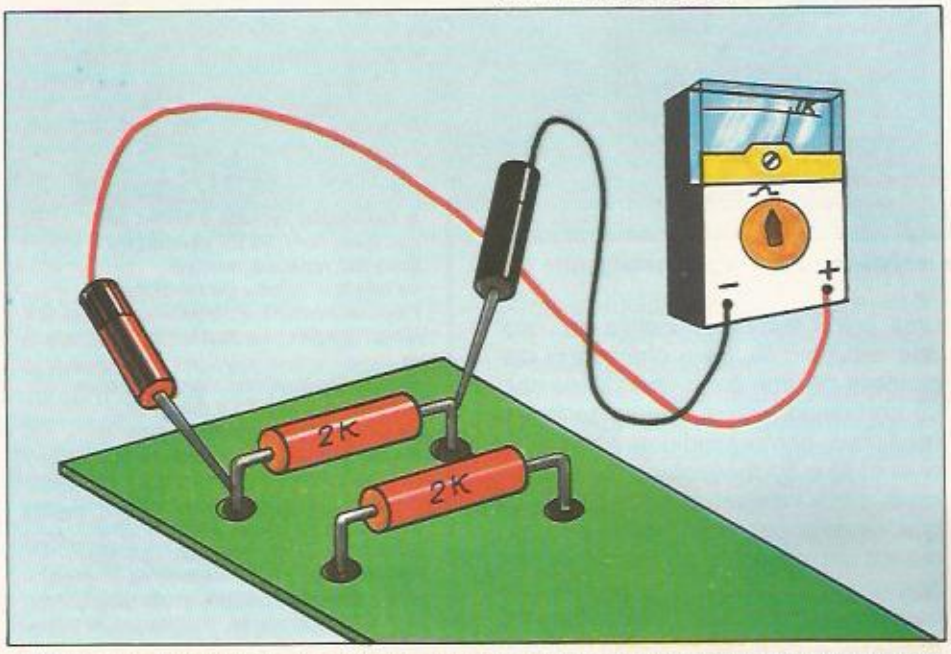
***AO LADO: neste multímetro a seleção das funções é efetuada ligando-se os diferentes terminais, de acordo com a medição a ser feita. Observe-se o botão para ajuste da calibração ôhmica, sinalizado com as iniciais REG.***




*ACIMA: as diversas posições do seletor para a medição das resistências.*

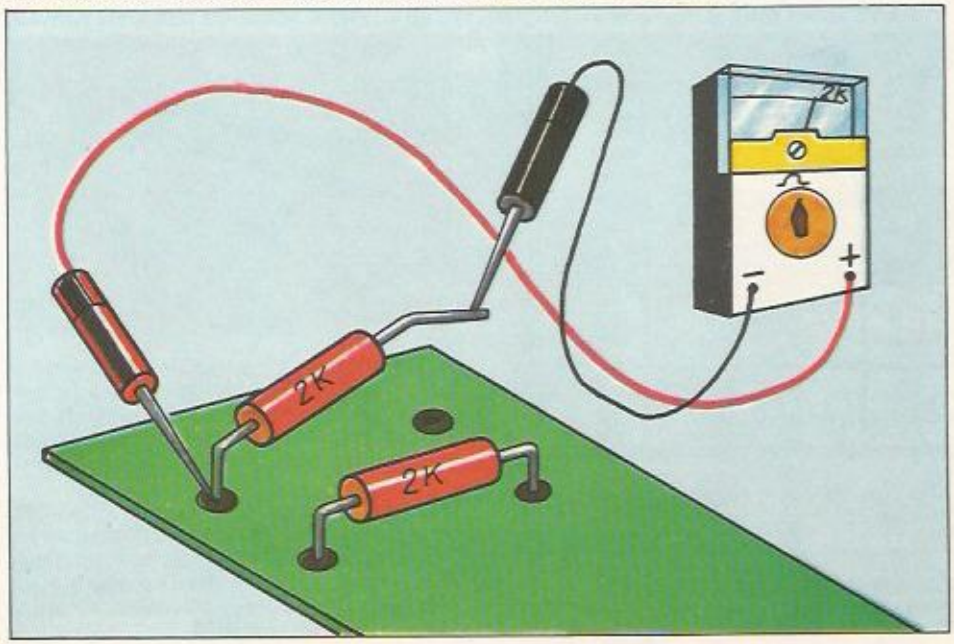


*ACIMA: operação de calibração da escala ôhmica do multímetro. O ponteiro ocupa uma posição próxima ao zero.*




*ACIMA: este é um procedimento errado para medir uma resistência. De fato, o resultado da medida é alterado por causa da influência das outras resistências ligadas em paralelo com a primeira.*

*ABAIXO: levantando um dos terminais, evita-se o inconveniente do caso anterior.*




Esses campos são sinalizados no seletor da seguinte forma:

- R x 1 — para medidas na escala das unidades.
- R x 10 — para medidas na escala das dezenas.
- R x 100 — para medidas na escala das centenas.
- R x 1 K — para medidas na escala dos milhares.
- R x 10 K — para medidas na escala das dezenas de milhares.
- R x 1 M — para medidas na escala dos milhões.

Todas as quantidades descritas são expressas em ohms, ou em múltiplos de ohms como kilohms e megaohms.

Normalmente, nenhum multímetro dispõe de todas as seis posições indicadas, pois elas se sobrepõem umas às outras.

No mercado são encontrados, conforme o preço, aparelhos de três, quatro e cinco posições.

A maior precisão é obtida para medidas compreendidas entre o zero e o centro da escala.

O sistema pelo qual o multímetro determina o valor da resistência é muito simples: consiste em fazer circular pelo amperímetro uma corrente fornecida pela pilha através da resistência a ser medida, de uma forma análoga à que já foi descrita anteriormente. Como a tensão fornecida pela pilha é constante, a intensidade da corrente que atravessa o amperímetro depende apenas do valor da resistência; portanto a intensidade desta corrente pode ser convertida numa medida de resistência.

Para evitar que a queda de tensão, devida à descarga e envelhecimento da pilha, possa causar inconvenientes, o instrumento é equipado com uma resistência variável ajustável através de um botão externo com o qual deve-se ajustar o instrumento antes das medições, seguindo o procedimento de calibração da escala.

Depois de ter selecionado o campo de medida desejável, para se proceder a essa calibração coloca-se em curto-circuito as pontas dos cabos já inseridos nos terminais-fêmea do instrumento, o que faz com que o ponteiro se mova da sua posição de repouso para um ponto próximo ao zero da escala. No caso do ohmímetro, ele corresponde ao deslocamento máximo do ponteiro. Em seguida, gira-se o botão de ajuste da resistência variável até que o ponteiro fique em cima do zero. Agora o

medidor está pronto para proceder às medições.

Deve-se ter em mente que, se for necessária a mudança da posição do seletor para passar para um outro campo de medida, é preciso repetir toda a operação de calibração do instrumento, porque, variando o campo de medida, a resistência interna do aparelho também é alterada. O botão de ajuste dessa calibração é normalmente indicado com os dizeres SET ZERO ou OHMS ADJ, ou simplesmente Ω.

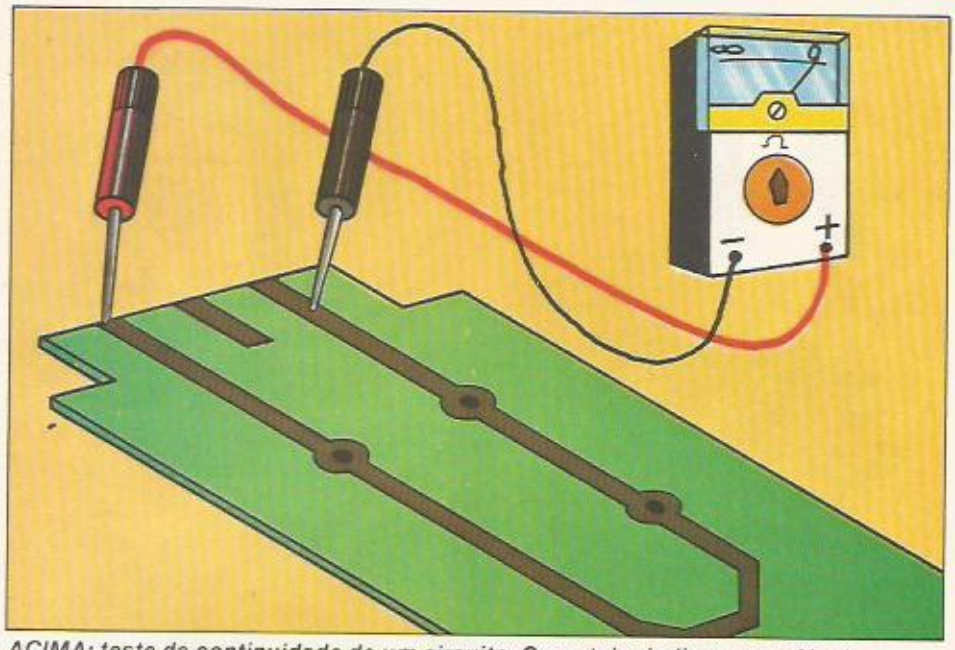
Uma vez calibrado o multímetro para medidas de resistência, pode-se proceder à medição, exercendo uma ligeira pressão com a ponta de prova sobre o terminal do componente em teste.

No caso de o componente já estar ligado a um circuito, deve-se tomar a precaução de desligar a alimentação desse circuito, porque a corrente que circula pelo componente se somaria àquela fornecida pela pilha, falseando a medida. Essa corrente pode ainda danificar o instrumento, embora ele tenha circuitos internos de proteção.

Outra precaução a ser tomada é no caso de se fazer a medição de um componente quando este está ligado eletricamente a outros. O valor obtido na medição, nesse caso, é sempre inferior ao real, pois inevitavelmente uma parte da corrente fornecida pelo multímetro é desviada e vai circular por outros componentes. Por essa razão, é conveniente desconectar do circuito pelo menos um dos terminais do componente a ser medido.

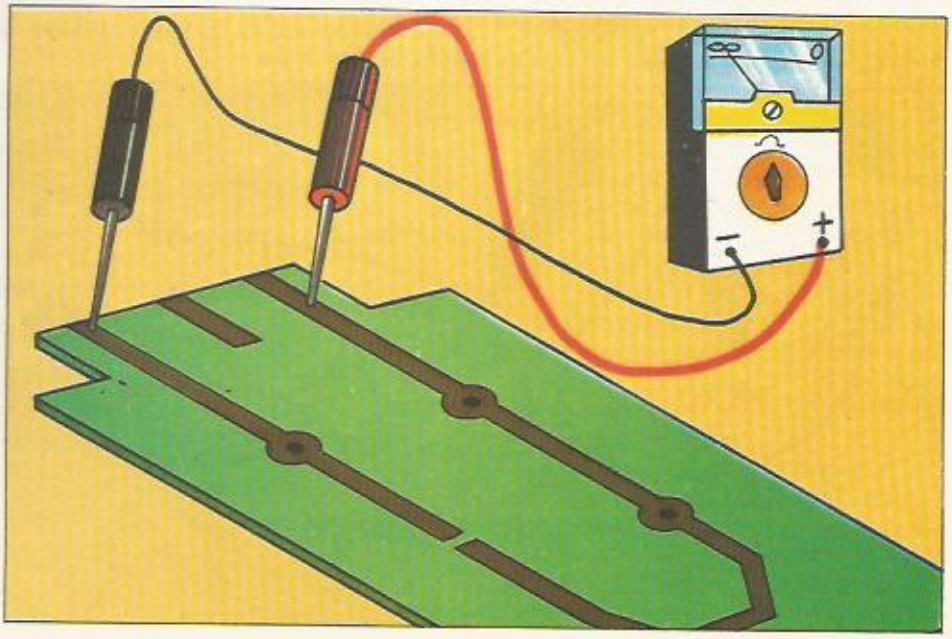
Outra aplicação notável do multímetro, quando funciona como ohmímetro, é o controle da continuidade elétrica dos circuitos e cabos de interconexão, de grande utilidade durante os trabalhos de reparação. Um equipamento eletrônico, ou mesmo um simples circuito, compreende uma série de ligações e interconexões feitas através de cabos, fios e trilhas de circuito impresso. Todos esses elementos fazem as ligações elétricas entre os diferentes pontos de um circuito. Portanto, entre os componentes e as interligações deve haver continuidade, de tal forma que a corrente possa circular encontrando uma resistência baixa ou nula. Assim, no teste de continuidade, depois de ter comutado o seletor do multímetro para a posição R x 1, de ter calibrado o instrumento e conectado as duas pontas de prova a dois pontos entre os quais deve haver continuidade elétrica, sobre o quadro de leitura do instrumento, deve-se ler um valor próximo ao zero. Isso indica que existe apenas uma pequena resistência ôhmica devida aos condutores de interconexão. Qualquer interrupção de ligação pode ser descoberta rapidamente, ou quando o ponteiro não se move, indicando assim a presença de circuito aberto ou quando se move pouco, indicando alta resistência devido, provavelmente, a uma soldagem malfeita. Desse modo, se o ponteiro se move mas não atinge o zero ou um valor próximo a zero, é sinal de que há contatos malfeitos ou soldas defeituosas, que, neste caso, comportam-se como se fossem resistências.

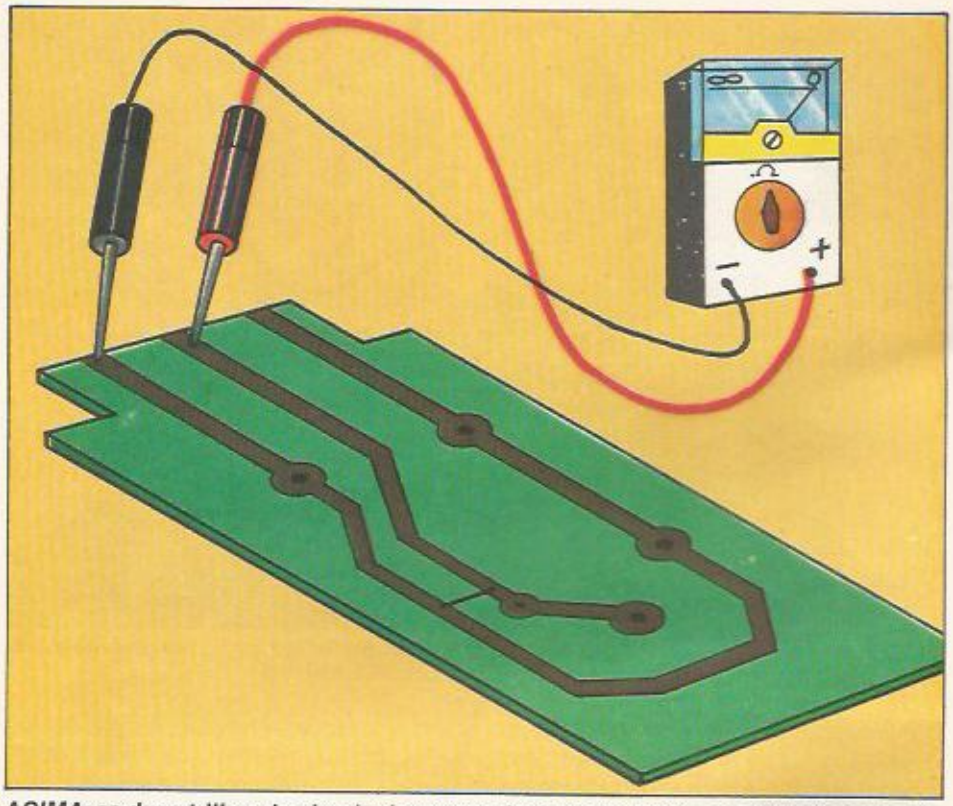
Para encontrar o ponto exato do defeito, deve-se realizar vários testes, fazendo avançar as pontas de prova ao longo dos condutores, de modo a colocá-las cada vez mais próximas, restringindo o trecho do condutor no qual é provável a presença da interrupção, até individualizar esse trecho e proceder, então, à reparação necessária.




***ACIMA: teste da continuidade de um circuito. O ponteiro indica o zero ôhmico quando as duas pontas de prova estão em curto-circuito elétrico.***

***ABAIXO: avaria em um circuito impresso (neste caso, nota-se a ruptura de uma trilha). O ponteiro não indica continuidade.***





***ACIMA: as duas trilhas do circuito impresso do desenho estão em evidente curto-circuito, como mostra também o multímetro.***

Pode-se também efetuar medidas de não-continuidade elétrica, ou seja, medidas da efetividade do isolamento entre dois pontos. Para esse fim coloca-se as duas pontas em pontos totalmente isolados, e que não estejam ligados a nenhum elemento condutor. Para esse tipo de teste o seletor do multímetro deve ser colocado na posição de maior escala de resistências e a calibração deve ser feita. Colocadas as pontas de prova entre os pontos desejados, o ponteiro não deve se mover ou deve mover-se bem pouco. No caso em que entre os dois pontos estiver ligado um capacitor, será observado um rápido deslocamento do ponteiro até a posição indicativa de resistência zero, seguido de um lento retorno a uma posição próxima àquela de partida. Esse fenômeno é devido à carga do capacitor pela corrente, fornecida pelo multímetro, quando na posição de ohmímetro. Se o ponteiro permanece estável sobre o zero ou sobre um valor intermediário de resistência, isto significa que existe algum defeito no capacitor como, por exemplo, um curto-circuito ou a ruptura do dielétrico.

Todos esses procedimentos de verificação são aplicáveis para o teste dos diodos, dos transistores e dos semicondutores em geral. Num diodo, deve-se registrar uma resistência mínima quando a corrente o atravessa na direção que vai do anodo para o catodo (anodo positivo em relação ao catodo). Se, ao invés disso, a corrente circula na direção oposta, a resistência registrada deve ter um valor muito alto (anodo negativo em relação ao catodo). Se isto não ocorrer, o diodo está defeituoso.

O mesmo procedimento pode ser adotado com o transistor, aplicando as pontas de prova entre os terminais da junção base-emissor ou entre os terminais da junção base-coletor, levando-se em conta se se trata de um transistor NPN ou PNP.

Ao testar diodos e transistores, não se deve esquecer que a pilha interna do multímetro tem a polaridade orientada de tal forma que o pólo positivo é ligado ao terminal de saída sinalizado com o sinal menos (-), e o pólo negativo, ao terminal mais (+). Assim, a corrente (de cargas positivas) circula no sentido: terminal (-), cabo preto, componente em teste, cabo vermelho e terminal (+).

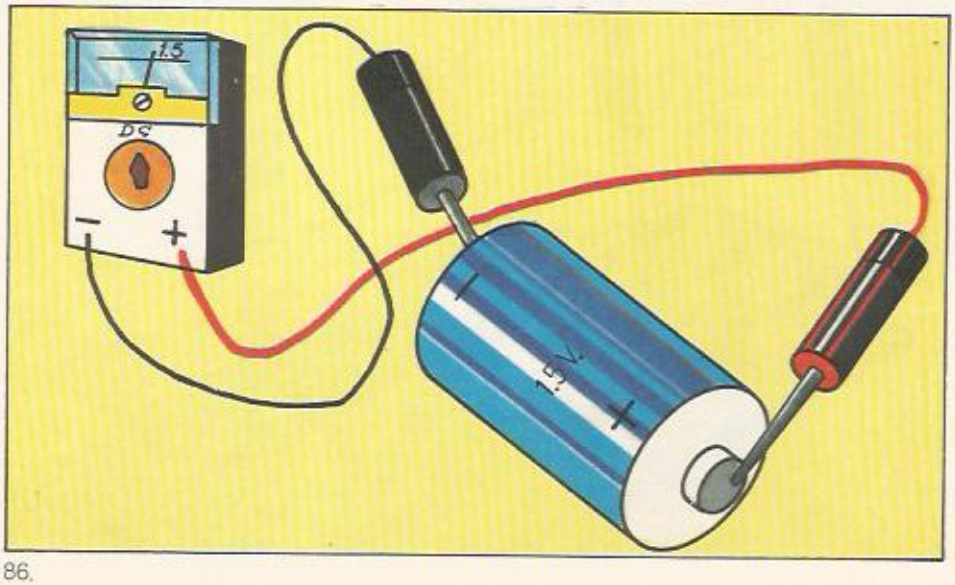
Um outro importante grupo de medições é constituído por aquelas que podem ser feitas quando o multímetro funciona como voltímetro.

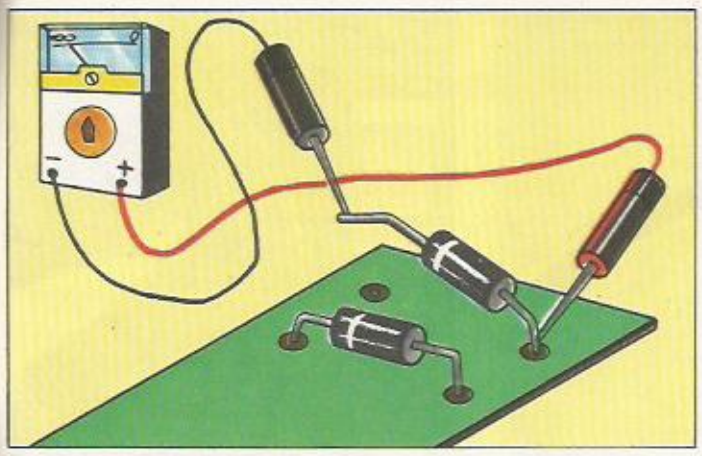
Para isso, o seletor dispõe de diversas posições que permitem a medição da tensão entre dois pontos: algumas para tensão alternada, e outras, para contínua.

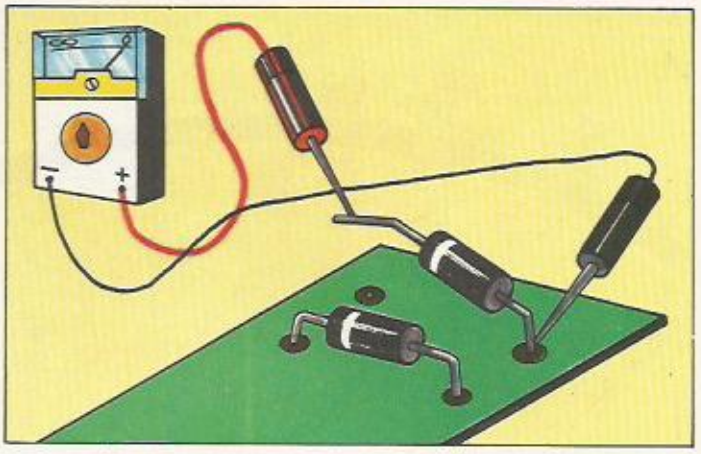
No quadro de leitura há um certo número de escalas, correspondentes a algumas das posições do seletor, de tal forma que o valor indicado no seletor é o máximo admissível na escala selecionada. Entre esses valores deve ser escolhido o que melhor se adapte à ordem de grandeza da tensão a ser medida. Por todas essas razões, é necessário um certo período de familiarização com o aparelho, a fim de evitar dúvidas e até erros na hora de usá-lo.

Normalmente procede-se da seguinte forma: primeiramente verifica-se se a tensão a ser medida é contínua ou alternada, ajustando assim o seletor à

***ABAIXO: o desenho ilustra a medida da tensão de uma pilha.***







***ACIMA: operação de teste de um diodo. O multímetro, neste caso, deve indicar continuidade num sentido, mas não no outro.***

opção desejada; depois seleciona-se o campo de medida (a escala) dentro do qual espera-se estar compreendido o valor a ser medido. Uma vez executadas essas operações, pressiona-se ligeiramente as pontas de prova sobre os dois pontos escolhidos e lê-se no mostrador de leitura o valor indicado pelo ponteiro. Quando estiverem sendo medidas tensões contínuas, as pontas devem ser dispostas de modo que a polaridade do instrumento corresponda à da tensão a ser medida. Portanto, o cabo vermelho ligado ao terminal (+) deve ser colocado em contato com o ponto positivo, enquanto que o preto ligado ao terminal (-) deve ser aplicado ao ponto negativo do circuito. Para as medidas de tensões alternadas, naturalmente, não é necessário levar em consideração a polaridade.

Quando não se conhece nem aproximadamente o valor da tensão a ser medida, ou ainda não se conhece a polaridade, é necessário começar as medições com o seletor na posição correspondente ao campo de tensões mais elevado. Se o ponteiro se desloca um pouco à esquerda, a polaridade de colocação das pontas está errada e deve-se inverter a posição das pontas. Em seguida, deve-se procurar o campo de medida mais indicado, rodando o seletor até que seja obtido o deslocamento máximo do ponteiro, sem que todavia seja alcançado o fundo da escala. É muito importante seguir o procedimento descrito porque, caso contrário, arrisca-se a provocar danos dificilmente reparáveis ou mesmo irreparáveis ao instrumento.

Um fator que determina a qualidade do multímetro, quando funciona como voltímetro, é sua resistência interna, que deve ser a mais alta possível. Esse fator de qualidade já foi explicado quando analisamos os voltímetros. A resistência interna determina a corrente necessária ao instrumento para efetuar a medição, corrente que é absorvida dos pontos em que o aparelho estiver ligado. Essa corrente deve ser muito baixa, para não alterar o funcionamento do circuito ou do aparelho que se está examinando, com o indesejável resultado de uma medida falsa.

A resistência interna é geralmente expressa em ohms por volt (Ω/V); portanto, sua grandeza varia em função do campo de medida, isto é, da posição escolhida do seletor. Para esclarecer melhor este ponto importante, vamos

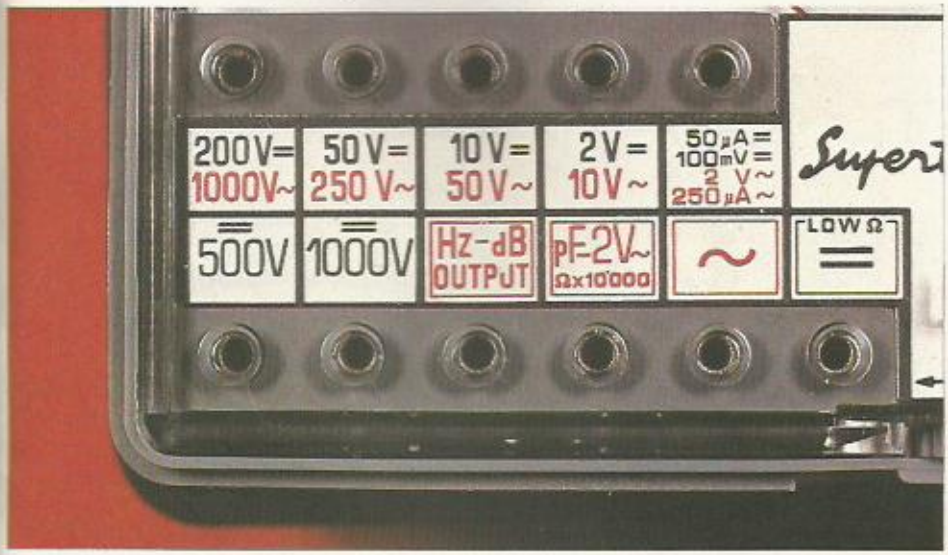
**Quando se testa a continuidade de um circuito, é necessário levar em conta a polaridade?**
*Não, desde que não esteja inserido no circuito um semicondutor.*

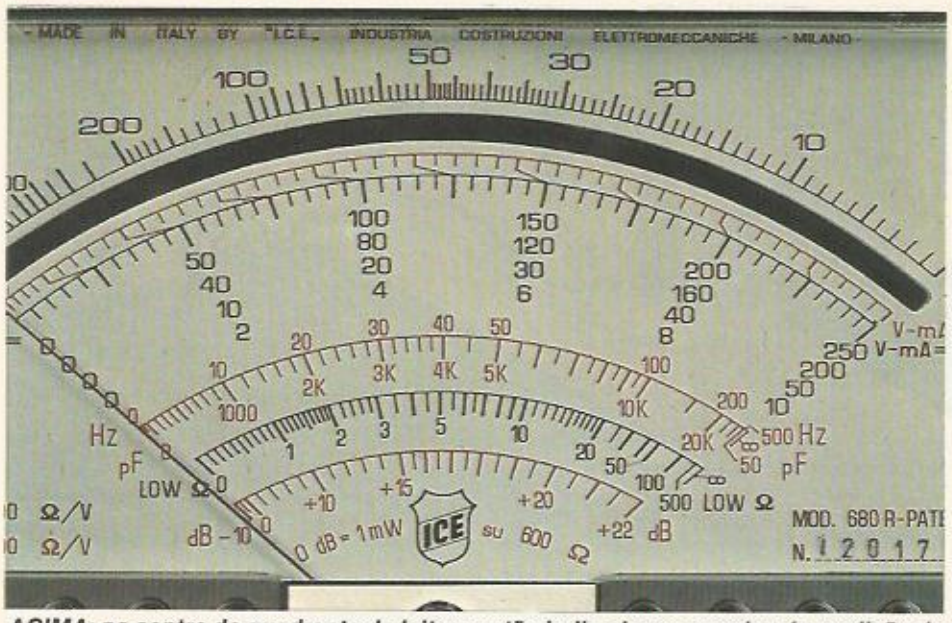
**O que se deve fazer quando se deseja medir a tensão mas não se conhece a sua ordem de grandeza?**
*É preciso começar a medição comutando o seletor na posição correspondente a uma escala de valor mais alto, descendo, depois, até encontrar a escala que seja mais adequada.*

**A resistência interna é constante ou depende do campo de medida escolhido?**
*O campo de medida escolhido determina sempre a resistência interna.*

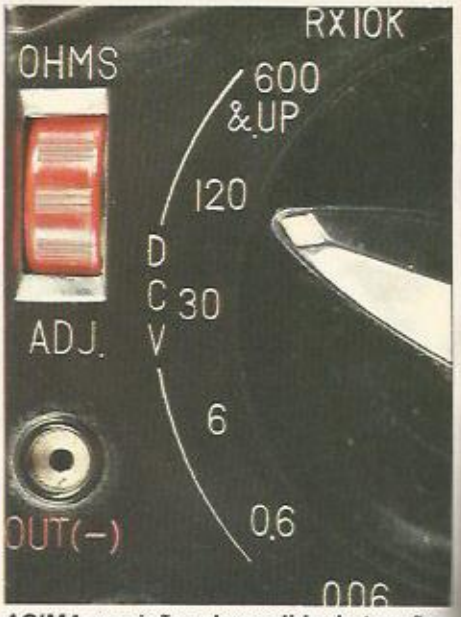
**O que deve ser feito se a corrente absorvida pelo multímetro, durante a medição de uma tensão, altera o funcionamento do circuito em teste?**
*Deve-se selecionar um campo de medida superior.*

***ABAIXO: a foto ilustra todas as posições de medida do seletor de um multímetro, tanto em corrente alternada quanto em corrente contínua.***






*ACIMA: no centro do quadrante de leitura estão indicadas as escalas de medição de tensões e correntes de um multímetro.*

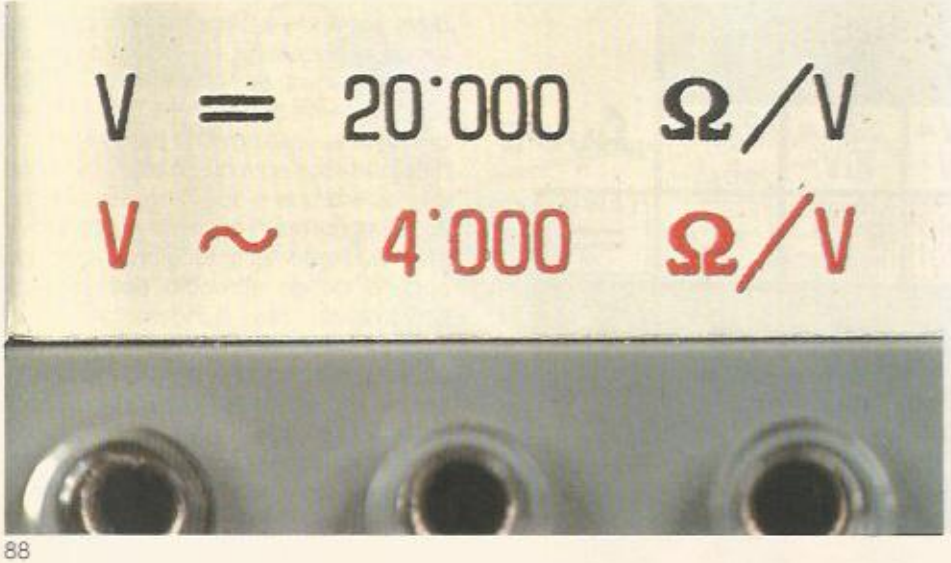



*ACIMA: posições de medida de tensões contínuas de um seletor com comutador rotativo.*




*ACIMA: indicações de resistência interna de um multímetro que mede tanto tensões contínuas quanto alternadas.*

*ABAIXO: diferentes valores de resistência interna gravados num quadrante especial de um multímetro de outro tipo.*




admitir que temos um instrumento com uma resistência interna de 10000 Ω/V com possibilidade de selecionar quatro campos de medida correspondentes a 1000 V, 300 V, 60 V e 6 V. Para cada posição a resistência interna será:

- Escala de 1000 V
  Ri = 10000 Ω/V x 1000 V = 10000000 Ω.
- Escala de 300 V
  Ri = 10000 Ω/V x 300 V = 3000000 Ω.
- Escala de 60 V
  Ri = 10000 Ω/V x 60 V = 600000 Ω
- Escala de 6 V
  Ri = 10000 Ω/V x 6 V = 60000 Ω.

Esta resistência interna, que afeta diretamente a medida, provoca, às vezes, a seleção de um campo de medida mais elevado que o necessário, obtendo-se uma leitura de medida com precisão ligeiramente inferior, porém mais próxima do valor real, já que o multímetro afetou menos a tensão entre os pontos do circuito onde a medida está sendo feita. Evidentemente, existe um compromisso ótimo de escolha entre a precisão de leitura na escala e o efeito de carga do multímetro.

Normalmente, para as tensões alternadas, a resistência interna é menor do que para tensões contínuas, por causa da mudança de funcionamento do aparelho. Ambas as características do instrumento, porém, são indicadas ou no quadro de leitura do instrumento ou no manual de uso e manutenção.

# 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) 288-6288 e solicite preços atualizados antes de fazer seu pedido destes aparelhos ou de outros dos fascículos anteriores.



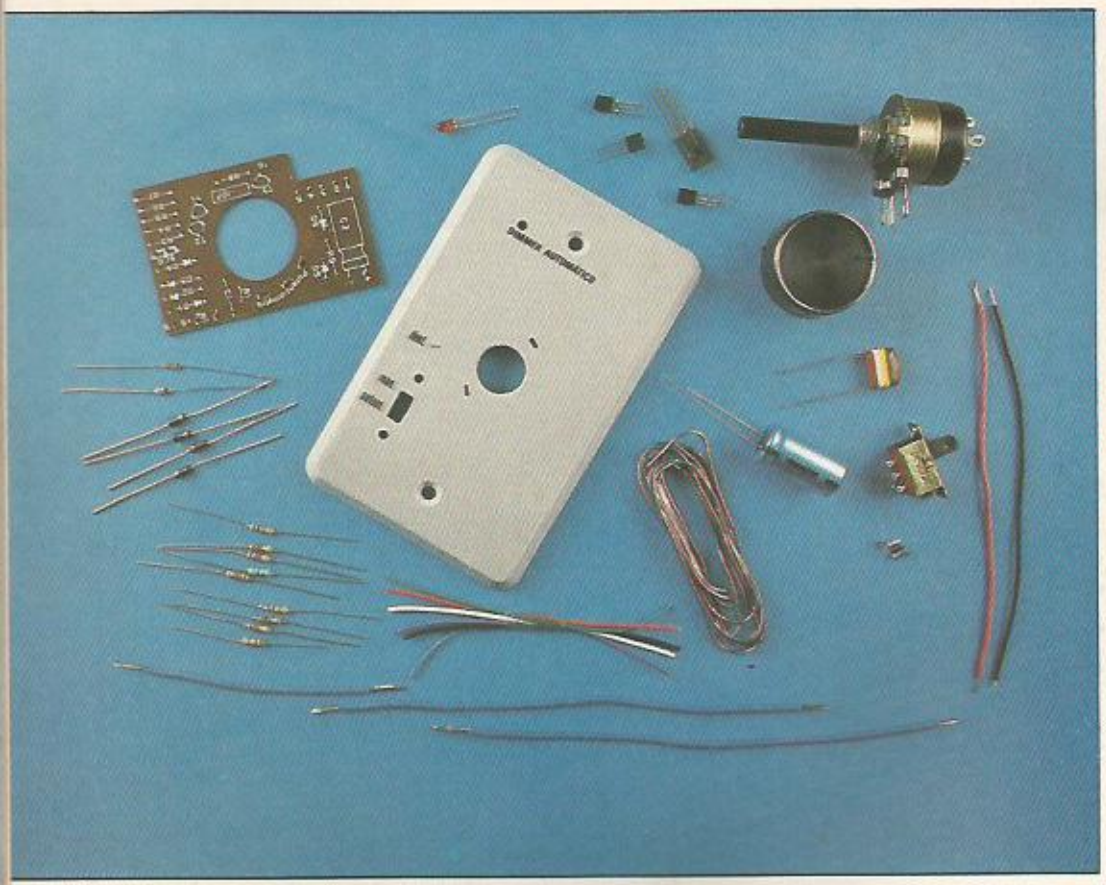
1º KIT DE MONTAGEM:

## TRANSMISSOR SEM FIO

Com o nosso kit você vai poder montar sozinho um transmissor sem fio, com mil utilidades dentro de uma casa: desde tomar conta de crianças e pessoas doentes até alarme contra ladrões e comunicações entre automóveis.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 13.280,00

KIT montado
preço: Cr$ 14.400,00
(mais as despesas de correio)



## 2º KIT DE MONTAGEM:

# DIMMER

Este aparelho é muito interessante pois permite regular a intensidade de luz de uma ou mais lâmpadas até 150 W. Você pode fazer o efeito de um crepúsculo, automaticamente, a partir de uma iluminação normal, ou variar a intensidade de luz de uma sala, manualmente, a seu gosto. Ele pode também ser usado para regular a velocidade de certo tipo de pequenos motores.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 16.200,00

KIT montado
preço: Cr$ 17.800,00
(mais as despesas de correio)

**ELETRÔNICA**

**PASSO A PASSO**




## 3º KIT DE MONTAGEM:

# TIMER

Trata-se de um aparelho muito útil, que liga e desliga aparelhos elétricos ou eletrônicos, em tempo programável de 3 minutos a 4 horas e 30 minutos.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 56.200,00

KIT montado
preço: Cr$ 59.400,00
(mais as despesas de correio)

**Nota:** As explicações das montagens estão dentro dos nossos fascículos.
Preço válido até 30/08/84