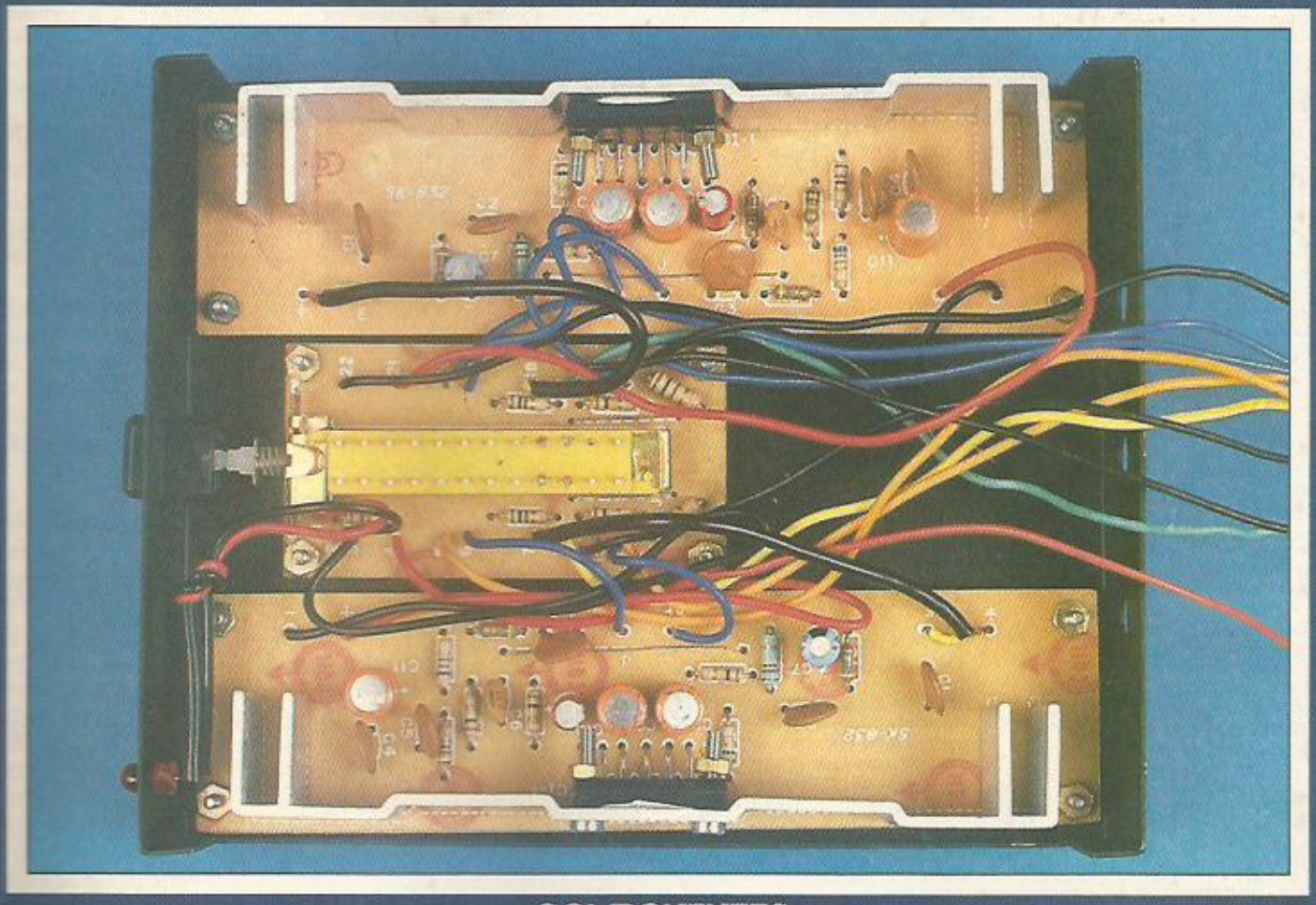
ELETRÔNICA

5 PASSO A PASSO Cr$ 1.900

Abril Cultural



COMPONENTES

O TRANSFORMADOR

MONTAGEM

A SOLDAGEM: TÉCNICA E PRÁTICA

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS

INSTRUMENTAÇÃO

O MULTÍMETRO

5
ELETRÔNICA

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

Editor:
VICTOR CIVITA

Divisão Fascículos
Diretor-Gerente:
Roberto Martins Silveira

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO

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

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

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

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

Execução Editorial
Estúdio Sonia Robatto Ltda.
Redação:
Cristina Porto, Virginia Maria Finzetto
Revisão:
Ismar Silva Leal, Maria Isabel Duarte Ascenso
Arte:
Roberto Anselmo (chefe), 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/ferramentas: caneta para circuito impresso, furadeira Superdrill - J.M.E.-Comércio e Indústria Eletrônica Ltda.

COMPLETE SUA COLEÇÃO

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

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

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

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

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

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

Obs.: quando pedir livros, mencione sempre o título e/ou o autor da obra, além do nº da edição.

COLABORE CONOSCO

Encaminhe seus comentários, críticas, sugestões ou reclamações ao **Serviço de Atendimento ao Leitor** — Caixa Postal 9442, CEP 01327, São Paulo, SP. Telefone: (011) 288-6298. TELEX 01133670 ABSA.

REGULAMENTO DO GRANDE CONCURSO ELETRÔNICA PASSO A PASSO

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

NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
MAIS UM CAPÍTULO DEDICADO AO TRANSFORMADOR, COMPONENTE IMPORTANTÍSSIMO EM SUAS MONTAGENS.

MONTAGEM:
VOCÊ VAI SABER O QUE É UMA SOLDA FRIA, VAI SABER TAMBÉM PORQUE O EXCESSO DE CALOR PODE DANIFICAR OS COMPONENTES.

UM RÁDIO AM TRANSISTORIZADO DE ALTA SENSIBILIDADE VAI SER A SUA PRÓXIMA MONTAGEM.

INSTRUMENTAÇÃO:
TODOS OS APARELHOS ELETRÔNICOS SÃO CONSTITUÍDOS POR CIRCUITOS INTERLIGADOS ELETRICAMENTE, CADA UM COM UMA FUNÇÃO DIFERENTE.

© 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 TRANSFORMADOR (1)

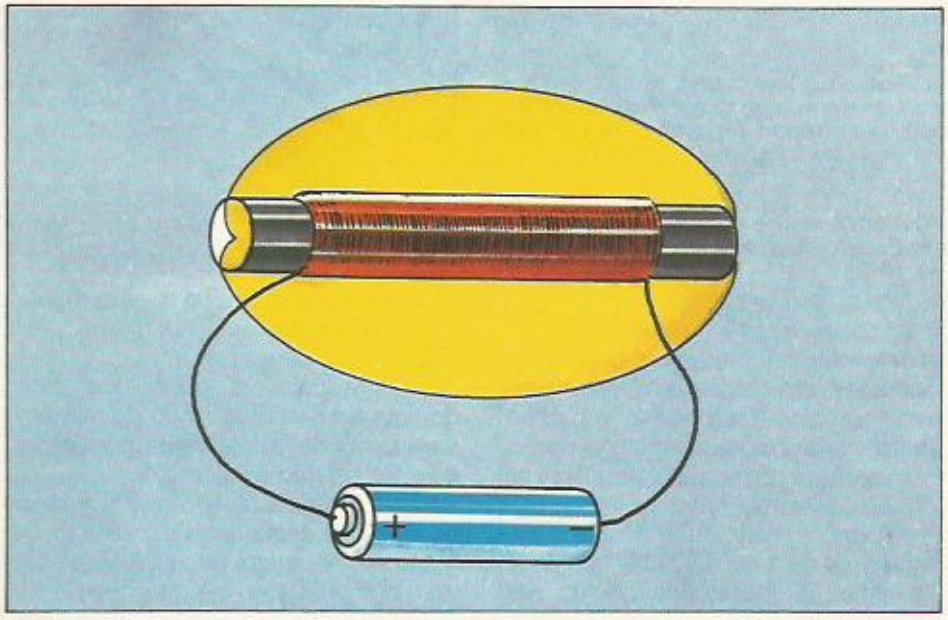
Graças ao transformador, pode-se converter uma tensão alternada, de valor e intensidade de corrente determinados, em uma outra tensão, sempre alternada, mas de valor e intensidade de corrente associada diferentes. Neste capítulo, você vai conhecer princípios básicos da operação desse importante componente.

O transformador é um dispositivo capaz de converter uma dada tensão alternada, de valor e intensidade determinados, em outra tensão, alternada, de valor e intensidade de corrente diferentes, mantendo constante a potência (que é igual ao **produto** da intensidade da corrente pela tensão).

O funcionamento do transformador baseia-se nos princípios da indução eletromagnética. Segundo estes princípios, o campo magnético variável, produzido por uma corrente alternada que circula num condutor enrolado num núcleo de material magnetizável, gera uma certa tensão em outro enrolamento condutor, independente do primeiro, que esteja enrolado no mesmo núcleo. De fato, quando uma corrente elétrica circula numa bobina de fio condutor, esta se comporta como um ímã.

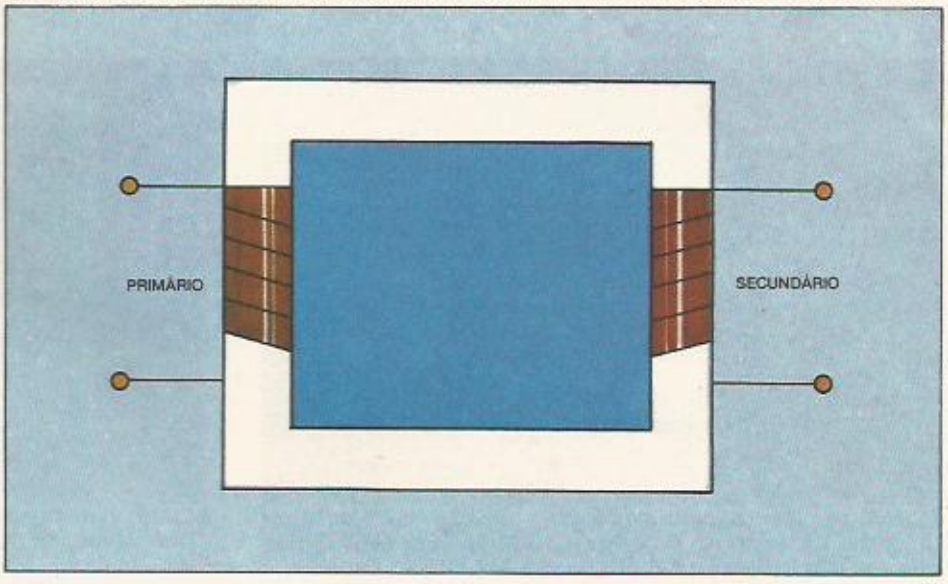
Este fenômeno verifica-se tanto com correntes contínuas quanto com correntes alternadas. Em torno da bobina cria-se um campo magnético, constante no caso de uma corrente contínua e flutuante no caso de uma corrente alternada. O campo magnético exerce sua influência sobre todos os objetos colocados próximos a ele, independente do fato de estarem em contato com a bobina. Se esta última estiver enrolada num núcleo de ferro em forma de um anel fechado, o campo magnético se concentra nesse anel.

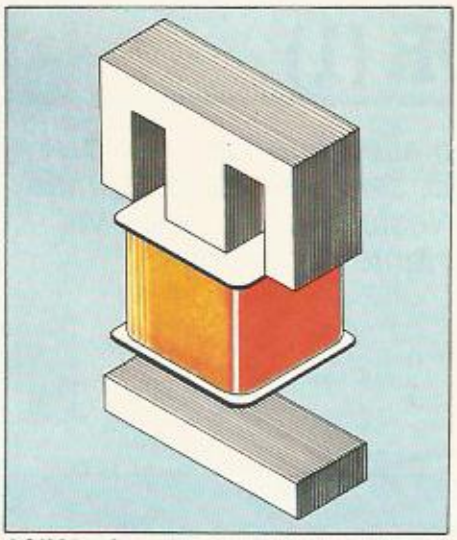
Caso em torno do mesmo núcleo seja enrolada uma outra bobina, esta será atravessada pelo campo magnético produzido pela primeira. A bobina, que produz o campo magnético, é chamada **enrolamento primário**, enquanto a segunda é chamada **enrolamento secundário**. Se o campo magnético produzido pelo primário é constante, sobre a segunda bobina não será induzida nenhuma tensão.



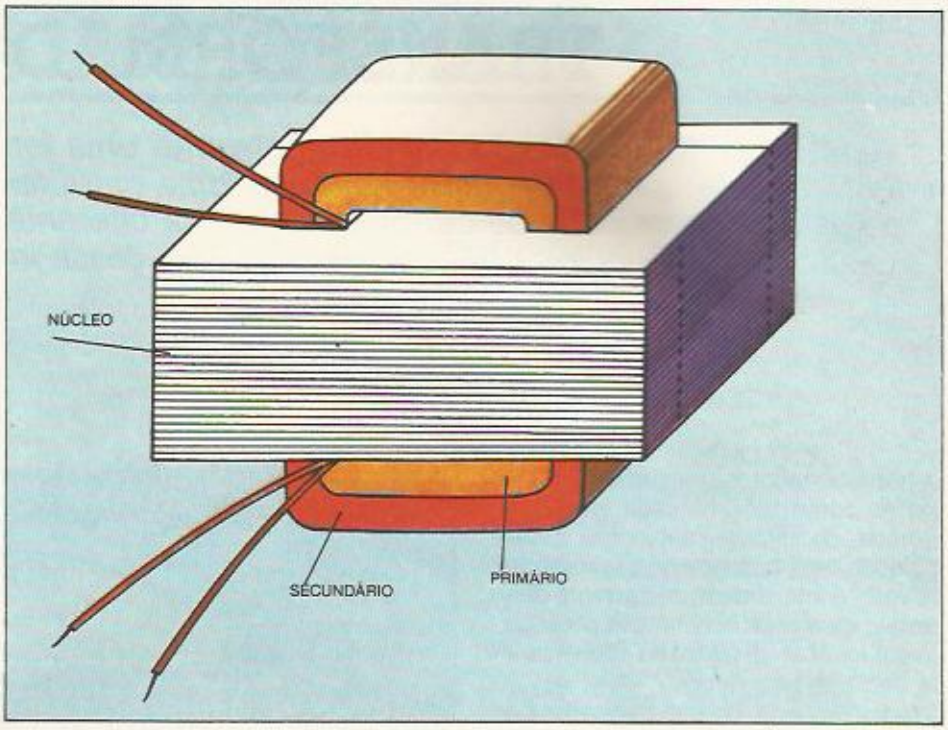
ACIMA: quando uma corrente circula por uma bobina, faz com que essa bobina se comporte exatamente como um ímã.

ABAIXO: duas bobinas enroladas num mesmo núcleo formam um transformador.





ACIMA: vista das partes que compõem um transformador: carretel porta-bobina e núcleo dividido em duas partes de forma característica (E-I).



AO LADO: esta é a estrutura padrão de um transformador de alimentação.

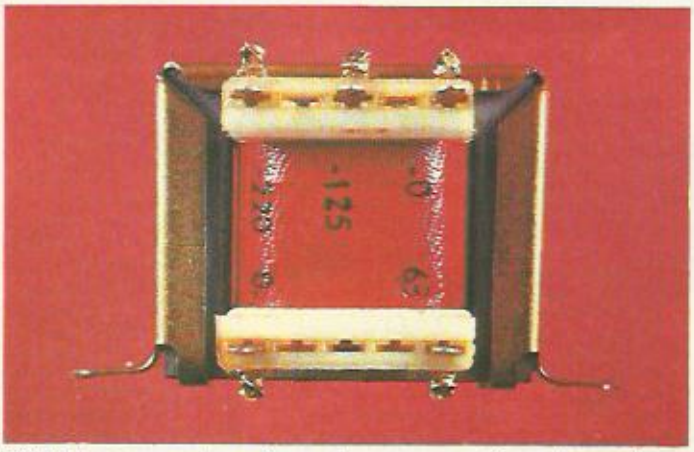
Se, no entanto, o campo for variável, isto é, obtido através da aplicação de uma tensão alternada no primário, no secundário se **induz** uma tensão igualmente variável. Esta tensão é proporcional à velocidade de variação do fluxo magnético provocado pela tensão aplicada no enrolamento primário, tendo por isso a mesma freqüência.

Tanto a intensidade da corrente quanto a tensão no secundário podem ser maiores ou menores em relação ao primário, dependendo da relação de espiras entre as duas bobinas e da espessura dos condutores utilizados nos enrolamentos. Evidentemente, a potência de entrada e de saída do transformador mantém-se constante, se forem desprezadas as perdas.

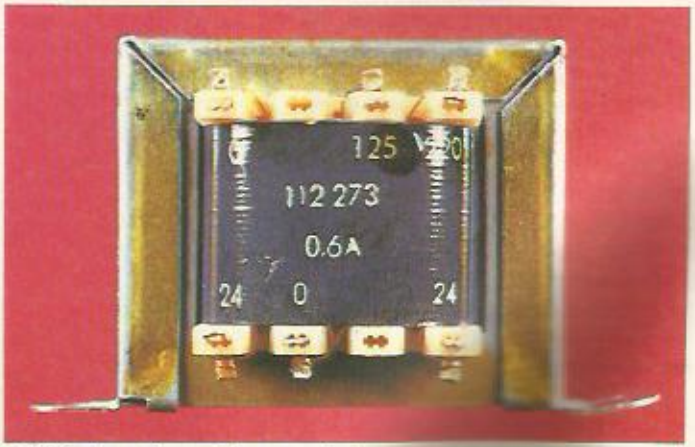
Em outras palavras, o funcionamento do transformador depende do número de espiras do enrolamento primário e do enrolamento secundário.

Teoricamente, a razão entre a tensão de saída no secundário e a tensão de entrada no primário é igual à razão entre o número de espiras das duas bobinas. Por exemplo: num transformador com enrolamento primário de 10 espiras e com enrolamento secundário de 20 espiras, obtém-se a razão de transformação dividindo o número de espiras do secundário pelo número de espiras do primário. Neste caso, ela seria expressa da seguinte maneira: n = 20/10 = 2. Isto significa que, aplicando ao primário uma tensão alternada de 1 V, seria obtida uma tensão de 2 V no enrolamento secundário.

Assim, através do acoplamento dos dois enrolamentos, ocorre uma transmissão de potência elétrica. Isto significa que, se a tensão obtida na saída for aplicada a um circuito, a corrente que circulará através dele dependerá também da **razão de transformação**. No exemplo citado, supondo-se que uma resistência de 2 Ω seja ligada ao se-



ACIMA: pequeno transformador com um só enrolamento secundário. Como se vê, o primário é dividido em duas partes para permitir a ligação em 110 ou em 220 V.



ACIMA: transformador com dois secundários unidos a uma extremidade, no ponto assinalado com a letra "O".

cundário, a intensidade da corrente que circulará por ele será, aplicando a lei de Ohm, I_s = V/R = 2 volts/2 ohms = 1 ampère. A potência absorvida pela resistência é, neste caso, de 2 volts x 1 ampère = 2 watts. Esta potência, obviamente, deve ser fornecida pelo primário; portanto, a corrente que circula através deste último será I_p = potência / tensão = 2 watts / 1 volt = 2 ampères. A razão entre a corrente de saída e a de entrada é, da mesma forma, dada por I_s/I_p = 1/2 = 0,5; resultado que é igual ao inverso da razão de transformação que era n = 2 (1/n = 0,5). Como se pode observar, graças aos transformadores é possível transportar correntes e tensões determinadas e convertê-las em outras, de características mais adaptadas às necessidades de um dado circuito.

Um importante fator que deve ser levado em consideração é o **rendimento** do transformador. Este parâmetro é conseqüência do fato de que as condições ideais, em que toda a potência fornecida pelo primário é transmitida ao secundário, dificilmente ocorrem na realidade. Verificam-se nos enrolamentos e no núcleo do transformador perdas de potência, que se transforma em calor. Portanto, no primário devemos fornecer uma potência superior àquela que efetivamente é absorvida na saída do secundário.

O rendimento é definido como a razão entre a potência de saída e a potência de entrada, r = Pot. Sec./Pot. Prim. Este valor é sempre inferior a 1, que representa o caso ideal.

De acordo com a função que desempenham, os transformadores podem ser subdivididos em diversas categorias. A classificação geralmente adotada é a seguinte:

- Transformadores de alimentação.
- Transformadores empregados em audiofreqüência.
- Transformadores empregados em alta freqüência.
- Transformadores de pulso e outros.

Os transformadores de alimentação devem funcionar sempre com a mesma freqüência, que é aquela da tensão da rede: 50 ciclos por segundo na Europa e 60 ciclos por segundo na maior parte dos países americanos.

Este fator determina em grande parte o tamanho do núcleo, porque, para potências iguais, quanto maior for a freqüência menor será o núcleo. Um outro fator que influi na dimensão do núcleo é a potência que deve ser transmitida do enrolamento primário para o enrolamento secundário.

Levando-se em conta os fatores acima expostos, os núcleos são construídos nos formatos mais indicados para cada situação, com conjuntos de lâminas sobrepostas e fixadas com alguns parafusos munidos de porcas. O tipo de núcleo mais difundido é aquele chamado E-I, composto de dois "pacotes" de lâminas que apresentam a forma dessas duas letras.

Outro tipo é o **toroidal**, em que os enrolamentos são feitos num núcleo fechado em forma de bastão, cuja seção tem o formato de um anel circular. Outros transformadores têm seus enrolamentos colocados em invólucros de ferrite (material cerâmico eletromagnético) para otimizar o acoplamento entre primário e secundário.

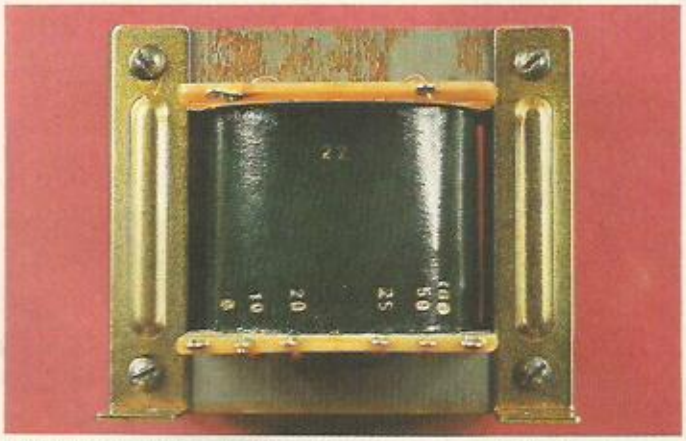
Que tipo de tensão se obtém no secundário de um transformador quando se aplica uma tensão contínua no primário?
Não se obtém tensão induzida, porque, neste caso, o campo eletromagnético é constante.

Por que na construção de um transformador deve-se empregar um núcleo?
Porque a presença de um núcleo de material ferromagnético favorece enormemente a ação do campo magnético, conduzindo-lhe o fluxo.

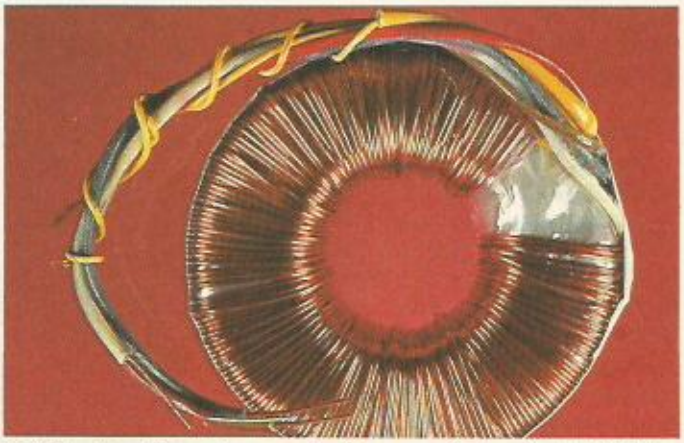
Um transformador pode possuir vários enrolamentos secundários?
Sim, e cada enrolamento corresponde a uma diferente razão de transformação, a qual permite obter em cada secundário tensões diferentes.

Como é possível calcular a potência absorvida pelo enrolamento primário de um transformador com vários secundários?
Somando a potência de todos os secundários e dividindo o resultado pelo número que exprime o rendimento do transformador. Se este dado não for conhecido, pode-se considerar a potência procurada como sendo aproximadamente igual à soma das potências dos secundários aumentada em 20%.

A intensidade do campo magnético depende da corrente do primário ou é constante?
A intensidade do campo magnético depende inteiramente da corrente que circula pelo primário do transformador. Portanto, aumenta e diminui no mesmo ritmo que a corrente.



ACIMA: transformador com diversos secundários ligados em série. Neste caso, pode-se obter a tensão de um só enrolamento ou a soma das tensões de todos os enrolamentos.



ACIMA: transformador construído num núcleo toroidal. Pode-se notar que o enrolamento secundário é enrolado sobre o primário, separado deste por uma camada isolante.

A SOLDAGEM: TÉCNICA E PRÁTICA (1)

As soldagens são operações importantes executadas durante a montagem de um aparelho eletrônico. O processo consiste em unir dois condutores pela adição de um terceiro material condutor, que estabelece uma ligação permanente e de baixa resistividade entre eles. Este terceiro material se funde a uma temperatura mais baixa, formando uma liga intermetálica.

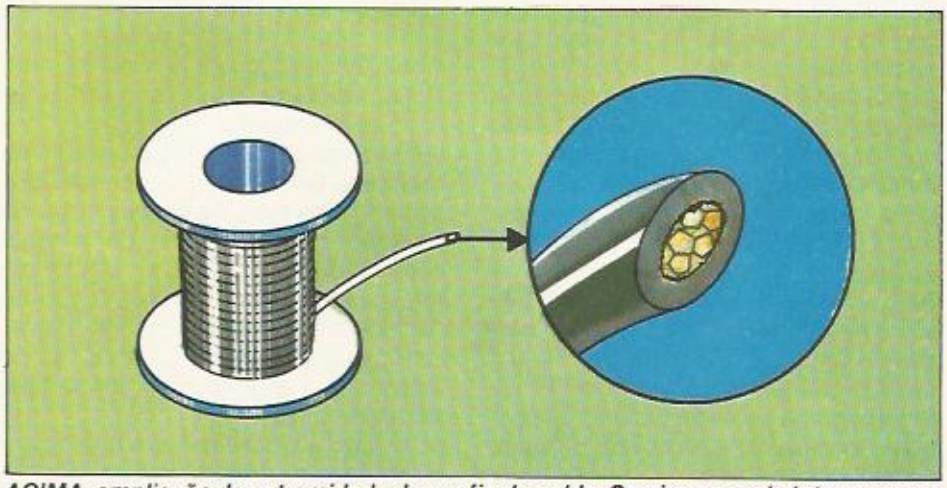
A soldagem se destaca, entre os vários processos de se colocar permanentemente em contato dois condutores, por suas excelentes características de rapidez, segurança, baixo custo e simplicidade.

O processo de soldagem consiste em unir dois condutores (terminais de componentes, fios, cabos, chassis metálicos, etc.) pela adição de um terceiro material condutor, que pode ser fundido a uma temperatura mais baixa, formando uma liga intermetálica entre os três condutores.

Os dois condutores são envolvidos pelo material em estado líquido; em seguida, o conjunto é resfriado até atingir a temperatura ambiente. A solda solidifica-se e a junção está feita. A liga que se forma garante uma união rígida, permanente e de baixa resistividade entre os dois condutores.

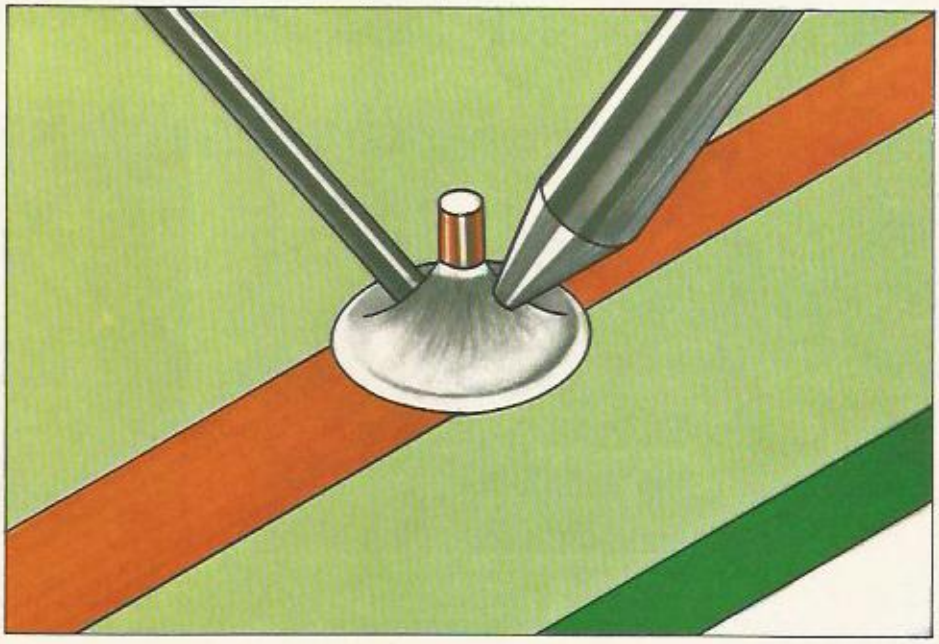
As superfícies dos condutores a serem soldados devem ser, antes de tudo, polidas, pois a presença de resquícios de oxidações, de defeitos ou de qualquer outro tipo de sujeira pode fazer a soldagem deteriorar-se mais rapidamente, além de provocar uma resistência elevada entre os dois condutores. Isto ocorre porque, independentemente de o soldador fornecer temperatura suficiente à superfície dos metais, estes não atingirão tal temperatura, devido ao efeito termoisolante do óxido ou da sujeira que recobre a superfície. Este fenômeno pode impedir total ou parcialmente a formação do composto intermetálico, dando origem às chamadas soldas frias.

A liga metálica empregada no procedimento de soldagem é um elemento de grande importância. Composta de dois metais principais, o estanho e o chum-



ACIMA: ampliação da extremidade de um fio de solda. Os cinco canais internos contêm a resina necessária à soldagem.

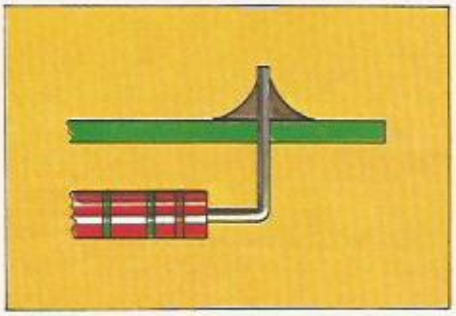
ABAIXO: nesta ilustração está representada a soldagem do terminal de um componente ao anel de um circuito impresso.



bo, em proporção aproximada de 60% de estanho e 40% de chumbo, pode ser encontrada no mercado sob a forma de fio, chamado normalmente **fio de estanho**. Em geral, os fios de solda comerciais fundem-se a uma temperatura de aproximadamente 190°C.
O fio de solda contém ainda uma resina especial, sem a qual a alta temperatura de soldagem aceleraria a oxidação das partes a serem juntadas, dificultando ou mesmo impedindo a operação.
Além disso, essa resina facilita a soldagem, limpando as superfícies e protegendo-as do ar, enquanto se trabalha. Se, mesmo assim, a solda não pegar nas superfícies, só pode existir uma razão: sujeira ou camada de óxido. O problema pode ser resolvido facilmente, limpando-se o local com o auxílio de uma lixa fina.

Como trabalhar

A principal ferramenta no trabalho de soldagem é aquela que fornece o calor necessário à fusão do material: o soldador elétrico. Essa ferramenta deve ser de boa qualidade, para que o trabalho possa ser feito sem problemas.
Antes de realizar a soldagem, prepare os componentes, fios ou outros elementos a serem unidos, colocando-os nas respectivas posições de montagem, providenciando uma boa fixação mecânica ou simplesmente inserindo-os no circuito impresso. Lembre-se sempre: a solda é uma ligação elétrica que não garante uma alta resistência mecânica nas ligações entre as partes soldadas.
Há dois métodos para soldar os terminais dos componentes, que diferem quanto ao momento em que se corta os pedaços excedentes do terminal, **antes** ou **depois** da soldagem.
No primeiro, a liga fundida cobre toda a extremidade do terminal, melhorando a qualidade da solda e evitando as sucessivas manipulações para cortar o pedaço restante, durante as quais há o risco de se danificar a solda. No entanto, esse método tem inconvenientes: exige uma grande precisão na determinação do ponto de corte do terminal, para que não fique muito curto nem muito comprido; além disso, os componentes podem facilmente cair do circuito impresso, a menos que se disponha de uma base de apoio para os corpos durante a montagem. O segundo sistema permite uma fixação mais fácil dos componentes já inseridos em suas



ACIMA: seção de uma solda sobre um circuito impresso de uma só face. O estanho recobre completamente o "nó" e sobe ligeiramente pelo fio.

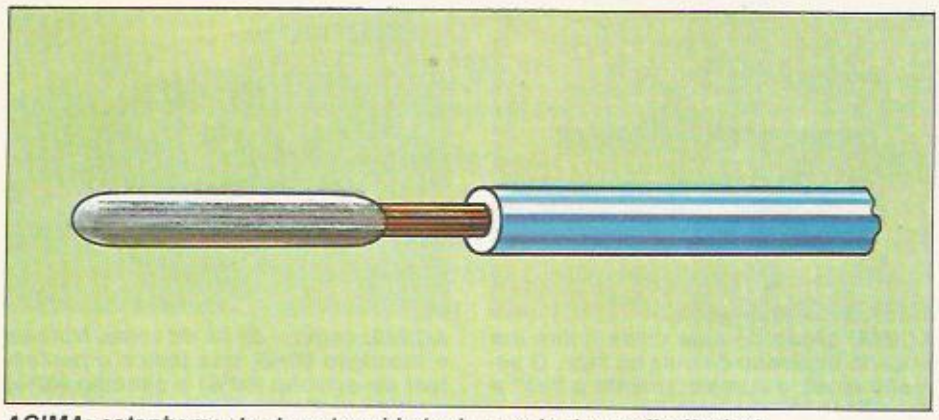


ACIMA: carretel de fio de solda. Nota-se a inscrição 60/40, que indica o percentual de estanho (60%) e chumbo (40%) contido na liga.

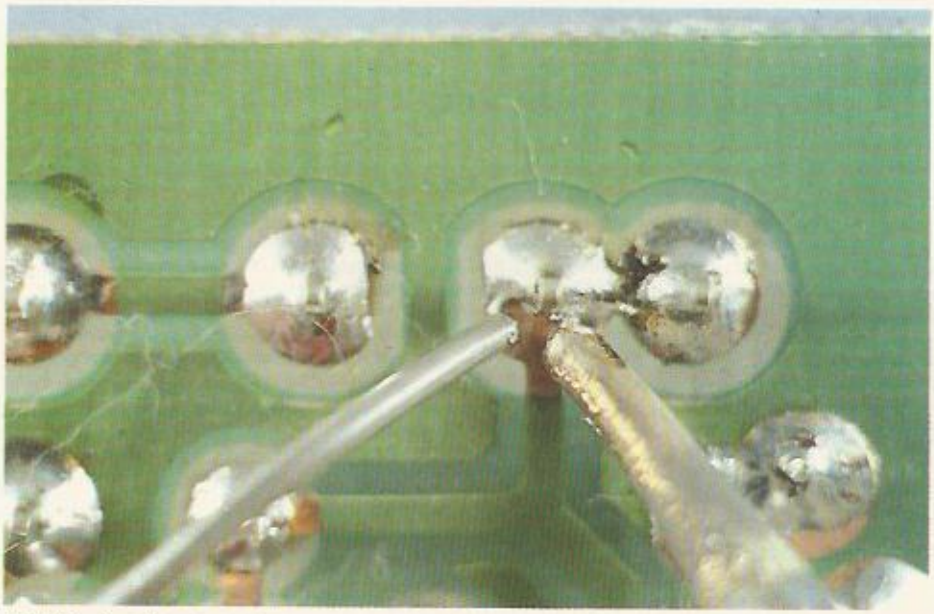
NOÇÕES TEÓRICAS

A resistência elétrica

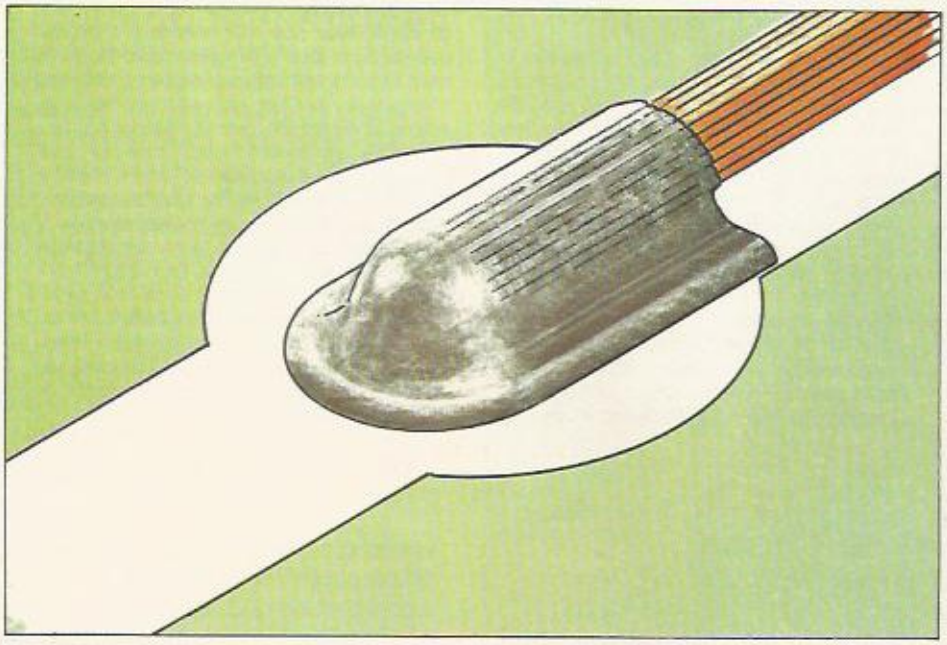
Qualquer condutor apresenta uma certa oposição à passagem da corrente. A maior ou menor resistividade depende do número de elétrons que, em cada material, podem ser liberados e circular através dele (elétrons "livres"). Depende também do fato de que os átomos do material e os elétrons restantes estão em um estado de constante agitação térmica, devido à energia que recebem do meio ambiente sob forma de calor.
O número e amplitude das oscilações dos átomos e elétrons não-livres diminuem quando se abaixa a temperatura, e tendem a desaparecer quando se atinge uma temperatura próxima ao zero absoluto, que corresponde a 273,16 graus abaixo de zero.
Em temperaturas próximas a esta, obtém-se uma resistividade mínima. Alguns materiais passam para o estado de **supercondutores**, *com resistividade igual a zero. Isto significa que, se em um anel fechado de um supercondutor for induzida uma corrente elétrica, esta continuará circulando indefinidamente, sem nenhuma alteração.*
Há também o fenômeno oposto: aumentando-se a temperatura de um condutor, cresce sua resistência, exceto em alguns casos particulares. Este fenômeno, entretanto, não tem grande importância em circuitos eletrônicos comuns, em que as variações de temperatura são pequenas.
Já definimos anteriormente a resistência específica de cada material condutor, empregando um parâmetro denominado resistividade, cujo símbolo é a letra grega rô (ρ). As dimensões físicas dos condutores, junto com a resistividade, determinam sua resistência.
Condutores de seção maior possuem resistência menor. Quanto maior o comprimento do condutor, maior a resistência. A resistência de um condutor é determinada pelos três fatores descritos acima (resistividade, seção e comprimento), expressa pela seguinte fórmula: $R = \rho \cdot \ell / A$, em que R é a resistência que se deseja calcular, ρ é a resistividade, ℓ é o comprimento do condutor em metros (m) e A a área de seção em milímetros quadrados (mm^2). Desta fórmula deduz-se que, entre dois condutores de mesmo comprimento e área de seção, pode existir uma diferença de resistência devida aos materiais com que foram construídos.
Como exemplo, é fornecida em seguida a resistividade de alguns materiais condutores em ohm-cm: prata, 149,47 Ω·cm; cobre, 155 Ω·cm; ouro, 204 Ω·cm; alumínio, 250 Ω·cm; estanho, 1000 Ω·cm; chumbo, 1920 Ω·cm; cromo, 1538 Ω·cm; níquel, 625 Ω·cm.
Para construir um resistor, um dos componentes mais utilizados em eletrônica, é preferível usar materiais de maior resistividade.
O conceito de resistência permitiu ao físico Ohm desenvolver uma das leis fundamentais da eletricidade, que relaciona os três fatores que regulam todo o funcionamento de qualquer circuito elétrico ou eletrônico. Esta lei, chamada lei de Ohm, diz que a diferença de potencial, ou tensão, que se observa nos terminais de um condutor percorrido por uma corrente, é igual ao **produto** *de intensidade desta corrente pela resistência do condutor. Tudo isso pode ser expresso pela fórmula: $V = I \cdot R$, onde V é a tensão, I é a intensidade da corrente e R é a resistência. Com esta fórmula pode-se obter o valor da resistência, se forem conhecidos os valores da intensidade da corrente e da tensão: $R = V/I$; se nesta última fórmula forem empregadas as unidades de medida volt e ampère, o valor da resistência será expresso em ohm.*



ACIMA: estanhamento da extremidade decapada de um fio flexível.



ACIMA: detalhe da soldagem de um "nó" de circuito impresso.



posições no circuito. Entretanto, é preciso cuidado: ao cortar os terminais, use uma ferramenta de boa qualidade, para não exercer nenhuma tração sobre a solda já terminada.

Qualquer que seja o sistema adotado, as extremidades dos terminais devem sobressair 1 ou 2 mm, no máximo, da solda ou de qualquer outro suporte.

Para a soldagem de cabos ou fios isolados deve-se, antes de tudo, remover o material isolante que recobre a extremidade a ser soldada. Decape 4 ou 5 mm da extremidade do fio, tomando cuidado para não danificar o condutor.

Um conselho: antes da soldagem, estanhe a região decapada, aplicando a ponta do soldador e o fio de solda, apenas pelo tempo estritamente necessário, sem danificar a capa isolante. Deixe um trecho não estanhado de cerca de 2 mm a partir da extremidade da capa do fio.

Para os principiantes, recomenda-se que o trabalho seja iniciado pelas soldagens situadas fora do circuito impresso como, por exemplo, os terminais de ligação dos potenciômetros, conectores, etc. Assim, adquire-se maior habilidade antes de realizar soldagens mais difíceis.

Para efetuar a soldagem, encoste a ponta do soldador às duas partes em contato, para aquecê-las. Depois, aproxime o fio de solda, que entra em contato físico com a parte já aquecida, fundindo-se e espalhando-se. Não demore muito para efetuar a soldagem. Uma solda normal deve durar de 5 a 8 segundos, não mais que isso. Uma soldagem demorada danifica o componente por excesso de calor e pode provocar, no caso de se fazer soldagens em placas de circuito impresso, o deslocamento dos filetes de cobre.

A quantidade de estanho empregada deve ser suficiente para cobrir completamente a região, deixando, porém, transparecer o perfil dos condutores soldados, o que indica que a solda está bem feita. Depois disso, deixe esfriar, sem tocar na parte soldada antes que atinja a temperatura ambiente.

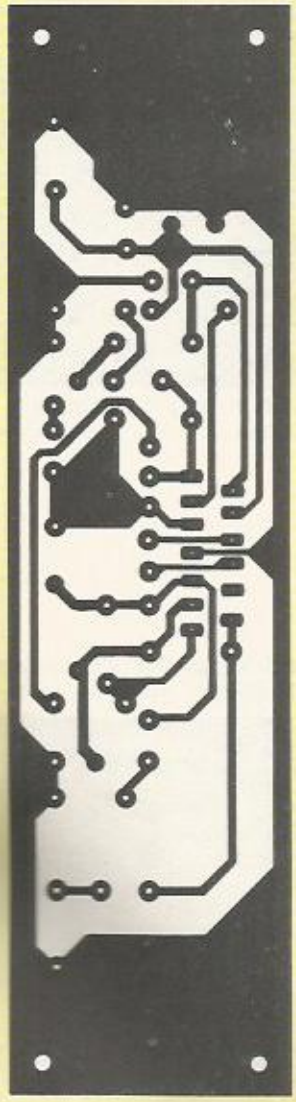
Se for preciso mudar a posição de qualquer condutor, faça-o antes de executar a soldagem ou depois que a solda estiver completamente fria.

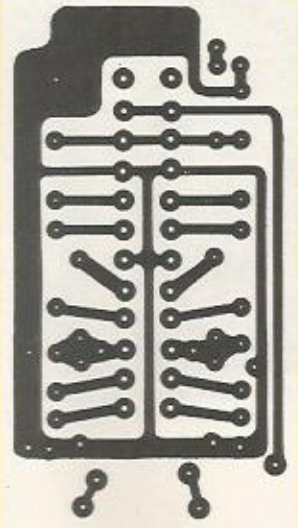
AO LADO: cabo soldado ao "nó" de um circuito. Através do estanho transparece a silhueta dos fios condutores.

MONTAGEM

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS

Este amplificador de som, cuja montagem estamos sugerindo, foi projetado para automóveis. Ele aumenta a pequena potência dos rádios e toca-fitas para 48 W. Seguindo as instruções, você pode montar o amplificador e melhorar a qualidade do som do seu carro!





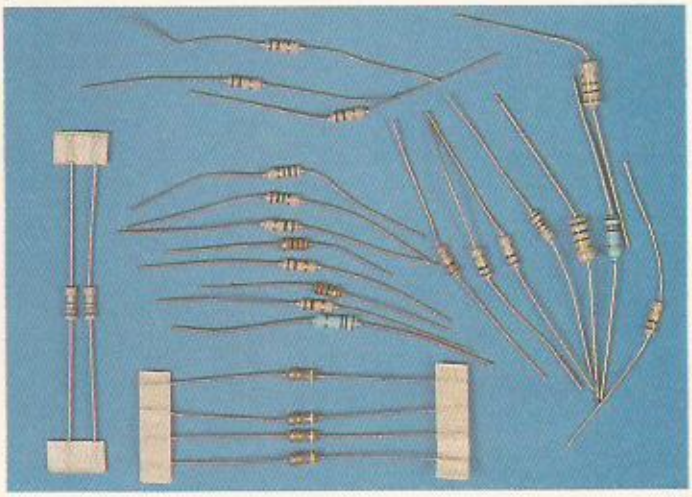
O traçado dos circuitos

Estes são os desenhos dos dois circuitos impressos necessários para a montagem do amplificador: um, da placa dos reforçadores, e outro, da placa da chave. Como eles se encontram em tamanho natural, é só copiá-los em papel milimetrado.



1. Peças que fazem parte do kit e que serão usadas na montagem do amplificador.

2. Resistores usados nas placas dos 2 reforçadores e na placa da chave.



MONTAGEM

Um dos aparelhos mais desejados por todos os que praticam a eletrônica como ***hobby*** é o amplificador de som. Ele pode ser usado no automóvel e em casa, como reforçador para rádios, em ***tape-decks*** e aparelhos de som.

O aparelho que propomos aqui, um amplificador de som, foi projetado para ser usado em automóveis, para aumentar a pequena potência disponível dos rádios e toca-fitas até atingir 48 W reais, já que na maioria das vezes não chega a 20 W nos melhores circuitos.

É claro que existem possibilidades de se adaptar este amplificador que estamos ensinando a fazer para funcionamento doméstico, desde que se faça uso de uma fonte própria, reforçando o som de aparelhos menores, tais como tape-decks, toca-discos ou aparelhos "três em um".

Entretanto, nossas explicações são dadas em função da utilização do amplificador no automóvel.

Este amplificador será intercalado entre o rádio (ou toca-fitas) e os alto-falantes do seu carro e será alimentado pela própria bateria do carro, que é de 12 V.

O seu uso será extremamente simples: quando você pressionar o único controle que existe na parte da frente ele entrará em ação, aumentando para até 48 W reais (RMS) a saída de som. Veja bem que dissemos **até 48 W**. Pois, como todo amplificador, a potência máxima depende do volume: quando aumentamos o volume de um aparelho desse tipo estamos aumentando a **potência** aplicada nos alto-falantes **até o máximo previsto.**

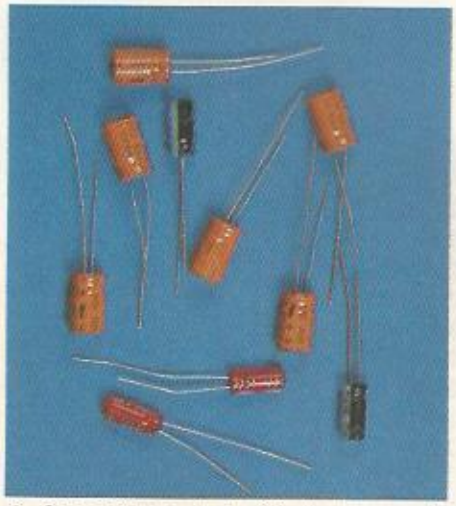
Ferramentas necessárias

As ferramentas exigidas são:

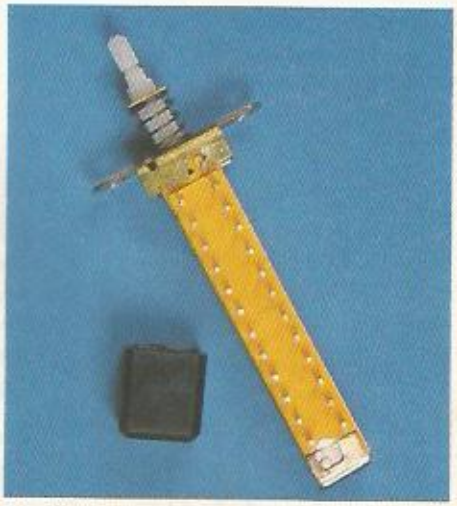
- ferro de soldar pequeno, até 30 W, com ponta fina
- alicate de corte lateral
- alicate de ponta fina reta
- chaves de fenda



3. Capacitores cerâmicos, que serão usados nas placas, e 2 espaguetes e 1 led, que serão montados na caixa.

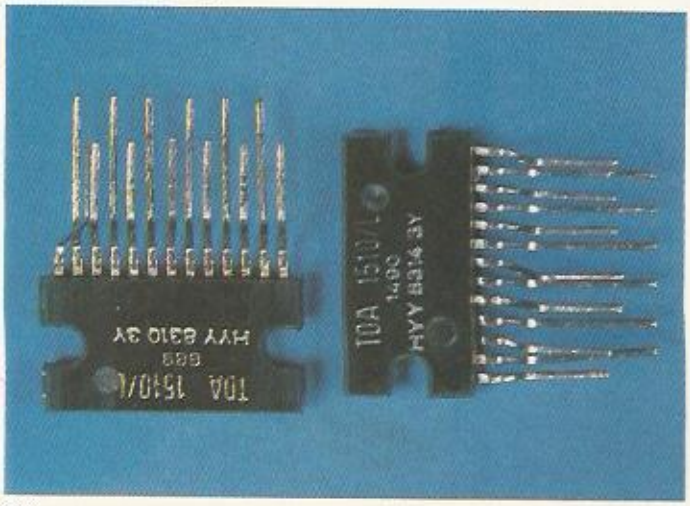


4. Capacitores eletrolíticos que serão soldados nas placas dos reforçadores.

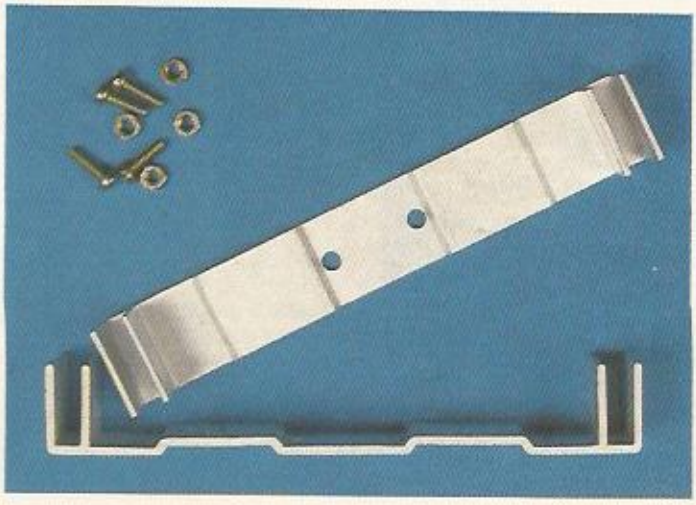


5. Chave de 8 pólos x 2 posições e o botão plástico.

6. Circuitos integrados TDA1510 montados cada um em cada placa do reforçador.



7. Dois conjuntos de radiador de calor, porcas e parafusos que serão montados nos circuitos integrados.



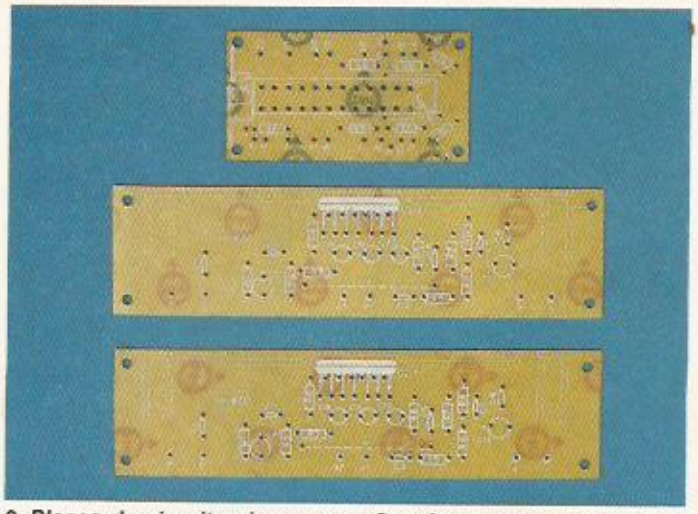
- chave Phillips
- morsa
- serra de corte.

Se você não adquirir o kit como base, deve ter também todos os recursos para fabricar as placas de circuito impresso (3), cujos desenhos são dados em tamanho natural nesta seção.

Componentes

Como os demais aparelhos descritos nesta seção, este também é disponível na forma de kit. Este kit contém todas as peças exigidas para a montagem do aparelho, além da caixa dos elementos necessários para a fixação e ligação no seu automóvel. Antes de começar a montagem, confira todo o conteúdo do kit, certificando-se de que está tudo em ordem:

- 2 placas de circuito grandes
- uma placa de circuito menor
- 2 circuitos integrados TDA1510
- 25 resistores com valores diversos (que serão especificados pelas cores das faixas no momento oportuno)
- 10 capacitores cerâmicos de 100 nF, que podem aparecer com a marcação 104 ou .1
- 2 capacitores cerâmicos de 330 pF, que podem aparecer com a marca n33 ou 330
- 6 capacitores eletrolíticos de 100 μF
- 2 capacitores eletrolíticos de 4,7 μF
- 2 capacitores eletrolíticos de 47 μF
- 2 dissipadores de calor de alumínio
- 1 chave de 8 pólos x 2 posições
- 1 botão plástico para a chave
- 4 parafusos de 3 x 10 mm
- 4 porcas de 3 mm
- 12 parafusos 3/32 x 5/8
- 12 porcas de 3/32
- 4 espaçadores de fenolite
- 3 borrachas de passagem
- 20 cm de fio blindado
- 12 cm de fio nu para fazer os jumpers
- 70 cm de fio vermelho
- 110 cm de fio preto



8. Placas de circuitos impressos: 2 maiores, para a montagem dos reforçadores, e 1 menor, para a da chave.

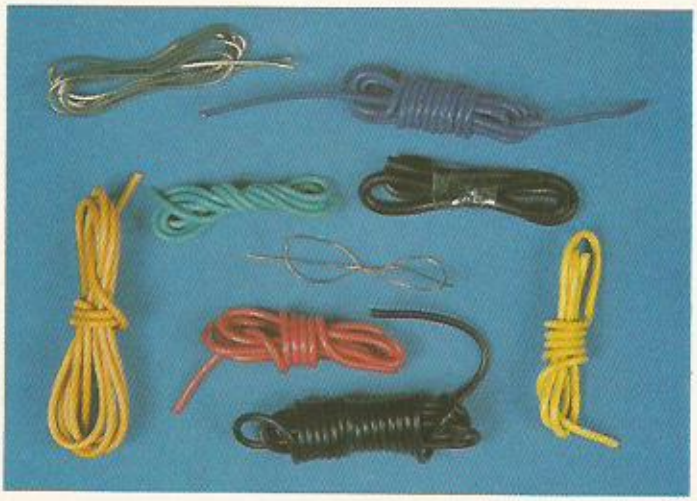


9. Caixa metálica do amplificador, formada pela tampa, fundo e alça, conjunto de espaçadores de fenolite, parafusos, porcas e 3 borrachas de passagem.

10. Detalhe do conjunto formado por 4 espaçadores de fenolite, 3 borrachas de passagem, porcas e parafusos.



11. Conjunto de fios que serão usados nas interligações das placas.



MONTAGEM

- 40 cm de fio verde
- 40 cm de fio amarelo
- 80 cm de fio laranja
- 80 cm de fio azul
- 1 caixa (tampa, alça e parafusos)
- 1 led vermelho
- 2 espaguetes
- solda para execução do trabalho.

Montagem

Para facilitar o trabalho, a montagem será dividida em quatro etapas:

1º) **Montagem dos reforçadores**

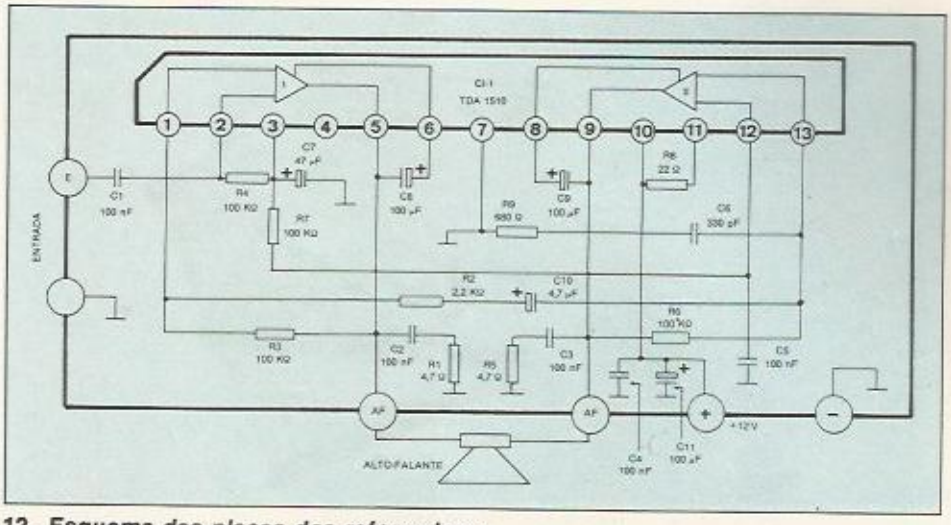
Os reforçadores (***boosters***) são os circuitos amplificadores propriamente ditos, onde se encontram os componentes ativos que elevam a potência do som do aparelho do seu carro.

Como este amplificador é estereofônico, devem ser feitas duas etapas de ampliação, uma para cada canal, cada uma fornecendo com seu circuito integrado 24 W de potência.

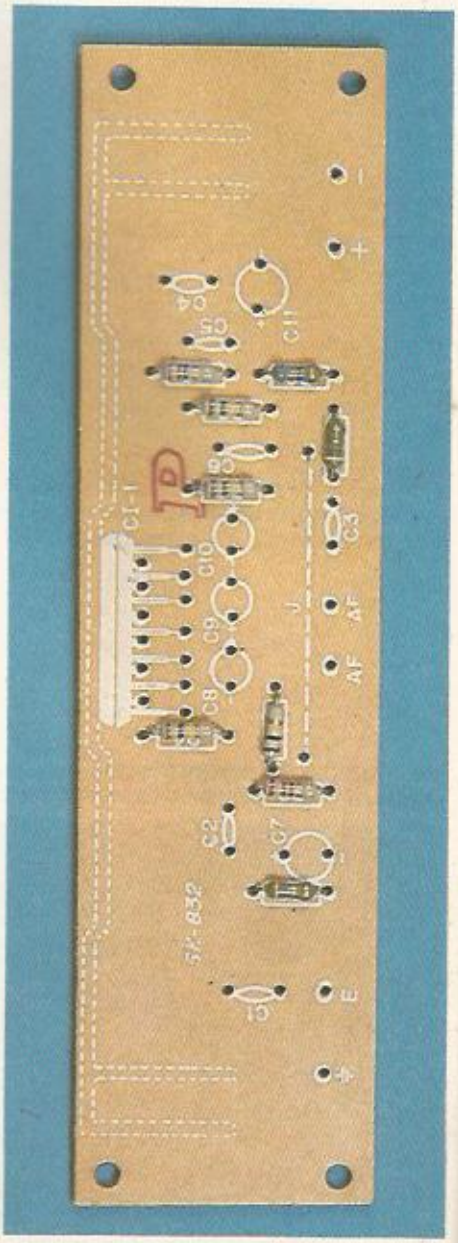
Todo aparelho estereofônico é, na verdade, formado por dois conjuntos amplificadores, um para cada canal, alimentados por uma fonte comum.

Para facilitar, acompanhe as etapas da montagem pelas fotos. Essas fotos mostram uma placa padrão do reforçador que servirá de modelo para as duas placas que iremos montar. A montagem será iniciada pela soldagem dos resistores. Os resistores são indicados pela letra R. Os valores desses resistores são dados por faixas segundo o código de cores:

R1-4,7Ω (amarelo-violeta-dourado)
R2-2,2 KΩ (vermelho-vermelho-vermelho)
R3-100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R4-100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R5-4,7Ω (amarelo-violeta-dourado)
R6-100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R7-100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R8-22Ω (vermelho-vermelho-preto)
R9-680Ω (azul-cinza-marrom).

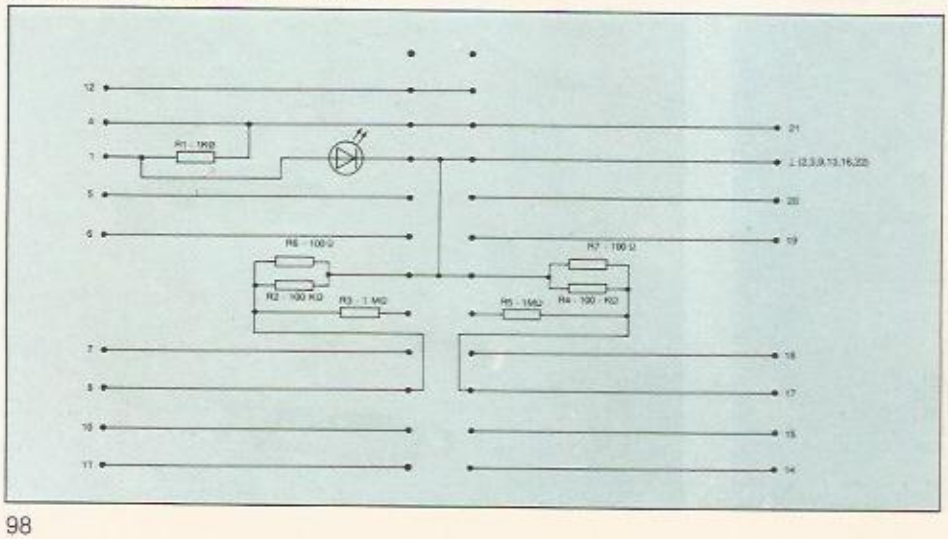


12. Esquema das placas dos reforcadores.



14. A foto mostra a etapa correspondente à montagem dos 9 resistores (R1 a R9) na placa do reforçador.

13. Esquema da placa da chave.



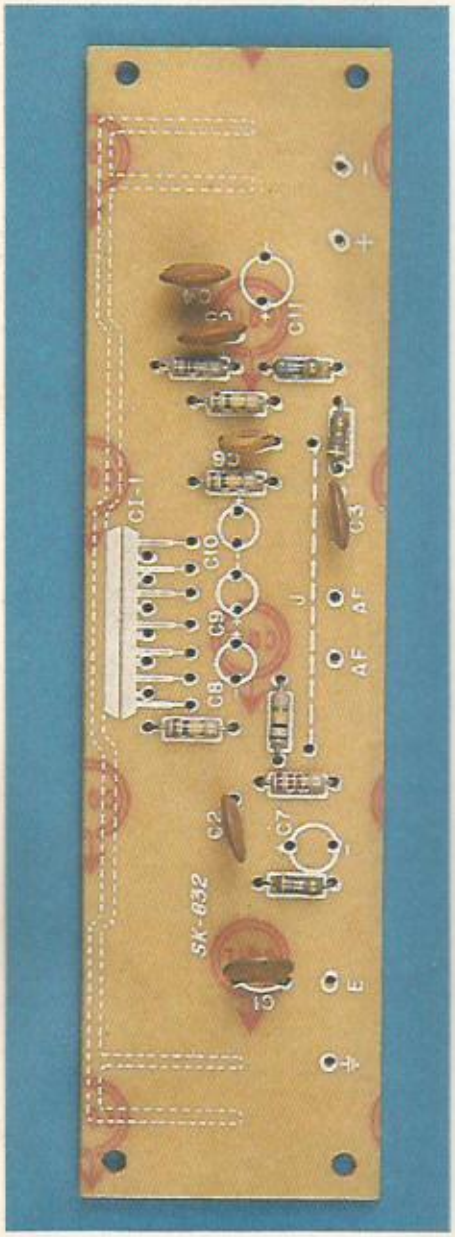
Veja que temos os mesmos resistores para cada uma das placas. Assim, existe um R1 de 4,7Ω para a placa do canal direito e um R1 de mesmo valor para a placa do canal esquerdo.
A montagem dessas placas é feita simultaneamente.
Os resistores devem ter seus terminais dobrados com a ajuda do alicate de ponta e depois soldados na placa. O excesso dos terminais deve ser cortado. Depois, solde os seguintes capacitores:

C1-100 nF (104 ou .1)
C2-100 nF (104 ou .1)
C3-100 nF (104 ou .1)
C4-100 nF (104 ou .1)
C5-100 nF (104 ou .1)
C6-330 pF (331)

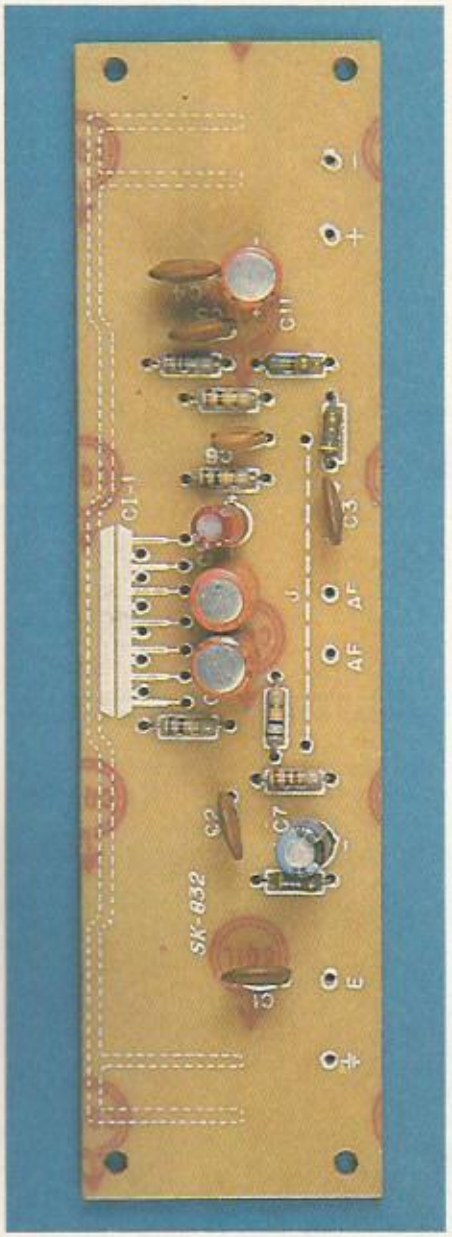
Veja pelas fotos que, depois de soldados, os capacitores ficam rentes à placa. Corte com cuidado todas as sobras dos terminais.
Agora você vai trabalhar com os capacitores eletrolíticos. Veja que esses componentes possuem uma marca de polaridade (+) ou (-). Quando você montar esses componentes na placa, faça com que as marcas de polaridades coincidam.
Os valores dos capacitores e seu local de colocação são:

C7-47 µF
C8-100 µF
C9-100 µF
C10-4,7 µF
C11-100 µF.

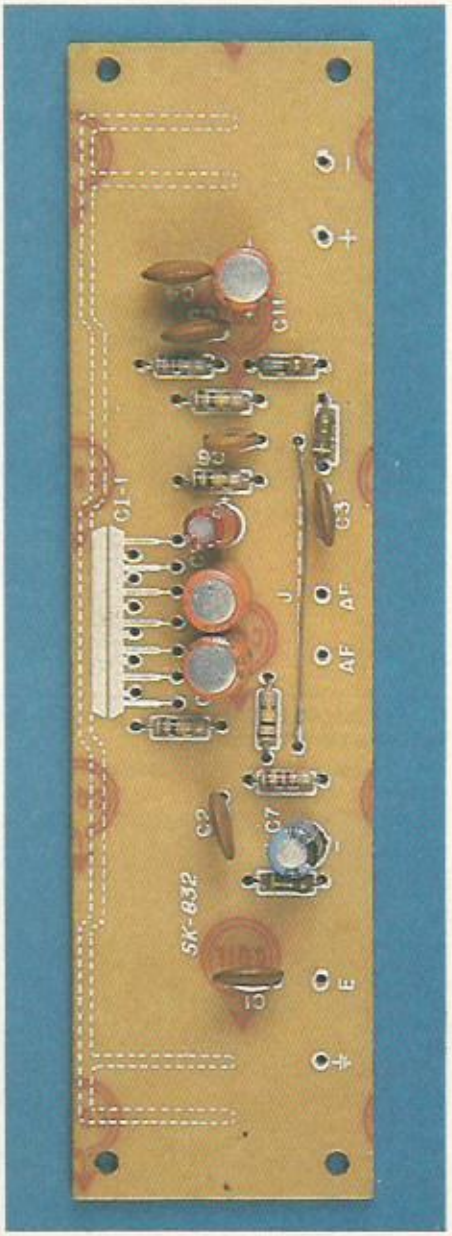
Para fazer os jumpers, corte um pedaço do fio nu em duas partes iguais. Cada uma será usada em uma placa. Estes jumpers, marcados com J na placa, são as interligações entre dois pontos que não podem ser feitas pelas trilhas normais de cobre, para não haver cruzamento. Dobre as pontas dos fios dos jumpers, encaixe nos pontos da placa e faça a soldagem. Se sobrar um pouco de fio por baixo, corte.



15. Os 6 capacitores cerâmicos (C1 a C6) devem ser montados com muito cuidado na placa do reforçador.



16. Montagem dos 5 capacitores eletrolíticos (C7 a C11) na placa do reforçador. Observe sua polaridade.



17. Depois da montagem dos capacitores eletrolíticos é a vez de montar o jumper (J) na placa do reforçador.

MONTAGEM

Você chegou agora no ponto mais delicado do trabalho: colocar o circuito integrado e o radiador de calor na placa. Para isso, pegue um dos circuitos integrados e um dos dissipadores de alumínio. Separe também dois parafusos de 3 x 10 mm e duas porcas de 3 mm. Pegue o circuito integrado e passe uma camada fina de pasta de silicone (pasta térmica) na parte de trás. Se não tiver esse produto disponível, use vaselina comum. Essa pasta facilita a transferência de calor gerado no circuito integrado, quando em funcionamento, para o radiador de calor, e daí para o ar. Depois, fixe o circuito integrado no dissipador, usando para isso os parafusos e as porcas (ilustração 18A).

Feita essa operação, encaixe, com muito cuidado, os terminais do circuito integrado na placa de circuito impresso, onde está a marcação CI-1 (ilustração 18B). O conjunto deve entrar nos furos até que o dissipador fique rente à placa. Depois, é só fazer a soldagem dos terminais pelo lado cobreado.

Coloque outro circuito integrado na outra placa, da mesma maneira.

2º) **Montagem da chave**

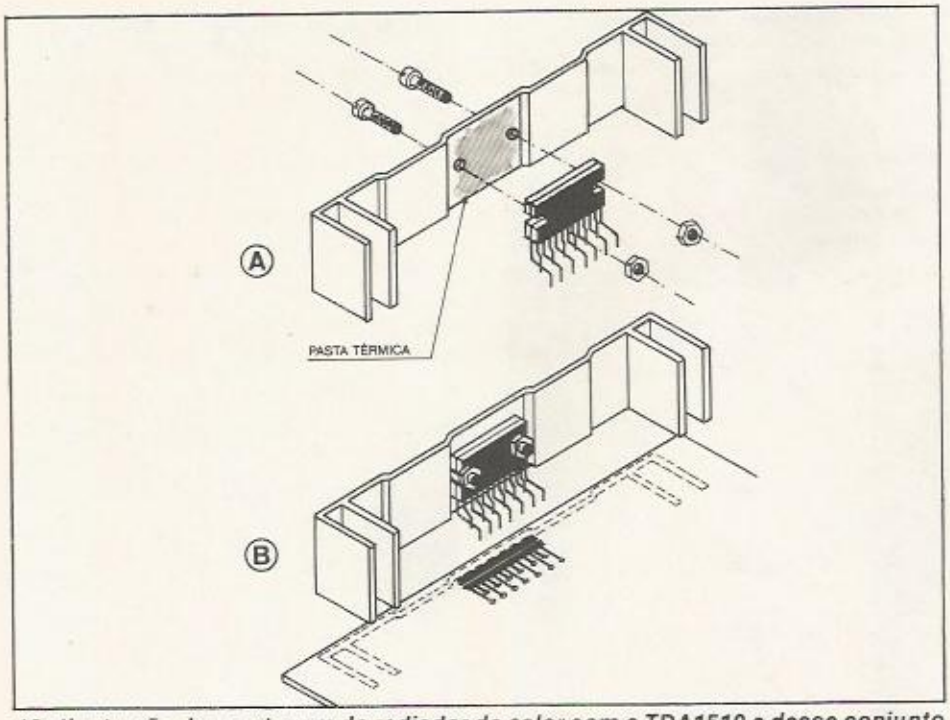
Pegue a placa onde será montada a chave e solde os resistores:

R1-1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
R2-100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R3-1 MΩ (marrom-preto-verde)
R4-100 KΩ (marrom-preto-amarelo)
R5-1 MΩ (marrom-preto-verde)
R6-100Ω (marrom-preto-marrom)
R7-100Ω (marrom-preto-marrom)

Corte um pedaço do fio nu para fazer um jumper. Depois, fixe e solde a própria chave. Encaixe os terminais nos furos, fazendo a soldagem um a um, com cuidado e rapidez.

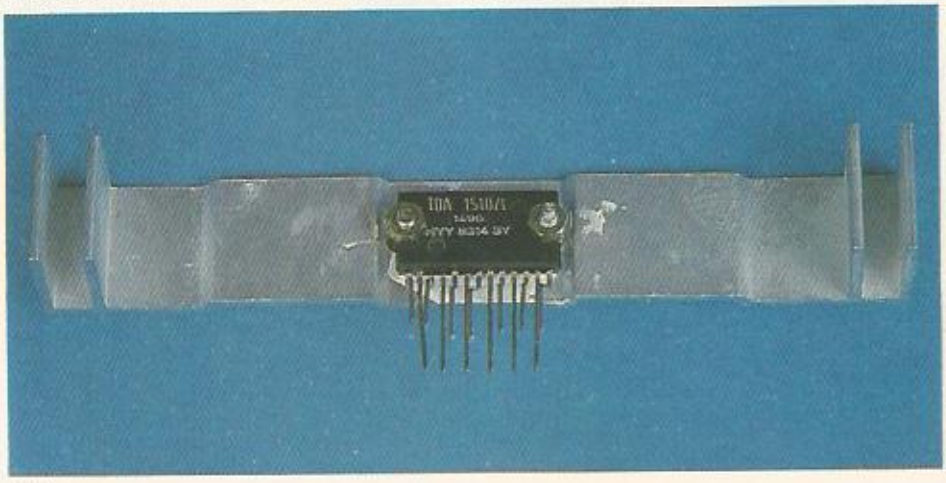
3º) **Interligações dos 3 módulos**

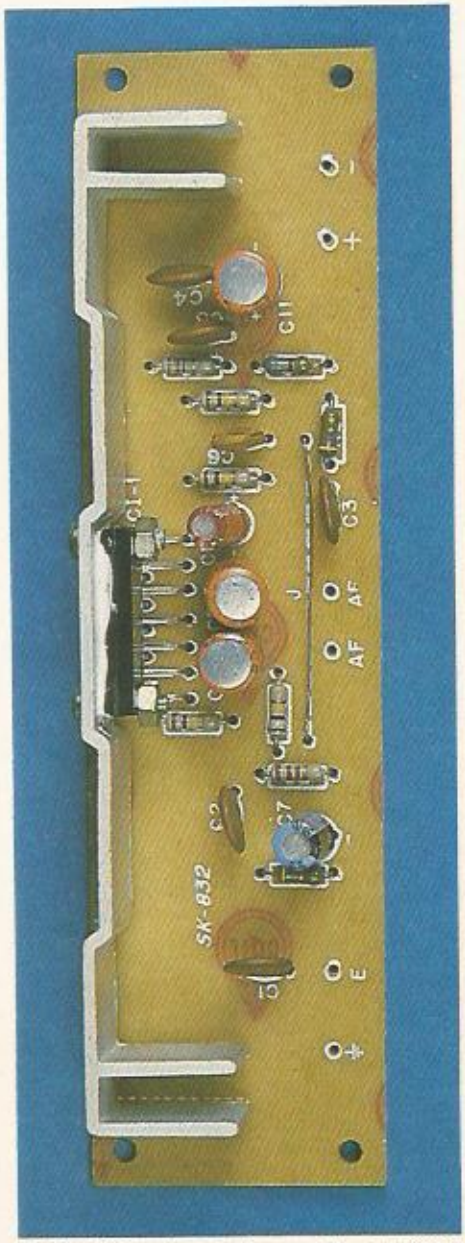
Prepare todos os fios que serão usados, cortando-os em vários pedaços.



18. Ilustração da montagem do radiador de calor com o TDA1510 e desse conjunto na placa do reforçador.

19. Detalhe da montagem correta do radiador de calor no TDA1510.





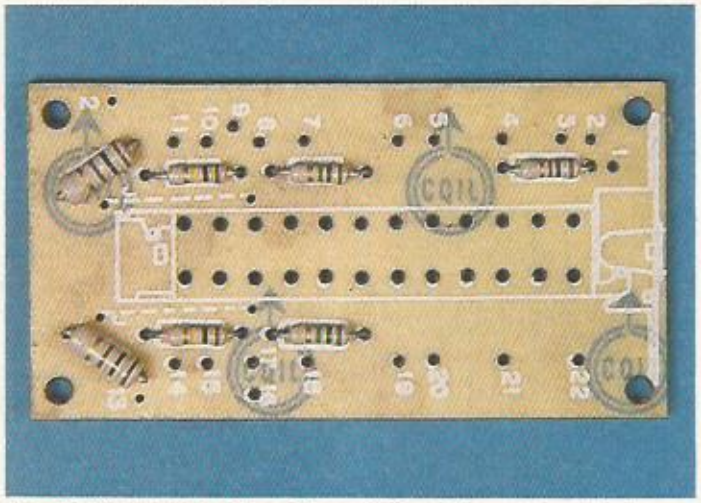
20. Detalhe da montagem do conjunto formado pelo radiador de calor e pelo TDA1510 na placa do reforçador.

Descasque 5 mm das suas pontas.
A preparação dos fios deverá ser feita segundo a seguinte seqüência:

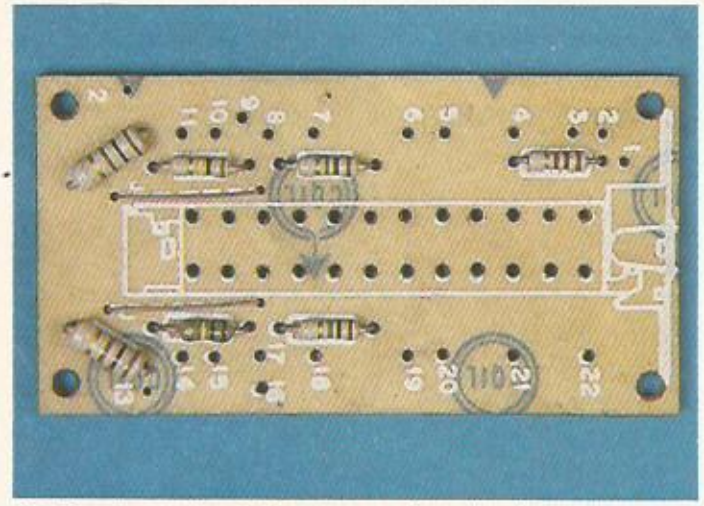
- fio blindado cortado em dois pedaços iguais de 10 cm
- fio vermelho dividido em dois pedaços de 12 cm, 1 pedaço de 36 cm e 1 pedaço de 10 cm
- fio preto dividido em dois pedaços de 12 cm, 1 pedaço de 10 cm e 3 pedaços de 36 cm
- fio amarelo cortado em 1 pedaço de 36 cm
- fio laranja cortado em 2 pedaços de 36 cm
- fio verde cortado em 1 pedaço de 36 cm
- fio azul cortado em dois pedaços de 36 cm e 4 pedaços de 10 cm.

É muito importante que os fios fiquem com os comprimentos indicados. Quando os fios são longos demais, costumam causar ruídos e zumbidos, e até mesmo instabilidade por oscilações, em amplificadores de alto ganho como este, cuja montagem estamos propondo. Com todos os fios prontos, você deverá fazer as interligações nas cores indicadas pelas seqüências das fotos nos locais assinalados. Preste muita atenção na ligação do led; ela é muito importante. Se houver inversão, o led não acenderá.
Essas ligações devem ser conferidas com cuidado antes de se passar à próxima etapa da montagem.

1.º) Faça a ligação dos fios seguindo a tabela da página seguinte, obedecendo a ordem em que aparecem as cores e medidas dos fios. Cada fio será ligado à placa da chave e a uma das placas do reforçador (A ou B). Quando não houver nenhuma indicação nas duas colunas da placa do reforçador (indicado pelo sinal —), deixe o fio solto até a próxima etapa de montagem.

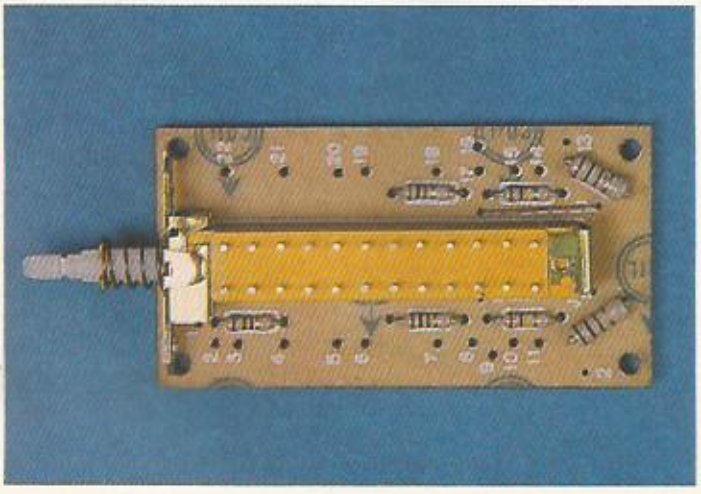


21. Montagem dos 7 resistores (R1 a R7) na placa da chave.

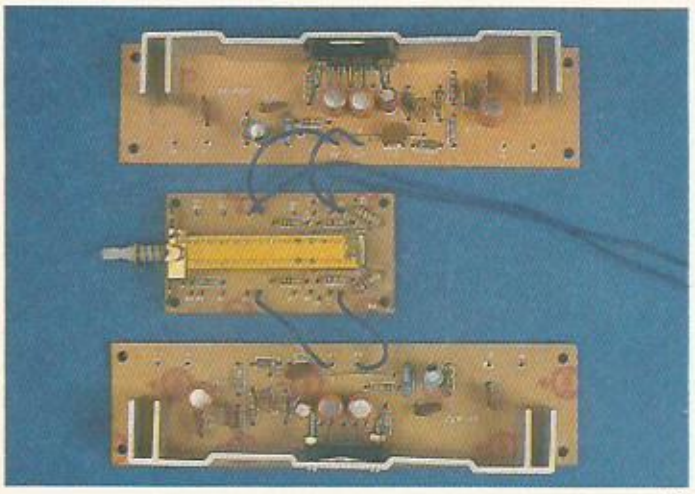


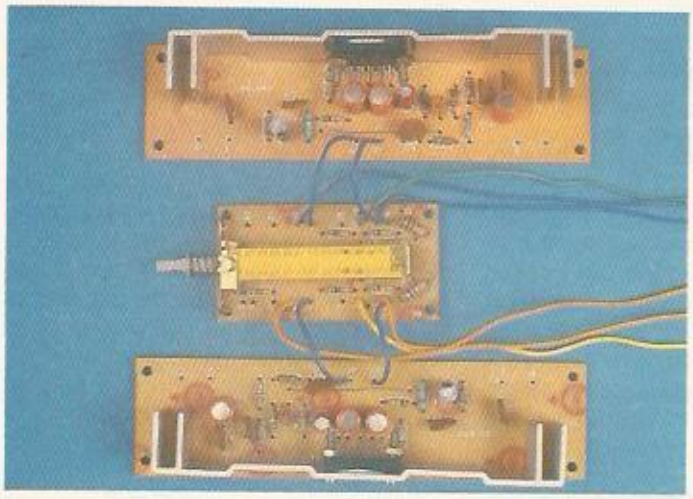
22. Montagem dos 2 jumpers na placa da chave.

23. Montagem da chave de 8 pólos x 2 posições.

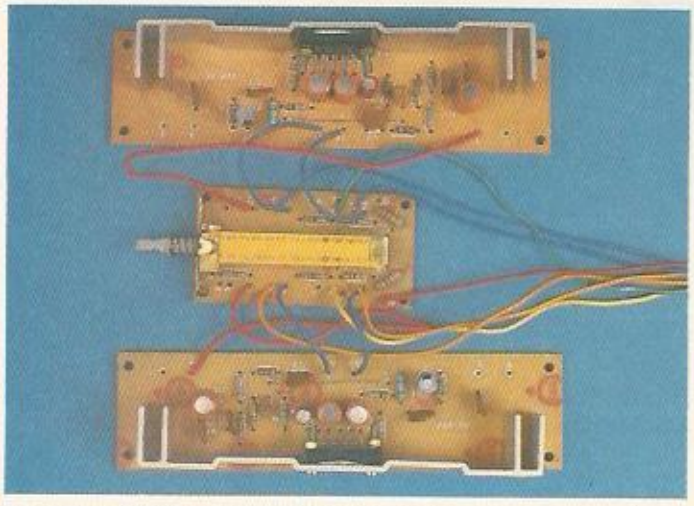


24. Ligação elétrica dos 6 fios azuis na placa da chave: 2 em cada reforçador e 2 fios livres.





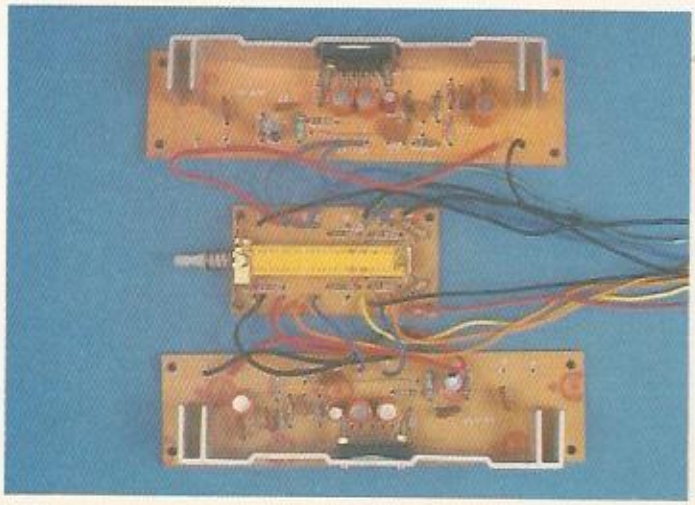
25. Ligação elétrica de 1 fio verde, 1 fio amarelo e 2 fios laranja na placa da chave.



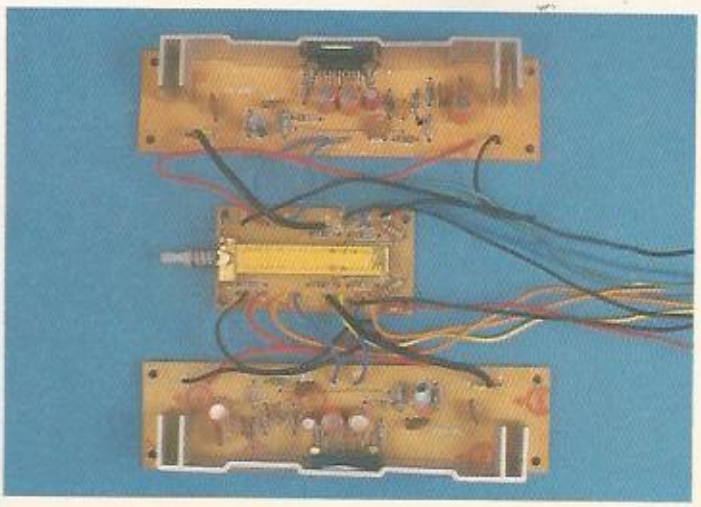
26. Ligação elétrica dos 3 fios vermelhos na placa da chave: 1 em cada reforçador e 1 fio maior livre.

FIOS		FUROS		
CORES	MEDIDAS	PLACA DA CHAVE	PLACA REFORÇADOR A	PLACA REFORÇADOR B
AZUL	10 cm	19	AF	—
	10 cm	14	AF	—
	10 cm	6	—	AF
	10 cm	11	—	AF
	36 cm	15	—	—
	36 cm	20	—	—
VERDE	36 cm	17	—	—
AMARELO	36 cm	8	—	—
LARANJA	36 cm	5	—	—
	36 cm	10	—	—
VERMELHO	12 cm	4	—	(+)
	12 cm	21	(+)	—
	36 cm	12	—	—
PRETO	12 cm	22	(-)	—
	12 cm	3	—	(-)
	36 cm	16	—	—
	36 cm	13	—	—
	36 cm	9	—	—
BLINDADO	10 cm	18	FIO E BLINDAGEM	—
	10 cm	7		FIO E BLINDAGEM

27. Ligação elétrica dos 5 fios pretos na placa da chave: 1 em cada reforçador e 3 fios livres.



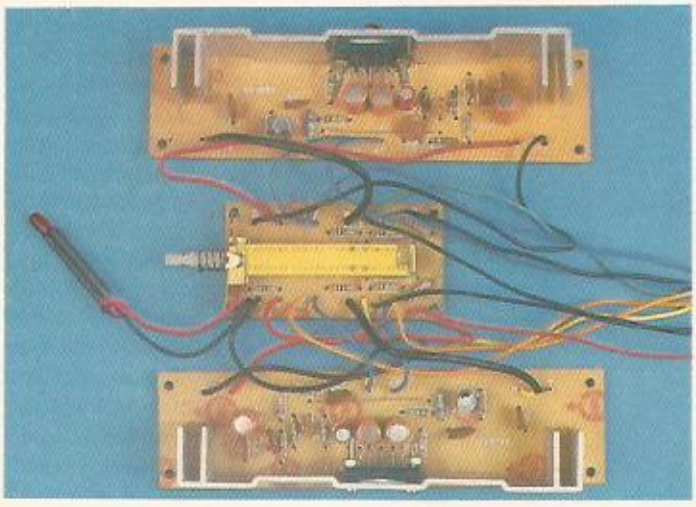
28. Ligação elétrica dos 2 fios blindados na placa da chave: 1 em cada reforçador.



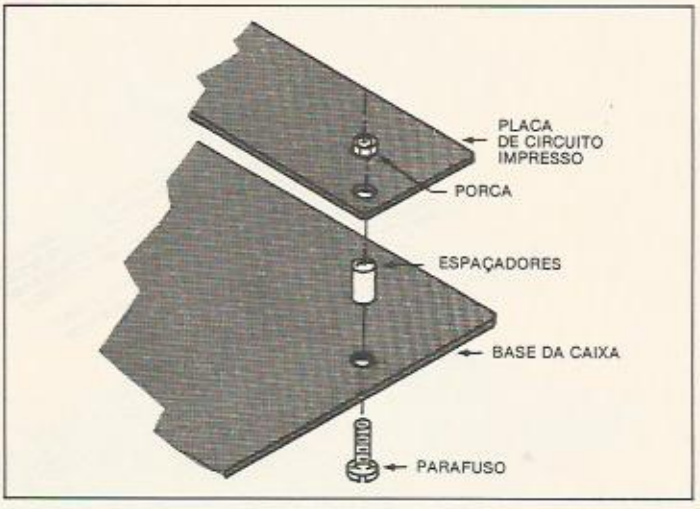
2º Agora, ligue o led na placa da chave; no terminal mais curto solde o fio preto de 10 cm, e no outro, o fio vermelho de 10 cm. Coloque os espaguetes e dê o nó entre os fios.
O fio preto deverá ser soldado no furo 2 da placa da chave e o fio vermelho no furo 1 da placa da chave. Veja a foto 29.
Agora, você vai passar para a última fase da montagem do amplificador.

4º) **Colocação na caixa**
As placas ficarão longe da caixa porque são usados separadores de fenolite (ilustração 30). No nosso kit você vai encontrar 4 espaçadores. Corte cada espaçador em 3 pedaços iguais, para obter 12 espaçadores menores.
Cada um desses pequenos espaçadores terá aproximadamente 6 mm de comprimento. Seja cuidadoso ao fazer esses cortes, pois se os espaçadores ficarem de tamanhos diferentes as placas não serão assentadas corretamente na caixa e a montagem final terá uma aparência feia. Use uma morsa para segurar o espaçador quando fizer o corte com a serra.
Encaixe o botão da chave da placa central. Depois, coloque na caixa as três borrachas de passagem, prenda na caixa as três placas, orientando-se pela foto 31. Passe os fios pelas borrachas de passagem, seguindo as cores indicadas na ilustração 33 e foto 34.
Parafuse a tampa do amplificador e fixe a alça. Ele estará pronto para ser testado e usado (foto 35).

Instalação
Para a instalação não será preciso fazer qualquer alteração no som original, mexendo nos aparelhos ou nos alto-falantes. Apenas algumas ligações devem ser refeitas, pois passarão através do amplificador de som.
Ligue os 10 fios do amplificador conforme mostra a ilustração 36.

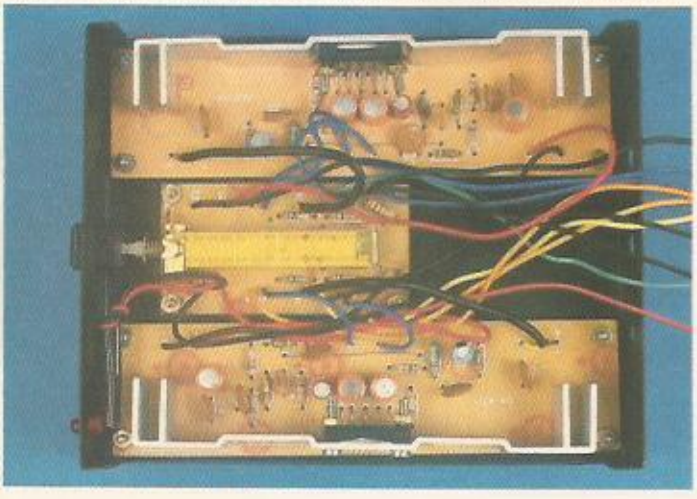


29. Ligação dos fios preto e vermelho do led na placa da chave, nos furos 2 e 1, respectivamente.

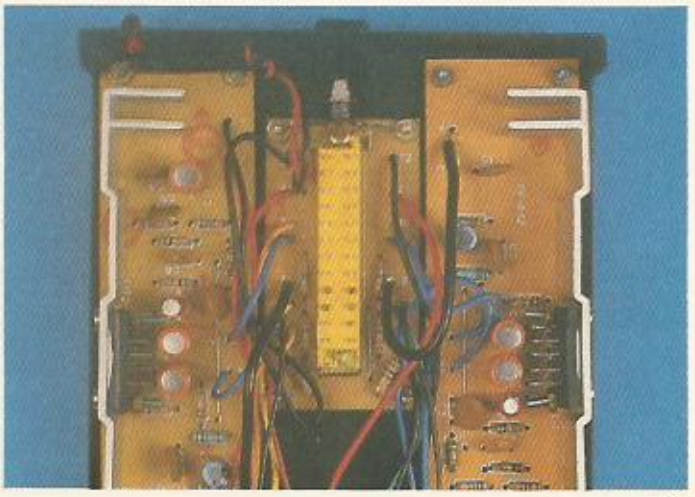


30. Detalhe dos encaixes das 3 placas na base da caixa por meio dos espaçadores de fenolite.

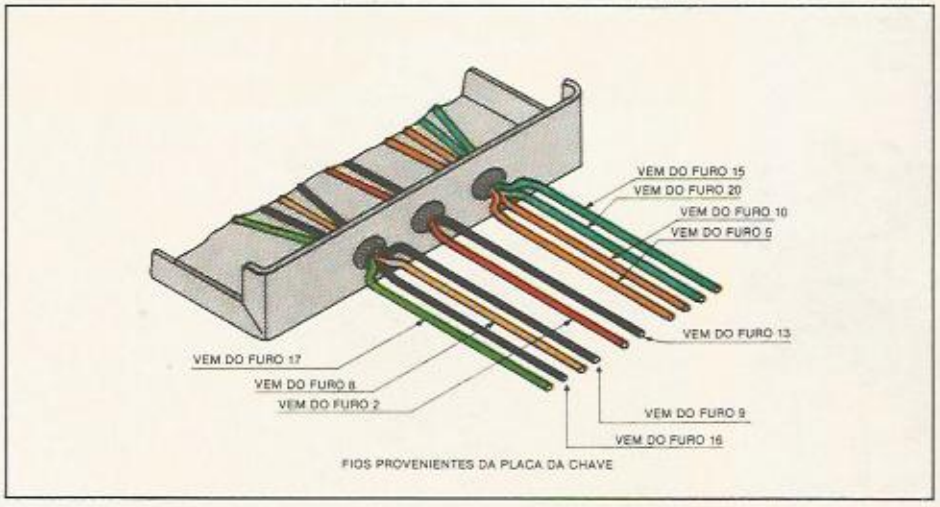
31. Montagem das 3 placas de fenolite na base da caixa.



32. Detalhe das 3 placas de fenolite mostrando como deve ser feito o encaixe do led.



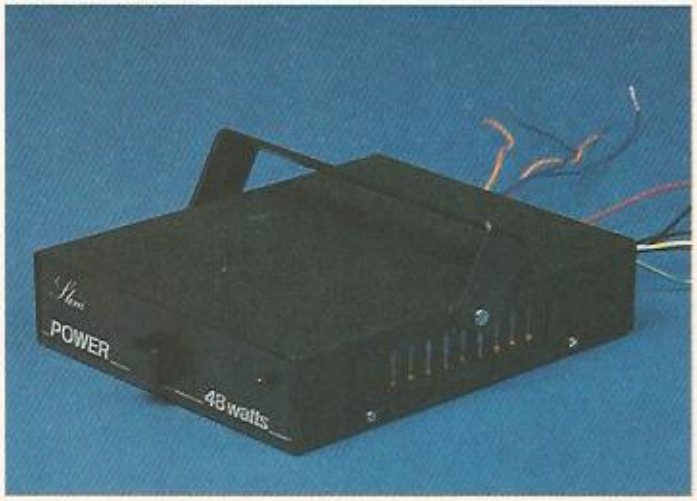
Ligue o fio preto que sai da borracha de passagem do meio em qualquer ponto do chassi do carro, por meio de um parafuso e um terminal. O fio preto é a alimentação negativa.
Depois, ligue o fio vermelho em qualquer ponto da instalação do automóvel que tenha 12 V positivos. Ligue o fio junto com o mesmo fio de alimentação positiva do rádio ou toca-fitas.
Depois, desligue os fios dos alto-falantes do carro no ponto em que entram no rádio (ou toca-fitas) e ligue-os aos fios azul e laranja do amplificador.
Os fios laranja vão para o canal esquerdo, ou traseiro, e os fios azuis vão para o canal direito, ou dianteiro. Cuidado com esta conexão para que não fique a descoberto. Use fita isolante ou terminais próprios com parafusos.
Os fios que ficaram livres do rádio (ou toca-fitas) são ligados ao amplificador. O par de fios que ia aos alto-falantes de trás, ou esquerdos, é conectado aos fios amarelo e preto do amplificador de som. Verifique se o fio preto está coincidindo com o fio preto do rádio (ou toca-fitas) do carro, que normalmente é ligado ao negativo, ou terra. Do mesmo modo, ligue o par de fios que estava ligado aos alto-falantes dianteiros, ou direitos, aos fios verde e preto do amplificador.



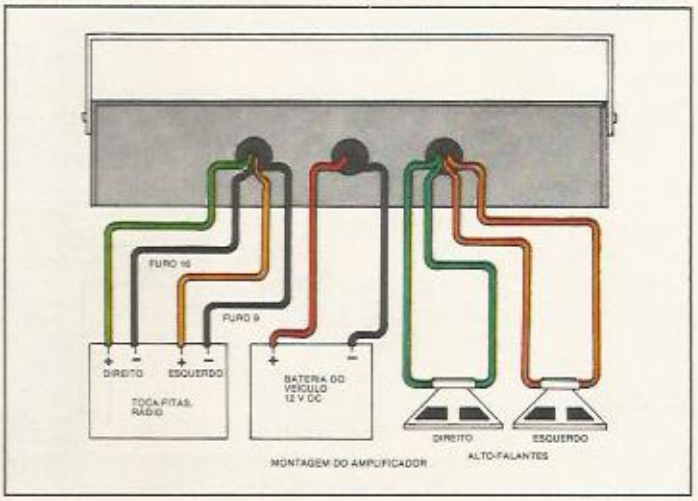
33. Ilustrações dos fios provenientes da placa da chave nas três borrachas de passagem.

Faça com que o fio preto do amplificador vá ao fio preto de saída do rádio (ou toca-fitas) que corresponde ao negativo, ou terra. Isole com cuidado todas essas ligações.
Agora, ligue o rádio (ou toca-fitas) do seu automóvel em médio volume, com a chave do amplificador na posição "desligado". Ela não deve estar pressionada e o led deve estar apagado.
A reprodução sonora nos alto-falantes deve ocorrer normalmente, pois o som nesse caso "passa direto". Se alguma anormalidade ocorre como, por exemplo, falha ou silêncio de algum alto-falante, verifique se você ligou direto os 4 fios de entrada ou os 4 fios de saída para o alto-falante.
Pressione agora o botão que liga o amplificador. O som deverá ter sua intensidade muito aumentada, podendo ser controlada no botão regulador de volume do rádio (ou toca-fitas).
Para usar o amplificador num aparelho de som em casa, siga o mesmo raciocínio. Imagine a saída do aparelho de som em lugar da saída do rádio (ou toca-fitas) e a caixa de som em lugar dos alto-falantes. A única diferença é que você precisará ligar os fios vermelho e preto da alimentação do amplificador, que iriam ligados à bateria, numa fonte de 12 V com pelo menos 5 ampères de capacidade de corrente.

34. Aspecto final do amplificador montado.



35. Indicação para a ligação correta do amplificador de som no seu automóvel. Para ligá-lo em casa, substitua a bateria do veículo por uma fonte de 12 V.



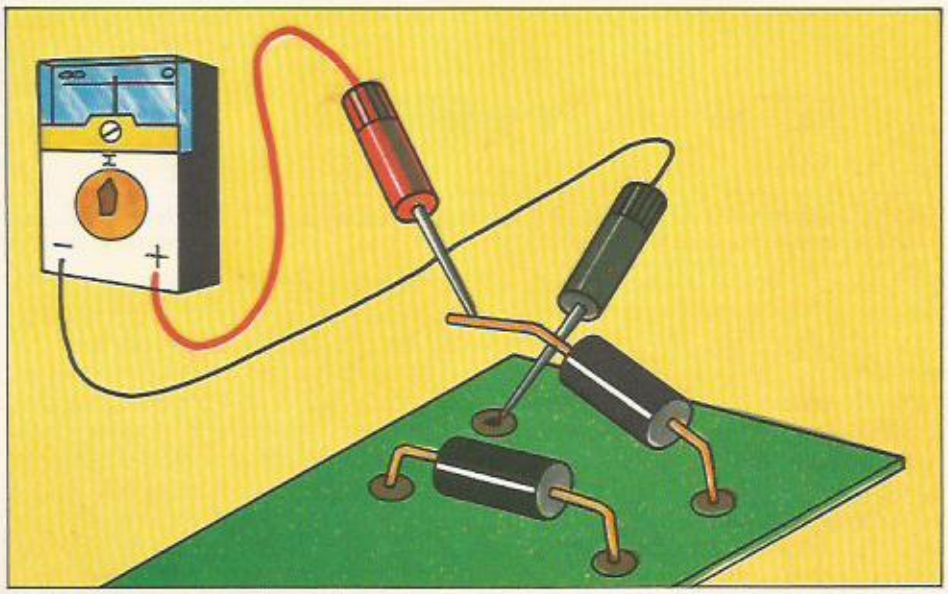
O MULTÍMETRO (2)

Continuamos a falar sobre os diversos tipos de multímetro, um utilíssimo instrumento de medida. Entre outras funções, o aparelho pode ser empregado para a medição da intensidade da corrente, contínua ou alternada.

O último grupo importante de medições é o da intensidade da corrente, seja ela contínua, seja alternada (este último tipo de medida é possível apenas com multímetros de alta qualidade). Para essas medições, como para as outras, o seletor dispõe de um certo número de posições, cada uma correspondente a uma escala diversa. Muitas vezes, essas escalas são as mesmas empregadas para medir a tensão. O número indicado no seletor corresponde ao valor máximo de intensidade que pode ser lido quando o ponteiro atinge o fundo da escala.

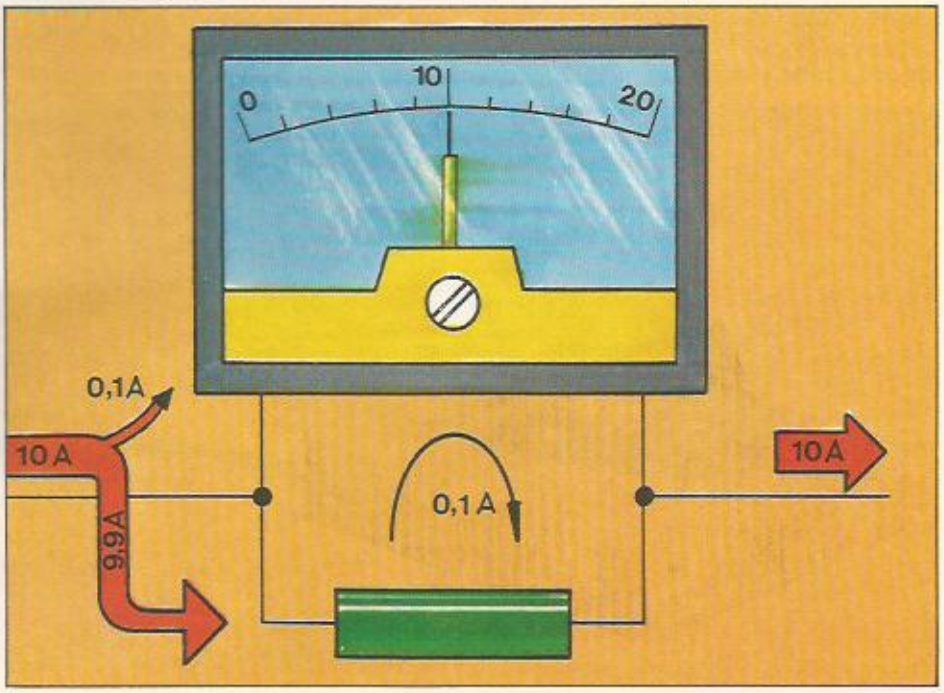
Esse tipo de medição é um pouco mais complicado, já que a corrente a ser medida deve circular pelo aparelho. Para isso, principalmente quando se fazem testes de circuitos, algum terminal de componente deve ser dessoldado ou desligado, a fim de que o aparelho possa ser inserido no circuito. No mais, emprega-se o instrumento fundamentalmente do mesmo modo descrito para as medidas de tensão, caso que exige a seleção da escala mais adequada à medida e precauções para se evitar excessos de corrente, que podem danificar o multímetro.

Uma vez comutado o seletor para a escala mais indicada, deve-se pôr em contato as pontas de prova com as duas pontas do circuito (separadas anteriormente), entre as quais circula a corrente e onde o instrumento é inserido. Assim, a corrente circula inteiramente através do instrumento e o ponteiro indica o valor da intensidade de corrente sobre a escala, graduada em ampères ou em miliampères, conforme o campo de medição escolhido.



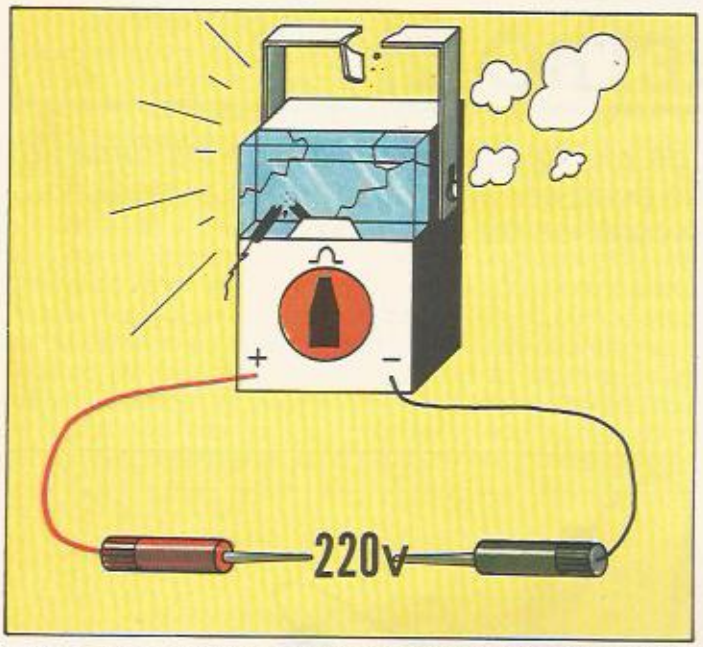
***ACIMA:** para se medir a intensidade da corrente em um circuito, deve-se sempre desligar algum componente.*

***ABAIXO:** atuação do shunt sobre a corrente durante a medição.*

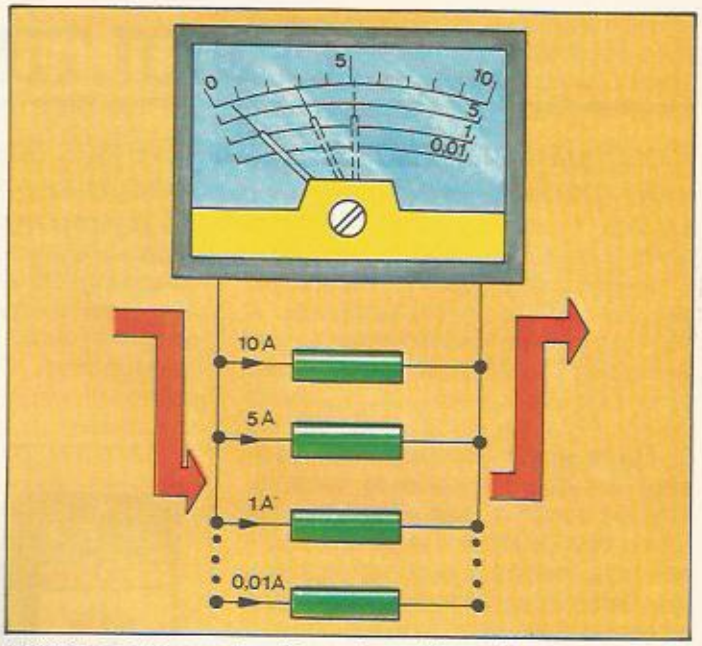


Variações

Um multímetro pode oferecer também outras possibilidades de medida, que variam conforme o tipo e a marca. Por



ACIMA: a intensidade excessiva e a sobretensão podem danificar irreparavelmente o multímetro.



ACIMA: o emprego de vários dispositivos chamados shunts permite obter diversos campos de medida.

isso, é aconselhável ler atentamente o manual de instruções, para se utilizar da melhor forma possível o instrumento. Todas as explicações fornecidas aqui referem-se à estrutura usual dos modelos mais difundidos. Quanto às variações, há aquelas que são apenas aparentes.

Uma delas consiste na substituição de algumas das posições do seletor por outros tantos terminais de entrada, destinados a um dos cabos de prova, enquanto outro fica sempre ligado a um terminal comum. Os terminais são sinalizados com a indicação da função correspondente e, no que diz respeito ao uso, o aparelho comporta-se da mesma forma que os outros modelos. Qualquer que seja o modelo de seu multímetro, ele deve, durante a medição, ficar em posição absolutamente horizontal. Outras posições alteram as condições de medida, o que requer um novo ajuste da posição de repouso do ponteiro. Este ajuste é feito com uma chave, girando-se o parafuso em fenda localizado no centro da região inferior do quadro de leitura, até que o ponteiro volte à posição ocupada com o multímetro na horizontal. Cada vez que se altera a posição do aparelho, deve-se proceder a este ajuste (às vezes, é impossível obter um ajuste perfeito).

ABAIXO: multímetro projetado especialmente para efetuar medições em corrente alternada sem abrir o circuito para desligar os componentes. É suficiente introduzir um dos condutores no qual circula a corrente a ser medida no anel da parte superior.



Multímetros digitais

Os multímetros digitais operam de modo diferente dos analógicos e, em certas versões, apresentam características de uso superiores, apesar do custo mais elevado.

As principais diferenças externas são: resultado de medição apresentado num mostrador (***display***) numérico; seletor das funções habitualmente constituído de uma série de botões de pressão; alimentação geralmente feita através de um cabo de ligação à rede.

Estes multímetros funcionam graças aos amplificadores internos e a circuitos adicionais que transformam os valores desejados em sinais **digitais**, que, por sua vez, acionam o mostrador numérico. Portanto não é necessário, exceto quando funcionando como amperímetro, que pelo aparelho circule a corrente do circuito em exame, já que não há ponteiro a ser excitado. Graças a esta característica, oferece uma **resistência interna** muito mais elevada quando trabalha como voltímetro.

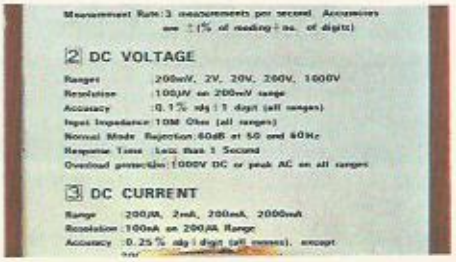
A medição da resistência e da continuidade é feita da maneira já descrita. Se o valor ôhmico obtido supera o valor máximo do campo de medição selecionado, o mostrador indica o valor máximo alcançável deste campo, tornando



ACIMA: terminais tipo "jacaré" adaptáveis às pontas e aos cabos de prova.



ACIMA: multimetro digital portátil alimentado por bateria.



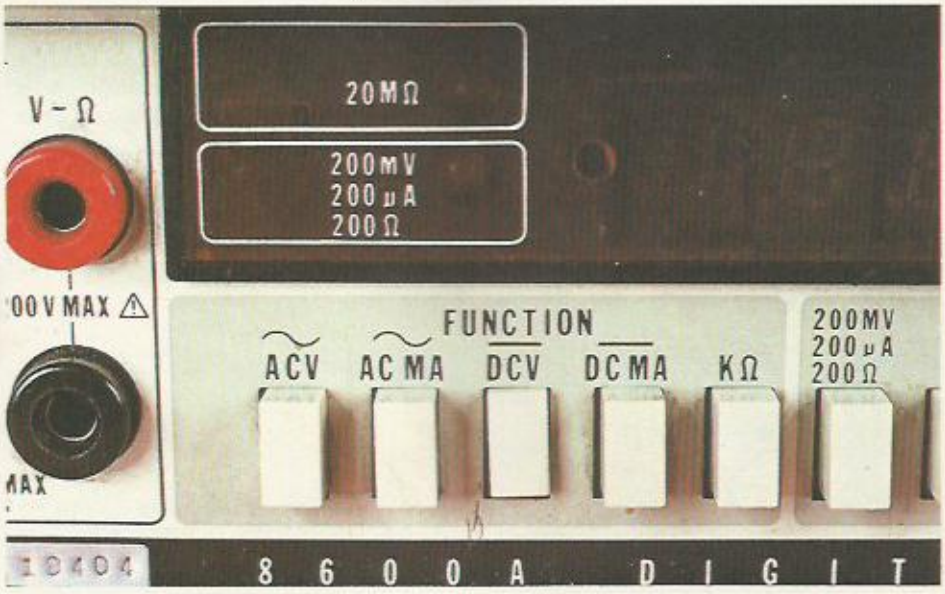
ACIMA: caracteristicas técnicas de um multimetro digital.

necessário, portanto, passar a um campo superior. Neste caso, o mostrador pisca intermitentemente, ou acende-se uma lâmpada indicadora de extravasamento. Inversamente, se com o campo de medida selecionado não se obtiver leitura nenhuma, deve-se passar para escalas inferiores enquanto não se acender o número ou o dígito situado mais à esquerda, que é o mais significativo e com o qual obtém-se a máxima precisão na leitura.

Também a operação de zeramento é necessária, mas deve ser efetuada somente após um certo período de funcionamento, sem necessidade de repetição a cada nova posição do seletor. O instrumento dispõe de um parafuso de ajuste sinalizado com os dizeres CAL.ZERO ou similares, que pode ser movimentado com o auxílio de uma chave fina.

É indispensável que o circuito ou o componente em exame não estejam submetidos a uma tensão, sob pena de se verificar os mesmos efeitos descritos para os multímetros analógicos. Já quando se medem as tensões, devem-

ABAIXO: funções de um multimetro digital. No mostrador podem ser notados os dois pequenos quadros que sinalizam a sobrecarga do instrumento, assim como o orifício no qual está situado o parafuso de zeramento.

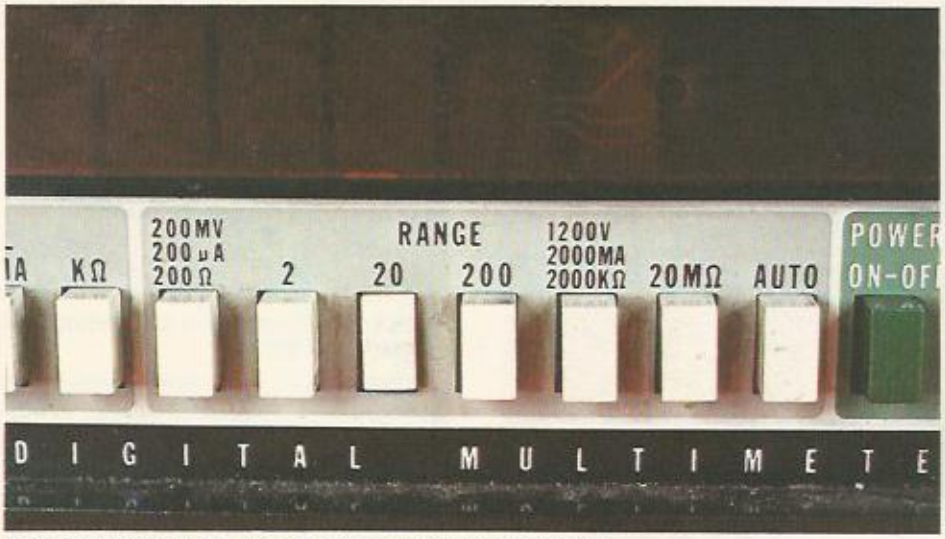


A pilha interna do multímetro desempenha alguma função particular durante as medições da intensidade da corrente?
Não. A pilha interna do multímetro é usada apenas quando são efetuadas medições de resistência.

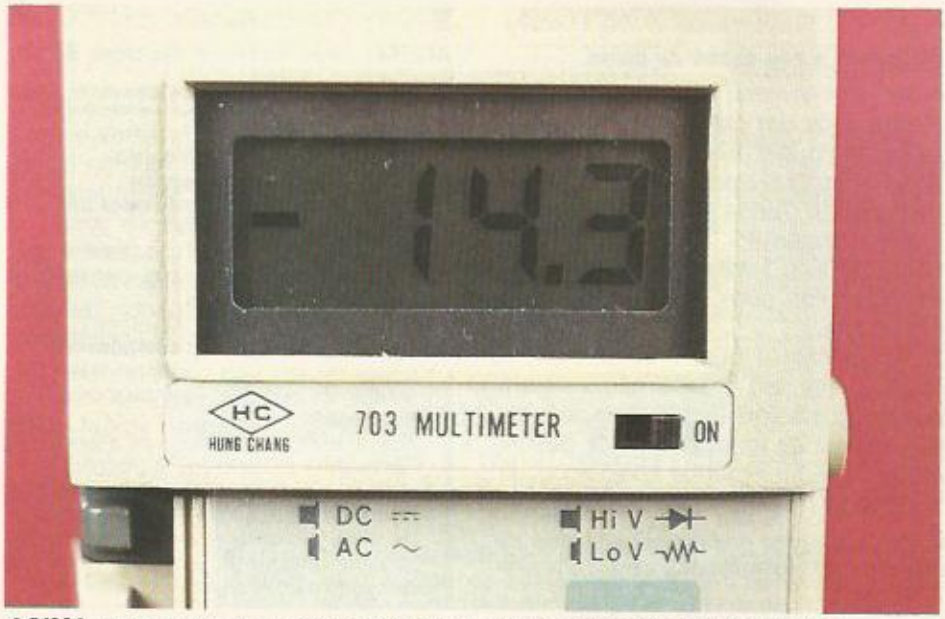
Quando se desliga um componente de um circuito para poder realizar a medida da corrente, este pára de funcionar?
Normalmente, o circuito volta a funcionar quando o multímetro é inserido no circuito e a corrente pode circular. Quando se desconecta uma das pontas de prova, a circulação de corrente cessa instantaneamente, provocando a desativação parcial ou total do circuito.

Como se deve agir para evitar o inconveniente citado na resposta anterior?
A alimentação do circuito deve ser ligada apenas no momento em que as duas pontas de prova já estejam em contato definitivo com os pontos de medida.

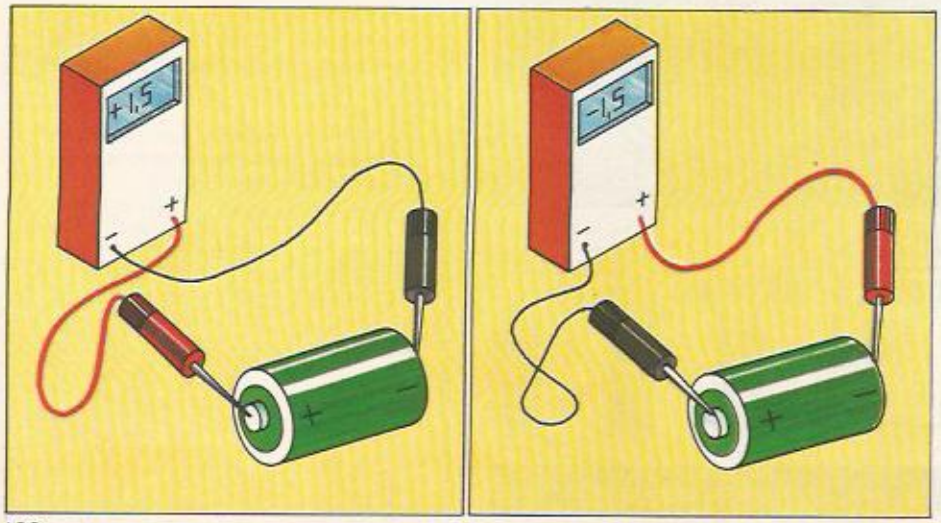
Por que a resistência interna de um multimetro digital é maior que a de um multimetro analógico?
Porque o multímetro do tipo digital necessita absorver uma corrente menor para efetuar as medições de tensão.



ACIMA: campos de medida em um multímetro digital.



ACIMA: no mostrador deste multímetro digital, a indicação da polaridade.



AO LADO: num multímetro digital não há necessidade de se preocupar com a polaridade da corrente, automaticamente assinalada no mostrador.

se distinguir as contínuas das alternadas. No primeiro caso, não é necessário levar em consideração a polaridade, já que esta é indicada diretamente no mostrador com o aparecimento dos sinais (+) ou (-); esses sinais indicam se as pontas de prova são ligadas a pontos que têm a mesma polaridade dos terminais de entrada do aparelho ou se são ligadas a pontos com polaridade oposta. A posição do seletor escolhida para a medição deve ser a mais apropriada ao valor que se deseja registrar. Quando o resultado supera o valor máximo do campo, não há risco de quebra, a não ser que se trate de um valor muito elevado. A sinalização é a mesma que a das medidas de resistência. A máxima precisão obtém-se com a posição do seletor na qual se acende o dígito mais significativo.

A medição de intensidade de corrente efetua-se de maneira semelhante à descrita para os multímetros analógicos. A diferença é que não se torna indispensável colocar as pontas segundo a polaridade do circuito, que é indicada pelo aparecimento dos sinais (+) e (-) no mostrador.

Os multímetros digitais não têm suas medições afetadas pela mudança de posição e podem ser utilizados da maneira que melhor se adapte às condições de trabalho.

Enquanto opera como voltímetro, o equipamento deve ter a **maior** resistência interna possível; quando opera como amperímetro, a resistência interna deve ser a **menor** possível. Isto porque, sendo o equipamento inserido no circuito no qual circula uma corrente dada, a resistência interna introduz uma queda de tensão dada por: $V_i = R_i . I$. A tensão V_i perturba o circuito no qual o amperímetro foi inserido. A forma de reduzir essa perturbação é tornar V_i o menor possível, o que se consegue reduzindo R_i. Também neste caso, R_i depende da escala usada, sendo menor quando as correntes de fundo de escala forem maiores.

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

Eletrônica Passo a Passo oferece esta grande oportunidade a você. Reserve agora mesmo os kits da seção *MONTAGEM* (que também estão na última capa deste número). Você receberá seu pedido pelo Reembolso Postal e, através das instruções dos fascículos, irá construir e utilizar sua própria aparelhagem eletrônica.
Se preferir, você também pode pedir os aparelhos já prontos para uso.
De qualquer forma você aprende!
Preencha agora mesmo o cupom ao lado ou mande uma carta com seu pedido para

Kits
Caixa Postal 9442 - São Paulo - SP

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

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

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

Nome _____

Endereço _____

Cidade _____ Est. ____

CEP _____ Data ____/____/____

Assinatura _____

Obs.: não mande dinheiro agora. Pague só ao receber seu pedido.

COM TODA A FACILIDADE DO REEMBOLSO POSTAL

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



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)

Preço válido até 20/08/84



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)

ELETRÔNICA

PASSO A PASSO



4º KIT DE MONTAGEM:

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS

Você pode montar este amplificador e instalá-lo no seu carro. Com isso, seu rádio ou toca-fitas (normalmente com uma potência que não chega a 20 W) alcançarão uma potência de 48 W. Com este amplificador estéreo você terá uma ótima qualidade de som no seu carro.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 28.800,00

KIT montado
preço: Cr$ 32.800,00
(mais as despesas de correio)

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