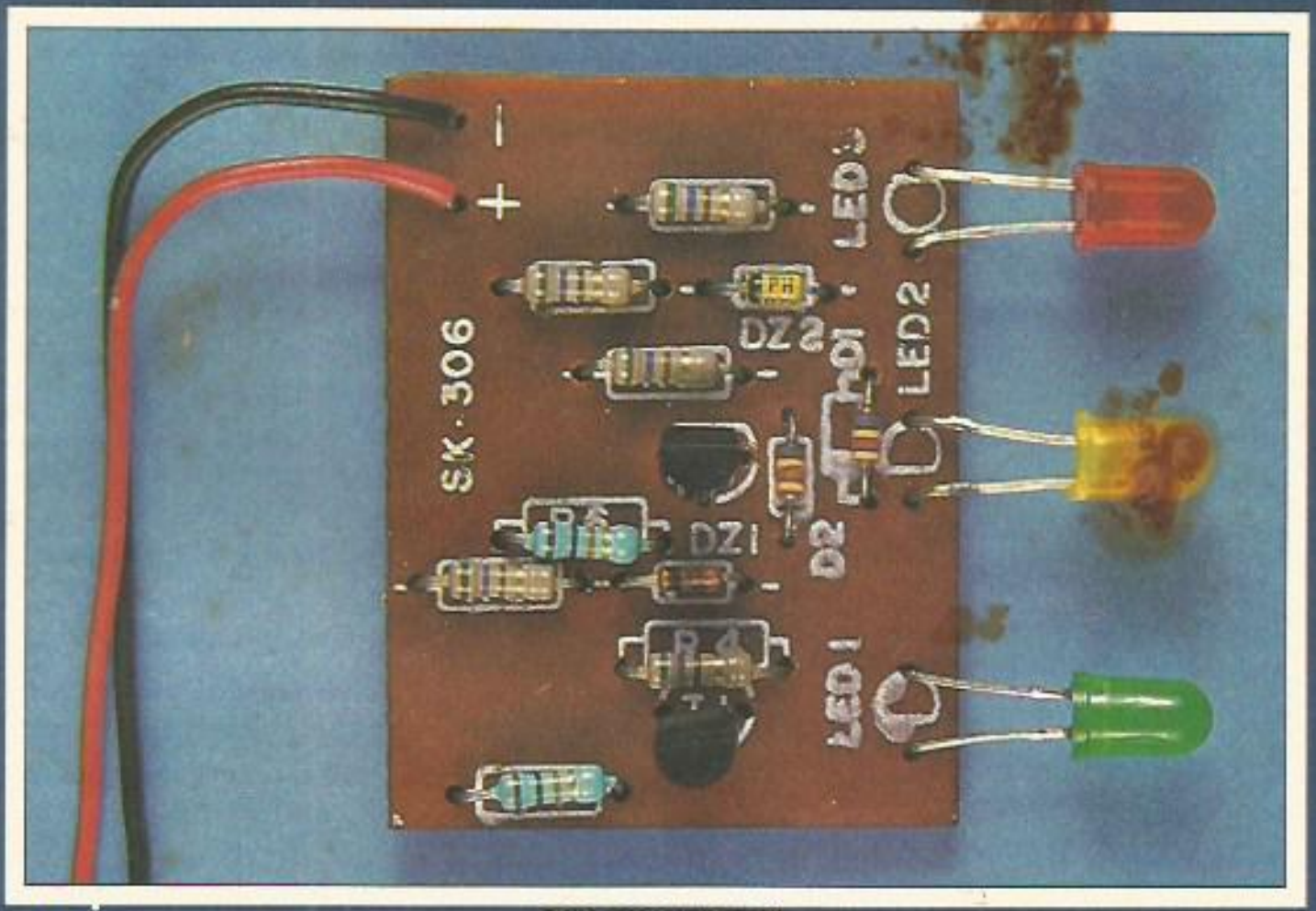
ELETRÔNICA

13 PASSO A PASSO Cr$ 2.200

Abril Cultural



COMPONENTES

BOBINAS OU INDUTORES

MONTAGEM

A MÁQUINA DA VERDADE

TESTADOR DE BATERIA DE CARRO

INSTRUMENTAÇÃO

CIRCUITOS DIGITAIS

NAS BANCAS A CAPA DURA DO 1º VOLUME

GRANDE CONCURSO
O SELO VALE MILHÕES
Colecione fascículos

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 Integrados - 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 Maris Mozol

Execução Editorial
Estúdio Sonia Robatto Ltda.
Redação:
Deuseli Graeff, Virginia 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 Leruzi
Ilustrações: Milton Takeda
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 Ebano Pereira, 267
Lapa
Rua Brigadeiro Tobias, 773
Centro
e no **Rio de Janeiro**
Rua Sacadura Cabral, 141
Centro
Rua da Passagem, 96
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.

NO PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
UMA ANTENA DEFEITUOSA OU MAL INSTALADA PODE COMPROMETER TODO O FUNCIONAMENTO DO TELEVISOR. VOCÊ VAI CONHECER EM DETALHES ESTE IMPORTANTE ACESSÓRIO.

MONTAGEM:
NESTA SEÇÃO, VOCÊ VAI MONTAR UM DISPOSITIVO MUITO ÚTIL QUANDO A FAMÍLIA VIAJA: O INTERRUPTOR FOTOSSENSÍVEL. AUTOMATICAMENTE, ELE ACENDE E APAGA A LUZ DOS PONTOS MAIS ESTRATÉGICOS DA CASA.

NA MESMA SEÇÃO, UM KIT FACÍLIMO PARA VOCÊ MONTAR. E "FABRICAR" OS SONS MAIS INCRÍVEIS: O GERADOR MUSICAL.

INSTRUMENTAÇÃO:
QUAL O MECANISMO PELO QUAL OS GRAVADORES FUNCIONAM, GRAVANDO E REPRODUZINDO OS SONS? VOCÊ AGORA VAI CONHECER A RESPOSTA.

© 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.

BOBINAS OU INDUTORES

Componentes indispensáveis no tratamento e no controle dos sinais e das tensões alternadas, as bobinas podem ser consideradas elementos básicos dos circuitos elétricos e eletrônicos.

A exemplo dos capacitores e resistores, também os indutores ou bobinas são considerados elementos básicos dos circuitos, sobretudo no controle e tratamento dos sinais e das tensões alternadas. Conhecidos em certos casos pela denominação de **reatância** ou **choque**, esses componentes são constituídos de duas partes fundamentais: núcleo e enrolamento. Dependendo do caso e do modelo, podem apresentar um carretel como suporte.

Como acontece com outros componentes, encontram-se no comércio bobinas de tipos e valores padronizados. Muitas vezes, porém, torna-se necessário construir uma bobina própria, em função das características especiais do aparelho em que será inserida.

No projeto de uma bobina com núcleo metálico, é necessário considerar se através dela circulará corrente contínua ou não. Especificamente, adota-se a circulação contínua nas reatâncias ou choques que serão utilizados como filtros nos retificadores dos circuitos de conversão de corrente alternada em contínua. Nesses casos, é gerado um campo magnético de intensidade constante, capaz de fazer com que o núcleo metálico (ferromagnético) atinja a saturação, reduzindo assim o valor da indutância associada.

Para o tipo de bobina **choque** (figura 1), em que normalmente estão em jogo potências consideráveis e freqüências baixas a serem eliminadas, os materiais utilizados se assemelham aos empregados na fabricação dos transformadores. O núcleo ferromagnético tem uma estrutura E-I, e os carretéis de suporte dos enrolamentos são semelhantes aos dos transformadores. A diferença está no fato de haver apenas um enrolamento e na necessidade de deixar uma fenda no circuito ferromagnético.



ACIMA: nesta foto, diversas indutâncias de um único enrolamento, com núcleo de ar ou ferrite.

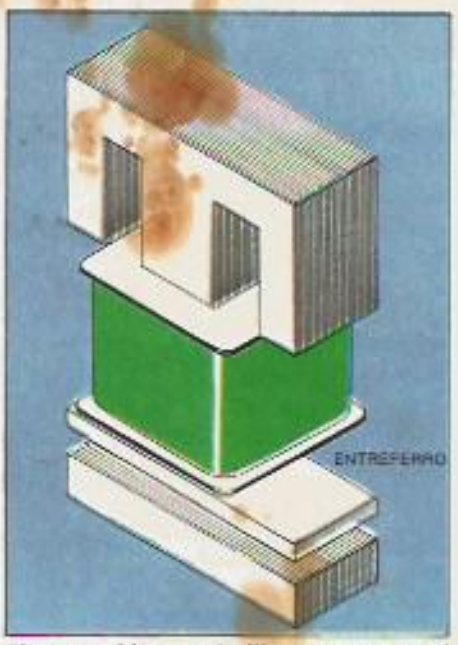
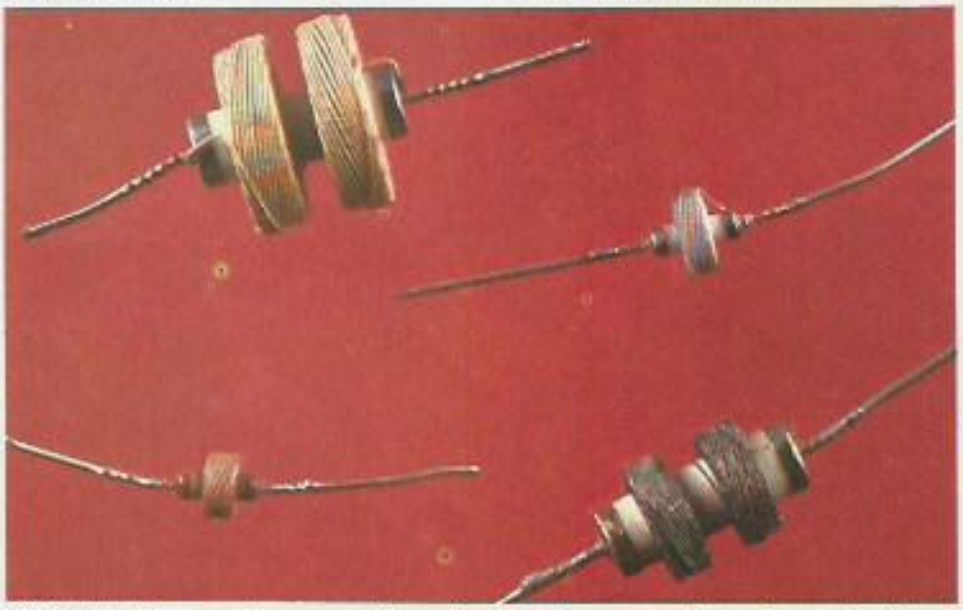


Figura 1. Choque de filtragem para retificadores. O entreferro evita a saturação com correntes contínuas.



ACIMA: bobinas enroladas em diferentes suportes, na configuração conhecida como colmeia, que permite reduzir a capacitância entre as espiras.



ACIMA: bobina com estrutura Rm e núcleo em ferrite.

Essa fenda, denominada **entreferro**, é aberta entre as duas partes que compõem o núcleo e tem a finalidade de evitar a saturação com as correntes contínuas.

Na prática, as bobinas apresentam uma resistência que é decorrente da própria resistência específica do fio, e que deve ser levada em conta em muitas aplicações, quando os seus efeitos tornam-se comparáveis à indutância de uma bobina.

A unidade de medida da indutância é o **henry** (símbolo H). Diz-se, então, que a indutância de uma bobina é igual a 1 henry quando, ao ser percorrida por uma corrente que varia na razão de 1 ampère por segundo, aparece em seus terminais uma diferença de potencial de 1 volt.

Como o henry é uma unidade de valor elevado, empregam-se na prática submúltiplos do henry. Os mais comuns são: o milihenry, que tem a sigla mH, e o microhenry, de símbolo μH. O primeiro é igual à milésima parte do henry (0,001 H), e o segundo corresponde à milionésima parte (0,000001 H).

O material usado na construção do núcleo da bobina influi consideravelmente no valor da indutância. Há materiais, como os ferromagnéticos — muito sensíveis aos campos magnéticos — que produzem altos valores de indutância. Outros materiais, porém, não apresentam propriedades magnéticas.

Há um fator que exprime a capacidade de resposta do material do núcleo em relação aos fenômenos magnéticos, relacionando a intensidade do campo magnético H (que é proporcional à corrente) com a densidade de fluxo magnético B (tensão na bobina proporcional à variação da densidade de fluxo magnético). Esse fator é a permeabilidade magnética, representada pela letra μ (letra grega mu).

$$\mu = B/H$$

Permeabilidade (μ)

ferro-silício	ferro-níquel
1 000	5 000
mumetal	ferrite
50 000	2 200

Quanto maior for esse parâmetro, maior será a indutância para um mesmo número de espiras.

Outro fator importante a ser considerado é o que relaciona a indutância de uma bobina e a resistência do fio com que é construída. Esse fator, denominado índice de mérito (**Q**), define a qualidade da bobina, já que esta será tanto melhor quanto maior for o seu valor em relação à resistência do fio. O índice de mérito pode ser calculado por:

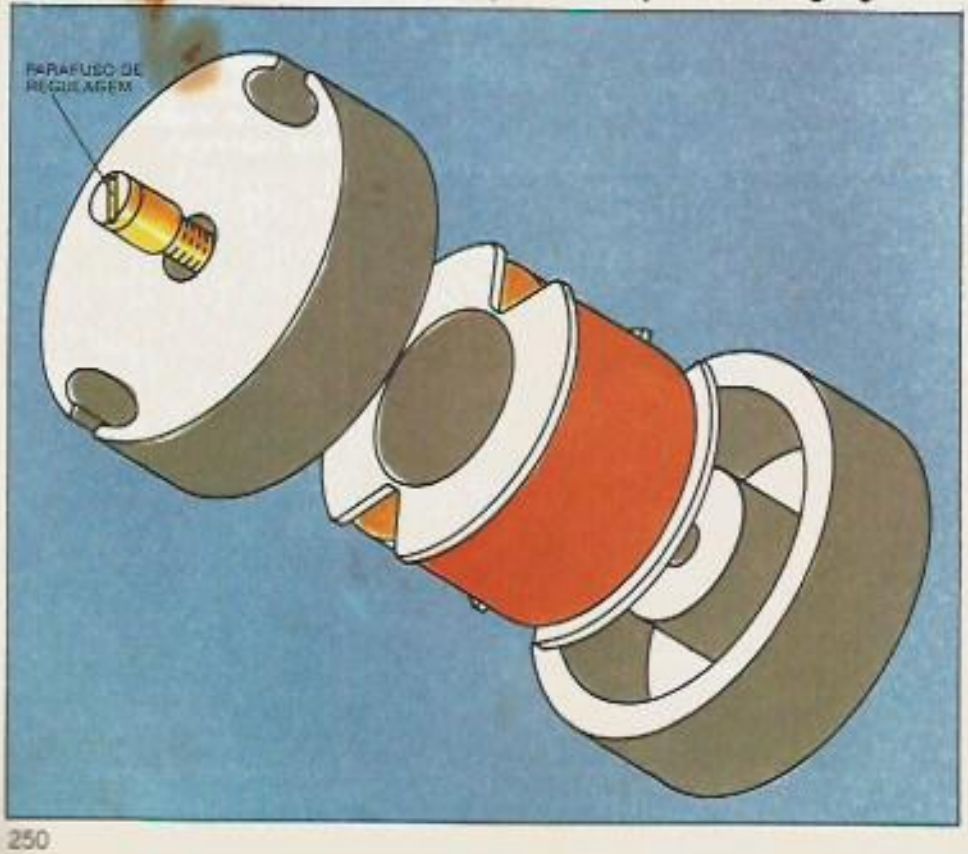
$$Q = \frac{2.\pi.f.L}{R}$$

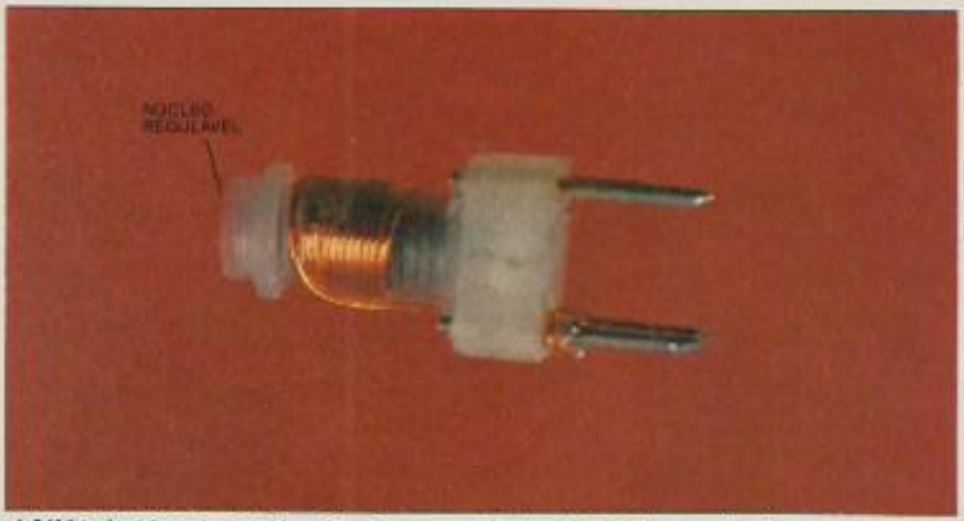
Esse índice depende da freqüência. Portanto, a mesma bobina terá um coeficiente de qualidade Q maior para as freqüências maiores.

Bobinas para altas freqüências são construídas enrolando-se um ou mais fios num suporte cilíndrico, em cujo interior pode ser inserido um núcleo de ferrite. Em outros casos, o núcleo é constituído de ar. Portanto, o valor da permeabilidade magnética a considerar é o do ar (ou do vácuo):

$\mu 0 = 4.\pi.10^{-7}$ H/m (henries/metro)

Figura 2. As bobinas com núcleo do tipo pote têm um parafuso de regulagem.





ACIMA: bobina de alta freqüência, com núcleo de ferrite regulável.

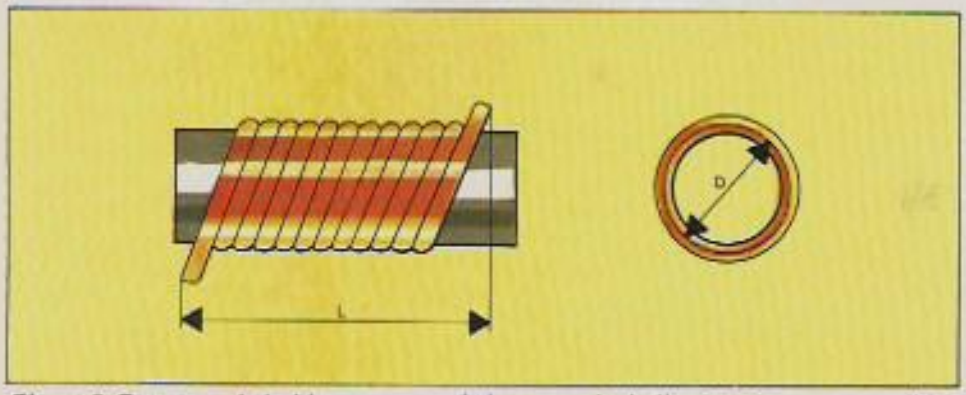
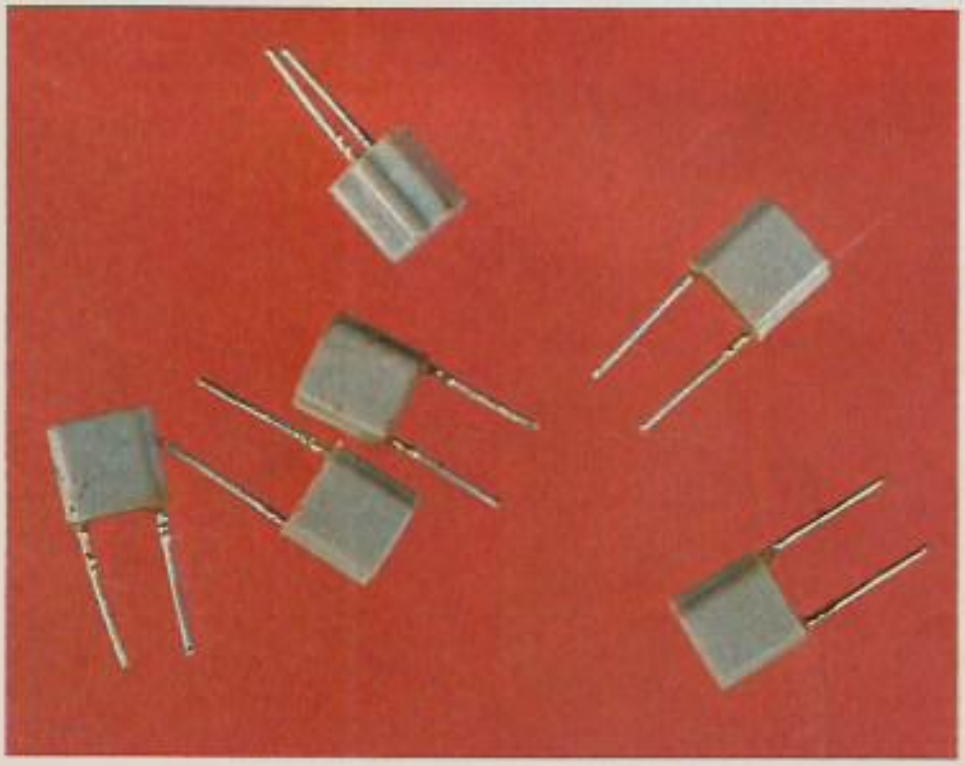


Figura 3. Esquema de bobina com uma única camada de fio. Com base nas medidas indicadas, pode-se calcular a indutância.

ABAIXO: entre os tipos padronizados de bobinas encontram-se estas, que são encapsuladas e dispõem de terminais radiais.



Em que consiste a saturação do núcleo?
Qualquer material ferromagnético, ao ser percorrido por um campo muito intenso, apresenta um ponto a partir do qual perde quase por completo suas propriedades magnéticas, só as recuperando no momento em que o campo se atenua. Nesse caso, diz-se que o núcleo está saturado.

O que é o entreferro?
Uma das maneiras de evitar que o núcleo fique saturado consiste em abrir uma fenda no circuito magnético, em torno da qual se fecham as linhas de campo. A essa fenda dá-se o nome de entreferro.

O material de que é constituído o núcleo influi no fator qualidade (Q) da bobina?
Sim, porque a reatância da bobina ($X_L = 2.\pi.f.L$) depende da indutância (L), e esta, por sua vez, do material do núcleo, em função da permeabilidade (μ).

É possível produzir-se o fenômeno de ressonância numa bobina sem a ligação de um capacitor em paralelo?
Sim, porque entre as espiras são formadas capacitâncias parasitárias, que atuam como verdadeiros capacitores. Portanto, numa determinada frequência, pode-se produzir ressonância.

Para indutores com núcleo de ferro, a indutância pode ser calculada por

$$L = \frac{3{,}2.N^2.\mu.A}{10^8.l} \text{ henries}$$

sendo N o número de espiras, μ a permeabilidade, A a seção transversal do núcleo e l o comprimento do circuito magnético.
No caso de núcleos de ferrite, utiliza-se o fator Al para cada núcleo em particular, que fornece a indutância resultante em mH, para 1 000 espiras enroladas em torno do núcleo:

$$L = Al_{(1000)} \text{ (mH)}$$

Como a indutância é proporcional ao quadrado do número de espiras, no caso de N espiras podemos escrever:

$$L = \frac{Al\,(N)^2}{(1\,000)^2} \text{ mH}$$

Se tivermos Al = 20 mH e desejarmos calcular uma indutância de 50 mH, poderemos escrever:

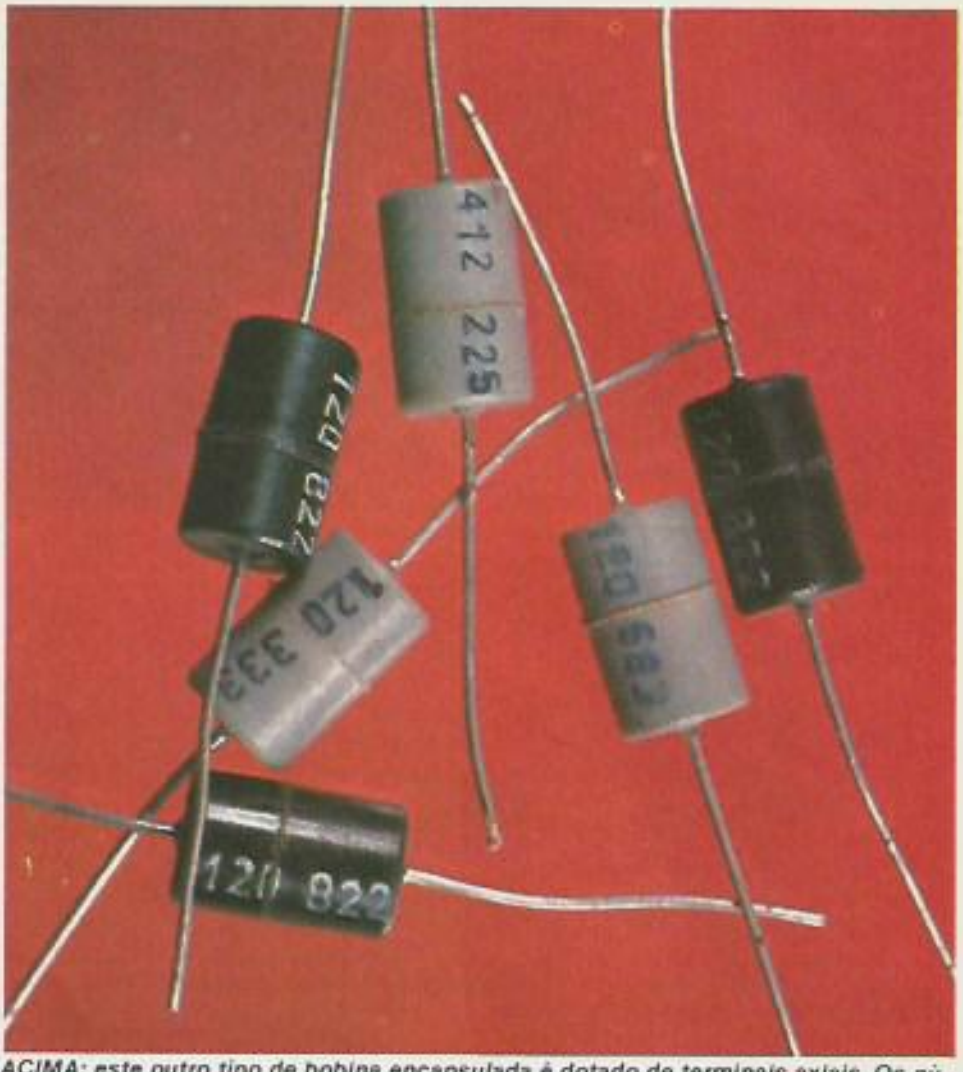
$$N = 1\,000 \cdot \sqrt{\frac{l}{Al}} \quad \text{ou}$$

$$N = 1\,000 \cdot \sqrt{\frac{50}{20}} = 1581 \text{ espiras}$$

Um outro fenômeno capaz de exercer uma certa influência sobre o funcionamento de uma bobina deve ser levado em conta, especialmente quando se opera com altas freqüências: trata-se da formação de capacitâncias parasitárias entre espiras, visto que na prática os dois pedaços de fio condutor constituem um capacitor.
Dependendo da forma com que se faz o enrolamento, esse fenômeno pode ser atenuado.
Como a capacitância parasitária pode ser representada por uma capacitância em paralelo com a bobina, há uma determinada freqüência em que o conjunto bobina/capacitor entra em ressonância, igualando a reatância indutiva ($X_l = 2.\pi.f.L$) à capacitiva

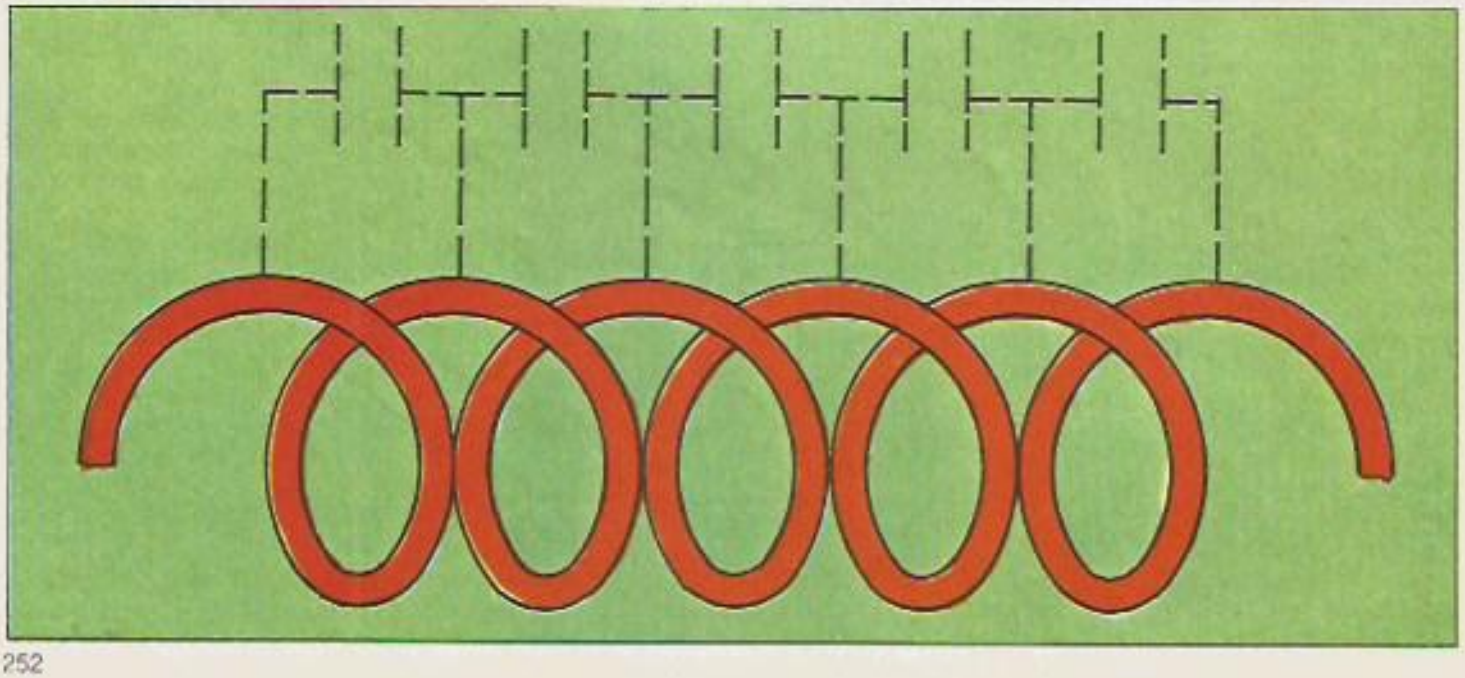
$$(X_c = \frac{1}{2.\pi.f.C})$$

Nessa freqüência, e na faixa de freqüências próximas a ela, a bobina se comporta como um circuito ressonante.



***ACIMA:** este outro tipo de bobina encapsulada é dotado de terminais axiais. Os números correspondem ao valor da indutância.*

Figura 4. Entre as espiras de uma bobina sempre aparecem capacitâncias parasitárias.



COMO IDENTIFICAR ALGUNS DEFEITOS

Às vezes, o conserto de um aparelho pode ser muito dispendioso, a não ser que esse trabalho seja feito por nós mesmos. Pois saiba que com um multímetro, algumas ferramentas e um pouco de paciência, isso não é tão difícil.

Durante as fases de regulagem e teste de aparelhos montados de acordo com as indicações fornecidas nesta obra, ou mesmo no decorrer do seu funcionamento normal, pode surgir uma série de defeitos ou avarias, devidos a causas diversas. Para melhor localizar esses defeitos e poder repará-los rapidamente, convém adotar um método de trabalho que facilite a identificação de suas causas mais prováveis. Na prática, as avarias mais freqüentes costumam ocorrer nas seguintes situações:

- Curtos-circuitos produzidos durante a montagem, na delicada fase de soldagem dos componentes.
- Colocação incorreta de qualquer componente. Por exemplo: diodos ou capacitores eletrolíticos com polarização invertida; transistores inseridos ao contrário; e assim por diante.
- Presença de componentes com defeito de fabricação.
- Disfunção de qualquer componente do aparelho devido a desgaste, produzido após algum tempo de funcionamento.

A localização de defeitos requer o emprego de alguns instrumentos de medição. O multímetro é praticamente indispensável na quase totalidade dos casos, acompanhado, às vezes, de alguns acessórios que aumentam sua capacidade de verificação. Em geral, o procedimento a ser seguido na localização dos defeitos é o seguinte:

- Controle da tensão de alimentação na saída do circuito retificador e do filtro. Se nenhuma tensão for detectada, testa-se o fusível, a continuidade do cabo de ligação à rede, bem como a eventualidade de tensão alternada no secundário do transformador. Se tudo estiver em ordem, é provável que a avaria esteja localizada nos diodos retificadores ou no capacitor de filtragem, no caso de um curto-circuito interno.



ACIMA: nas operações de localização e reparo dos defeitos, o multímetro é um instrumento indispensável.

- Se essa tensão apresenta valores normais, passa-se à verificação das tensões em todos os pontos indicados no esquema, correspondentes aos pontos de ligação de alguns componentes, para os quais deve ser observado um valor determinado de tensão.
- Uma vez encontrado um ponto que apresente uma tensão anormal, é preciso checar, um a um, todos os componentes ligados a esse ponto,

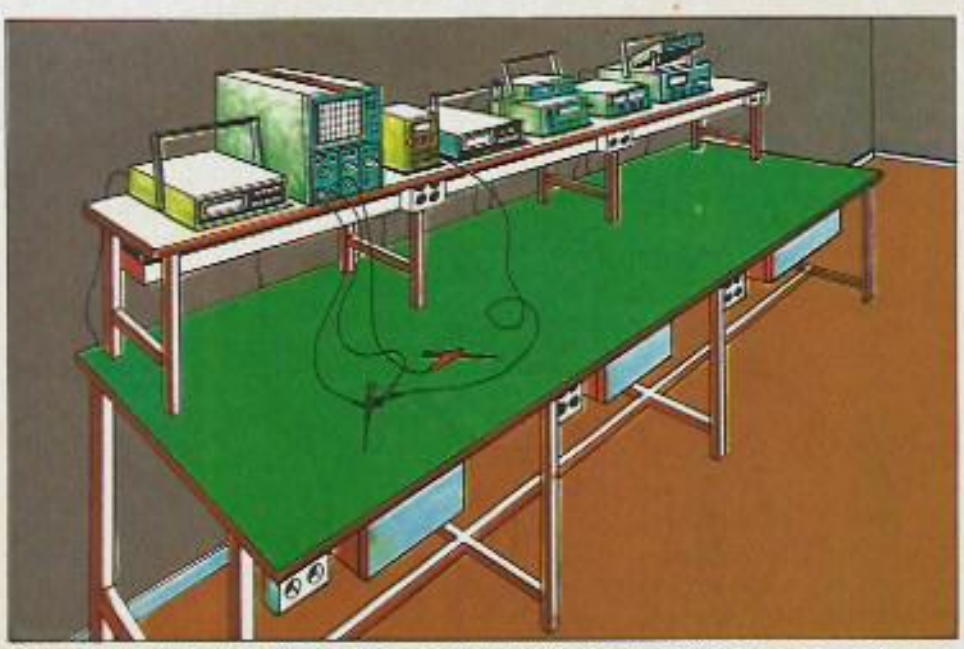


Figura 1. Com o emprego de outros instrumentos de laboratório, os consertos tornam-se mais fáceis.

NOÇÕES TEÓRICAS

As radiocomunicações

Existem atualmente dois tipos fundamentais de comunicação a distância: a transmissão via cabo, normalmente aplicada à telefonia, e a transmissão via rádio ou radiocomunicação, em geral empregada para as transmissões de rádio e televisão, radiotelefonia, etc.

As transmissões de rádio são feitas por meio da aplicação de um sinal elétrico de alta freqüência a um condutor, que deve ter um comprimento adequado à antena.

Quando um sinal elétrico circula através de um condutor, em torno deste é produzida uma série de campos magnéticos que acompanham o sinal. Os campos magnéticos produzem linhas de campo fechadas em torno do condutor; aos campos elétricos são associadas as linhas radiais que partem do condutor, perpendiculares às magnéticas. Ambos os campos são portadores de uma certa energia que, no caso de percurso ao longo do fio, permanece confinada nas proximidades deste. Por outro lado, se um sinal elétrico de alta freqüência é aplicado a um fio de determinado comprimento com uma extremidade isolada, esses campos magnéticos e elétricos propagam-se para o espaço, produzindo assim uma radiação eletromagnética chamada também de onda de rádio.

Quando essa onda que se propaga pelo ar encontra ao longo do caminho um condutor, induz nele uma corrente elétrica cuja grandeza depende da energia da onda naquele ponto. Então, as ondas transmitidas produzem um determinado sinal elétrico na antena receptora.

O nível desse sinal depende da distância existente entre as antenas receptora e transmissora e também do número de obstáculos (montanhas, edifícios, etc.) que possam eventualmente interpor-se no espaço. Aplicando-o a um receptor — de rádio ou TV, conforme o caso —, é possível amplificá-lo o suficiente para chegar às condições em que foi transmitido e, assim, reproduzir a informação original.

A propagação das ondas eletromagnéticas depende também da sua freqüência (portadora). As ondas longas e médias (OL e OM) propagam-se de modo complexo e o seu alcance, portanto, é limitado.

Nas ondas curtas, a propagação é ionosférica: a emissão, nesse caso, é endereçada à camada da atmosfera chamada ionosfera, que tem a propriedade de refletir as ondas que a atingem, aumentando consideravelmente o alcance da emissora. As transmissões em freqüências mais elevadas (VHF, FM, UHF) têm um alcance muito próximo ao dos sinais ópticos, já que não são praticamente refletidas pela atmosfera e, portanto, só podem atingir a distância máxima visível a partir do ponto de emissão.

A luz visível é um tipo de radiação eletromagnética com freqüência elevadíssima, da ordem de 800 milhões de megahertz (800 000 000 MHz). Essas freqüências, que para muitos talvez pareçam espantosas, são as da luz comum e podem ser obtidas, de forma controlável, por meio de alguns dispositivos geradores de raio laser, constituindo a base dos modernos sistemas ópticos de comunicação.

CIRCUITO : EMISSOR

Sintoma	Testes, medições e verificações	Componentes defeituosos
O oscilador não funciona	• A tensão de TR1 se aproxima da tensão de alimentação • As tensões estão corretas	TR1, R1, R2 Cristal X1, L1
O sinal não chega até L2	• Tensão de coletor de TR2 próxima de 0 V	TR2, CH1, L2
O wattímetro não revela nenhuma potência	• Tensão de coletor de TR3 próxima de 0 • Tensões corretas	TR3, CH2 C10, C11, C12, C13, C14

até localizar o componente que estiver defeituoso.

A maioria dos defeitos ocorre nos semicondutores que dissipam uma certa potência e, em menor quantidade, nos semicondutores que trabalham com pouca potência dissipada, nos resistores de potência, nos potenciômetros de regulagem, nos capacitores eletrolíticos, nos capacitores de outros tipos e, por fim, nos resistores.

- Se o esquema não indicar tensões de referência, ou se desejarmos verificar a tensão de pontos para os quais não há nenhum dado, convém efetuar a medição mesmo assim e, por meio dos conhecimentos teóricos sobre o funcionamento dos componentes do circuito, concluir se eles estão em bom estado ou não.

Num aparelho analógico (amplificador, oscilador), os transistores devem apresentar uma tensão base-emissor de aproximadamente 0,6 V para os de silício, e de 0,3 V para os de germânio.

Entre coletor e emissor sempre se verifica uma certa tensão, geralmente superior a 1 V, e inferior em alguns volts à tensão de alimentação. Se isso não ocorrer, na maior parte dos casos significa que há um defeito no transistor.

Quando se deseja constatar a presença de sinais de alta freqüência num oscilador ou num amplificador de F.I., pode-se empregar um anel de Hertz (bobina associada a um diodo detector), ligado a um multímetro por meio de um diodo, que retifica o sinal captado. O multímetro deve ser ajustado para um campo de medida de tensões baixas (1 ou 3 V no máximo). Colocando-se o anel de Hertz em torno de uma bobina, produz-se um fenômeno de indução. Desse modo, uma parte do sinal é captada e transmitida ao multímetro, que fornecerá a indicação desejada, se o sinal for suficiente e a bobina não tiver nenhuma blindagem.

Para facilitar a procura de avarias e os consertos necessários, junto com os esquemas elétricos de muitos aparelhos são fornecidas tabelas para a localização de defeitos.

Nos aparelhos construídos segundo a técnica modular, essa localização torna-se mais fácil, já que os diversos módulos podem ser isolados e testados separadamente. Dessa forma, uma vez identificado o módulo defeituoso, todos os esforços irão se concentrar nele, e assim um grande número de testes será evitado.

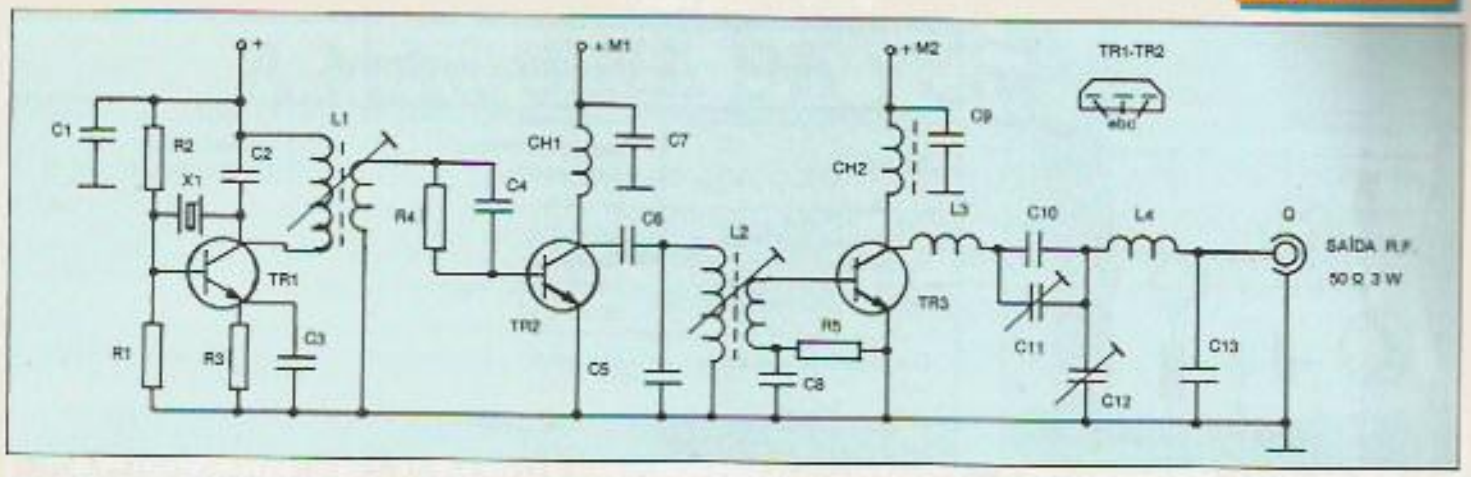
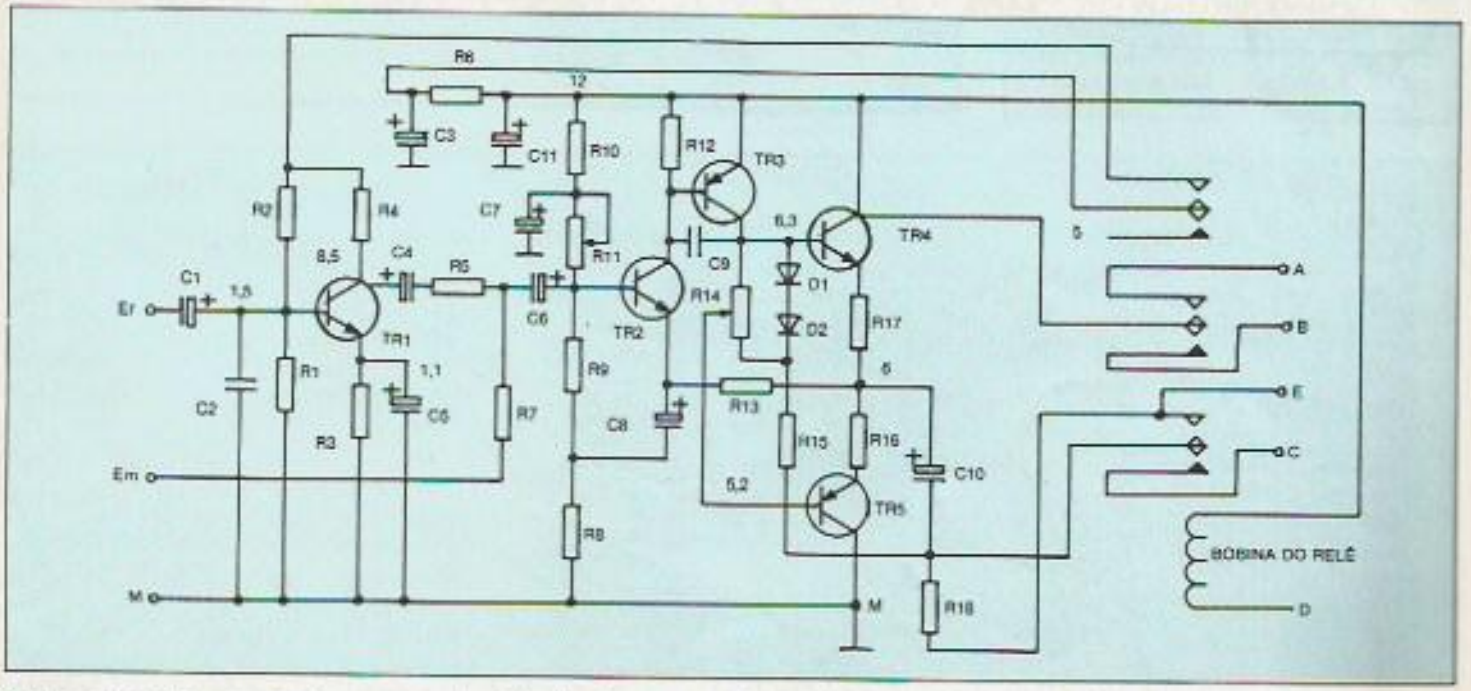




Figura 2. Para saber a origem de uma avaria, faça medições de tensão no circuito.

CIRCUITO : MODULADOR

Sintoma	Testes, medições e verificações	Componentes defeituosos
A tensão do ponto médio não pode ser regulada	• Tensão no positivo de C10 muito diferente de 6 V	TR2, TR3, TR4, TR5, R11, C8, C9, C10, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17
Não amplifica	• Tensão de coletor do TR1 diferente da indicada • Tensão em TR1 e TR2 corretas	TR1, C1, C4, C5, C2, R1, R2, R3, R4, R5, C6, C8, C9



Como exemplo, apresentamos aqui três esquemas elétricos para a procura de avarias num transceptor. Trata-se de esquema com indicações de valores que possam ser medidos com um multímetro e um anel de Hertz.

O primeiro esquema é do circuito emissor; o segundo, do circuito modulador; e o terceiro, do circuito receptor. Juntamente com esses esquemas fornecemos ainda tabelas para a avaliação dos defeitos.

Caso se disponha de instrumentos de medição mais sofisticados, o esquema poderá ser estudado mais profundamente, permitindo, dessa maneira, uma localização mais rápida e precisa dos defeitos.

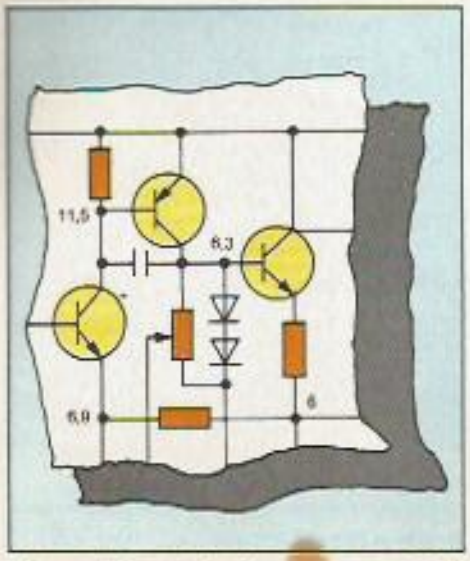
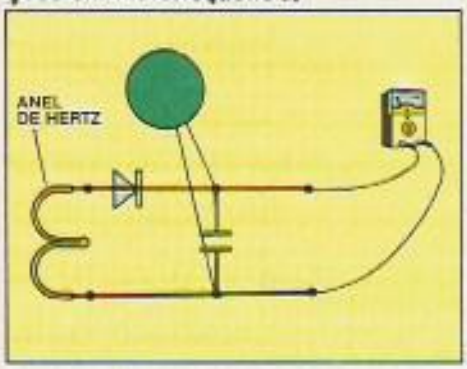
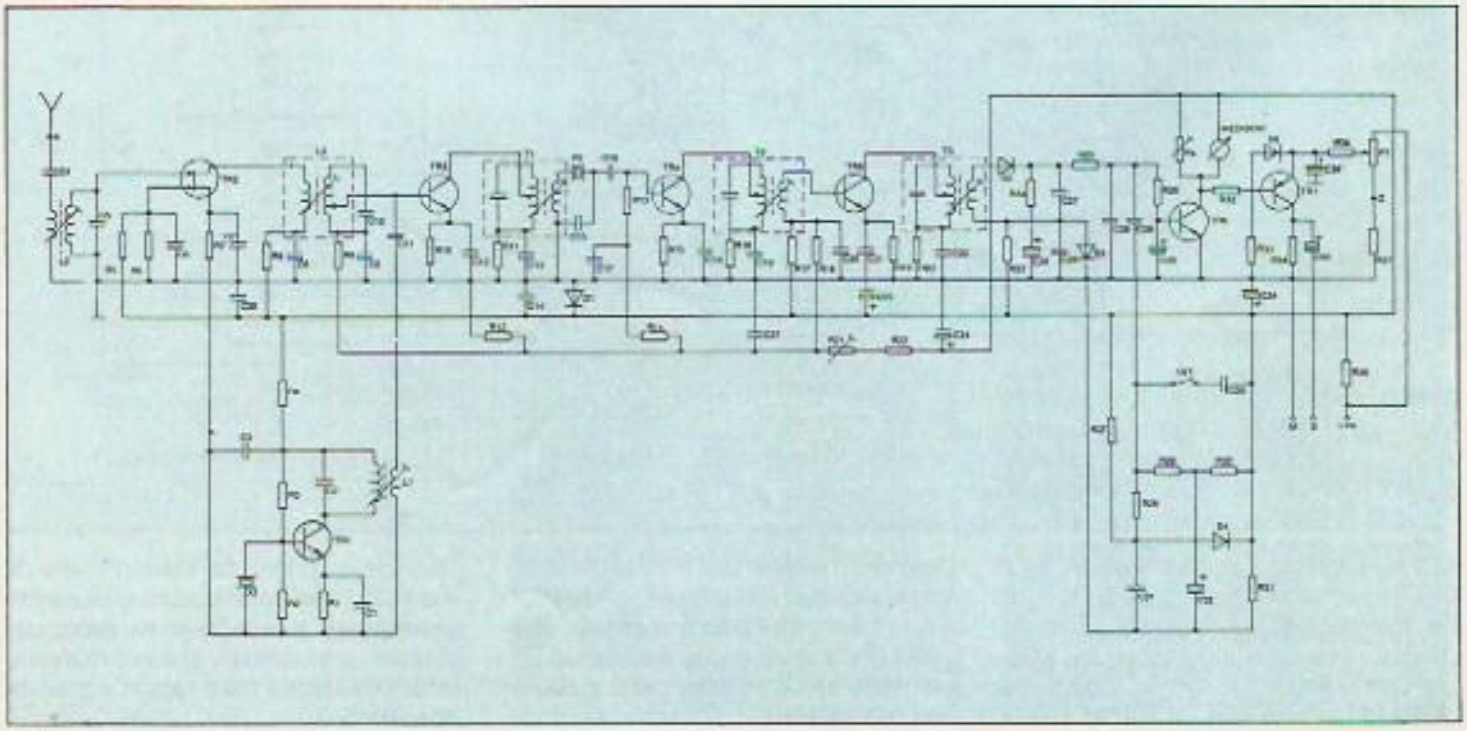


Figura 3. A maioria dos esquemas elétricos indica as tensões em alguns pontos do circuito, em condições normais.

Figura 4. O anel de Hertz, ligado ao multímetro, permite efetuar algumas medições em radiofreqüência.

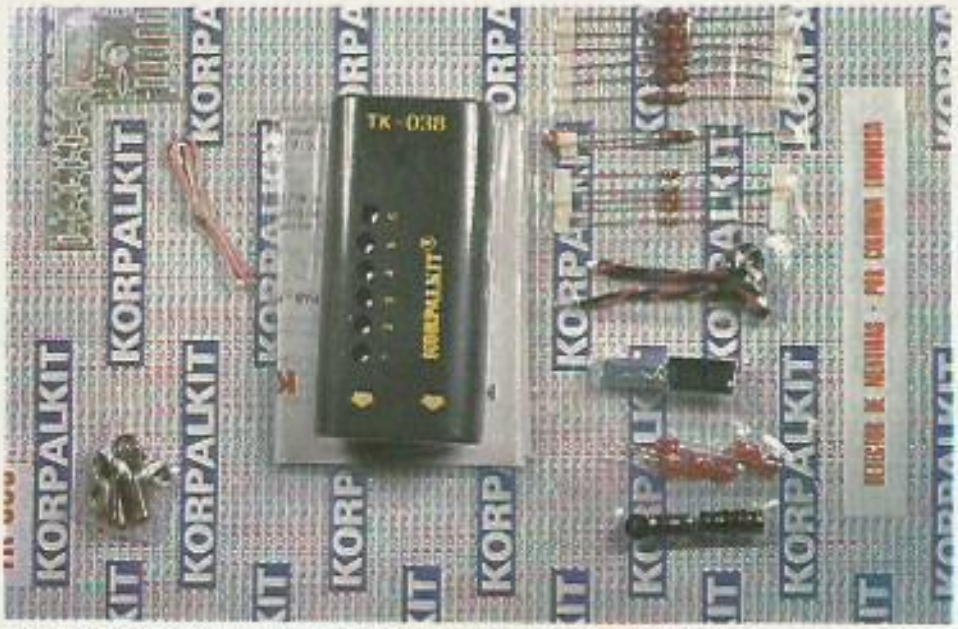


CIRCUITO : RECEPTOR		
Sintoma	**Testes, medições e verificações**	**Componentes defeituosos**
O oscilador local não funciona	• Não se obtém nenhuma leitura usando-se o anel de Hertz ligado a um multímetro sobre o L1	TR1, L1, C1, C2, X1
O alto-falante não emite som	• O medidor L'S indica sinal	TR7, D6, C34, C35, C36, R32, R33, R34, R36
	• O medidor L'S não indica sinal	Pot Squelch, R37, TR6, D2, C30, C25, C26, C27, C28, C29, R23, R24, R25, R26
	• Tensão anormal no coletor do TR5	TR5, T2, T3, C20, C21, C23, R17, R18, R19, C20, CAG
	• Tensão anormal no coletor do TR4	TR4, T1, T2, C16, C17, C18, C19, R13, R15, R16, CAG
	• Tensão anormal no coletor do TR3	TR3, L3, T1, C9, C10, C11, C12, C13, R9, R10, R11, CAG
	• Tensão anormal no dreno do TR2	TR6, L2, L3, C5, C6, C7, C8, R5, R6, R7, R8
O CAG (controle automático de ganho) não funciona	• Todas as tensões estão corretas	Conexão da antena, L2, Squelch desregulado
	• A tensão de coletor do TR6 não varia em função da intensidade dos sinais	TR6, D4, C31, C32, C33, R27, R28, R30, R31
	• O circuito CAG funciona, mas a tensão variável não atinge os estágios	C24, C37, R22, R21, R14, R12

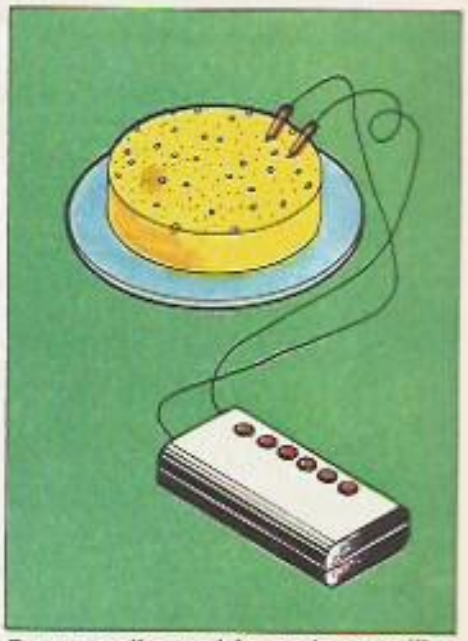


A MÁQUINA DA VERDADE

Este pequeno dispositivo que você vai aprender a montar agora tem uma utilidade muito original. Ele mede a condutividade da pele humana e de objetos que tenham uma resistência entre 100 KΩ e 5 MΩ. Teste-o com seus amigos e divirta-se, adivinhando as verdadeiras emoções de todo mundo.

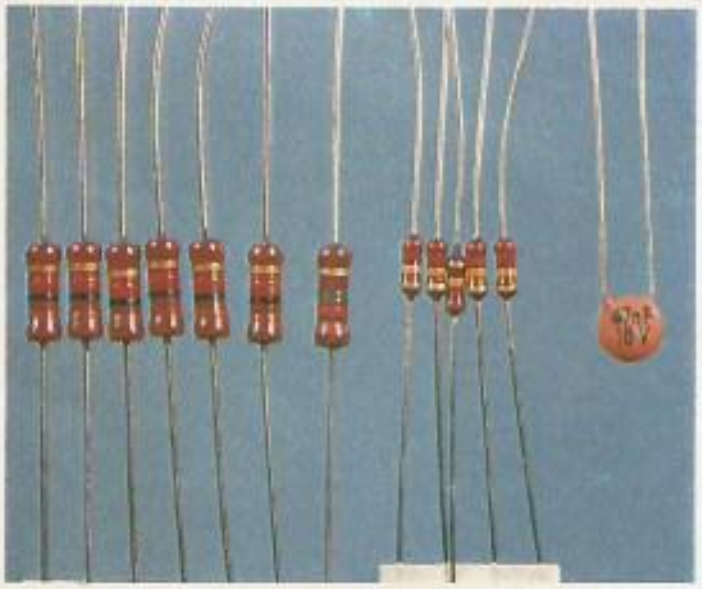


1. Peças que serão usadas na montagem da máquina da verdade.

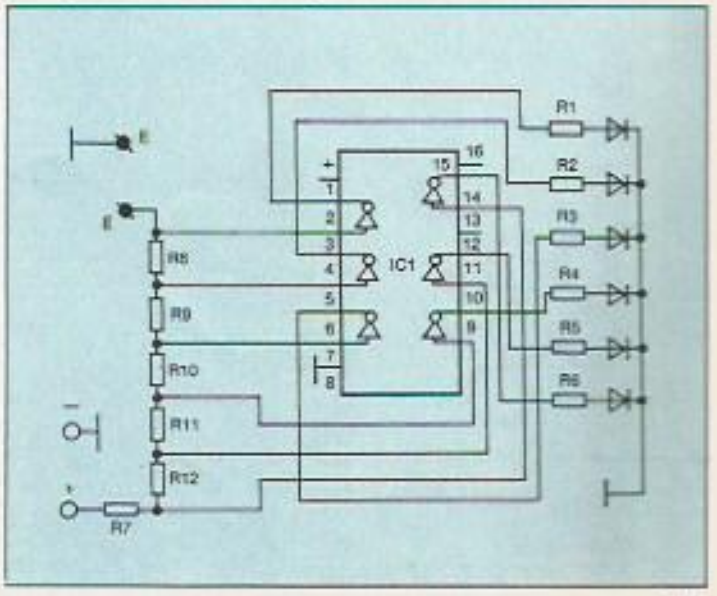


Este aparelho também pode ser utilizado para controlar o cozimento de tortas e massas.

2. Doze resistores ordenados, da esquerda para a direita, de R1 a R12. Um capacitor cerâmico (C1).



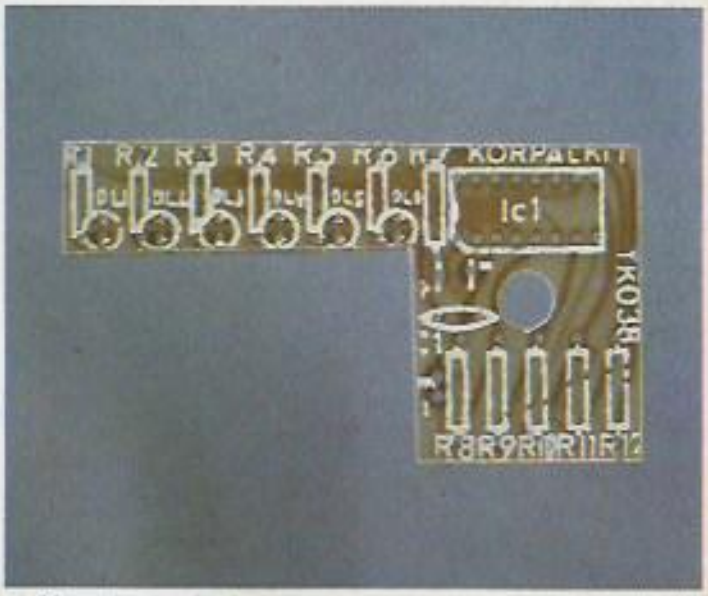
3. Esquema elétrico da máquina da verdade.



A máquina da verdade é um pequeno aparelho portátil com possibilidade de alimentação autônoma por meio de uma bateria de 9 V.
Para indicar a medida solicitada, o dispositivo possui uma coluna de seis pontos luminosos.
Quando o valor máximo é atingido, todos os pontos se acendem; quando o mínimo é atingido, apenas um ponto fica aceso. Ou, ainda, quando o valor atingido é nulo, todos os pontos ficam apagados.

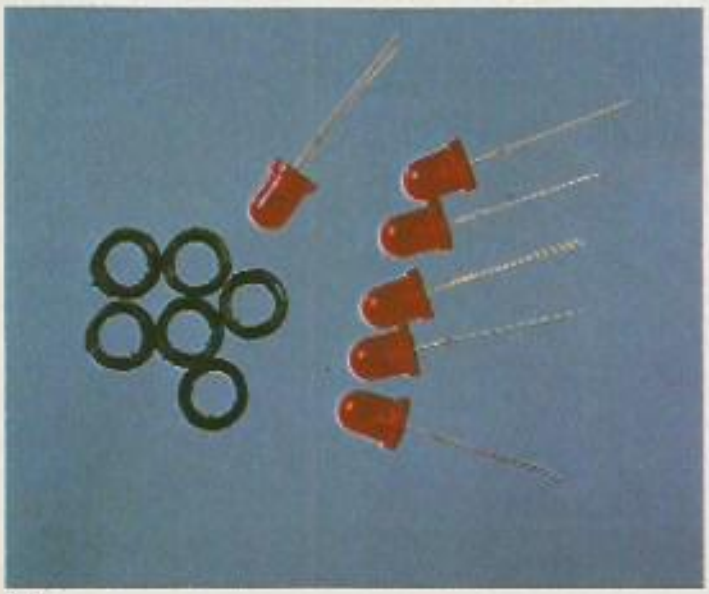
Este aparelho é denominado máquina da verdade porque está baseado no fato de que a condutividade da pele humana pode variar sensivelmente em função das sensações ou das emoções sentidas por uma pessoa.
Alguns estudos feitos sobre esse fenômeno demonstraram que a resistência da pele diminui e a condutividade aumenta quando alguém sente uma emoção particularmente intensa, seja de raiva, seja de excitação. Quando a emoção sentida é serena e agradável, produz-se um efeito oposto e a condutividade da pele diminui.
Para usar o aparelho, deve-se segurar cada um dos dois terminais com uma das mãos. O contato com esses terminais não oferece nenhum perigo às pessoas devido a sua baixíssima tensão, que produz correntes da ordem de microampères (μA).
Por esse motivo, as correntes são completamente inofensivas a quem estiver testando a máquina da verdade.
Além de revelar as emoções que uma



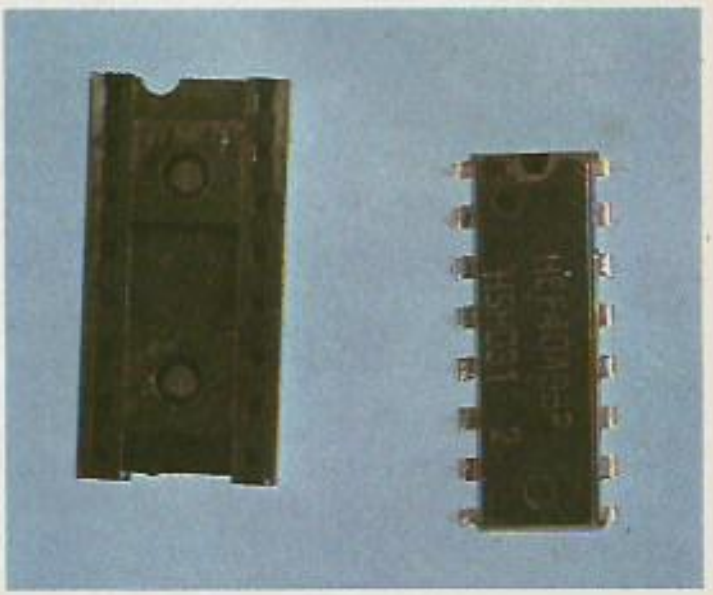


4. Placa de circuito impresso de 45 mm x 75 mm. No caso deste kit, a placa é de fibra de vidro, mas você encontra mais facilmente a de fenolite.

5. Seis diodos led emissores de luz (DL1 a DL6) e seis anéis plásticos para fixação dos led.



6. Um circuito integrado 4049 (CI1) e um soquete apropriado para sua montagem.



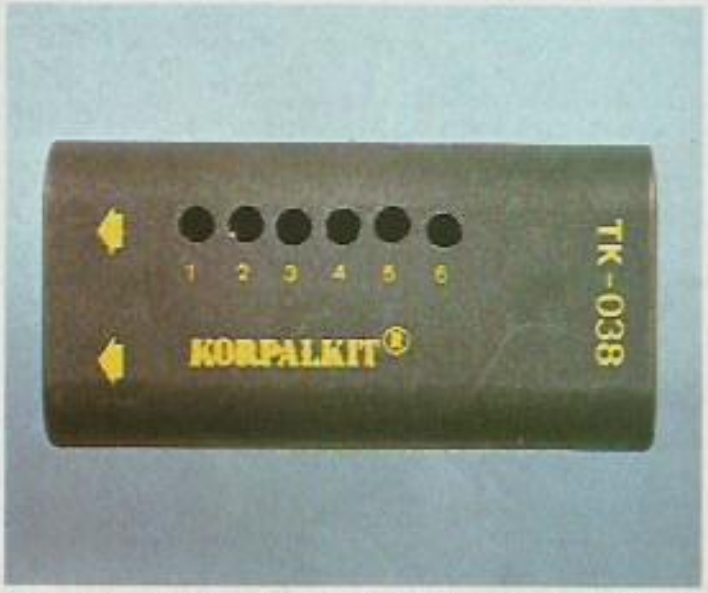
pessoa está sentindo num determinado momento, o aparelho tem ainda outra aplicação bastante curiosa: ele pode controlar o cozimento de tortas e massas. Isso é possível porque, durante o processo de cozimento, o alimento perde progressivamente umidade, aumentando, dessa forma, sua resistência.
Para usar o dispositivo com essa finalidade, deve-se ligar dois cabinhos com ponta metálica em seus terminais.
Então, quando se desejar verificar se uma torta já está cozida, espeta-se as duas pontas metálicas, mantendo-se uma certa distância entre elas. Quanto mais cozido estiver o alimento, menor número de luzes vai se acender.
Se o aparelho for utilizado para controlar o cozimento de alimentos que estão no forno ou se ele for submetido a altas temperaturas, é necessário ligar aos terminais dois cabinhos que não possuam capa isolante, pois o plástico pode ser facilmente destruído.
Como a tensão de funcionamento desse aparelho é baixíssima, também neste caso ele não oferece perigo a quem o estiver usando.
Algumas peças que estão nas ilustrações deste capítulo foram substituídas por componentes mais facilmente encontrados nas casas especializadas.

Ferramentas necessárias

- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte
- 1 chave de fenda.

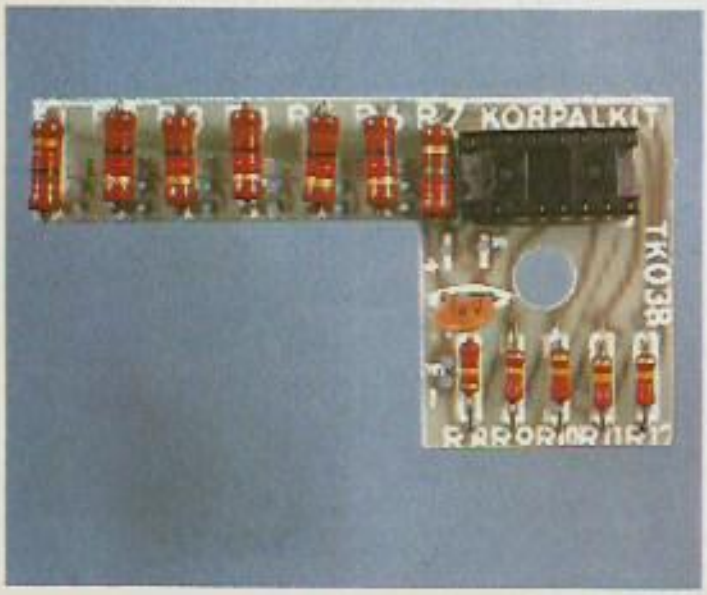


7. Um soquete de ligação para bateria, um pedaço de cabinho para a fiação, dois bornes, quatro porcas para bornes, dois terminais e dois parafusos auto-atarraxantes para fechar a caixa de plástico.



8. Caixa do aparelho. Na foto, ela é de plástico, mas pode ser também de alumínio.

9. Nessa primeira fase da montagem, fixe os resistores (R1 a R12), o capacitor (C1) e o soquete do circuito integrado nas posições correspondentes da placa de circuito impresso.



10. Antes de iniciar a montagem dos diodos led (DL1 a DL6), verifique os terminais, para que não ocorra inversão da polaridade. O terminal negativo ou catodo é aquele que fica mais próximo do achatamento da cápsula.



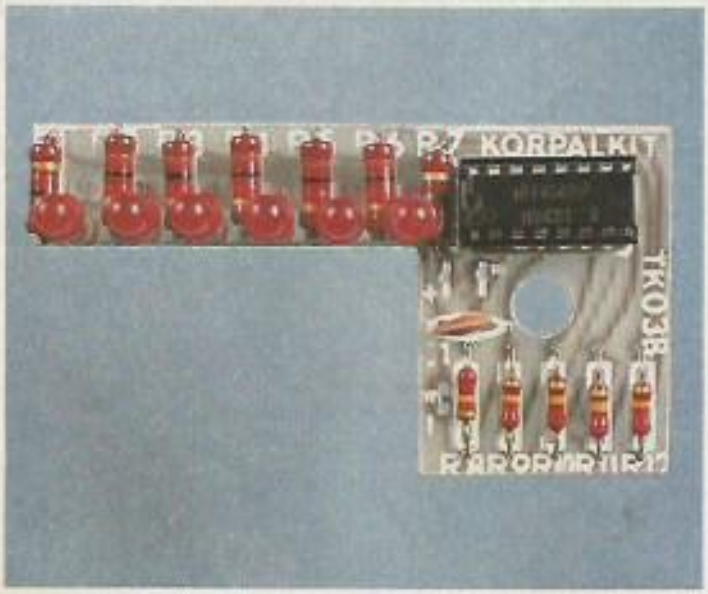
Componentes

São os seguintes:

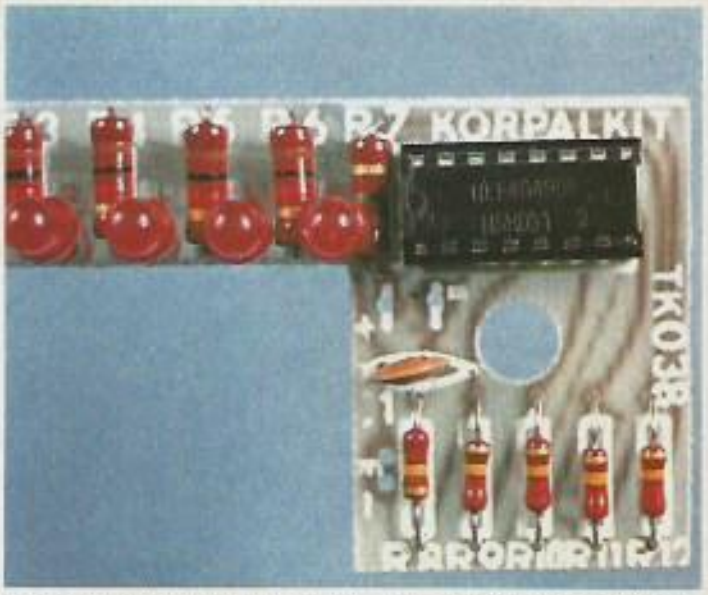
- 1 placa de circuito impresso
- 6 resistores de 1/4 ou de 1/2 W, nas posições R1 a R6 da placa, com o seguinte valor e cores para identificação: 1 KΩ (marrom-preto-vermelho)
- 1 resistor de 1/4 ou de 1/2 W, identificado por R7 na placa, com o seguinte valor e cores para identificação: 1,2 MΩ (marrom-vermelho-verde)
- 5 resistores de 1/4 ou de 1/2 W, nas posições R8 a R12 da placa, com o seguinte valor e cores para identificação: 220 KΩ (vermelho-vermelho-amarelo)
- 1 capacitor cerâmico de 47 nF/16 V, identificado por C1 na placa
- 1 circuito integrado 4049, na posição CI1 da placa
- 1 soquete de 16 terminais
- 6 diodos led vermelhos de 5 mm, identificados por DL1 a DL6 na placa
- 6 anéis de fixação para led
- 2 bornes metálicos
- 4 porcas para bornes
- 2 terminais com arruela de 6 mm
- 2 parafusos auto-atarraxantes
- 1 soquete para bateria de 9 V
- aproximadamente 20 cm de cabinho
- 1 pedaço de solda de boa qualidade
- 1 caixa de plástico furada, com 90 mm de comprimento, 50 mm de largura e 20 mm de altura.

Montagem

A montagem do circuito impresso é simples e deve ser feita de acordo com as instruções das ilustrações.

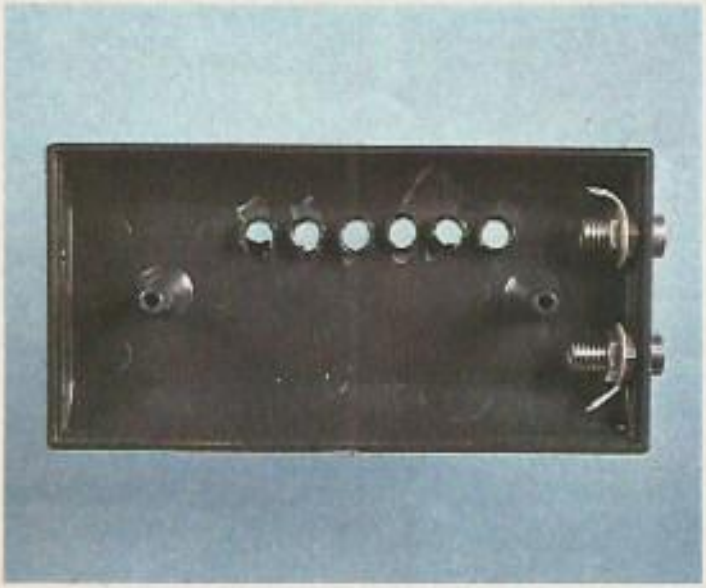


11. Fixe os diodos led (DL1 a DL6) 4 mm acima da placa e pouco acima do corpo dos resistores. Coloque o circuito integrado (CI1). Os led devem ser ligados de modo que o terminal negativo fique voltado para os resistores de 1KΩ.



12. Posição onde deve ser montado o circuito integrado (CI1), indicada pela fenda numa extremidade do componente.

13. Agora inicie a montagem do corpo da caixa com os dois bornes, que constituem os terminais externos, juntamente com os seus terminais para soldagem. Fixe o conjunto com as porcas. Monte os anéis de fixação dos led na caixa.



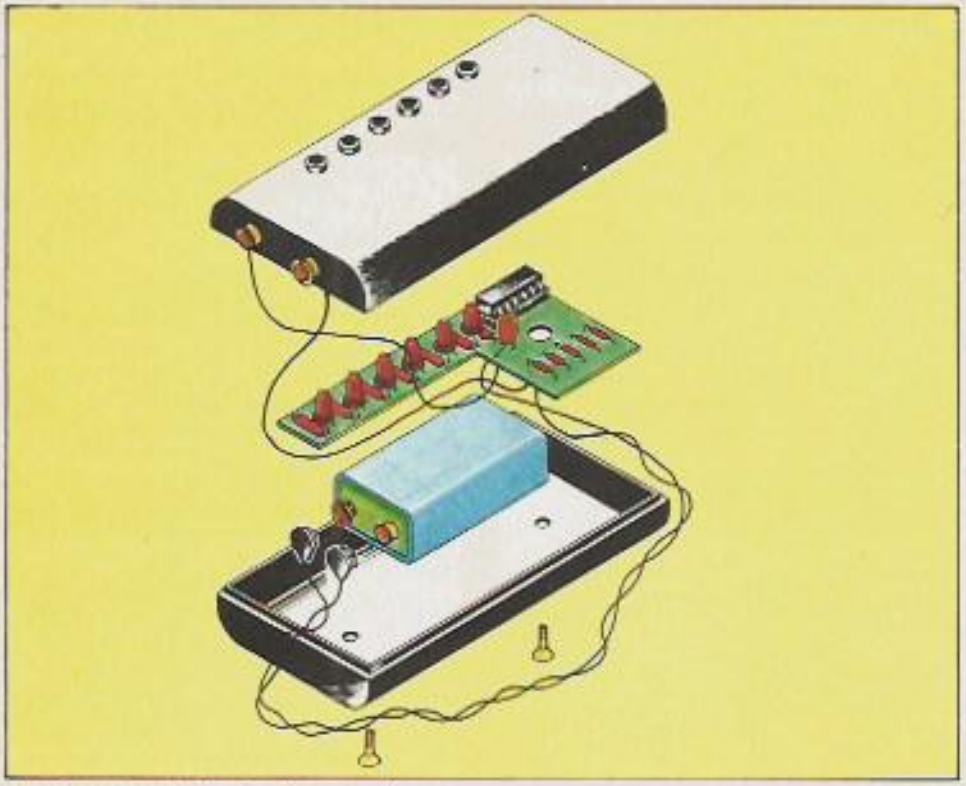
14. Coloque a placa de circuito na caixa, de forma que todos os diodos led fiquem encaixados nos seus anéis de fixação. Depois, faça a fiação dos terminais externos. Feche a caixa com os parafusos auto-atarraxantes. Ligue o soquete para bateria. Agora, o aparelho já está pronto para ser testado.



É necessário tomar cuidado no posicionamento dos led durante a montagem porque eles são componentes semicondutores e devem estar corretamente polarizados. É fácil saber a polaridade, pois o terminal negativo ou catodo está indicado por um pequeno achatamento na cápsula desse componente. O posicionamento do circuito integrado também é fixo: a pequena fenda existente em uma das extremidades da cápsula deve coincidir com a referência indicada na placa de circuito.

Como se pode observar no esquema elétrico, todas as funções fundamentais são desempenhadas pelo circuito integrado 4049. Esse circuito recebe nos seus terminais 3, 5, 7, 9, 11 e 14 uma tensão positiva ou igual a zero — de acordo com o valor da resistência que se apresenta entre os pontos E-E —, que fecha o circuito entre a massa e o positivo, por meio dos resistores R8 a R12 e R7. Como o circuito integrado trabalha em comutação, ele fornece uma tensão positiva em suas saídas 2, 4, 6, 10, 12 e 15 quando a entrada correspondente atinge uma tensão próxima a zero. Essa tensão faz circular uma corrente através dos resistores R1 a R6 e dos diodos emissores de luz (led), DL1 a DL6, acendendo as luzes. O capacitor C1 desempenha uma função de filtragem dos distúrbios que podem ser produzidos quando os terminais de entrada ficam em contato com as mãos ou com outros objetos.

Quando o aparelho estiver pronto, examine a montagem, antes de ligar a pilha.



15. Esquema da fiação do aparelho.

16. Foto do aparelho montado. Os terminais externos estão posicionados à esquerda. O acendimento dos led é progressivo, do número 1 ao número 6.



Por que este aparelho, capaz de medir a condutividade, é chamado de máquina da verdade?
Baseando-se no grau de condutividade da pele de um ser humano, é possível dizer se ele está emocionado e assustado ou não. Isto porque, com base em recentes estudos, descobriu-se que o grau de condutividade da pele é diretamente proporcional ao estado emotivo da pessoa.

Em quais princípios baseia-se o funcionamento da máquina da verdade?
Na medida da condutividade da pele humana, cujo resultado é indicado pelo acendimento de alguns dos diodos emissores de luz.

Durante a medição, é produzida uma passagem de corrente elétrica através da pele?
Sim, mas com uma intensidade muito baixa, da ordem de microampères. Essa corrente é inofensiva às pessoas.

Como funciona o circuito integrado do aparelho?
O circuito é composto de seis inversores digitais independentes. Se aplicarmos às suas entradas um sinal 0, obteremos nas saídas um sinal 1, que provoca o acendimento de um led.

O que é um diodo emissor de luz ou led?
É um componente semicondutor, formado por uma junção PN, como os diodos normais. Ele tem, porém, propriedade de produzir uma emissão eletromagnética, quando polarizado diretamente. A frequência dessa emissão está contida no espectro visível.

TESTADOR DE BATERIA DE CARRO

Além de prático e econômico, este dispositivo vai ser muito útil a você. Ele indica, por meio de três monitores, o estado em que se encontra a bateria do seu carro.

Este testador é, na realidade, um minikit, pois sua montagem é muito simples e econômica. Trata-se, por outro lado, de aparelho bastante prático e preciso. Com apenas três led, ele indica, sem necessidade de pré-ajustes, o estado da bateria de seu automóvel. A indicação é feita da seguinte maneira:

- se a bateria estiver em bom estado, ou com tensão igual ou pouco acima de 12 volts, acenderá o led verde do testador;
- se a bateria estiver regular, ou com tensão entre 11 e 11,9 volts, acenderá o led amarelo do testador;
- se a bateria estiver fraca, ou com tensão abaixo de 10,9 volts, acenderá o led vermelho do testador.



1. Peças que serão usadas na montagem do minikit.

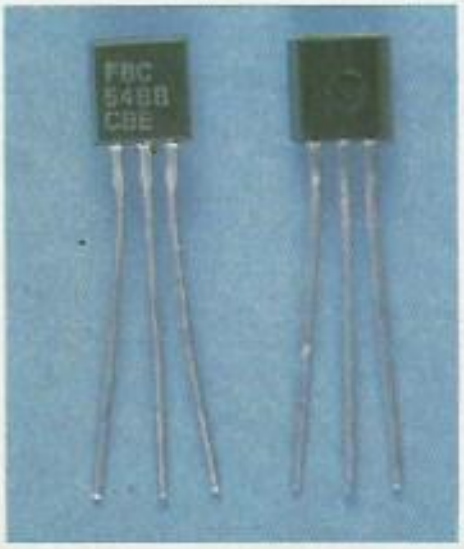


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R7).

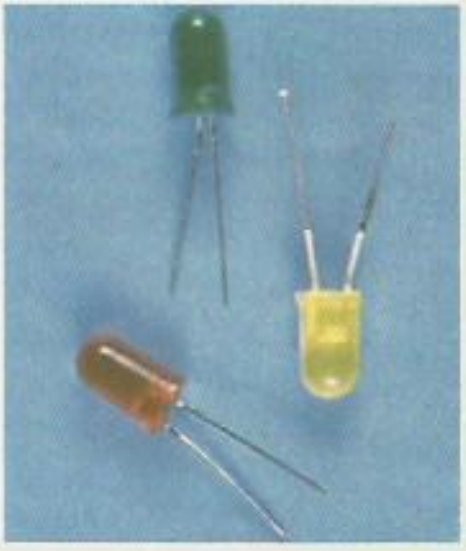
3. Dois diodos zener (DZ1 e DZ2) e dois diodos de sinal (D1 e D2).



4. Dois transistores BC548 (T1 e T2).



5. Três led de 5 mm nas cores verde (LED 1), amarelo (LED 2) e vermelho (LED 3).



O coração deste minikit é composto por dois transistores que, neste projeto, funcionam como interruptores, acendendo ou apagando os três led do aparelho (verde, amarelo e vermelho). No capítulo "Circuitos digitais", da seção **Instrumentação**, você encontrará uma abordagem mais aprofundada do funcionamento do transistor como interruptor.

Quando se liga neste testador uma bateria de carro, automaticamente os dois transistores irão funcionar como interruptores abertos ou fechados, acionando um dos três led do aparelho por vez.

Este minikit completo é apresentado com duas garras "jacaré" para fixar, durante o teste, o aparelho nos terminais da bateria.

No final desta seção você encontrará uma ilustração em que sugerimos uma opção para instalá-lo em seu carro.

Ferramentas necessárias

Para esta montagem você vai precisar das seguintes ferramentas:

- 1 ferro de soldar, com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte.

Componentes

Os componentes necessários para esta montagem são os seguintes:

- 1 placa de circuito impresso com 45 mm de comprimento e com 35 mm de largura
- 7 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R7 da placa, com os seguintes valores e cores para identificação:
  R1-560 Ω (verde-azul-marrom)
  R2-560 Ω (verde-azul-marrom)
  R3-560 Ω (verde-azul-marrom)
  R4-560 Ω (verde-azul-marrom)
  R5-560 Ω (verde-azul-marrom)
  R6-10 KΩ (marrom-preto-laranja)
  R7-10 KΩ (marrom-preto-laranja)
- 1 diodo zener de 12 V-400 mW (marcação BAX 79C12 ou 1N759) indicado por DZ1 na placa
- 1 diodo zener de 10 V-400 mW (marcação Z10 ou 1N758) indicado por DZ2 na placa

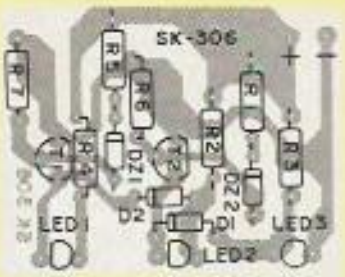


6. Duas garras jacaré de tamanho grande, um rolo de fios vermelho e preto e um pedaço de solda.



O traçado do circuito

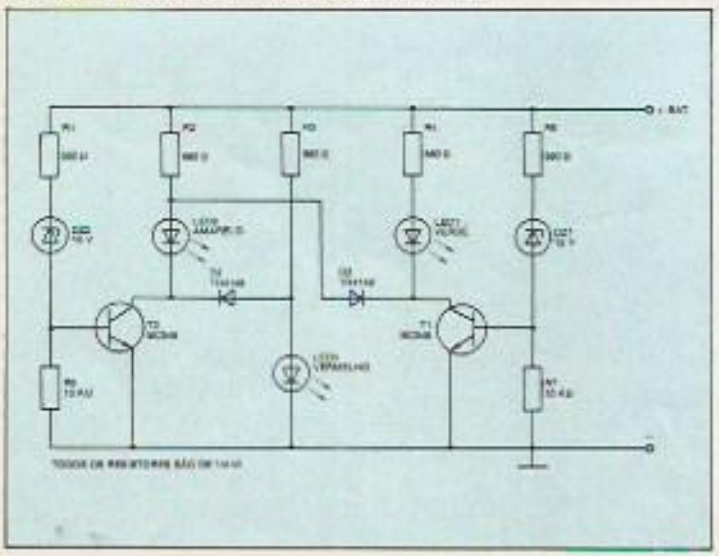
Acima, o traçado das trilhas do circuito impresso. Como ele se encontra em tamanho natural, é só copiá-lo em papel milimetrado.



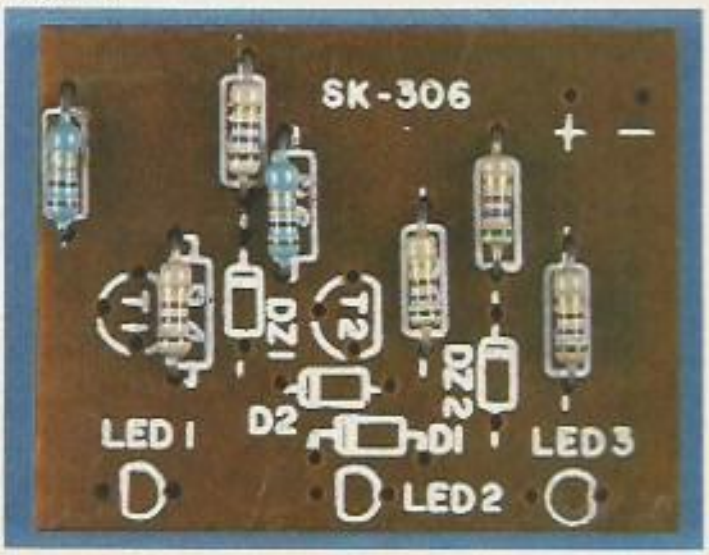
O desenho do circuito

Acima, o desenho mostrando a posição correta para a montagem dos componentes na placa de circuito impresso.

7. Esquema elétrico do testador eletrônico.



8. Montagem dos resistores (R1 a R7) na placa de circuito impresso.



- 2 diodos de sinal 1N914 ou 1N4148, indicados por D1 e D2 na placa
- 2 transistores BC548 ou BC549, indicados por T1 e T2 na placa
- 1 led verde de 5 mm, indicado por LED 1 na placa
- 1 led amarelo de 5 mm, indicado por LED 2 na placa
- 1 led vermelho de 5 mm, indicado por LED 3 na placa
- 40 cm de fio vermelho nº 22
- 40 cm de fio preto nº 22
- 1 garra jacaré grande de cabos com isolamento elétrico na cor vermelha
- 1 garra jacaré grande de cabos com isolamento elétrico na cor preta
- 1 pedaço de solda 60/40, para a execução do trabalho.

Montagem

Para poder realizar a montagem do testador de bateria de carro, você deve seguir atentamente os passos que indicamos aqui:

1º) Coloque os resistores R1 a R7 nos furos correspondentes da placa de circuito impresso (veja foto 8).

2º) Coloque os diodos zener nos furos correspondentes da placa (DZ1 e DZ2). Verifique se a faixa preta existente no corpo dos diodos coincide com o traço branco do desenho do diodo na placa (veja foto 9).

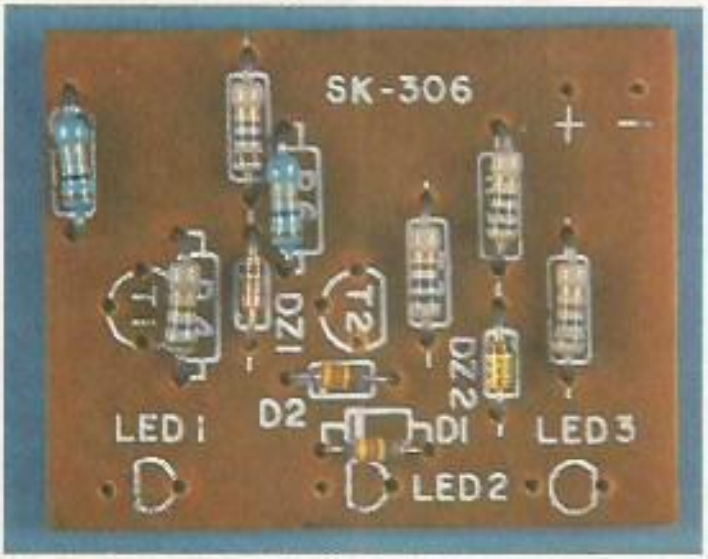
3º) Coloque os diodos de sinal nos furos correspondentes da placa (D1 e D2). Verifique se a faixa amarela mais próxima do terminal dos diodos coincide com o traço branco do desenho na placa (veja foto 9).

4º) Monte os transistores T1 e T2 na placa. Verifique se esses transistores têm um lado chanfrado.

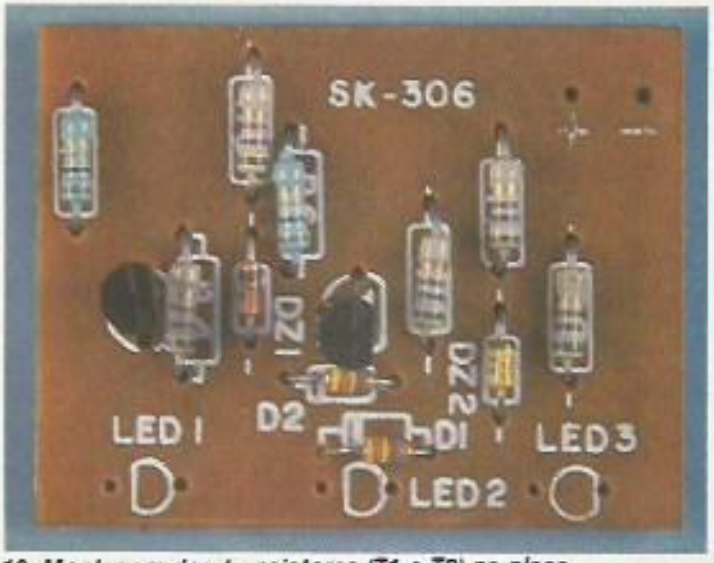
Ao colocar os transistores na placa, lembre-se de que o lado chanfrado deve coincidir com o lado reto do desenho na placa (veja foto 10).

5º) Antes de soldar os três led na placa, é preciso verificar suas polaridades. Esses componentes podem vir apresentados com um dos terminais mais curto que o outro, ou então com um chanfro em um dos lados de seu encapsulamento, ou, ainda, com essas duas indicações juntas.

Se esta última hipótese acontecer, o la-

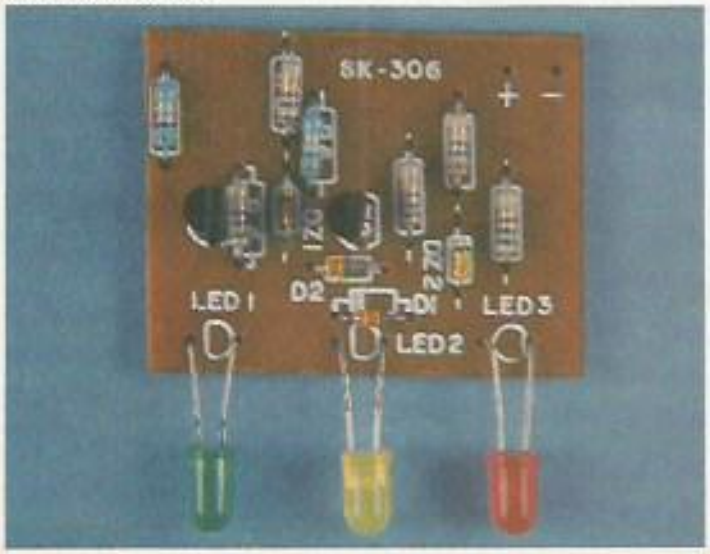


9. Montagem dos diodos zener (DZ1 e DZ2) e dos diodos de sinal (D1 e D2) na placa de circuito impresso.

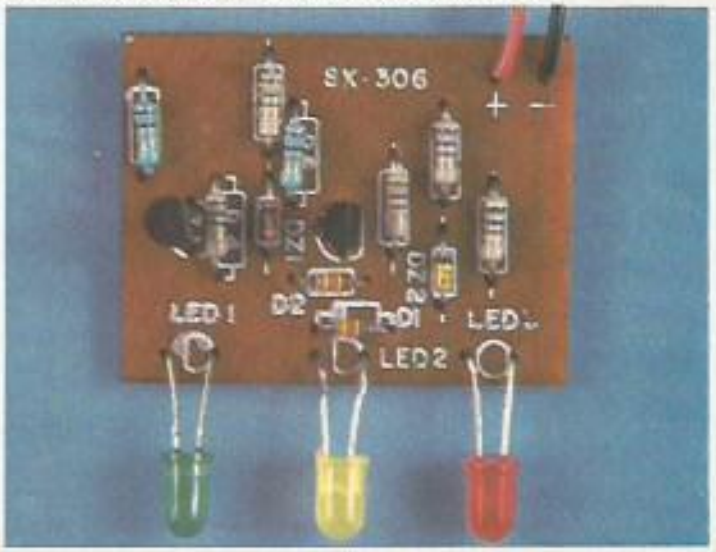


10. Montagem dos transistores (T1 e T2) na placa.

11. Colocação dos led verde, amarelo e vermelho na placa de circuito impresso.



12. Ligação dos fios vermelho e preto na placa.



do chanfrado deve coincidir com o terminal mais curto.
Ao soldar os led na placa, faça, portanto, com que o lado chanfrado ou o terminal mais curto coincida com o lado reto do desenho na placa.
Coloque na posição LED 1 o led verde; na posição LED 2, o led amarelo; e, finalmente, na posição LED 3, o led vermelho (veja foto 11).
6º) Pegue uma extremidade do fio vermelho e solde no furo indicado pelo sinal (+) na placa (veja foto 12).
7º) Pegue uma extremidade do fio preto e solde no furo indicado pelo sinal (-) na placa (veja foto 12).
8º) Solde a outra extremidade do fio vermelho na garra jacaré de cabos na cor vermelha e a outra extremidade do fio preto na garra jacaré de cabos na cor preta (veja o detalhe na foto 13).
Depois de seguir esses passos na montagem, o seu testador estará pronto para ser usado.
O seu uso é muito simples, devendo-se apenas fixar a garra jacaré de cabos na cor vermelha no positivo (+) da bateria que vai ser testada, e a garra jacaré de cabos na cor preta no negativo (-).
Caso você queira instalar o testador em algum automóvel, siga as indicações para instalação que damos na ilustração número 15.
Lembre-se, porém, que o testador somente entrará em funcionamento com a chave de contato ligada.



13. Detalhe da soldagem da outra extremidade do fio vermelho e do fio preto nas garras jacaré.



14. Aspecto final do testador eletrônico de bateria de carro.

Este testador pode ser usado para avaliar o estado de baterias de 9 V?
Não. Se ligarmos este testador a uma bateria de 9 V, o led vermelho acenderá imediatamente. Esse led indica apenas que a fonte de tensão que está sendo testada está com uma tensão abaixo de 10,9 V. Dessa forma, não há como fornecer informação precisa do estado deste tipo de bateria.

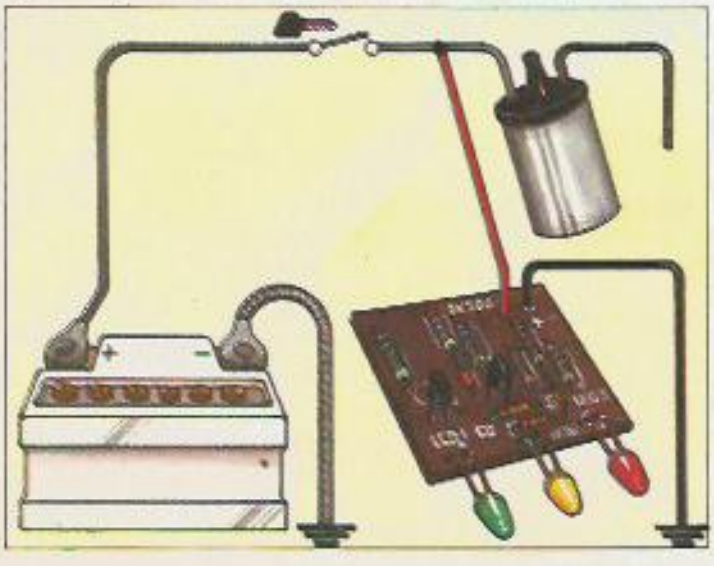
Este testador pode ser ligado a qualquer fonte de tensão acima de 12 V?
Não. Ele foi projetado para aferir valores de tensão próximos ou pouco acima de 12 V. Valores muito acima desses podem danificar de maneira definitiva os componentes sensíveis deste aparelho, tais como os led, transistores e diodos.

Existe alguma diferenciação técnica nos led, por serem de cores diferentes?
Não. A cor dos led nada tem a ver com suas características técnicas. Ela apenas ajuda na tarefa de monitoração.

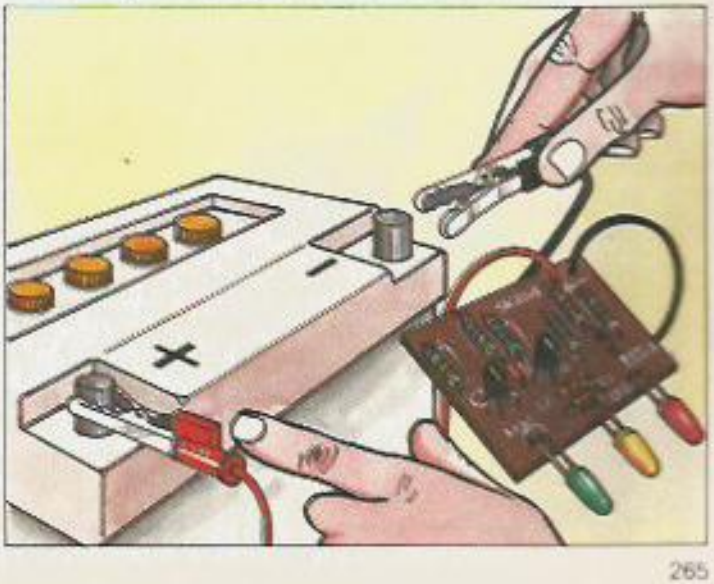
Os três led deste aparelho podem acender de uma só vez?
Não. Só um led por vez se acenderá.

Este aparelho só serve para testar baterias de carro?
Não. Qualquer fonte de tensão que esteja trabalhando com tensões próximas ou pouco acima de 12 V pode ser testada, sem problemas, por este aparelho.

15. Ilustração da instalação do testador eletrônico no carro.



16. Ilustração da fixação do testador na bateria do carro.



CIRCUITOS DIGITAIS

Abordando ainda o tema dos semicondutores, vamos examinar aqui os circuitos digitais ou de comutação. Uma lâmpada ligada à rede elétrica por meio de um interruptor é a forma mais simples deste circuito.

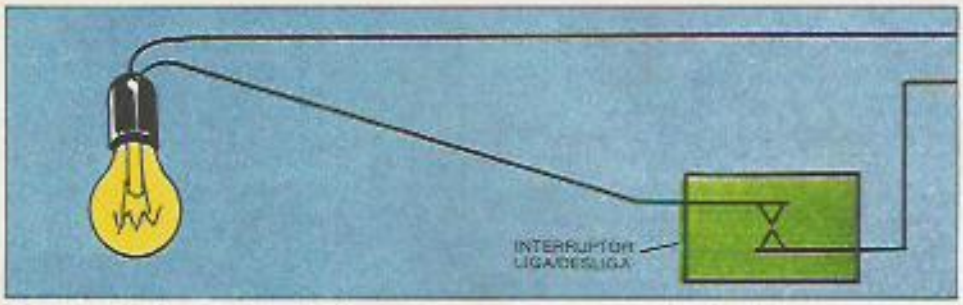


Figura 1. O circuito de uma lâmpada corresponde a um circuito de comutação.

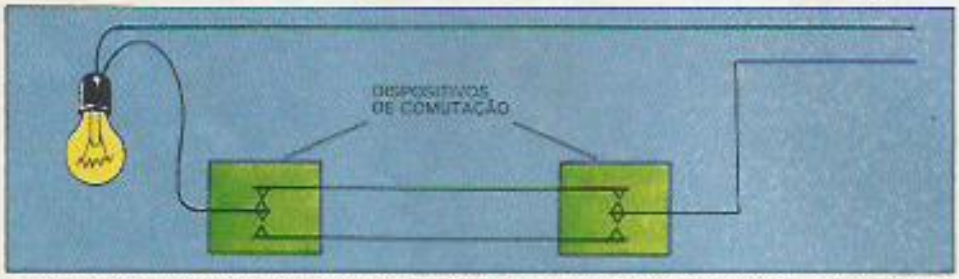


Figura 2. O emprego de dois comutadores constitui um exemplo mais complexo.

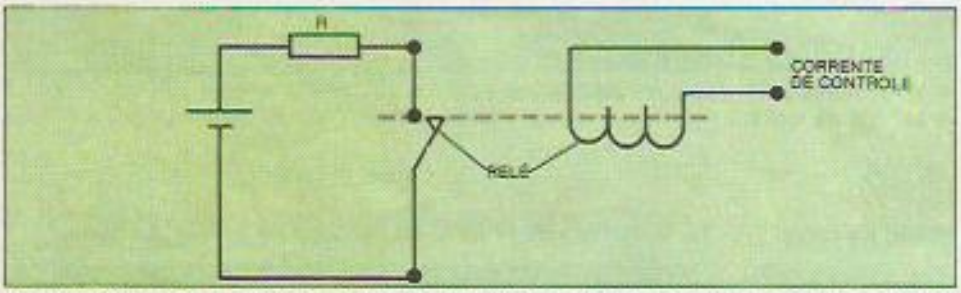
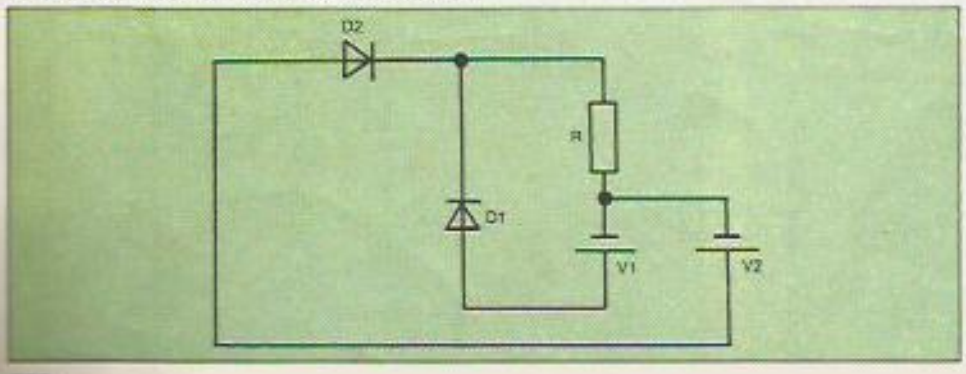


Figura 3. Circuito eletrônico com um interruptor acionado por um mecanismo eletromagnético (relê), por meio de uma corrente de controle.

Figura 4. Circuito de comutação com diodos. A corrente que passa por R provém da bateria que possui tensão mais elevada.



Já falamos anteriormente de duas importantes aplicações dos transistores, quando operam em regime linear (nos osciladores e amplificadores). Vamos agora descrever uma terceira aplicação dos semicondutores, com amplas possibilidades de utilização: trata-se dos circuitos digitais ou de comutação.

Um circuito de comutação ou comutador pode ser constituído, na sua forma mais simples, por uma lâmpada ligada à rede elétrica por meio de um interruptor. Este realiza a comutação abrindo e fechando a passagem de corrente no circuito.

Uma situação um pouco mais complexa ocorre quando são colocados dois interruptores em série, de tal forma que ambos, indiferentemente, acendam a lâmpada. Nesse circuito, os comandos não desempenham a função de simples interruptores. Agora, ambos efetuam uma comutação, enviando a corrente através de um dos dois condutores que compõem a instalação.

Nos dois casos, a função dos comutadores é exercer um **controle** da corrente. Também nos circuitos de controle mais complexos o objetivo é o mesmo: produzir um determinado fenômeno elétrico quando se apresenta uma determinada série de circunstâncias, em seqüência ou simultaneamente.

O modo como esses elementos comutadores, chamados **comutadores mecânicos,** operam é direto e manual; ou seja, o próprio usuário aciona o sistema, atuando diretamente sobre a corrente, sem nenhum elemento intermediário.

Um sistema de comutação indireto opera por intermédio de um relê, que abre ou fecha o circuito quando uma **corrente de controle** é enviada para sua bobina. Essa corrente é produzida por um outro circuito e, portanto, o sistema fica automatizado.

Pode-se dizer que, em todos os casos aqui analisados, as formas de funcio-

namento são as mesmas, do tipo SIM ou NÃO, isto é, com a presença ou a ausência de determinada tensão. Nestas duas possibilidades baseia-se toda a eletrônica digital.

Um circuito eletrônico de comutação bastante simples pode consistir em dois diodos com os catodos ligados entre si e, em seguida, a uma resistência de carga. De acordo com o nível da tensão recebida em seus anodos, será produzido o bloqueio de um e a condução do outro, de modo a comutar a corrente que circula pelo resistor de carga. Como pode ser visto na figura 4, se a tensão V1 for maior que a V2, D1 passará à condução, apresentando em seu catodo a tensão V1 aplicada à carga R; simultaneamente, o diodo D2 encontra-se polarizado inversamente, pois seu catodo apresenta uma tensão (V1) mais positiva do que a tensão do anodo (V2). Se, agindo sobre a fonte que fornece a tensão V2, elevarmos o seu nível a um valor superior a V1, a situação se reverte, a corrente flui através de D2 e o diodo D1 é bloqueado. Neste exemplo, o controle da comutação é feito agindo-se sobre a diferença entre as tensões V1 e V2.

Esse sistema de comutação pode ser empregado também para controlar a passagem de determinados sinais através de um circuito.

Na figura 5, à esquerda, vê-se um circuito bastante parecido com o anterior, no qual são aplicados sinais diferentes aos dois anodos. Ao mesmo tempo, os anodos recebem a tensão de controle através dos resistores R1 e R2. Aplicando-se uma tensão V1 positiva ao terminal A e uma tensão zero (massa) ao terminal B, D1 passa a conduzir, e o sinal S1 aparece na saída.

Se, ao contrário, aplicarmos uma tensão positiva V2 ao terminal B e a massa ao terminal A, o diodo condutor será o D2 e, portanto, o sinal S2 é que atingirá a carga.

De todo modo, os semicondutores mais empregados nos circuitos digitais são os transistores, independentemente do tipo (bipolar, TECJ, TECMOS e outros de que já falamos anteriormente).

Como já dissemos, nas curvas características de saída dos transistores bipolares pode-se isolar uma determinada região, chamada região de saturação. Nela, a tensão coletor-emissor é muito baixa (menos de 0,5 V) e a corrente depende da resistência do coletor. Para que o transistor entre em saturação, é

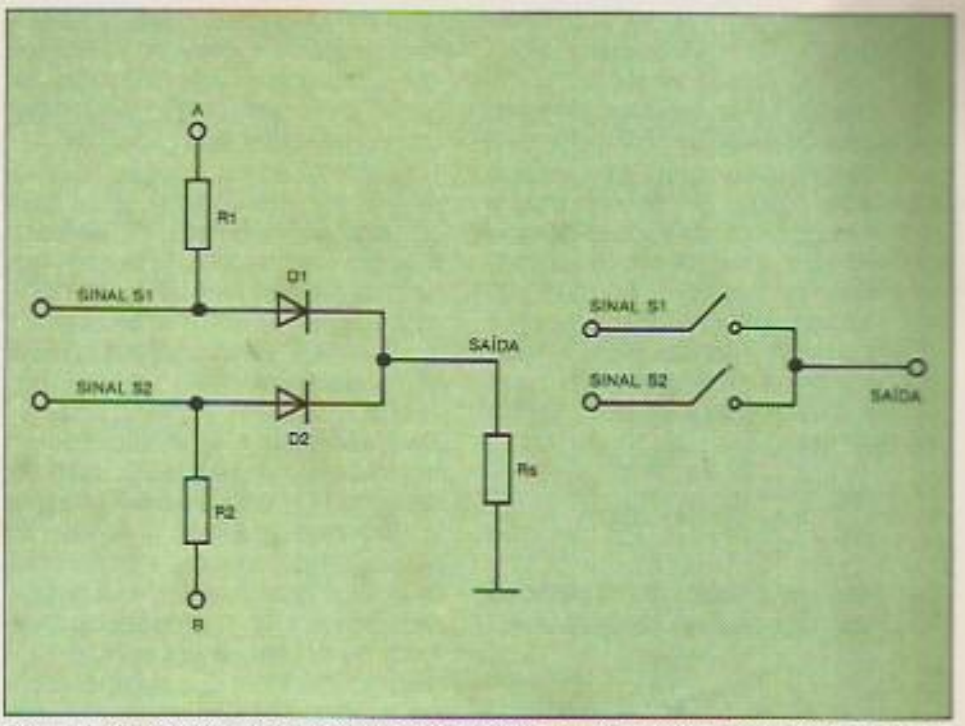
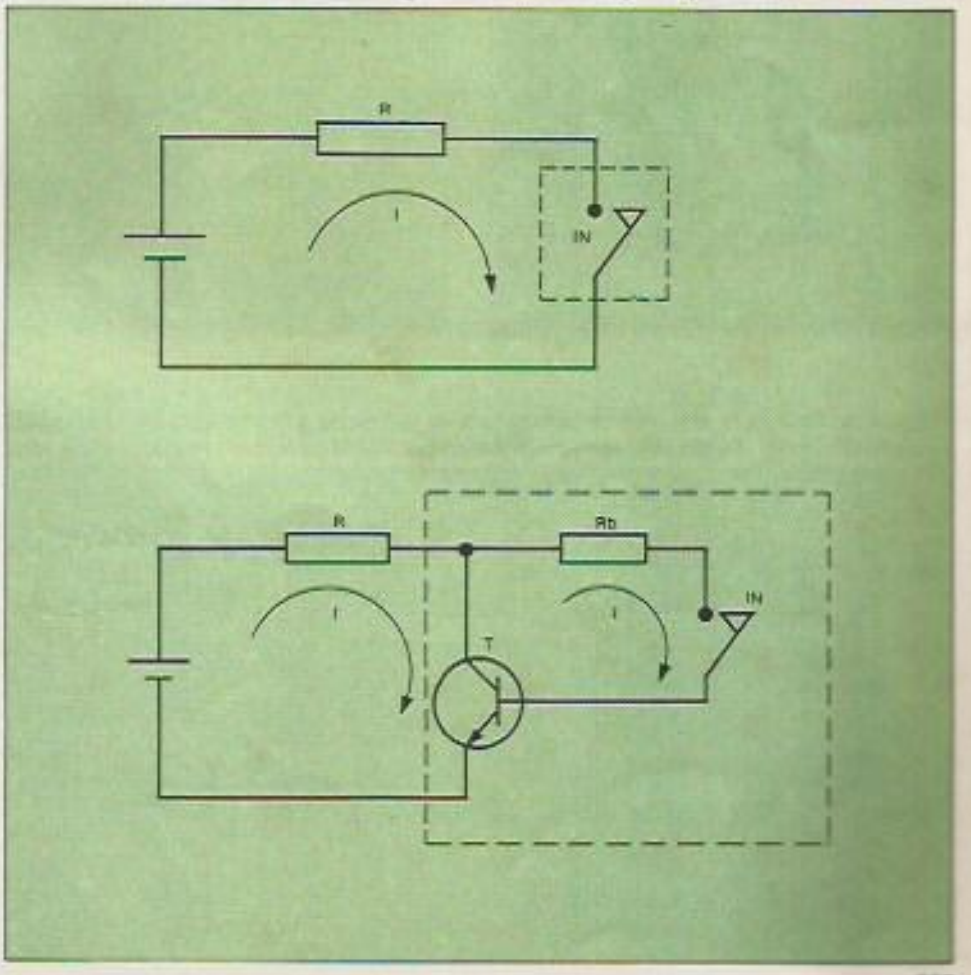


Figura 5. O circuito de comutação com diodos funciona como uma dupla de interruptores, e é controlado pelas tensões aplicadas aos terminais A e B.

Figura 6. O interruptor IN do circuito pode ser substituído por um transistor, controlado por uma corrente de base de grandeza inferior à principal.



indispensável que a corrente de base Ib seja maior do que a corrente de coletor dividida pelo ganho β.

Para que este conceito fique bem claro, vamos imaginar um transistor com o emissor ligado à massa e o coletor ligado a um resistor de 1 kΩ com a outra extremidade unida ao positivo de uma fonte de 10 V, em cuja base é aplicada uma corrente de 1 mA. A corrente máxima a circular do coletor ao emissor é obtida quando a tensão entre os dois estiver próxima de zero; nessa circunstância, aplicando a Lei de Ohm, vamos verificar que:

$$Ic = \frac{Vc}{Rc} = \frac{10}{1\ K\Omega} = 10\ mA$$

Se o transistor apresentar um ganho de 50, a corrente de base necessária é:

$$Ib = \frac{Ic}{50} = \frac{10}{50} = 0{,}2\ mA$$

Como a corrente aplicada à base do transistor é de 1 mA e, portanto, maior que a corrente do coletor dividida pelo ganho β (no nosso caso, 50), a saturação do transistor está garantida.

No exemplo acima, pode-se notar que o transistor atua como se fosse um interruptor, limitando-se a deixar passar a corrente do resistor Rc quando recebe uma corrente de base suficiente. Se esta se anula, a corrente de coletor se interrompe e o transistor é bloqueado, comportando-se como um interruptor aberto.

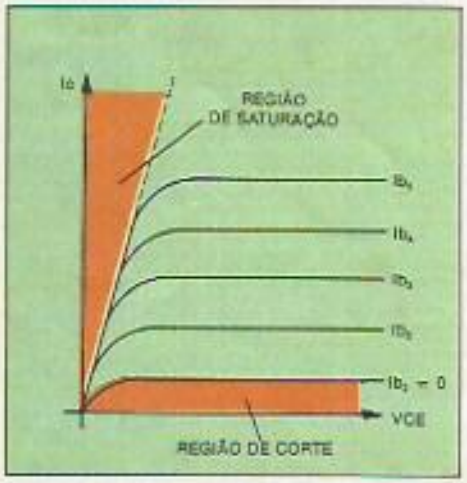
Na prática, o que se vê são dois estados distintos: de saturação, com passagem de corrente e tensão de coletor igual a zero, e estado de corte, sem passagem de corrente e com tensão de coletor igual à da fonte, já que não há queda em Rc. O primeiro estado na saída do coletor de um transistor corresponde ao sinal 0; o segundo, ao sinal 1. Estes dois sinais — 0 e 1 — constituem a base da eletrônica digital e do cálculo binário.

Os circuitos digitais, portanto, trabalham com os sinais **um** e **zero**, denominados sinais binários. Combinados de acordo com a função desejada, permitem desenvolver perfeitamente a ação de controle necessária.

Além das tarefas de controle, os circuitos digitais podem executar funções ainda mais importantes como, por exemplo, transformar ondas senoidais em ondas em forma de pulsos, ou ondas quadradas. Estas ondas possuem a mesma freqüência das senoidais, mas apresentam, em lugar de sinais variáveis com o tempo, sinais perfeitamente definidos pelos estados 0 e 1.

Um transistor inserido em um circuito digital pode transmitir esses sinais e também elevar o seu nível, dependendo da tensão de alimentação aplicada.

Finalmente, convém observar que os circuitos de comutação que compõem um sistema digital são projetados para funcionar em condições muito diferentes daquelas em que atuam os circuitos analógicos, nos quais o objetivo fundamental é garantir o melhor tratamento possível a um sinal senoidal. Os princípios dos sistemas digitais, ao contrário, são simples: trabalha-se com os estados ou sinais 0 e 1 do coletor, que correspondem, respectivamente, aos estados de saturação e corte do transistor. O primeiro estado é obtido por meio de uma corrente de base superior a Ic/β, enquanto para se chegar ao segundo estágio basta anular completamente essa corrente, levando ao valor zero a tensão base-emissor.



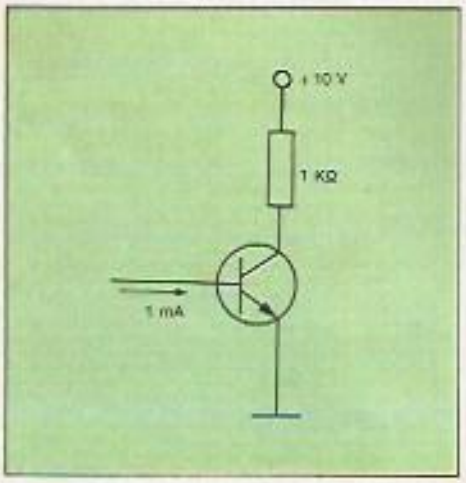
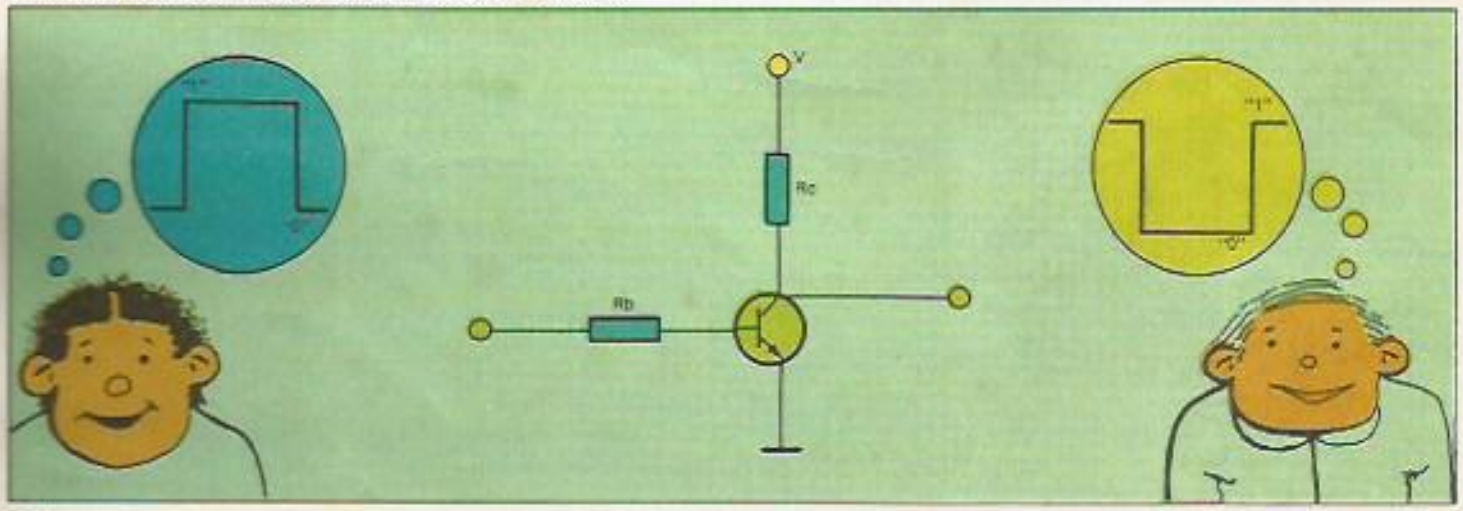


Figura 9. Este desenho mostra um transistor operando em comutação. O sinal digital aplicado à base produz o sinal de coletor. O sinal de saída é invertido em relação ao da entrada.



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.



9º KIT DE MONTAGEM:

AMPLIFICADOR ESTÉREO DE MESA

Este amplificador, com 7 W por canal e carga de 4 Ω, tem um painel frontal com controle de volume e tonalidade. Ele pode ser usado para amplificar sinais de áudio provenientes de gravadores, rádios e sintonizadores. Com uma vantagem: funciona tanto em 110 quanto em 220 V.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 67.800,00

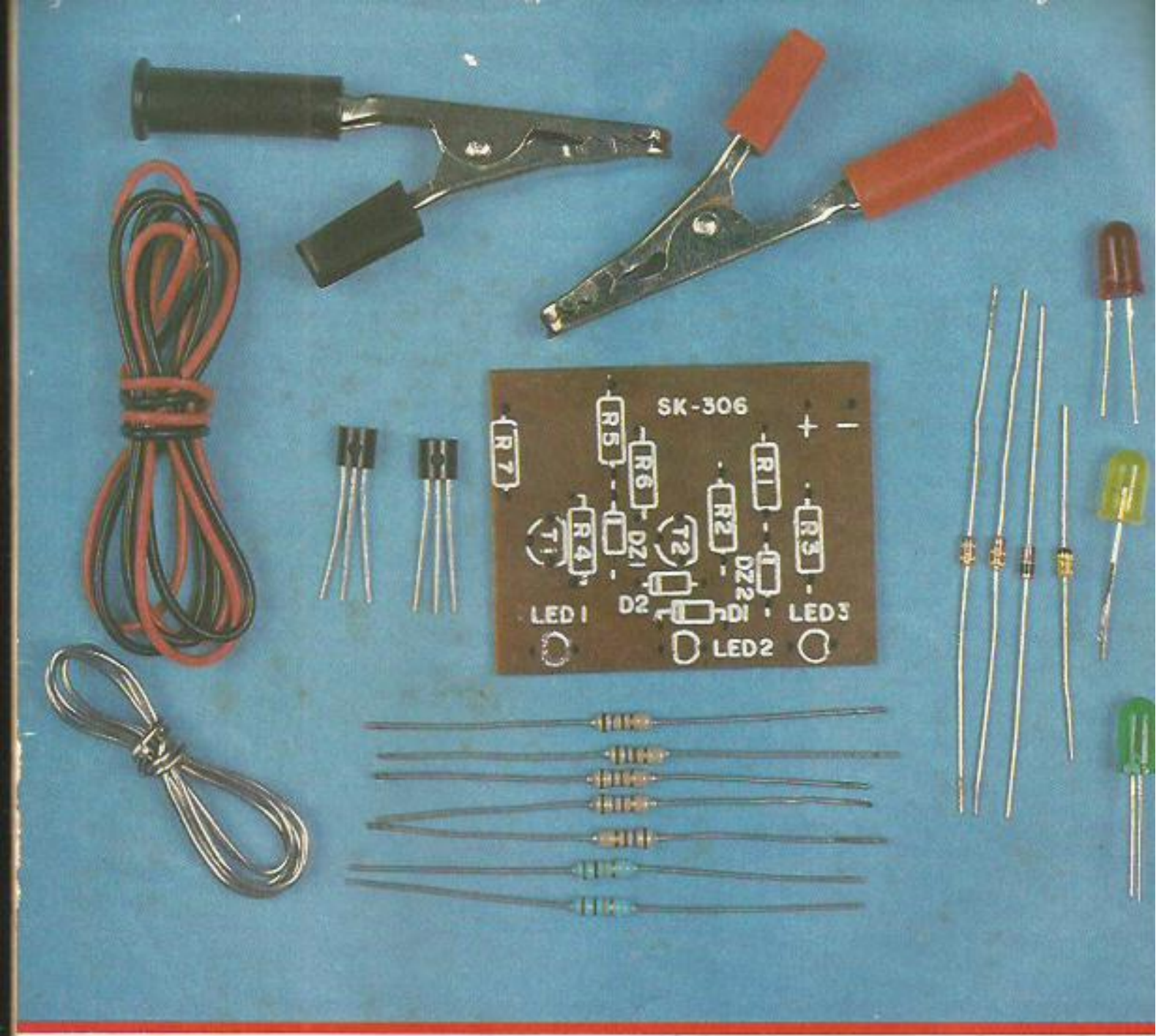
Montado
preço: Cr$ 72.400,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 18/10/84

KITS DISPONÍVEIS:

1º - **TRANSMISSOR SEM FIO**
2º - **DIMMER**
3º - **TIMER**
4º - **AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W**
5º - **RÁDIO AM TRANSISTORIZADO**
6º - **FONTE DE ALIMENTAÇÃO**
7º - **DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARROS**
8º - **SEQUENCIAL DE 4 CANAIS**

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



TESTADOR DE BATERIA DE CARRO

2,00

Com este minikit você monta um instrumento muito útil e prático. Ele indica, por meio de três monitores, o estado em que se encontra a bateria do seu carro.

KIT (para ser montado)
preço: Cr$ 9.400,00

Montado
preço: Cr$ 10.800,00

(mais as despesas de correio)
Preço válido até 31/10/84

ELETRÔNICA
PASSO A PASSO