

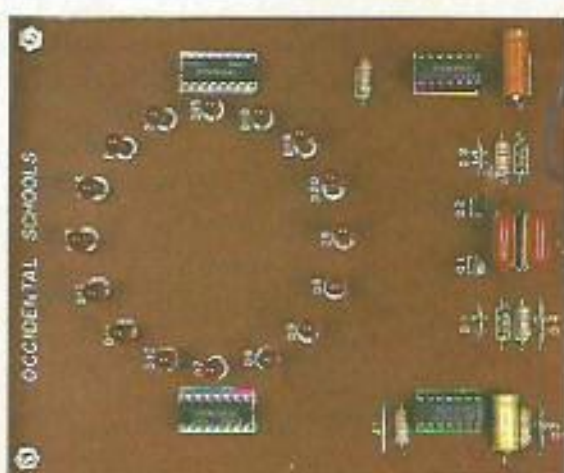
ELETRÔNICA

18

PASSO A PASSO

Cr\$ 2.550

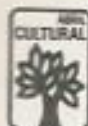
Abril Cultural



COMPONENTES
PILHAS E BATERIAS
INTERRUPTORES E COMUTADORES
MONTAGEM
ROLETA ELETRÔNICA
INSTRUMENTAÇÃO
O OSCILOSCÓPIO

GRANDE
CONCURSO
O SELO NALE MILHÕES
Cadastrado
no livro
O SELO NALE MILHÕES
O SELO NALE MILHÕES

Prêmios em dinheiro e outros
na loteria Nacional



Editor:
VICTOR CIVITA

Divisão Fascículos
Diretor-Geral:
Roberto Martins Silveira

ELETRÔNICA PASSO A PASSO

Conselho Editorial
Diretor Editorial:
Iara Rodrigues
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
Sistemas Integráveis - LSI - da
EPUSP - DE.

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

Departamento Comercial
Gerente Comercial:
Joacim Celestino da Silva
Gerente de Produção:
João Stungis
Gerente de Circulação:
Denise Maria Mozel

Execução Editorial
Estúdio Sonia Roberto Ltda.
Redação:
Deuseli Graeff, Virginia Finetto
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 Editoriais Auxiliares:
Angela Finetto, Elvira de Brito, Sílvia
Cristina D. Assumpção

Colaboração:
Assessoria Técnica: Eng.º Basílio A.
Malvestro
Fotografias: Hugo Lenzi
Ilustrações: Claudinei Campos
Tradução: Horácio J. Ceccantini, Paulo
Nublé, Pier Luigi Cabra

COMPLETE SUA COLEÇÃO

Exemplares atrasados, até seis meses
após o encerramento da coleção, po-
derão ser comprados, a preços atuali-
zados, da seguinte forma:

1. Pessoalmente

Por meio de seu jornaleiro ou dirigindo-
se ao Distribuidor Abril local, cujo en-
dereço poderá ser facilmente conse-
guído junto a qualquer jornaleiro de
sua cidade. Em São Paulo, os endere-
ços são:

Av. Industrial, 117
Santo André
Rua Heliodora Ebano Pereira, 267
Lapa
Rua Brigadeiro Tobias, 773
Centro
e no Rio de Janeiro:
Rua Secadura 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 reembol-
so postal e o pagamento, incluindo as
despesas postais, deverá ser efetuado
ao se retirar a encomenda na agência
do correio. Após seis meses do encer-
ramento da coleção, os pedidos serão
atendidos somente por carta dirigida a
NÚMEROS ATRASADOS — DISTRI-
BUIDORA, dependendo da disponibi-
lidade de estoque.

Obs.: quando pedir livros, mencione
sempre o título e/ou o autor da obra,
além do n.º da edição.

COLABORE CONOSCO

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

Nº PRÓXIMO NÚMERO:

COMPONENTES:
PARA COMPLETAR A
ANÁLISE QUE
INICIAMOS NO
CAPÍTULO ANTERIOR.
VOCÊ VAI SABER QUAIS
SÃO OS PRINCIPAIS
MODELOS DE
INTERRUPTORES E
COMUTADORES
ENCONTRADOS À
VENDA.

NUM PRIMEIRO
CAPÍTULO DEDICADO
AO RELÊ, CONHEÇA AS
PRINCIPAIS
CARACTERÍSTICAS
DESTE IMPORTANTE
COMPONENTE QUE
PERMITE CONTROLAR
UM CIRCUITO
ELÉTRICO.

MONTAGEM:
QUEM DISSE QUE A
ELETRÔNICA NÃO
COMBINA COM A
NATUREZA?
NESTA SEÇÃO, VOCÊ
VAI MONTAR UM KIT
CHEIO DE
ORIGINALIDADE:
O PASSARINHO
ELETRÔNICO, QUE FAZ
PIU-PIU E TUDO!

INSTRUMENTAÇÃO:
CONTINUANDO A
ANÁLISE DO
OSCILOSCÓPIO, VOCÊ
VAI SABER QUAIS SÃO
AS PRINCIPAIS
CARACTERÍSTICAS
DESTE IMPORTANTE
INSTRUMENTO DE
MEDIÇÃO.

© 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.

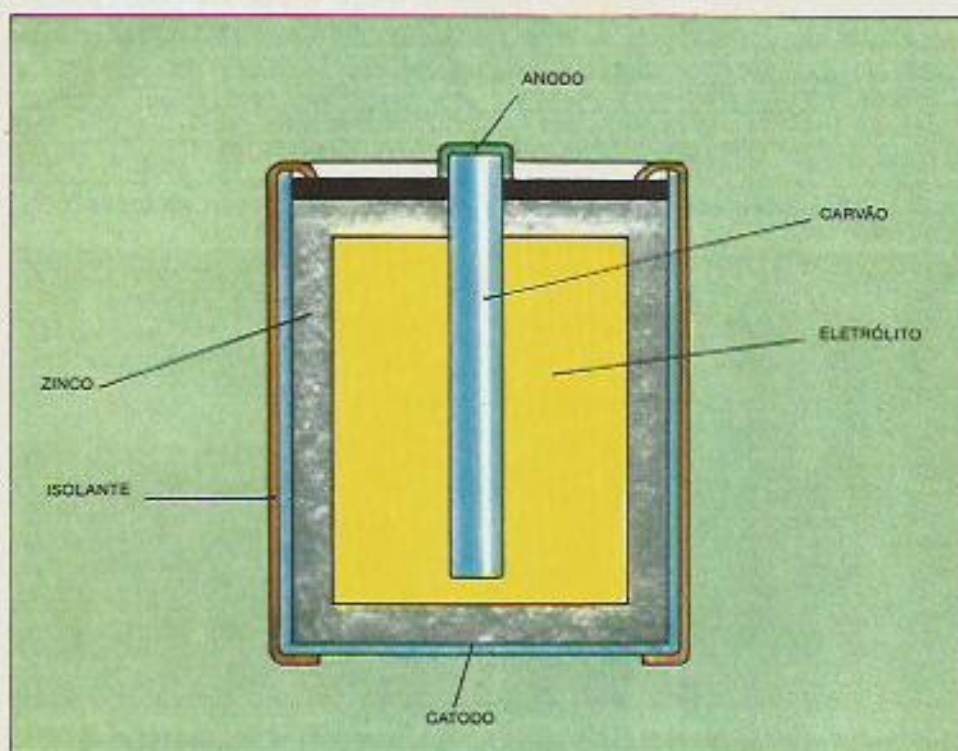
PILHAS E BATERIAS (2)

Num capítulo anterior você ficou conhecendo o funcionamento geral das pilhas e baterias. Nós mostraremos agora as vantagens e as desvantagens das pilhas de zinco-carbono e dois tipos de baterias.

As pilhas mais utilizadas atualmente são as de zinco-carbono, que apresentam, em geral, a forma de um cilindro, cujo volume determina a quantidade de energia que elas podem fornecer. Seu pólo negativo é formado pelo invólucro externo, enquanto o cilindro central de carbono, coberto por um capuz metálico e isolado do invólucro, constitui o pólo positivo.

Essas pilhas podem ter outros formatos além do cilíndrico, como, por exemplo, o de um paralelepípedo, com os dois pólos numa das faces. Seus terminais, neste caso, também são de formato diferente e colocados de modo que possam receber um sistema de ligação por pressão.

A estrutura interna da pilha de zinco-carbono é igual à da pilha construída pelo químico Leclanché. Servindo-se de um vaso, ele usou como eletrodos para o pólo positivo uma pequena barra de carvão, colocada num saquinho de tela resistente juntamente com uma



ACIMA: estrutura interna de uma pilha de zinco-carbono.

ABAIXO: estes são alguns dos modelos mais conhecidos de pilha do tipo zinco-carbono.



COMPONENTES

mistura de grafite e dióxido de manganês. Para o pólo negativo utilizou uma pequena barra de zinco. O líquido que envolve as duas barras, também chamado de eletrólito, é uma solução de sais de amoníaco e água.

Denominadas pilhas secas, as pilhas atuais contêm, no centro do cilindro que constitui sua cápsula, uma barra de carvão (forma de carbono). Em torno dessa barra encontra-se uma área de material absorvente, completamente impregnado pelo eletrólito, que é constituído por amoníaco, dióxido de manganês, óxido de zinco, cloreto de

zinco e água. Com um revestimento externo de zinco, o conjunto é hermeticamente fechado na parte superior, onde sobressai apenas o terminal positivo em contato com a barra de carvão. Nessa parte superior do invólucro metálico externo encontra-se um revestimento isolante que separa os pólos positivo e negativo. Também nas paredes do invólucro há uma capa isolante, mas a base, que constitui o terminal negativo, fica a descoberto. Essas pilhas fornecem uma tensão de 1,5 V; a energia e, conseqüentemente, a intensidade da corrente a ser fornecida de-

pendem do volume de eletrólito contido na pilha e da área de seus eletrodos positivo e negativo. Tendo o mais baixo custo do mercado, esse tipo de pilha pode ser usado em larga escala, embora só seja realmente eficiente nas aplicações que requerem uma alimentação intermitente, já que ela apresenta uma queda progressiva de tensão. Por outro lado, sua capacidade de regeneração durante os períodos de descanso é elevada.

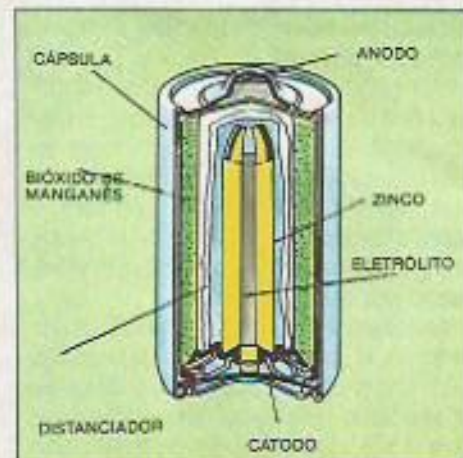
As pilhas alcalinas são formadas por um anodo de zinco com superfície ampla e por um catodo de óxido de manganês de densidade elevada. Elas se diferenciam das de zinco-carbono especialmente pela composição do eletrólito, que é de hidróxido de potássio, e apresentam em relação a estas quase o dobro da capacidade de energia, com uma duração sete vezes maior e uma impedância interna muito mais baixa. Por isso são altamente eficientes nas aplicações que requerem lon-

TIPO DE PILHA	TENSÃO NOMINAL (V)	DENSIDADE DE ENERGIA	
		Wh/kg	Wh/cm ³
Lítio	3	266	0,67
Prata	1,55	133	0,49
Mercurio	1,35	100	0,37
Alcalina	1,5	78	0,18
Zinco-carbono	1,5	55	0,09

ACIMA: tabela comparativa das tensões e densidades de energia em todos os tipos de pilha



ACIMA: pilhas alcalinas, encontradas no comércio em diferentes formatos padrão.



ACIMA: esquema de uma pilha alcalina, com sua estrutura interna em corte.

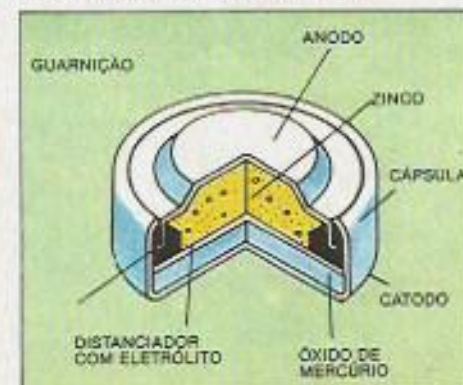
ABAIXO: dois modelos de pilha de mercúrio, de diferentes formatos.



ABAIXO: pilhas de prata, de formato muito semelhante ao das pilhas de mercúrio.



ABAIXO: pilha de mercúrio. O corte mostra sua estrutura interna.



gos períodos contínuos de alimentação com correntes relativamente elevadas. A tensão nominal das pilhas alcalinas é de 1,5 V, e sua voltagem permanece constante por um período mais longo, garantindo uma operação mais estável do equipamento que alimenta. São particularmente indicadas para a alimentação de jogos eletrônicos, filmadoras, gravadores e toca-fitas, além de equipamentos de iluminação de emergência. Em relação às pilhas zinco-carbono, seu custo é mais elevado.

As pilhas de mercúrio são formadas por um catodo à base de óxido de mercúrio, por um anodo de zinco e por um eletrólito à base de hidróxido de potássio. Com um revestimento externo de aço e aplicações de prata nos pólos para facilitar o contato, essas pilhas podem ser encontradas em dois formatos diferentes: cilíndricas e em forma de botão, sendo estas as mais utilizadas. Sua característica mais importante é a alta densidade de energia que pode fornecer, que é várias vezes mais elevada do que a dos tipos descritos anteriormente. A variação de tensão em função da descarga é praticamente nula; ela se mantém constante no valor de 1,35 V ao longo de toda a vida útil da pilha, o que a torna ideal para gerar tensões de referência; sua impedância interna é baixa e constante, não apresentando, portanto, nenhum fenômeno de recarga. Além disso, a pilha de mercúrio oferece excelente rendimento e estabilidade nas operações em altas temperaturas.

As pilhas de prata, muito parecidas em seu formato com as de mercúrio, compõem-se de um catodo de óxido de prata, de um anodo de zinco e de um eletrólito à base de hidróxido potássico ou sódico. Suas características elétricas se assemelham às da pilha de mercúrio, com a vantagem, em relação a esta, de terem uma tensão de 1,55 V. Mas, por terem um volume muito menor, apresentam também menor capacidade de fornecimento de energia.

Surgidas mais recentemente no mercado, as pilhas de lítio são, entre todas aqui mencionadas, as que apresentam a maior densidade de energia, maior vida útil e a maior tensão nominal. Seus componentes não incluem a água, o que permite um rendimento em baixas temperaturas muito superior ao de outras baterias, a ponto de se dispor de 50% de sua capacidade em temperaturas da ordem de -55°C.

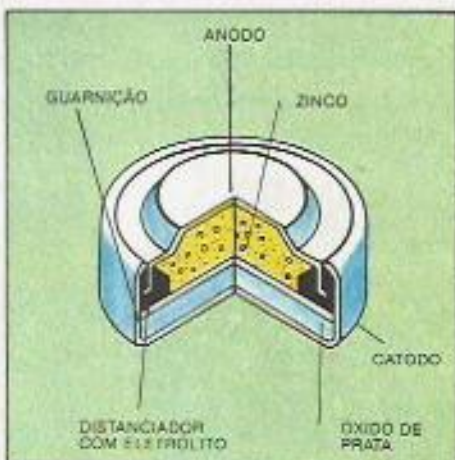
A composição e a estrutura das pilhas de lítio variam segundo os vários processos de fabricação, que se diferenciam fundamentalmente pelo material utilizado como catodo. Um dos modelos mais comuns é formado por um anodo de lítio e por um catodo gasoso à base de SOCl_2 absorvido em eletrólito inorgânico. Sua tensão é de 3,5 V, que permanece estável durante cerca de 90% da vida útil das pilhas. Outro modelo muito difundido é o que utiliza o lítio como material para o catodo e o bióxido de manganês (MnO_2) para o anodo.

A densidade de energia das pilhas de lítio chega a 266 Wh/kg, contra 133 das pilhas de prata e 55 das pilhas de zinco-carbono. É importante observar que as pilhas de lítio apresentam uma auto-descarga quase imperceptível, o que permite armazená-las por períodos três vezes mais longos em relação às de mercúrio e até cinco vezes mais longos em relação às do tipo de zinco-car-

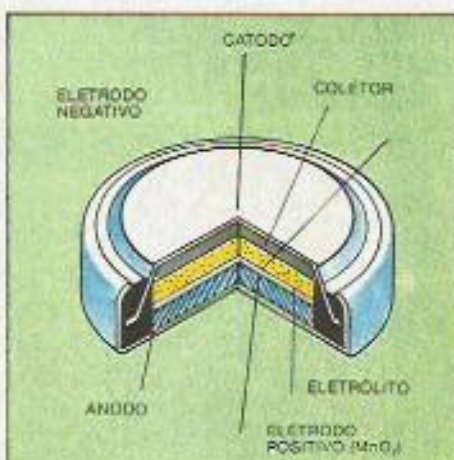
bono, sem que apresentem uma perda significativa de eficiência.

Vamos analisar agora os acumuladores ou baterias de chumbo, que constituem um dos tipos mais comuns de baterias secundárias ou recarregáveis. São formados por uma série de células individuais interligadas, cujo número depende da tensão que se deseja obter.

A célula elementar se compõe de dois eletrodos à base de chumbo, imersos num eletrólito constituído por uma solução de ácido sulfúrico em água. O eletrodo positivo ou anodo contém óxido de chumbo (PbO_2); o negativo ou catodo contém chumbo em forma esponjosa. Se entre o anodo e o catodo se inserir uma carga, por meio dela se irá produzir uma corrente elétrica. Com isso, desencadeiam-se reações químicas no interior da bateria, gerando o fluxo de elétrons necessário para manter a corrente circulando. No decorrer dessas reações, tanto o óxido de chumbo como o chumbo em estado



ACIMA: seção de uma pilha de prata, em que se nota sua semelhança com as de mercúrio.



ACIMA: estrutura de uma moderna pilha de lítio.

ABAIXO: modelos diversos de pilha de lítio.



COMPONENTES

puro são atacados pelo ácido sulfúrico, resultando em sulfato de chumbo e água. Quando a quantidade de ácido sulfúrico é baixa e a de sulfato é alta o suficiente para cobrir completamente os eletrodos, as reações internas diminuem e a tensão da bateria decresce, assim como a corrente. Esta chega a níveis tão baixos que se torna impossível continuar alimentando a carga externa. Nesse caso dizemos que a bateria está descarregada.

No processo inverso, ou seja, de carga, a bateria recebe tensão de um gerador externo, que provoca a passagem de corrente no seu interior, mas no sentido contrário ao da descarga. Em decorrência disso, o sulfato de chumbo se combina com a água, liberando sobre os eletrodos o chumbo e o óxido de chumbo originais e devolvendo à solução de eletrólito o ácido sulfúrico anteriormente consumido. Se a operação de carga se estender além

do tempo necessário à eliminação dos sulfatos dos eletrodos, vai-se produzir uma **sobrecarga** da bateria e, a partir desse momento, a corrente interna fará decompor a água em seus componentes (oxigênio e hidrogênio). O oxigênio obtido dessa forma reage com o chumbo do catodo, produzindo óxido de chumbo; este é atacado pelo ácido sulfúrico, resultando em sulfato de chumbo e água, que volta a se decompor em chumbo, como na primeira fase. O ciclo continua até a interrupção da tensão externa.

Na bateria, a capacidade de fornecimento de energia (em ampère/hora) é determinada principalmente pela quantidade de óxido de chumbo contida no anodo, que pode ser combinado facilmente com o ácido sulfúrico para produzir sulfato de chumbo. O catodo contém aproximadamente a mesma quantidade de chumbo existente no anodo, mas sua eficácia durante as reações de carga e descarga é superior; assim, as limitações são originadas no eletrodo positivo. A tensão de cada célula elementar tem um valor nominal de 2 V. Esse potencial se mantém suficientemente estável até que quase todo o material ativo em contato com o eletrólito tenha se transformado. Em seguida, dependendo do avanço do processo de descarga, a tensão diminui rapidamente, alcançando níveis inferiores a 1,6 V.

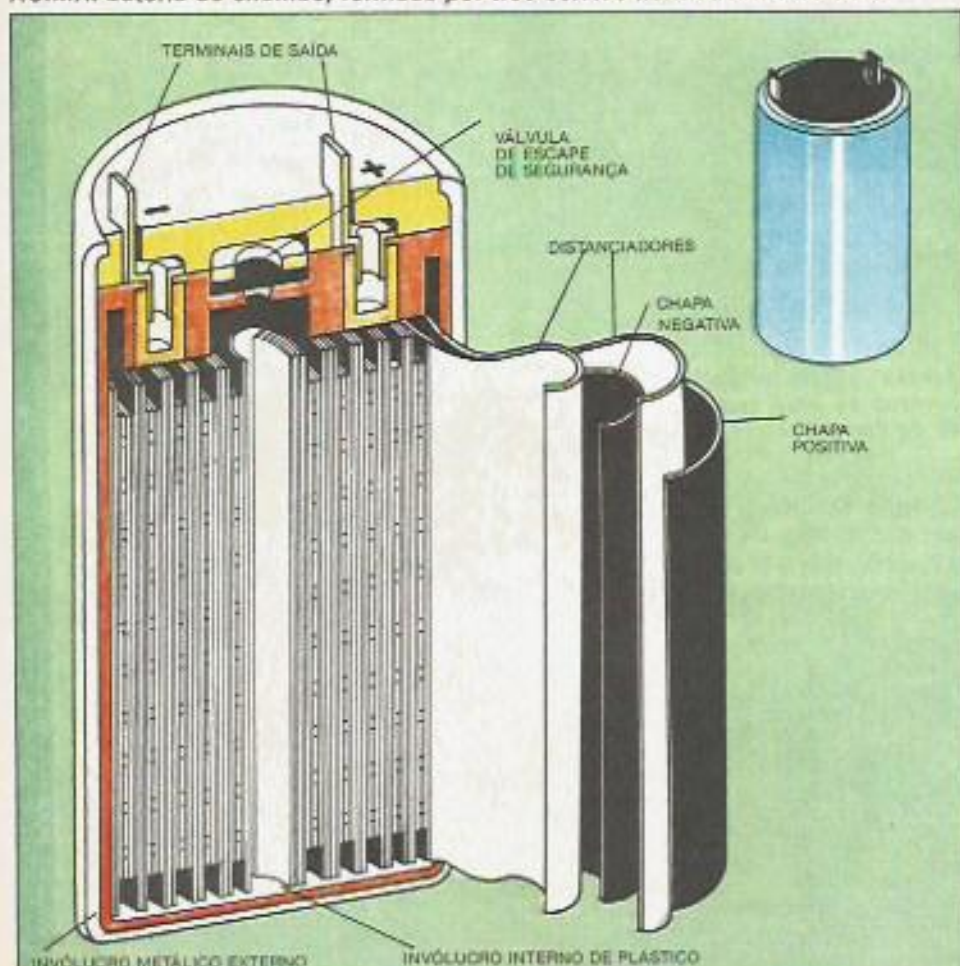
Durante o processo de carga, três ciclos diferentes se apresentam. No decorrer do primeiro ciclo a tensão sobe rapidamente até o valor nominal, mantendo-se durante a maior parte do período de carga, para subir novamente quando alcançar a sobrecarga. O nível intermediário de tensão, pouco antes dessa elevação, recebe o nome de **tensão de flutuação**, e apresenta um valor de 2,3 a 2,4 V.

Entre os vários tipos de baterias secundárias, as de chumbo são as mais econômicas. Elas podem realizar cerca de 200 ciclos de carga/descarga completos, atingindo até 500/600 ciclos com descargas de 60%. Quando estocadas descarregadas, tendem a acumular sulfato, reduzindo seu período de vida; mas em condições convenientes de estocagem chegam a durar de seis a oito anos. Podem ser utilizadas como células individuais ou como baterias constituídas por diversos elementos. É no campo automobilístico que são mais empregadas, em geral num mo-



ABAIXO: composição e estrutura de uma bateria de chumbo hermética.

ACIMA: bateria de chumbo, formada por três células herméticas em série.



delo de seis células ligadas em série, com uma tensão nominal de 12 V.

O segundo grupo de baterias secundárias é formado pelas baterias de níquel-cádmio. Estas também apresentam o mesmo processo de carga e descarga que observamos nas de chumbo, mas com diferenças significativas quanto ao funcionamento.

Uma bateria elementar ou célula de níquel-cádmio é formada por dois eletrodos laminares separados por um iso-

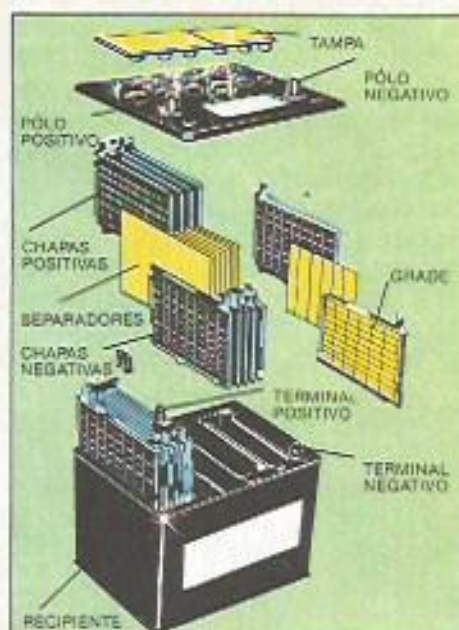
lante, enrolados um sobre o outro e imersos num eletrólito. O eletrodo positivo ou anodo é constituído de níquel e tem sobre a superfície externa um composto mais ativo, à base de hidróxido de níquel; o eletrodo negativo ou catodo é feito com cádmio, tendo na face externa um composto de hidróxido de cádmio. O eletrólito é constituído por uma solução de hidróxido de potássio. Quando entre os dois eletrodos se interpõe uma resistência de descarga,

uma diferença de potencial é produzida; uma corrente, então, começa a circular, dando início ao processo de descarga da bateria. O cádmio reage quimicamente com a água, com o eletrólito e com o hidróxido de níquel, produzindo hidróxido de cádmio no catodo e hidróxido de níquel no anodo.

Esse processo continua até que ambos os eletrodos se tornem inativos devido à elevada quantidade de hidróxidos acumulada.

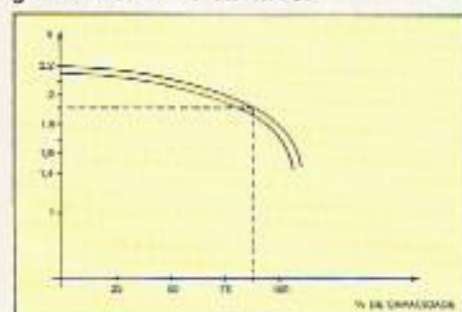


ACIMA: bateria de chumbo, de um modelo bastante utilizado em automóveis.

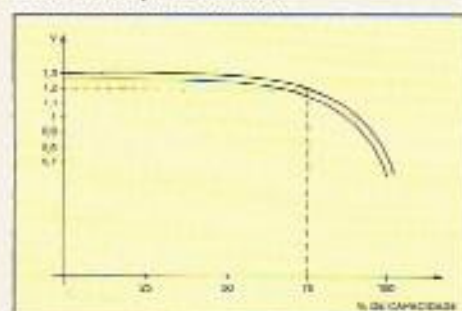


ACIMA: bateria para automóvel.

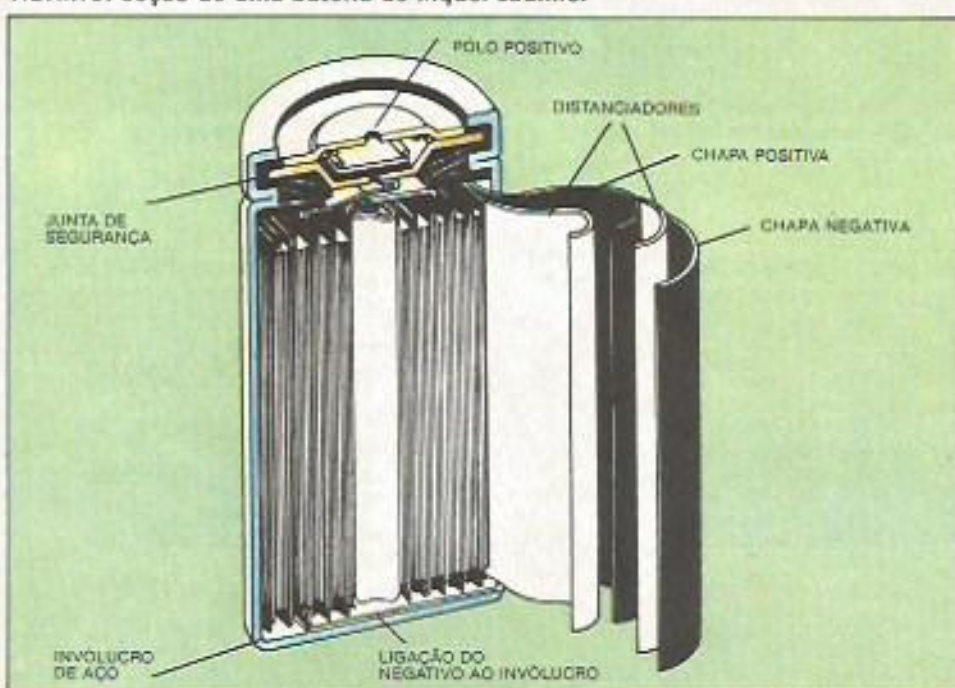
ABAIXO: no gráfico, a curva de descarga de bateria de chumbo.



ABAIXO: curva de descarga de uma bateria de níquel-cádmio.



ABAIXO: seção de uma bateria de níquel-cádmio.



COMPONENTES

No decorrer do processo de carga, a bateria é submetida a uma tensão externa inversa e os hidróxidos dos eletrodos se decompõem, liberando cádmio, níquel e água; depois de um determinado tempo, a bateria fica exatamente como nas condições iniciais. Durante a última parte do ciclo de carga, e também na sobrecarga, uma certa quantidade de gás é produzida. No eletrodo positivo é gerado oxigênio, e no catodo, hidrogênio, que devem ser eliminados do interior da bateria. Nos modelos de bateria hermética usa-se o recurso de fornecer ao catodo (cádmio) um excesso de capacidade; assim, quando se realiza o processo de carga, o estado de sobrecarga é alcançado primeiramente pelo anodo, que começa a gerar oxigênio em vez de hidrogênio. O oxigênio chega ao catodo, oxigenando-o imediatamente e deixando a bateria em equilíbrio. Na realidade, o processo de carga é controlado com a utilização da energia recebida pelo

carregador para manter a produção de oxigênio. Esse processo pode ser prolongado indefinidamente, sem que a bateria venha a sofrer danos. Sua tensão nominal é de 1,25 V, mas, com plena carga, é possível alcançar uma tensão de 1,5 V. As baterias de níquel-cádmio custam quase o triplo das de chumbo, mas oferecem algumas vantagens. Elas podem ser conservadas em estoque tanto carregadas como descarregadas, sem que sua durabilidade seja afetada. Alguns modelos permitem realizar até 30 000 ciclos de carga e descarga. Sua densidade energética é superior à dos modelos de chumbo; além disso, não requerem complicados sistemas de carregadores, sendo necessário somente que tenham corrente constante de cerca de 1:10 da carga total. Em geral, essas baterias são indicadas quando há necessidade de um modelo leve e portátil, de longa duração e que dispense manutenções periódicas.



ACIMA: baterias de níquel-cádmio, de tensões e capacidades diferentes.

ABAIXO: modelo de bateria de níquel-cádmio formado de várias células cilíndricas.



Qual o processo químico que se verifica durante a descarga de uma bateria de chumbo?

Durante a descarga, o ácido sulfúrico reage com os materiais dos eletrodos, produzindo sulfatos e água. Quando a quantidade de sulfatos é tão alta a ponto de cobrir os eletrodos, a bateria deixa de fornecer corrente.

O que se entende por sobrecarga da bateria?

Significa que a operação de carga ultrapassou o tempo necessário à eliminação dos sulfatos dos eletrodos e ao seu retorno ao estado inicial.

Qual a tensão produzida numa bateria de chumbo?

Isso depende do número de células ligadas em série, uma vez que cada célula tem uma tensão nominal de 2 V.

O que é tensão de flutuação?

É o ponto máximo de tensão que a bateria atinge durante o processo normal de carga, no momento de transição para a sobrecarga.

Que vantagens oferecem as baterias de níquel-cádmio em relação às de chumbo?

Elas permitem realizar um número maior de operações de carga e descarga, apresentam maior densidade de energia e são mais leves.

Qual o nível de tensão produzido numa bateria de níquel-cádmio?

A tensão nominal é de 1,25 V, embora, com plena capacidade, se possa chegar a 1,5 V.

Por que as pilhas de lítio são as mais caras?

Porque, entre todas as pilhas, são as que apresentam maior densidade de energia, maior vida útil e maior tensão nominal. Além disso, as pilhas de lítio permitem bom rendimento em baixas temperaturas.

Quais as vantagens das pilhas alcalinas em relação às pilhas de zinco-carbono?

As pilhas alcalinas apresentam quase o dobro da capacidade de energia, têm uma duração sete vezes maior e são eficientes para longos períodos de alimentação. Seu único inconveniente é o custo elevado.

INTERRUPTORES E COMUTADORES (1)

Os interruptores e os comutadores são dispositivos presentes na quase totalidade dos aparelhos elétricos e eletrônicos. Embora seu funcionamento pareça muito simples, no seu projeto é preciso levar em consideração uma série relativamente complexa de parâmetros.

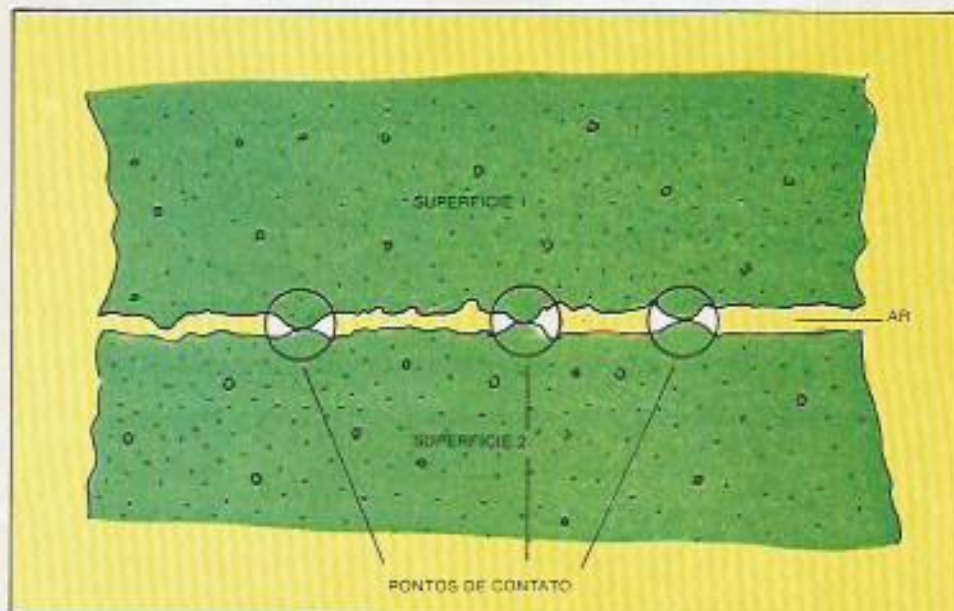
A maioria dos aparelhos eletrônicos incorpora elementos capazes de interromper, inserir ou comutar um determinado circuito interno. O caso mais comum é o do interruptor liga-desliga da tensão da rede ou da tensão de uma pilha ou de uma bateria.

À primeira vista, a função desses componentes pode parecer muito simples, mas, no seu projeto, é necessário levar em consideração uma série relativamente complexa de parâmetros, tendo em vista que a brusca interrupção da alimentação de energia e seu imprevisto restabelecimento produzem alguns fenômenos que é indispensável conhecer e analisar.

O princípio de funcionamento desses componentes baseia-se na existência de duas regiões ou superfícies condutoras que se abrem e se fecham por acionamento mecânico para formar o chamado **contato elétrico**. O contato elétrico permite a circulação dos elétrons de uma parte para a outra das regiões contatadas, oferecendo uma mínima resistência à sua passagem. A esta condição, pode-se acrescentar uma outra, que é a resistência mecânica dos contatos. Ela faz com que a durabilidade dos contatos seja o mais longa possível.

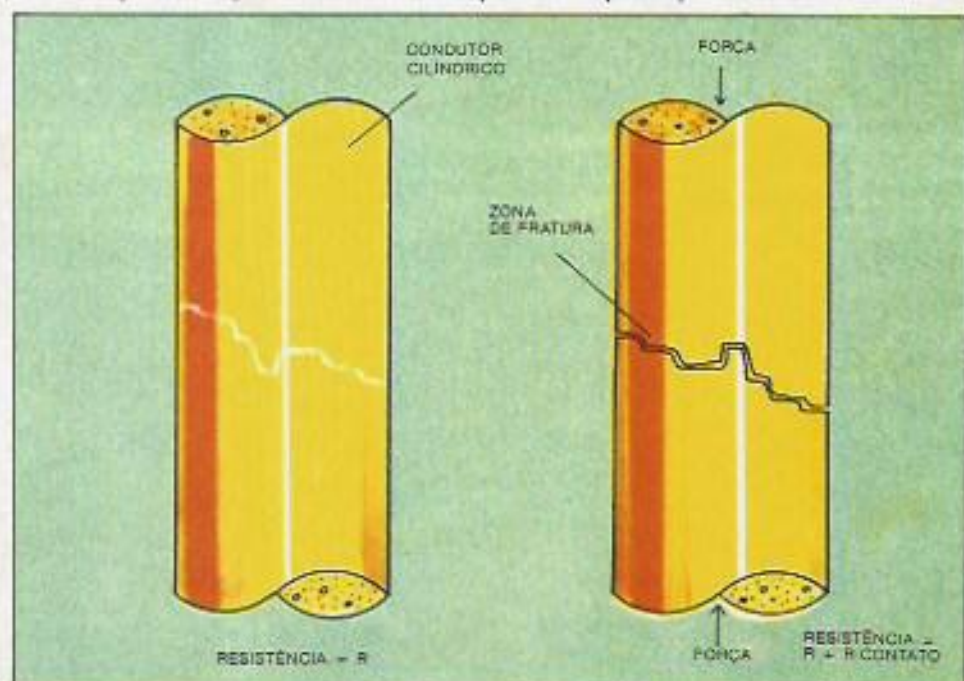
As duas partes condutoras são sempre relativamente rugosas, pois, na prática, é impossível obter uma superfície inteiramente lisa, que não apresente, sobretudo no nível das dimensões microscópicas, uma série de rugosidades ou asperozas, visíveis apenas com a ajuda do microscópio na maior parte dos casos.

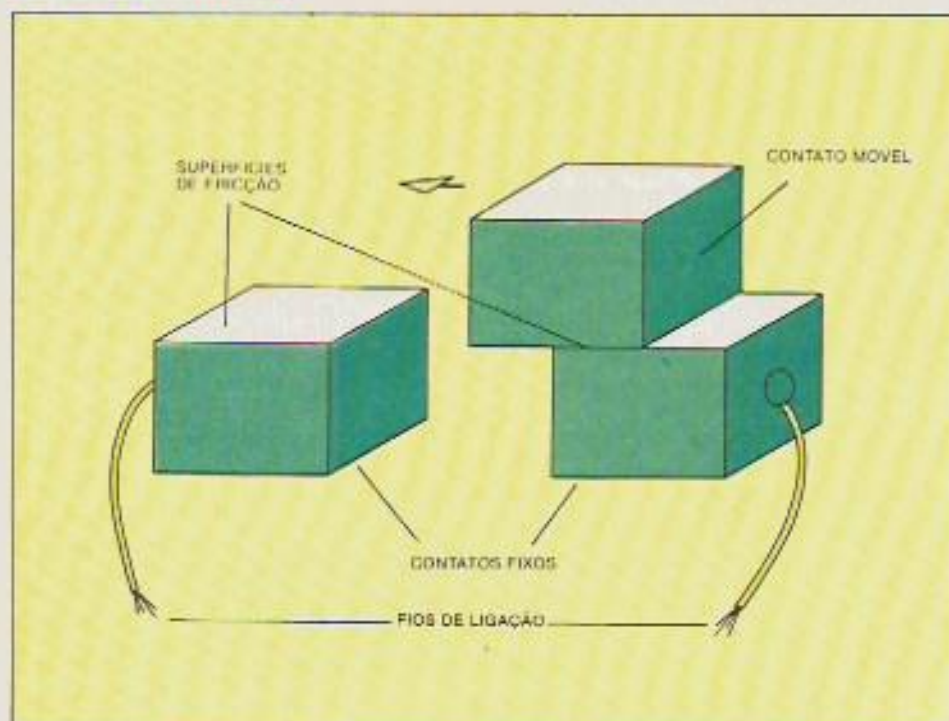
Conseqüentemente, quando as superfícies entram em contato, mediante uma força que as mantém unidas, elas apenas se tocam em alguns pontos; os demais pontos ficam separados pelo ar. As regiões em que se produz um real contato são pequenas em relação



ACIMA: quando se juntam duas superfícies, o contato real ocorre apenas em alguns pontos, devido às rugosidades existentes.

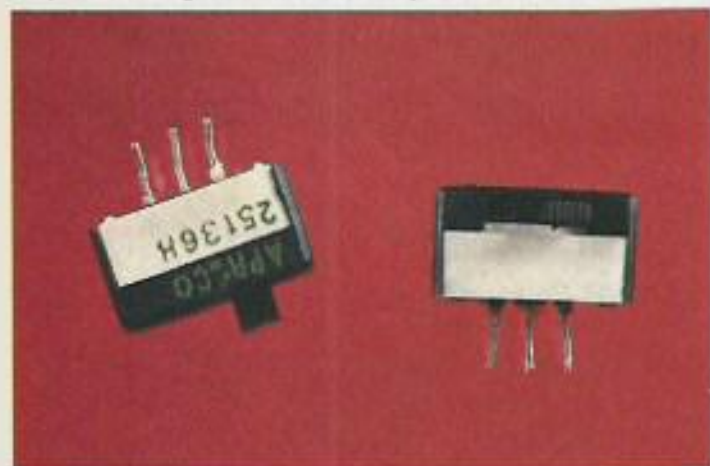
ABAIXO: entre duas superfícies unidas, existe sempre uma resistência de contato, mesmo que elas aparentemente se adaptem com perfeição.



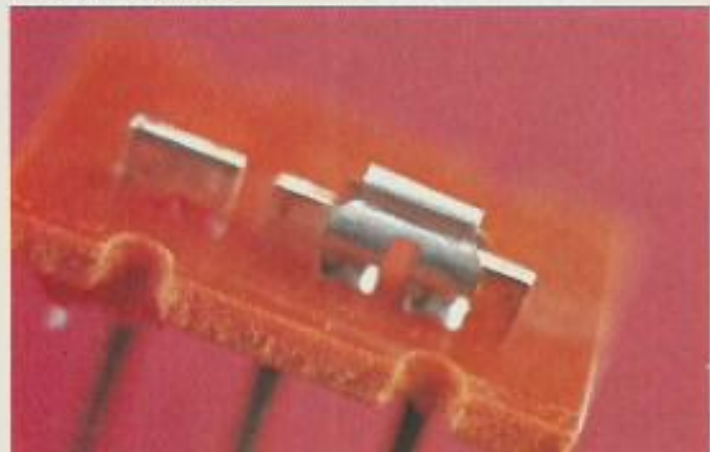


ACIMA: princípio de funcionamento de um contato elétrico do tipo deslizante.

ABAIXO: dois modelos de comutador deslizante miniaturizado para montagem em circuito impresso.



ABAIXO: aspecto interno de um comutador deslizante de duas posições. Observa-se o contato móvel situado sobre os dois contatos fixos.



àquelas que ficam separadas, ainda que a pressão exercida seja bem forte. Aumentando essa pressão, consegue-se apenas uma deformação nos pontos que inicialmente estavam em contato, embora se possa formar um segundo grupo de pontos que se unem. A primeira consequência disso é o aparecimento de uma determinada **resistência de contato**, a qual sempre deve ser levada em conta.

Para exemplificar essa situação, vamos considerar um condutor cilíndrico de vários milímetros de diâmetros para o qual se calcula a resistência elétrica entre dois pontos separados por um certo comprimento L . A resistência corresponde a

$$R = \rho \cdot \frac{L}{A}$$

onde ρ é a resistividade elétrica do material, A é a seção do condutor e L o seu comprimento.

ABAIXO: foto de interruptores do tipo deslizante de duas e de oito posições.



ABAIXO: comutador rotativo. Este é um modelo de três posições com circuitos independentes.



Se o condutor for seccionado em duas partes e depois se colocar novamente em contato as superfícies que estavam anteriormente unidas, de modo que não seja visível a fratura, é possível constatar, medindo a resistência entre os mesmos dois pontos, que houve um aumento de resistência entre eles, embora esse aumento seja pequeno. Pois bem, tal aumento indica o valor da **resistência de contato** manifestada nesse condutor.

Um outro fenômeno que se verifica nas superfícies que produzem um contato elétrico é o surgimento de uma fina camada de óxido e de outros compostos químicos, formados pela reação do material com elementos contaminantes presentes na atmosfera. Esta película é semi-isolante e deve ser eliminada dos pontos convenientes para se obter melhor contato. Outros efeitos podem ser produzidos, de acordo com o tipo de contato, a potência envolvida

e os componentes presentes no circuito. Podem surgir, por exemplo, arcos ou descargas elétricas entre as duas regiões de contato. Nesse caso, a corrente, a tensão, os indutores presentes e o tempo de abertura do contato exercem muita influência. Em consequência do aparecimento do arco, ocorre uma fusão local do contato e uma transferência de matéria de uma parte para outra do contato. Também ocorrem oxidações que, acumulando-se, tornam o contato imprestável depois de certo tempo de trabalho.

Há dois tipos fundamentais de acionamento de um contato elétrico:

- Deslizante ou com ação tangencial
- Basculante ou com ação vertical.

Nos contatos deslizantes, uma superfície escorrega sobre outra. Como é necessário aplicar uma determinada força para vencer a fricção, verifica-se uma deterioração conseqüente do desgaste. Nos contatos basculantes, uma

das superfícies pode ser fixa e a outra móvel, ou ambas podem ser móveis. Elas são colocadas em contato pela ação de uma força perpendicular a ambas, e que as aproximam até que se toquem.

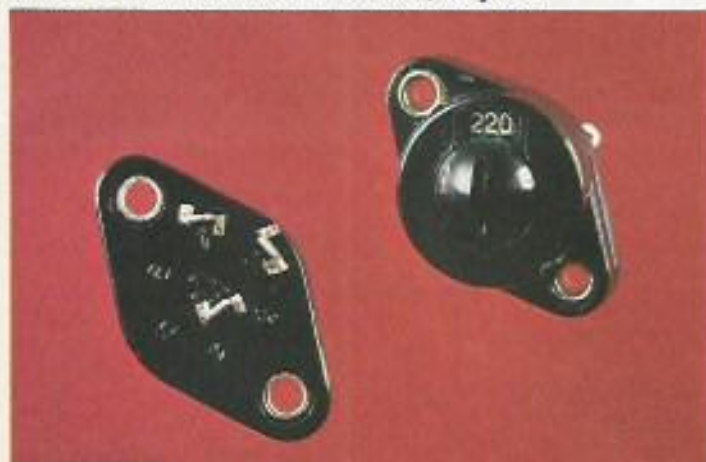
Com base na função que desempenham, os contatos podem ser classificados em:

- Interruptor com um ou mais contatos simultâneos
- Comutadores de um ou mais ramos (ou circuitos).

Os interruptores realizam a abertura ou o fechamento de um ou mais circuitos elétricos, de acordo com o número de contatos que possuam. Neste caso eles são todos independentes.

A ação dos interruptores pode ser permanente ou momentânea, dependendo do modelo adotado. No primeiro caso, o contato é feito quando se aciona o comando do interruptor e a situação permanece inalterada até que se pro-

ABAIXO: o comutador de tensão da rede é um modelo especial de comutador rotativo de duas posições.



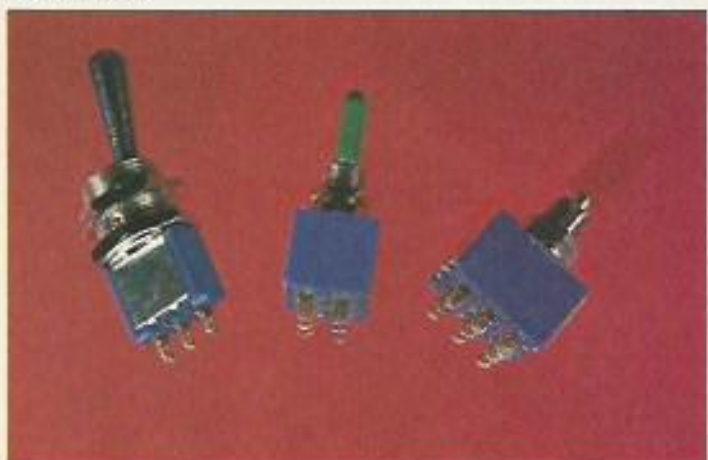
ABAIXO: detalhe do encaixe mecânico de um dos comutadores da ilustração anterior.

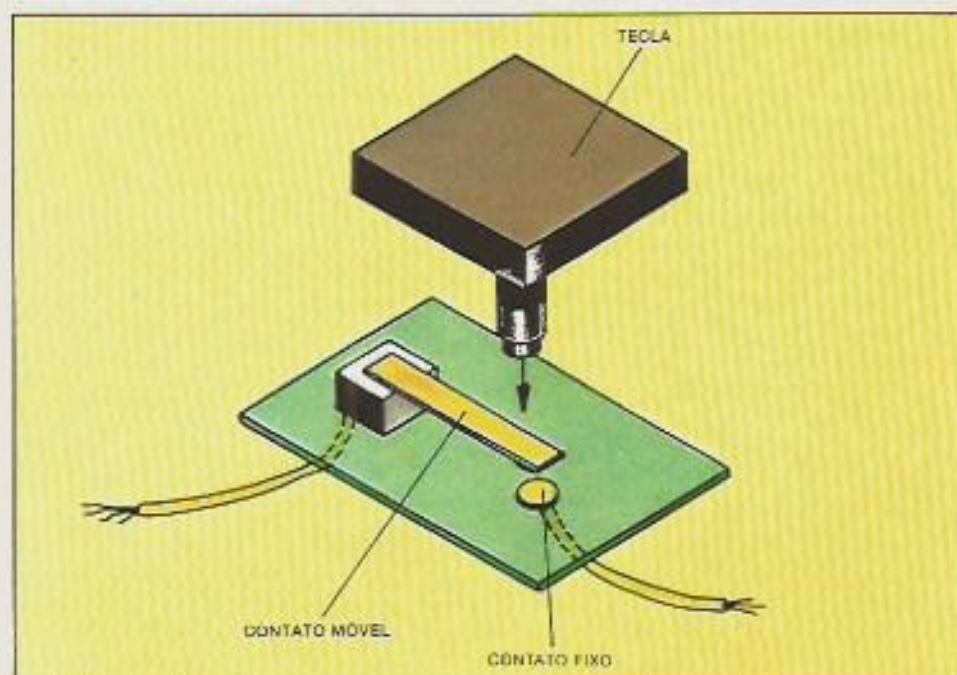


ABAIXO: tipos de comutador de duas posições de funcionamento, dotados de um ou mais circuitos ou ramos.



ABAIXO: comutadores acionados pelo sistema de alavanca. O da esquerda tem apenas um ramo; o do centro, dois; e o da direita, três.





ACIMA: princípio de funcionamento de um contato elétrico do tipo basculante.

cesse a operação contrária, que abre o contato. Esse modelo é usado na eletrônica digital para definir os estados iniciais de trabalho de um circuito. Nos interruptores de ação momentânea, o contato existe apenas enquanto é acionado o comando; depois disso, recupera a posição inicial. Estes interruptores são de grande utilidade para introduzir dados e ordens em uma série de equipamentos, especialmente nas aparelhagens digitais.

Os comutadores dispõem de vários contatos fixos e móveis, com uma série de posições definidas, nas quais se realiza união elétrica entre os pontos fixos e móveis. Desse modo, pode-se distribuir um certo sinal ou tensão elétrica

no ponto do circuito prefixado com o objetivo de se obter uma determinada função.

Os comutadores de dois contatos podem ser do tipo deslizante ou basculante. Os basculantes são empregados geralmente nas aplicações que requerem uma ação momentânea. Existe no mercado uma grande variedade de modelos de interruptor e de comutador de duas posições. Eles apresentam diferentes sistemas de acionamento, baseados em três formas principais:

- Acionamento com comando em forma de alavanca
- Acionamento com chave plana ou alavanca de pequeno percurso
- Acionamento por pressão.

ABAIXO: comutadores acionados por pressão, com botões intercambiáveis.



ABAIXO: comutadores de duas posições, com modelos acionados por alavanca, chave de pequeno curso ou pressão.



Qual é o princípio de funcionamento dos interruptores e comutadores?

Por meio de um acionamento mecânico, abre-se ou fecha-se um contato elétrico entre duas regiões ou superfícies condutoras.

O que é contato elétrico?

Contato elétrico é uma união, por pressão, de duas superfícies metálicas condutoras de eletricidade.

Quais são os tipos de acionamento de um contato elétrico?

Há dois tipos fundamentais de acionamento: deslizante ou ação tangencial e basculante ou ação vertical.

Que diferença há entre os contatos deslizantes e os contatos basculantes?

Nos primeiros, o contato se produz pelo deslizamento de um contato sobre outro, enquanto nos segundos o contato ocorre em consequência de uma força perpendicular que aproxima os dois contatos até que eles se unam.

Qual a diferença entre os contatos interruptores e os comutadores de duas posições?

Os interruptores realizam apenas a função de abertura e fechamento da passagem da corrente elétrica através de um circuito. Nos comutadores, o contato move-se entre dois contatos fixos, produzindo simultaneamente a abertura de um e o fechamento do outro.

O que é a chamada resistência de contato?

É a resistência elétrica que se origina nos pontos de contato, entre as duas partes do próprio contato. Esses pontos representam uma seção que pode ser percorrida por uma corrente, mas ela é sempre pequena em relação à superfície restante.

ROLETA ELETRÔNICA

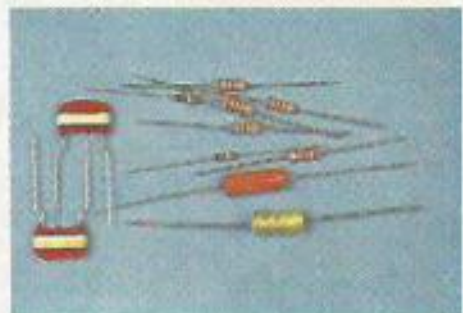
Garanta bons momentos de lazer com este aparelho que simula com perfeição uma roleta comum. O movimento da bolinha é representado por leds que acendem e apagam seqüencialmente.

Este aparelho é constituído por 16 leds vermelhos, dispostos de forma circular, que correspondem a 16 números (0 a 15), em vez dos tradicionais 37 números que fazem parte das roletas comuns usadas em cassinos.

A rotação característica da roleta comum, e o conseqüente movimento da bolinha, é simulada com o acender e apagar de cada um dos leds, seqüencialmente, até o momento em que a seqüência é interrompida, com um úni-

co led piscando para indicar o número sorteado. Para dar início ao jogo, basta acionar um interruptor de pressão localizado no painel do aparelho.

O circuito da roleta eletrônica funciona com uma tensão de alimentação de 6

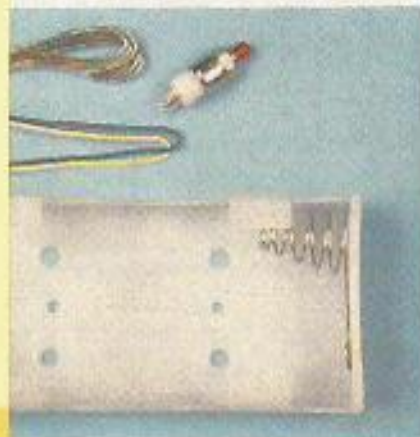


2. Resistores de 1/4 W (R1 a R7), capacitores eletrolíticos (C1 e C2) e capacitores de poliéster (C3 e C4).



3. Diodos (D1 a D4), leds de 5 mm (D5 a D16) e transistores (Q1 e Q2).

4. Suporte de pilhas, fios e solda.



**VEJA COMO É FÁCIL
MONTAR OS MAIS
AVANÇADOS KITS
NA ÁREA DA
ELETRÔNICA
RÁDIO E TELEVISÃO**

MONTAGEM

V, fornecida por quatro pilhas médias ligadas em série.

Ferramentas necessárias:

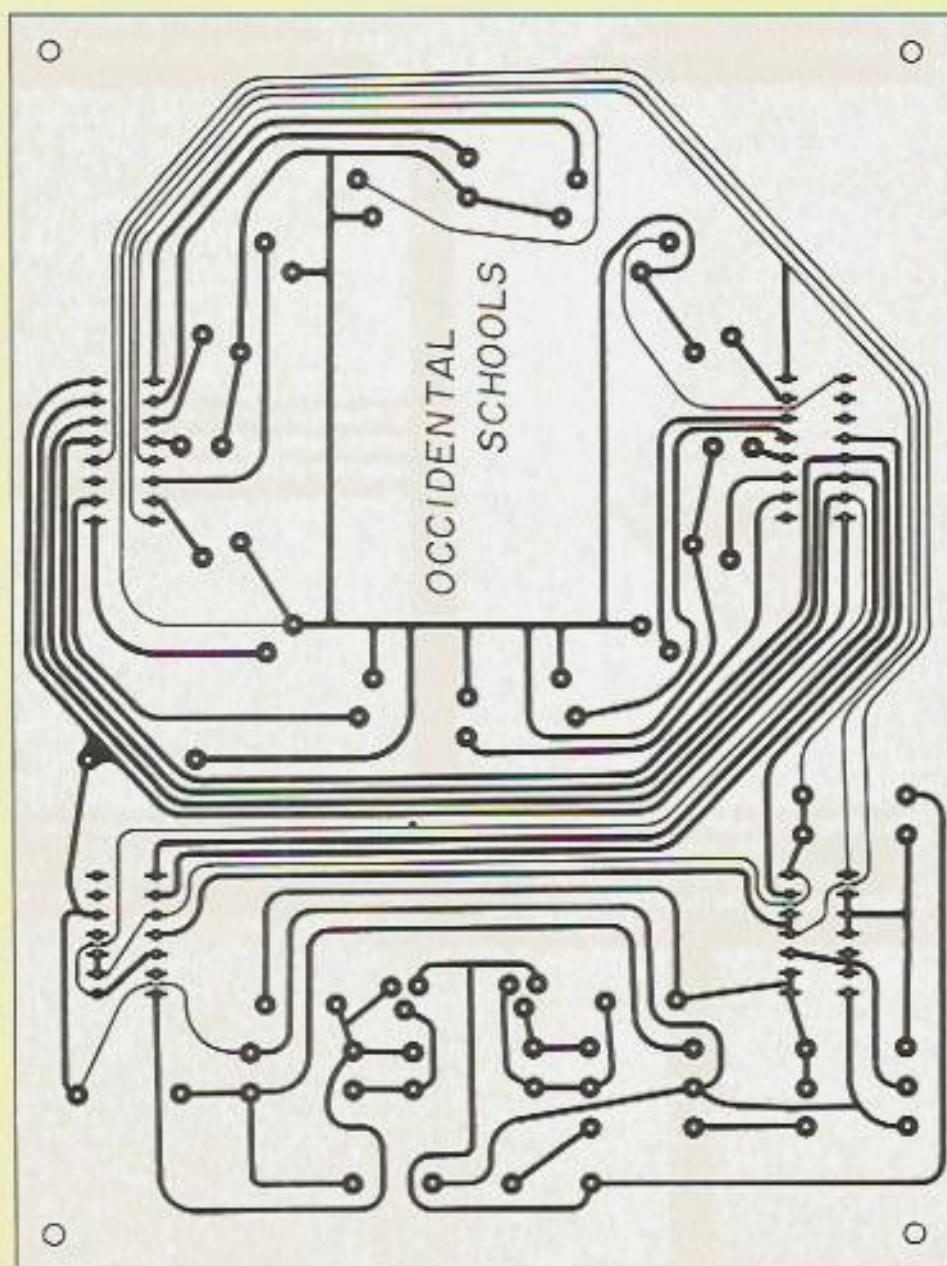
- 1 ferro de soldar com potência máxima de 30 W
- 1 alicate de bico
- 1 alicate de corte
- 1 chave de fenda pequena
- 1 chave de fenda média
- 1 furadeira
- 1 conjunto de brocas

- 1 morsa
- 1 serra para metal
- 1 lima redonda para acabamento
- 1 lima plana para acabamento

Componentes:

- 1 placa de circuito impresso de 162 mm x 122 mm
- 7 resistores de 1/4 W, nas posições R1 a R7 da placa, com os seguintes valores e cores para uma melhor identificação:

- R1-1,5 K Ω (marrom-verde-vermelho)
- R2-1,5 K Ω (marrom-verde-vermelho)
- R3-150 K Ω (marrom-verde-amarelo)
- R4-150 K Ω (marrom-verde-amarelo)
- R5-2,2 K Ω (vermelho-vermelho-vermelho)
- R6-220 Ω (vermelho-vermelho-marrom)
- R7-120 Ω (marrom-vermelho-marrom)
- 2 diodos de sinal 1N4148 ou equivalentes, identificados por D1 e D2 na placa



O traçado do circuito

Traçado do circuito impresso, em tamanho natural. Para a construção do circuito, basta copiá-lo em papel milimetrado. Depois é só usá-lo, seguindo as explicações que já foram dadas.

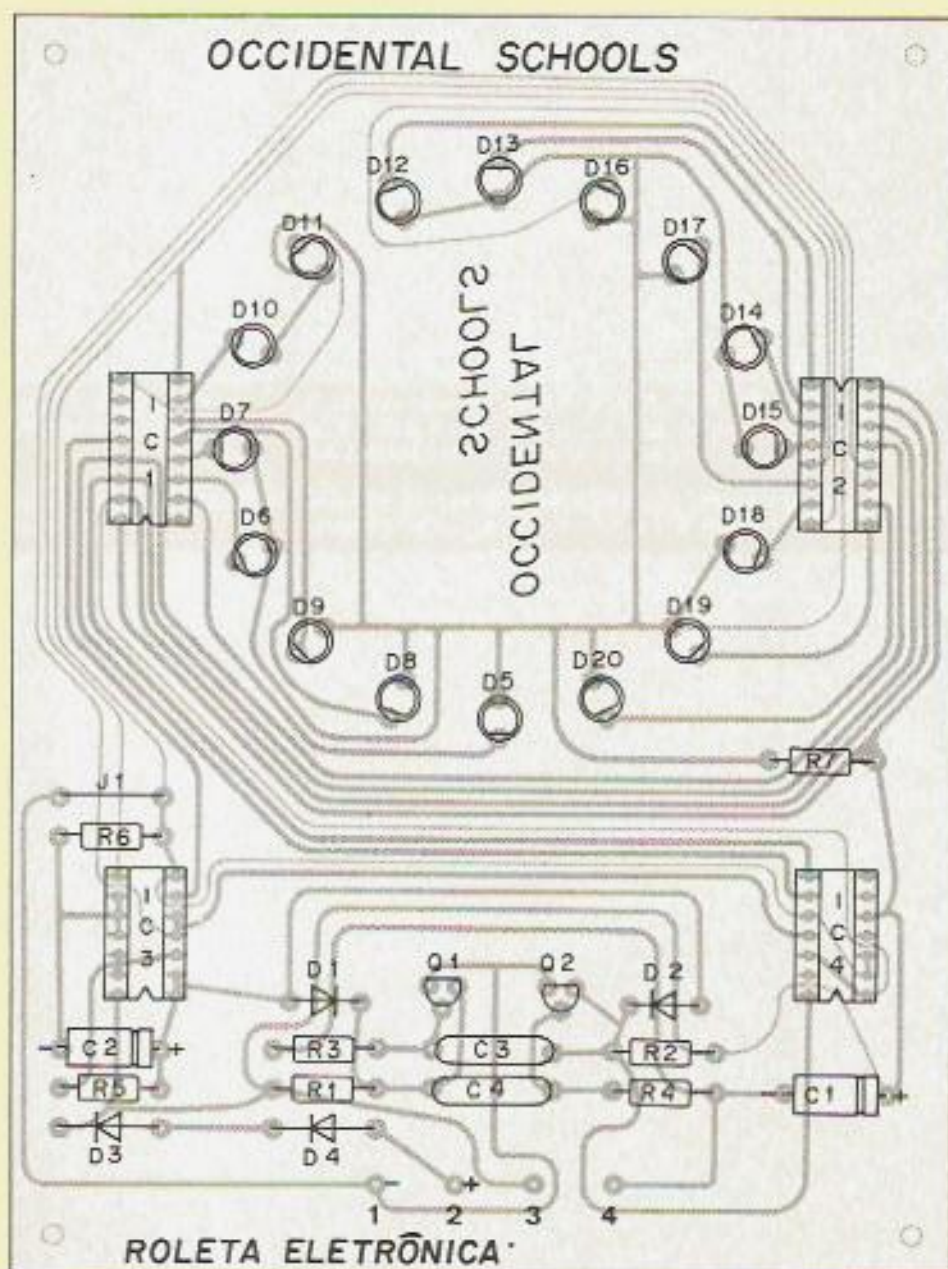
- 2 diodos retificadores 1N4001 ou 1N4002 ou equivalentes, identificados por D3 e D4 na placa
- 2 capacitores eletrolíticos, nas posições C1 e C2 da placa, com os seguintes valores:
C1-47 μ F x 16 V - axial
C2-25 μ F x 16 V - axial
- 2 capacitores de poliéster, nas posições C3 e C4 da placa de circuito impresso, com os seguintes valores e cores para identificação:

- C3-220 nF ou 220 KpF (vermelho-vermelho-amarelo)
- C4-220 nF ou 220 KpF (vermelho-vermelho-amarelo)
- 16 leds vermelhos de 5 mm, indicados por D5 a D20 na placa
- 2 transistores BC 547 ou equivalentes, nas posições Q1 e Q2 da placa de circuito impresso
- 4 circuitos integrados, nas posições IC1 a IC4 da placa, com os seguintes códigos:

- IC1 - 7442 - 16 pinos
- IC2 - 7442 - 16 pinos
- IC3 - 7400 - 14 pinos
- IC4 - 7493 - 14 pinos
- 2 soquetes de 16 pinos para circuito integrado
- 2 soquetes de 14 pinos para circuito integrado
- 1 interruptor de pressão
- 1 suporte para 4 pilhas médias com fios
- 4 pilhas médias

O desenho do circuito

Este desenho mostra a posição correta para a montagem dos componentes na placa de circuito impresso. Siga-o atentamente.



MONTAGEM

- 15 cm de fio azul n.º 24
- 15 cm de fio amarelo n.º 24
- 1 chassi com tampa (altura = 65 mm; largura = 135 mm; profundidade = 250 mm)
- 4 espaçadores de 50 mm (plástico ou fenolite)
- 4 parafusos de 3 mm x 55 mm
- 2 parafusos de 3 mm x 6 mm
- 4 parafusos auto-atarraxantes
- 6 porcas de 3 mm
- 1 pedaço de solda 60/40

Montagem:

Ao construir a placa de circuito impresso, preocupe-se somente com o lado cobreado. A disposição dos componentes no lado oposto não precisa estar desenhada na placa. Na sequência de fotos que apresentamos aqui, as posições dos componentes estão desenhadas somente para facilitar a compreensão.

O chassi e a tampa poderão ser construídos ou comprados prontos, a partir

das dimensões fornecidas na relação de componentes. Antes de fazer qualquer furo na caixa, é aconselhável primeiro a aquisição das peças necessárias para a montagem.

Os passos são os seguintes:

1º) Solde os resistores nas posições R1 a R7 da placa de circuito impresso (veja foto 7).

2º) Faça o jumper J1 com um pedaço de terminal de resistor, e solde-o na posição desenhada na placa de circuito impresso (veja foto 7).

3º) Solde os diodos de sinal nas posições D1 e D2 da placa e os diodos retificadores nas posições D3 e D4, de tal modo que a faixa existente no corpo dos diodos coincida com a ponta do símbolo desenhado na placa de circuito impresso (veja foto 7).

4º) Solde os capacitores eletrolíticos C1 e C2 na placa de circuito impresso. Tome cuidado para que não haja inversão de polaridade (veja foto 8).

5º) Solde os capacitores de poliéster C3 e C4 na placa de circuito impresso (veja foto 8).

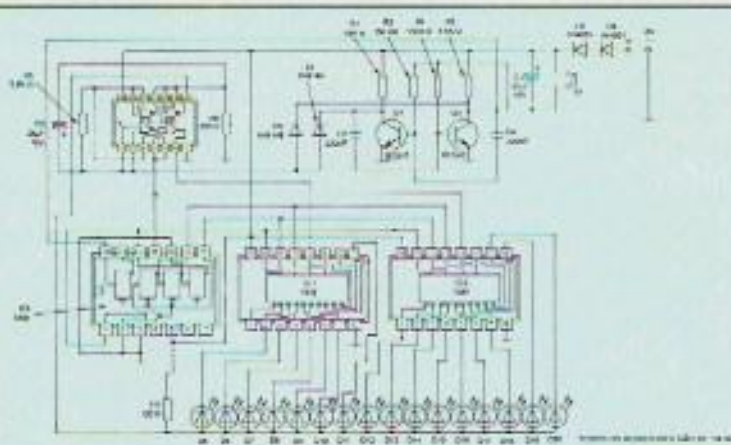
6º) Monte os transistores Q1 e Q2 na placa, de tal modo que os seus chanfros coincidam com o lado reto do símbolo desenhado na placa (veja foto 8).

7º) Solde os soquetes de 16 pinos nas posições IC1 e IC2 da placa e os soquetes de 14 pinos nas posições IC3 e IC4, de tal forma que a marcação neles existente coincida com a marcação do símbolo desenhado na placa. Em seguida, encaixe os circuitos integrados IC1 a IC4 nos seus respectivos soquetes, tomando cuidado para que a ranhura do corpo dos integrados coincida com a marcação existente nos soquetes (veja foto 9).

8º) Solde os leds nas posições D5 a D20 da placa de circuito impresso, de tal forma que os seus chanfros coincidam com o lado reto do símbolo desenhado na placa. A parte interior do corpo dos leds deve ficar a uma altura de aproximadamente 1 cm em relação à placa, para que posteriormente a tampa do chassi possa ser encaixada sobre todos os leds e eles possam ser visualizados (veja foto 9).

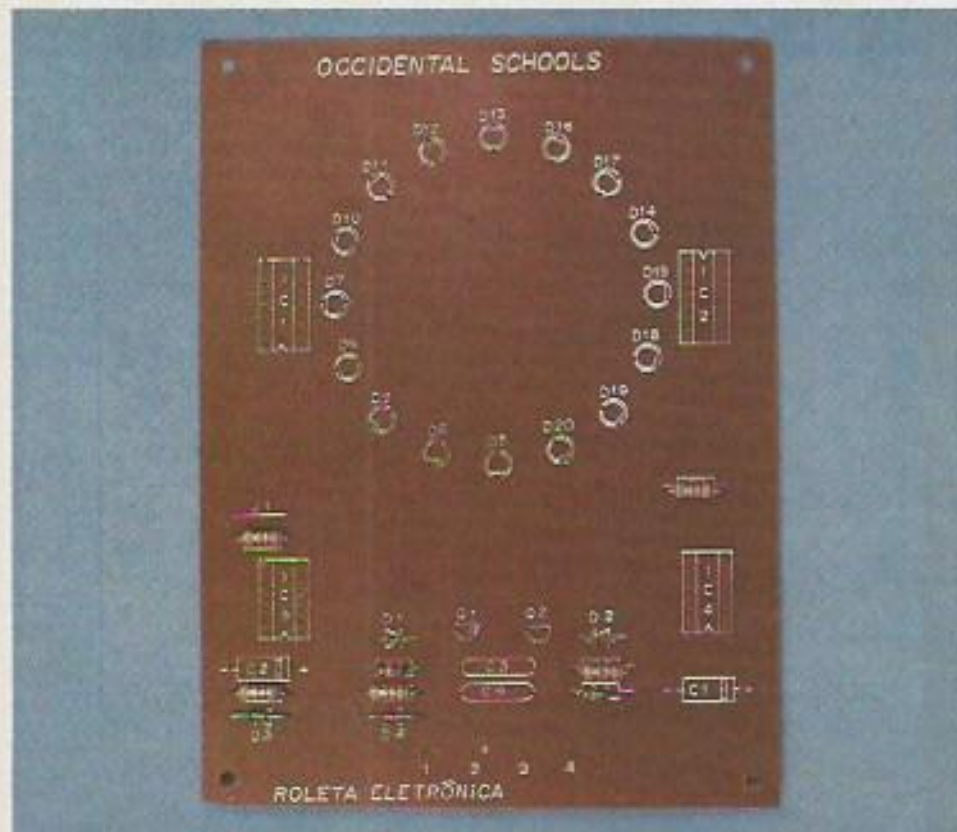
9º) Solde um pedaço de 15 cm de fio azul n.º 24 no furo n.º 4 da placa de circuito impresso e um pedaço de 15 cm de fio amarelo n.º 24 no furo n.º 3 (veja foto 9).

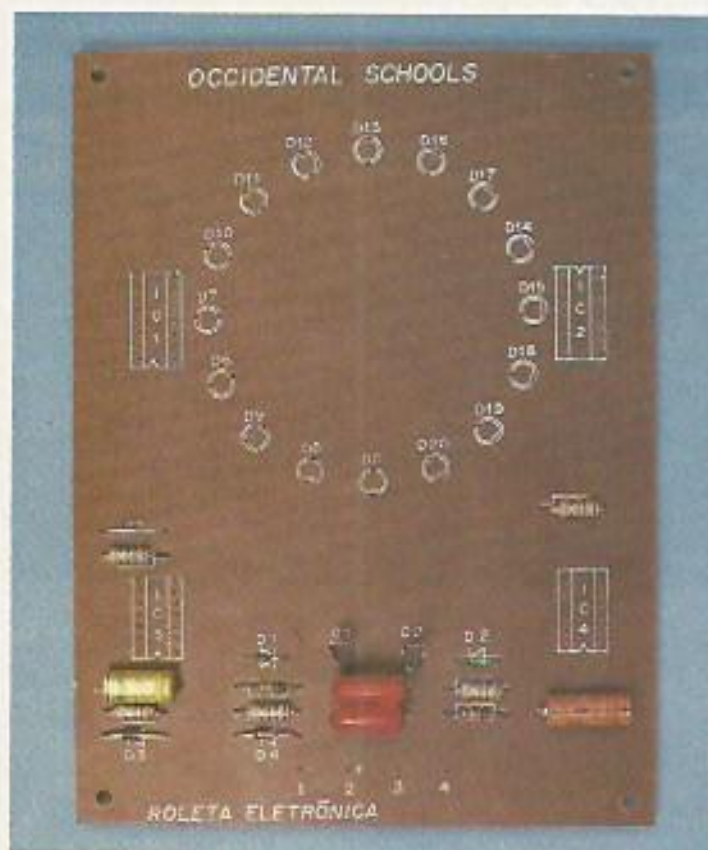
10º) Ligue os terminais do interruptor de pressão nas pontas dos fios azul e amarelo (veja foto 10).



6. Esquema elétrico da roleta eletrônica.

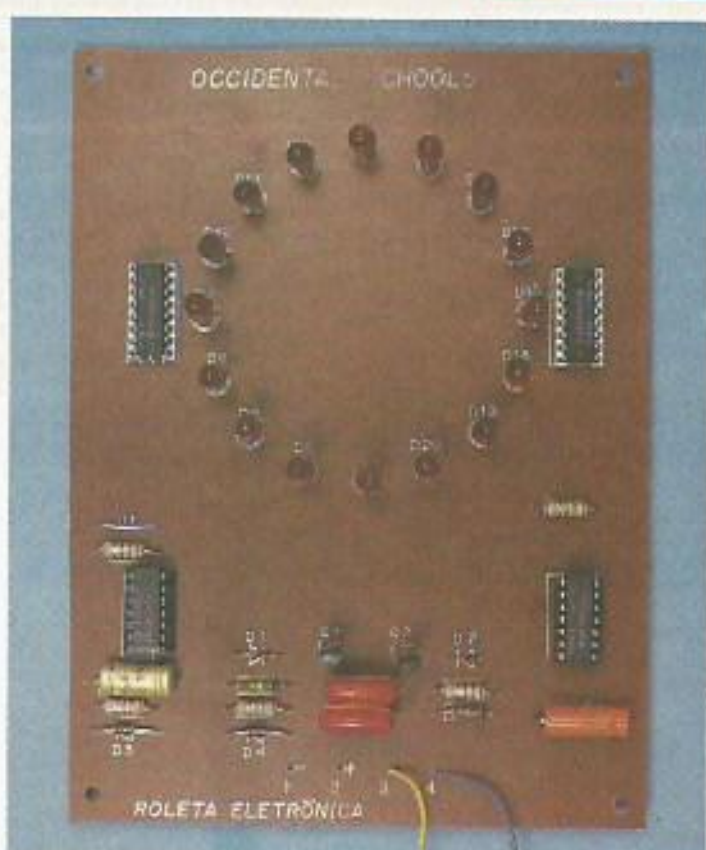
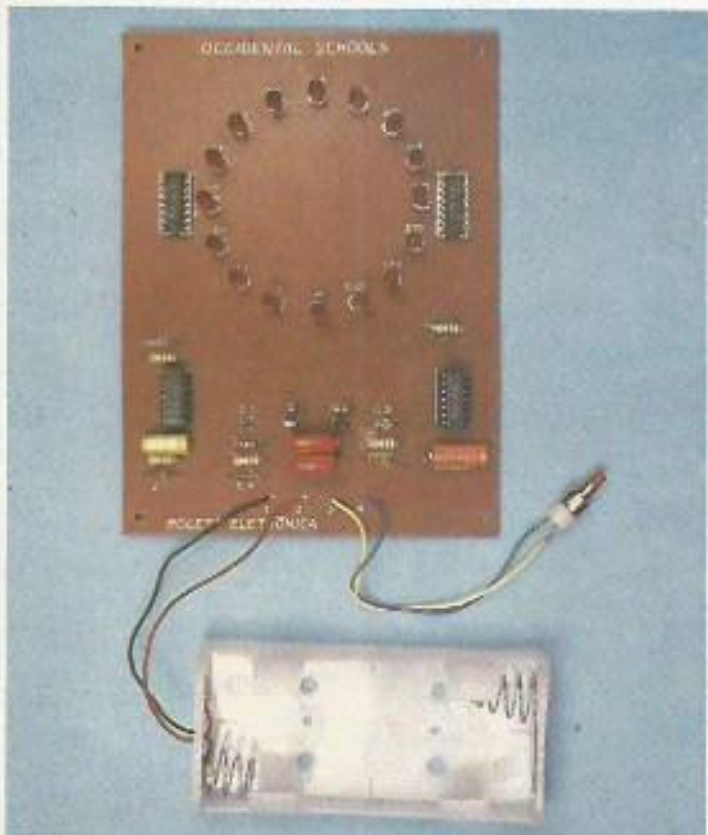
7. Colocação dos resistores (R1 a R7), do jumper (J1), dos diodos de sinal (D1 e D2) e dos diodos retificadores (D3 e D4) no circuito impresso.





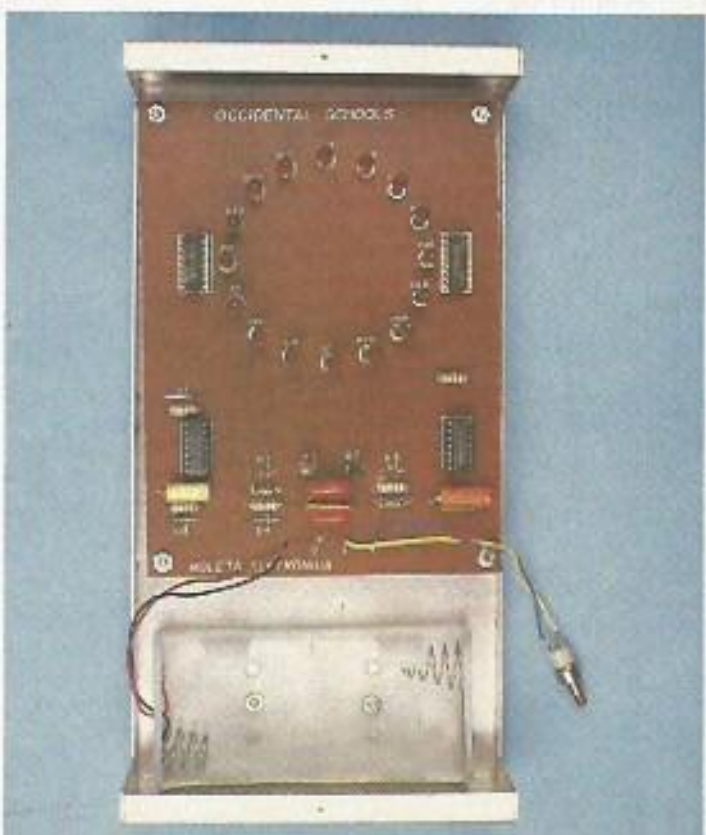
8. Colocação dos capacitores eletrolíticos (C1 e C2), dos capacitores de poliéster (C3 e C4) e dos transistores (Q1 e Q2) na placa de circuito impresso.

10. Ligação dos terminals do interruptor de pressão e dos fios vermelho e preto do suporte de pilhas.



9. Montagem de quatro soquetes, dos circuitos integrados (IC1 a IC4) e dos leds (D5 a D20) na placa de circuito impresso. Ligação dos fios azul e amarelo nos furos 4 e 3 da placa.

11. Fixação da placa de circuito impresso e do suporte de pilhas no chassi.



MONTAGEM

11.º) Ligue o fio vermelho (+) do suporte de pilhas no furo nº 2 da placa de circuito impresso e o fio preto (-) no furo nº 1 (veja foto 10).

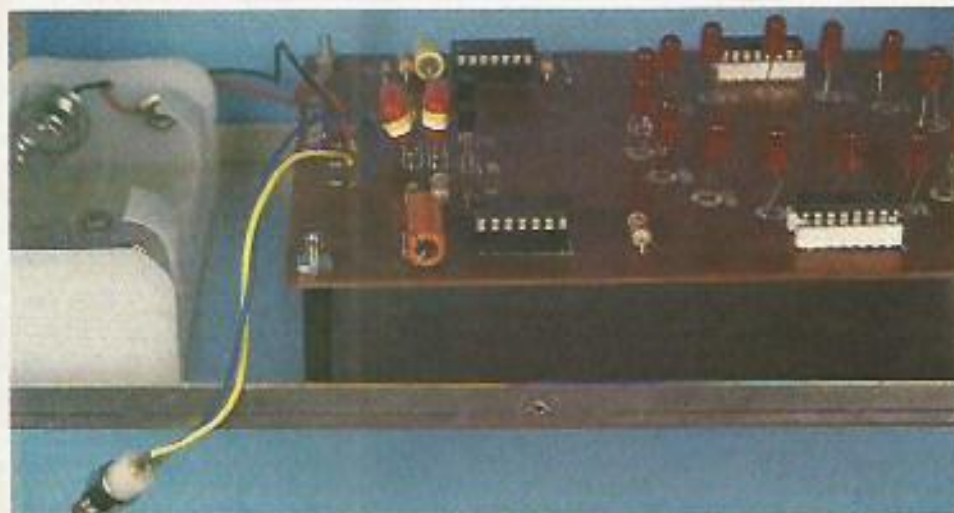
12.º) Depois de fazer os devidos furos no chassi, fixe a placa de circuito impresso, usando quatro parafusos de 3 mm x 55 mm, quatro espaçadores de 50 mm e quatro porcas de 3 mm (veja fotos 11 e 12).

13.º) Fixe o suporte de pilhas no chassi, usando para isso dois parafusos de 3

mm x 6 mm e duas porcas de 3 mm (veja foto 11).

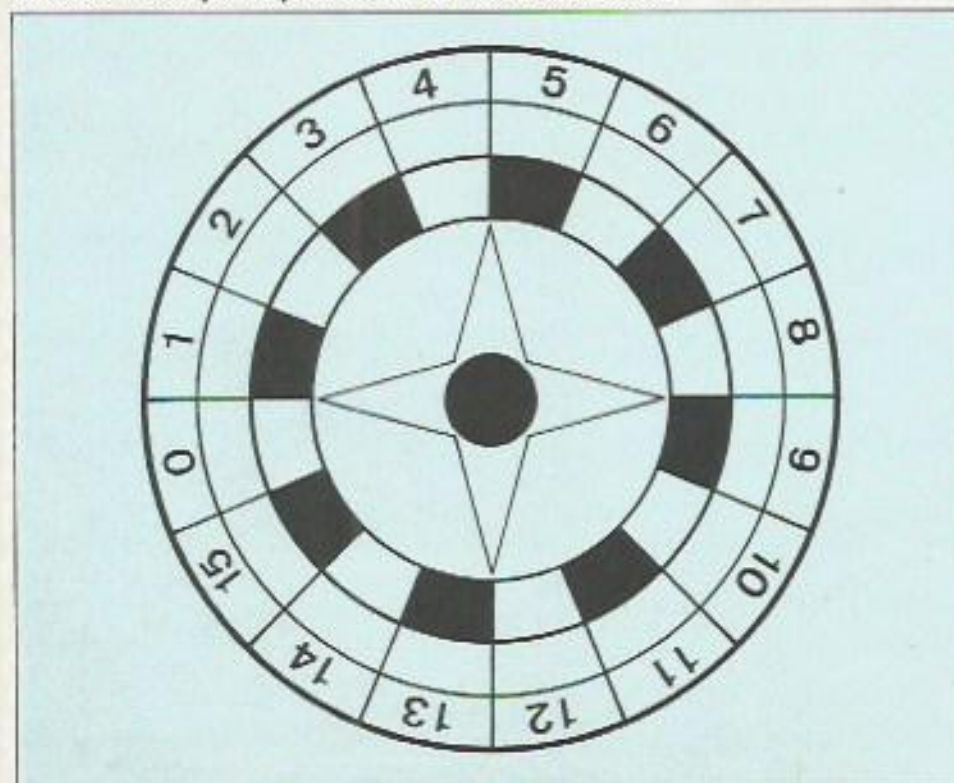
14.º) Depois de fazer os furos, o acabamento e o desenho (mostrado na ilustração 13) na tampa do chassi, encaixe quatro pilhas médias no suporte de pilhas, fixe o interruptor de pressão na tampa, encaixe-a nos leds da placa e no chassi, fixando-a com quatro parafusos auto-atarraxantes.

A roleta eletrônica está pronta para diverti-lo (veja foto 14).



12. Detalhe da placa de circuito impresso fixada no chassi.

13. Desenho do painel para os leds da roleta eletrônica.



Como funciona o circuito da roleta eletrônica?

O funcionamento é baseado no uso de dois osciladores distintos. O primeiro é constituído pelos transistores Q1 e Q2, resistores R1, R2, R3 e R4 e capacitores C3 e C4. Esse oscilador, através da descarga e da carga do capacitor C1, gera impulsos de frequência variável, que atingem o circuito integrado IC4. A combinação das operações dos circuitos integrados IC4, IC1 e IC2 produz a iluminação dos leds em sequência até sua interrupção, que é provocada pela parada do primeiro oscilador.

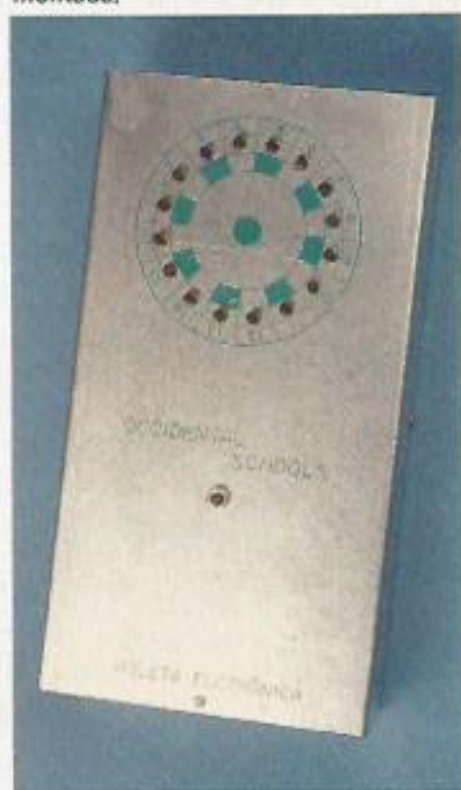
O que faz com que o led correspondente ao número sorteado fique piscando?

O segundo oscilador, que possui baixa frequência e é constituído pelo circuito integrado IC3, pelos resistores R5 e R6 e pelo capacitor C2. Este oscilador faz com que o led que permaneceu aceso fique piscando, apenas para destacar o número sorteado.

A roleta eletrônica pode "viciar" em alguns resultados?

Sim, depois de muito tempo de uso, porque as pilhas vão-se descarregando e a tensão de alimentação torna-se cada vez menor. Desse modo, o acionamento aleatório dos leds fica prejudicado.

14. Aspecto final da roleta eletrônica montada.



O OSCILOSCÓPIO (1)

O osciloscópio é um instrumento de medida que tem um enorme campo de aplicações. Com uma grande vantagem: ele permite "visualizar" as variações dos sinais no tempo, além dos níveis de corrente ou de tensão.

O osciloscópio de raios catódicos é um instrumento de medida que tem um enorme campo de aplicações. Ele pode ser usado quase exclusivamente como aparelho de laboratório de pesquisa e desenvolvimento ou como importante auxiliar em outros trabalhos do campo elétrico e eletrônico, além de encontrar aplicação em vários setores tecnológicos.

A principal vantagem do osciloscópio em comparação com os outros aparelhos de medida é que ele permite "visualizar" a variação no tempo dos sinais aplicados em sua entrada, além dos níveis de corrente ou de tensão em qualquer ponto de seu percurso. O elemento básico para a visualização dos sinais é o tubo de raios catódicos: em seu visor são produzidas as representações dos sinais.

Originariamente, o visor tinha forma circular, mas hoje predominam os formatos quadrado e retangular. No caso do visor circular, a superfície útil é de cerca de 10 cm de diâmetro; no quadrado, de 10 x 10 cm; e 10 x 8 cm, no retangular. Os fósforos que recobrem o visor determinam sua persistência, que é um fator muito importante para a observação do movimento das ondas. Em geral, o efeito de persistência é muito pequeno, exceção feita para o caso dos osciloscópios especialmente projetados para alta persistência.

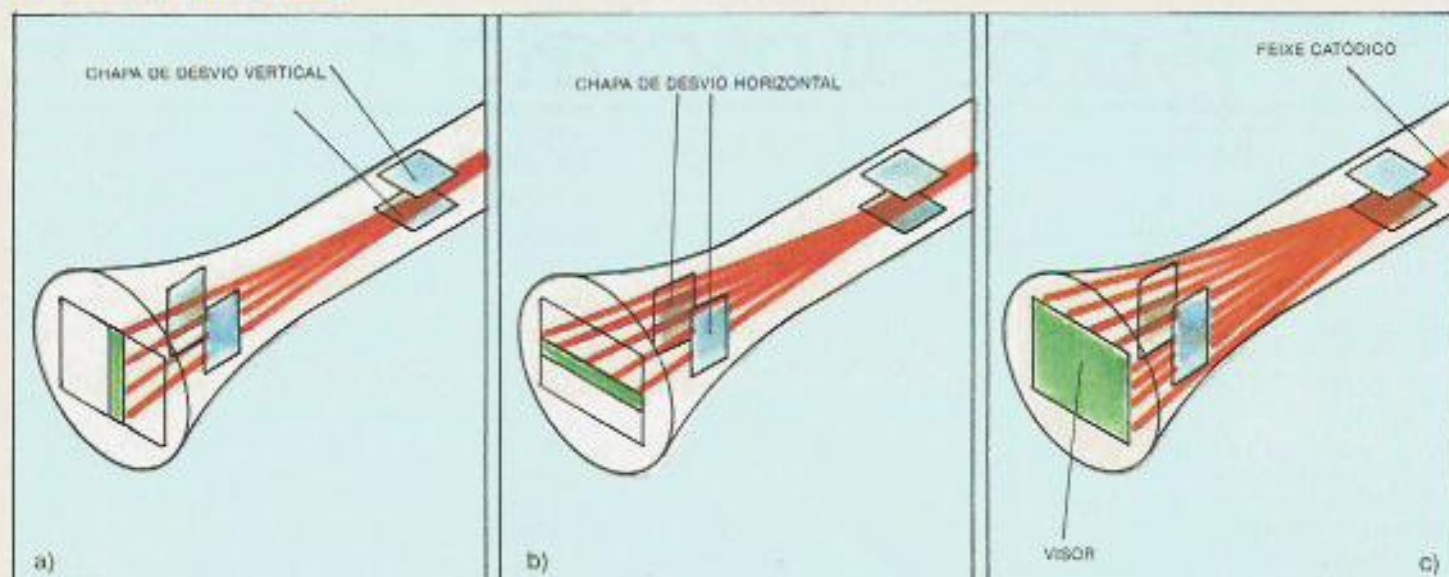
O sistema de deflexão baseia-se num princípio bastante diferente do utilizado em televisão. O tubo catódico incorpora em seu próprio interior um sistema de quatro pequenas chapas defletoras que funcionam eletrostaticamente; ou seja, sobre elas aplica-se uma tensão que exerce uma ação de atração ou repulsão, dependendo da polaridade, sobre os elétrons do feixe. Essas pequenas placas são colocadas em pares com as faces em paralelo, duas em po-

sição vertical e duas em posição horizontal. O intervalo entre as placas depende da forma geométrica do tubo. As chapas verticais são encarregadas da deflexão horizontal, enquanto as chapas horizontais movem o raio eletrônico verticalmente.

O fenômeno da deflexão exige a aplicação de tensões relativamente elevadas sobre as chapas, tanto nas horizontais como nas verticais. As tensões que se aplicam nas chapas verticais — chamadas "do horizontal", pois produzem este movimento — são geradas por

ABAIXO: este é um osciloscópio de raios catódicos moderno; dispõe de duplo canal de entrada e tubo de feixe simples.



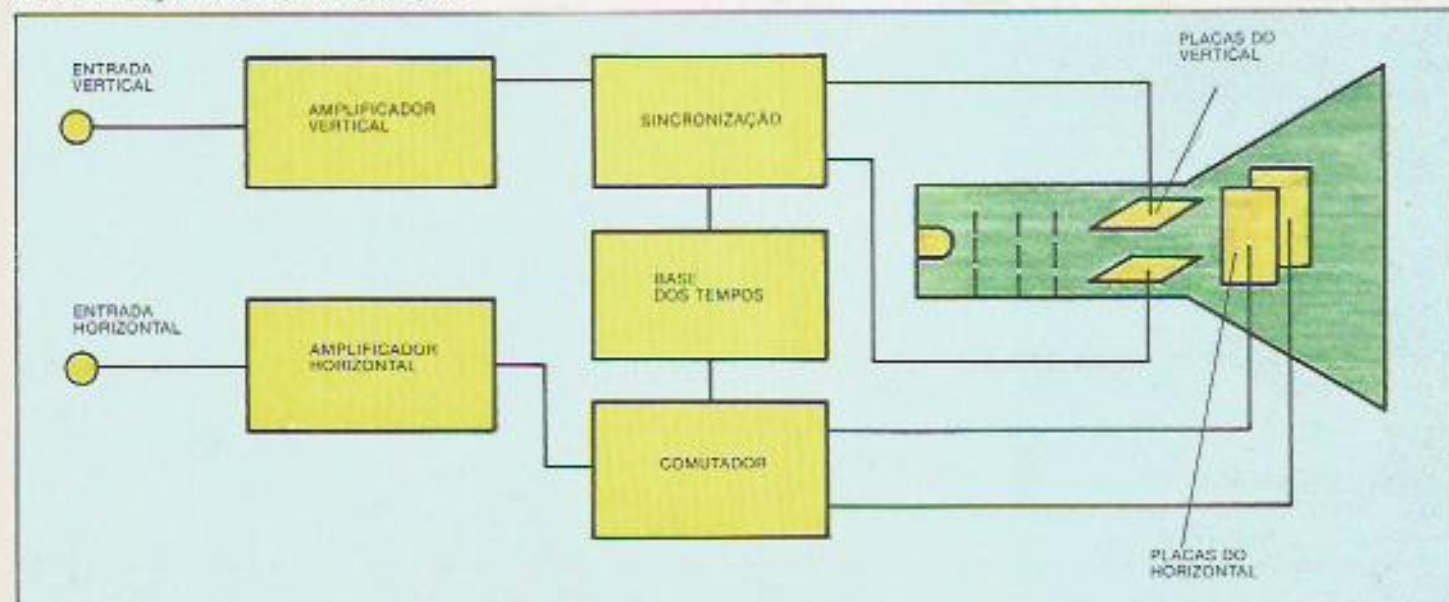


ACIMA: deflexão de um osciloscópio eletrostático: a) aplicando a tensão sobre as pequenas placas do desvio vertical, aparece uma linha vertical; b) o mesmo acontece com as placas do horizontal, que provocam o aparecimento de uma linha horizontal; c) se aplicarmos a tensão aos dois pares de placas, podemos fazer com que o feixe chegue em qualquer ponto do visor.



ACIMA: comparação entre a medição de um osciloscópio e de um multímetro.

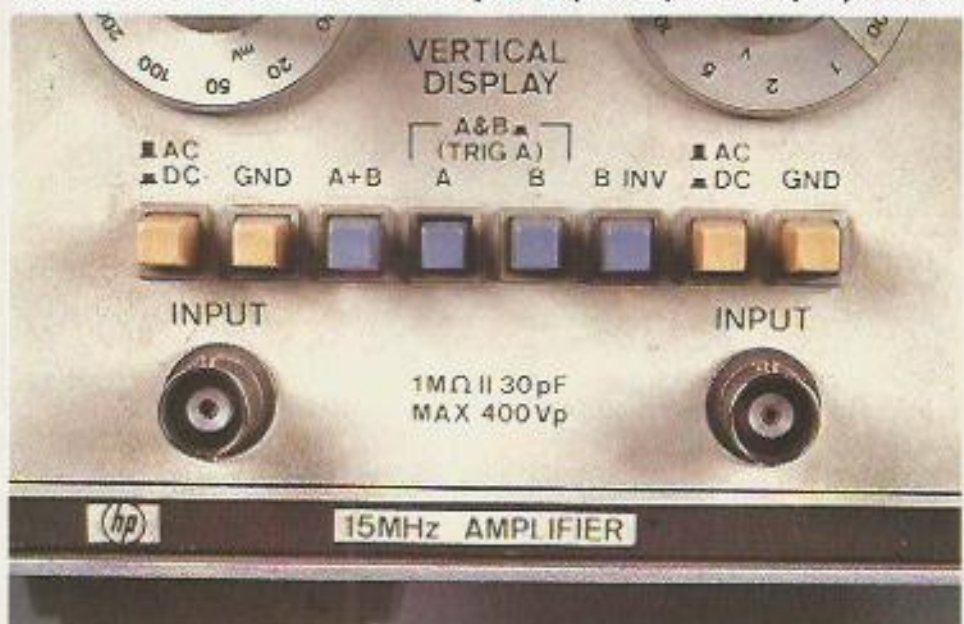
ABAIXO: diagrama de um osciloscópio.





ACIMA: detalhe do visor de um osciloscópio; os comandos dispostos dos dois lados controlam as características da imagem e a persistência.

ABAIXO: entradas correspondentes aos dois canais. Acima delas observa-se o teclado para a seleção do canal ou das combinações recíprocas que se deseja representar.



uma ampla margem de possibilidades. É necessário que entre o sinal que se deseja observar e o circuito da base dos tempos exista uma certa correlação. Assim, será produzida representação de uma forma de onda completamente estática. Caso contrário, a imagem observada ficaria em contínuo movimento, tornando praticamente impossível a sua análise. O que garante isso é um circuito de **sincronização** ou de **amarração**. O circuito de sincronização faz com que o gerador de varredura horizontal tenha uma frequência de operação relacionada com a fre-

quência do sinal vertical (múltipla ou submúltipla). O sinal de sincronização pode ser gerado internamente (no osciloscópio) a partir do sinal vertical (sinal automático), ou ser aplicado externamente através de uma entrada, indicada por "pulso de disparo" (**trigger**). Outra possibilidade que a maioria dos osciloscópios modernos oferecem é a de poder representar simultaneamente dois sinais distintos no visor. Naturalmente, eles são aplicados através de entradas diferentes. Para esta finalidade, o aparelho dispõe de dois canais amplificadores internos, que fornecem

Qual a principal vantagem que o osciloscópio oferece em relação a outros sistemas de medida? É a vantagem de poder permitir a "visualização" da forma de variação dos sinais no tempo.

O osciloscópio pode ser utilizado para medir a intensidade de corrente?

O osciloscópio é um instrumento próprio para medir as tensões aplicadas às suas entradas. Para poder medir a corrente, é preciso dispor de pontas de prova especiais.

É possível medir tensões contínuas com o osciloscópio?

A maioria dos modelos oferece essa possibilidade, produzindo um traçado horizontal sobre o visor, cuja altura, em relação ao nível de referência fixado, fornece o valor da medida.

Que função o circuito da base de tempos realiza?

Produz o sinal necessário para excitar a varredura horizontal. A cadência pode ser selecionada do externo, tendo em vista o objetivo de adaptá-la à frequência do sinal que se deseja observar.

Para que serve o circuito de sincronização?

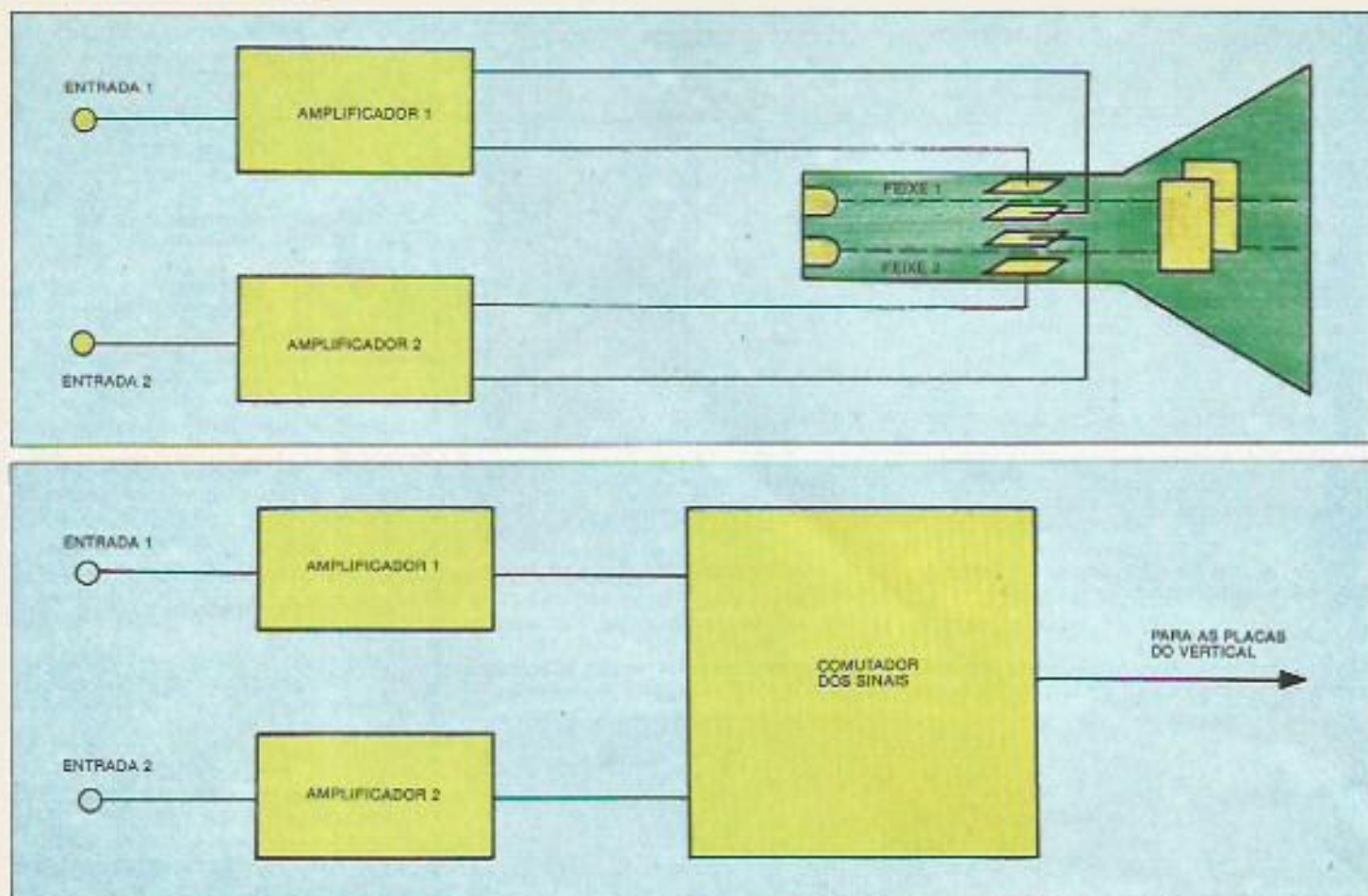
Para fazer com que as sucessivas varreduras horizontais, no decorrer do seu percurso, cruzem sempre os mesmos pontos do sinal a fim de produzir a representação estática no visor.

Como trabalha um osciloscópio de duplo feixe?

Ele trabalha graças a dois canais independentes de sinais, que levam até o tubo de raios catódicos duas imagens diferentes. É possível, assim, a representação simultânea de duas imagens no visor.

os sinais a um tubo de raios catódicos de feixe duplo ou a um sistema que os comuta para um único feixe. Desse modo, é possível representar as duas formas de onda ao mesmo tempo. Resumindo, um osciloscópio apresenta as seguintes características:

- Número de entradas:
Um ou dois canais de entrada do sinal a ser representado.
Uma entrada para o sincronismo a partir de um sinal externo.
- Alguns modelos dispõem de uma entrada suplementar para ser utilizada em substituição à base de tempo.



ACIMA: esquemas de funcionamento de um osciloscópio de duplo canal: a) através de um tubo de duplo feixe catódico; b) através de comutação dos dois canais à frequência necessária para não tornar invisível o sinal a olho nu.

- Impedância de entrada: da ordem de 1 M Ω , quantia que pode ser elevada com a utilização de pontas de prova especiais.
- Resposta em frequência: varia, dependendo do modelo de 500 KHz até 100 MHz, ou mais.
- Sensibilidade: podem ser representa-

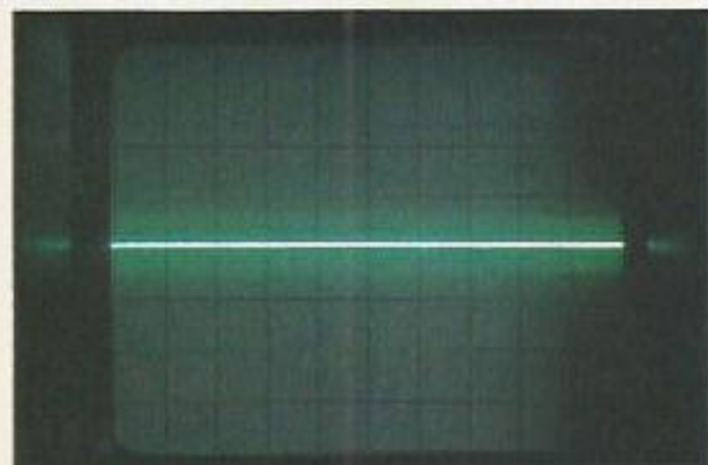
dos sinais com níveis compreendidos entre poucos milivolts até centenas de volts; as possibilidades podem ser aumentadas ainda com a utilização de sondas atenuadoras.

- Base de tempo: permite representar sinais ou porções de sinal com tempos que podem ser selecionados

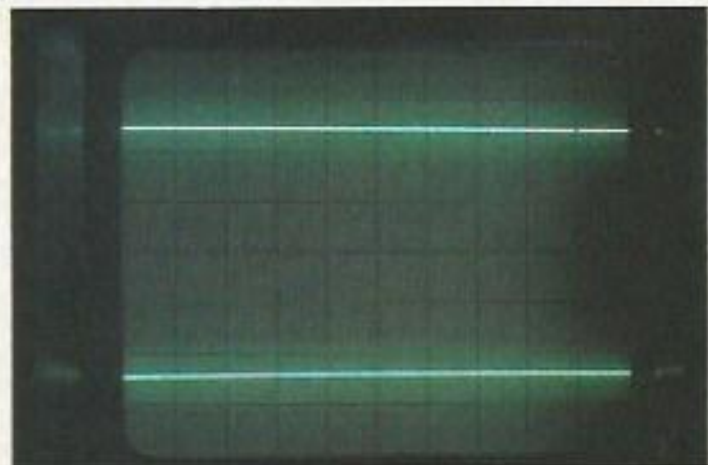
à vontade entre frações de microssegundos e vários segundos.

- Sincronização: interna ou externa, selecionável.
- Memória: alguns modelos de osciloscópio oferecem a possibilidade de imagem persistente na tela, mesmo que o sinal de entrada seja removido.

ABAIXO: traço horizontal no visor correspondente a um único canal sem aplicação de sinal de entrada.



ABAIXO: os dois traços horizontais no visor correspondem aos dois canais do osciloscópio na ausência de sinais de 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. 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

ELETRÔNICA EDIÇÃO N° 18

Nome _____
Endereço _____
Cidade _____ Est. _____
CEP _____ Data ____/____/____
Assinatura _____

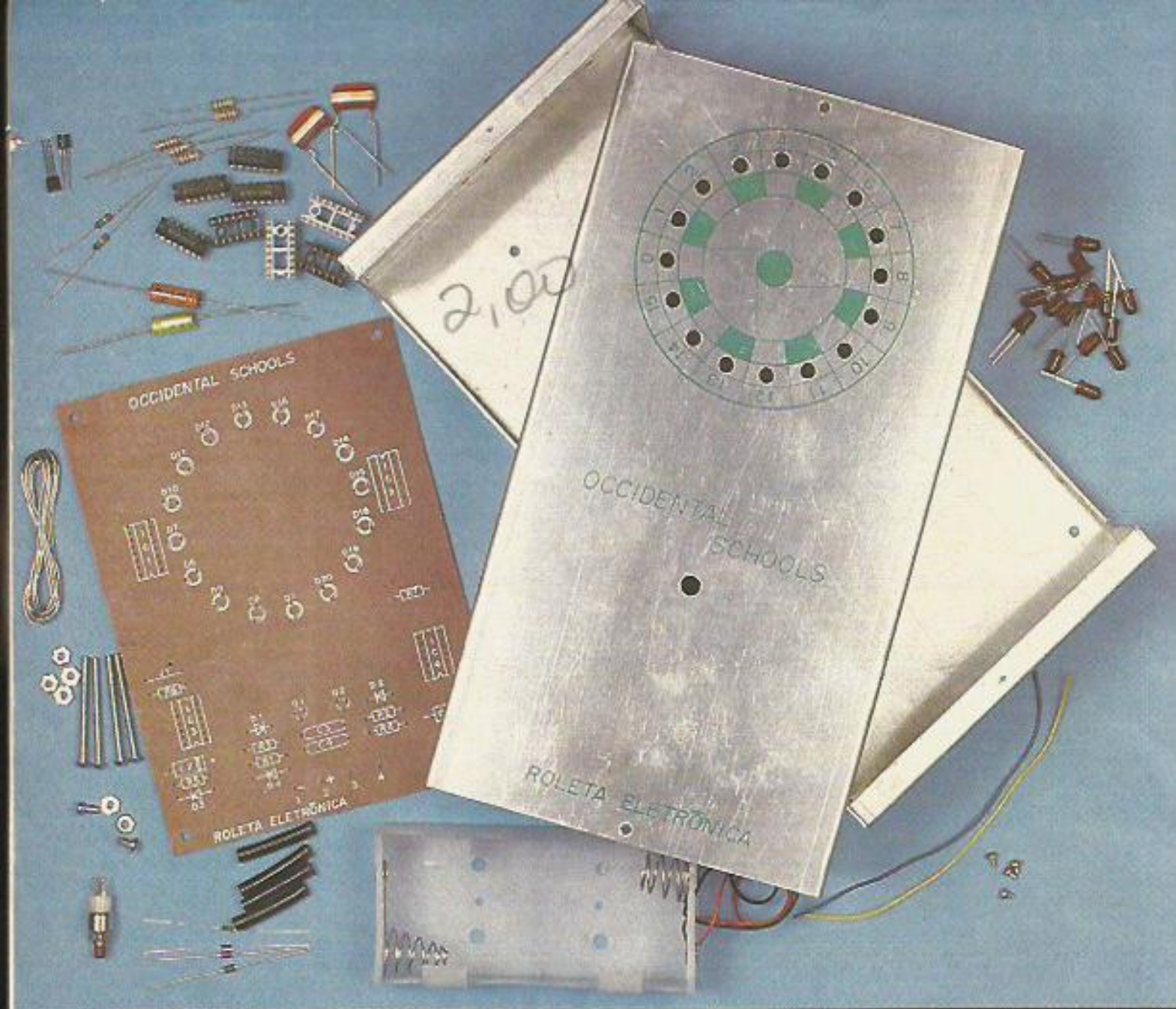
Obs.: não mande dinheiro agora. Pague só ao receber seu pedido.

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.

KITS DISPONÍVEIS

NOME DO APARELHO	KIT PARA SER MONTADO	KIT JÁ MONTADO
TRANSMISSOR SEM FIO	Cr\$ 24.600,00	Cr\$ 29.520,00
DIMMER	Cr\$ 28.150,00	Cr\$ 37.380,00
TIMER	Cr\$ 82.300,00	Cr\$ 98.760,00
AMPLIFICADOR ESTÉREO DE 48 W RMS	Cr\$ 49.600,00	Cr\$ 59.520,00
RÁDIO AM TRANSISTORIZADO	Cr\$ 39.300,00	Cr\$ 47.160,00
FONTE DE ALIMENTAÇÃO	Cr\$ 78.800,00	Cr\$ 94.560,00
DISPOSITIVO ANTIFURTO PARA CARRO	Cr\$ 47.600,00	Cr\$ 57.120,00
SEQUENCIAL DE 4 CANAIS	Cr\$ 89.900,00	Cr\$ 107.880,00
AMPLIFICADOR ESTÉREO DE MESA	Cr\$ 88.700,00	Cr\$ 106.440,00
TESTADOR DE BATERIA DE CARRO	Cr\$ 15.280,00	Cr\$ 18.800,00
PREÇOS VÁLIDOS ATÉ 31/12/84		



ROLETA ELETRÔNICA

Esta é uma montagem simples, que vai garantir bons momentos de lazer. A roleta eletrônica funciona como uma roleta comum, com leds que acendem e apagam seqüencialmente.

O KIT ROLETA ELETRÔNICA, cuja montagem está explicada, passo a passo, neste fascículo, foi desenvolvido pela OCCIDENTAL SCHOOLS, uma das mais tradicionais escolas técnicas por correspondência do país.

Os cursos técnicos especializados na área da eletroeletrônica da OCCIDENTAL SCHOOLS incluem KITS de avançada tecnologia, entre os quais: laboratório de eletrônica digital, kit de televisão transistorizado, multímetro eletrônico e outros.

Se você tiver qualquer dificuldade na compra das peças ou no funcionamento do KIT ROLETA ELETRÔNICA, entre em contato com a OCCIDENTAL SCHOOLS, Alameda Ribeiro da Silva, 700 - CEP 01217 SÃO PAULO - SP - Tels.: (011) 826 2700 e 67 5141.

Este kit completo não está à venda, mas você poderá encontrar todas as suas peças no mercado especializado.

ELETRÔNICA

PASSO A PASSO