

VOCÊ NÃO PODE PERDER  
A 2ª "AULA" DO

# **BÊ-A-BA' da** **ELETRÔNICA**

A REVISTA-CURSO QUE ENSINA A  
TEORIA E A PRÁTICA DA ELETRÔNICA,  
EM LIÇÕES SIMPLES E OBJETIVAS,  
COMO VOCÊ PEDIU!



IMPORTANTES  
LIÇÕES DE  
TECNOLOGIA, NA  
LINGUAGEM QUE  
VOCÊ ENTENDE!

**RESERVE DESDE JÁ,  
NO SEU JORNALEIRO,  
O PRÓXIMO EXEMPLAR!**

# **BÊ-A-BA' da** **ELETRÔNICA**

Nº 1



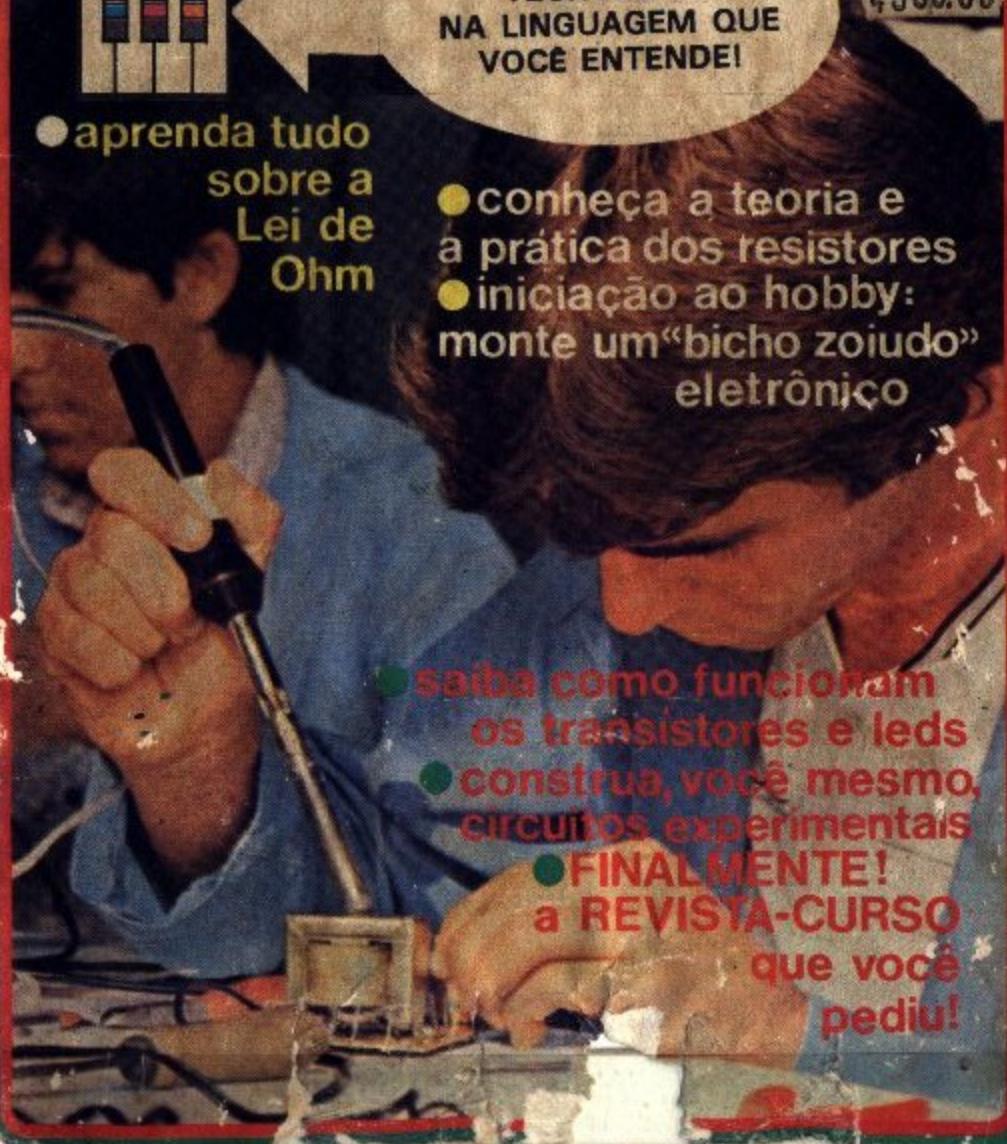
LIÇÕES DE  
TECNOLOGIA  
NA LINGUAGEM QUE  
VOCÊ ENTENDE!

4.300,00

● aprenda tudo  
sobre a  
Lei de  
Ohm

● conheça a teoria e  
a prática dos resistores  
● iniciação ao hobby:  
monte um "bicho zoiado"  
eletrônico

● saiba como funcionam  
os transistores e leds  
● construa, você mesmo,  
circuitos experimentais  
● FINALMENTE!  
a REVISTA-CURSO  
que você  
pediu!



# **BE-A-BA' da** <sup>®</sup> **ELETRÔNICA**

017  
92

**Editor e Diretor:**  
**BARTOLO FITTIPALDI**  
**Produtor e Diretor Técnico:**  
**BÊDA MARQUES**  
**Programação Visual:**  
**CARLOS MARQUES**  
**Artes:**  
**JOSÉ A. SOUSA e**  
**RUBENS CORDEIRO**  
**Colaboradores/Consultores:**  
**ANTONIO CARLOS DE**  
**FREITAS**  
**Capa: RUBENS CORDEIRO**  
**BÊDA MARQUES**

**Departamento de Reembolso**  
**Postal:**  
**PEDRO FITTIPALDI**  
**Fone (011) 943-8733**  
**Impresso em São Paulo - Brasil**  
**Printed in São Paulo - Brazil**  
**BE-A-BA DA ELETRÔNICA®**  
**Reg. no INPI n.º 028640 e DCDP**  
**Copyright by**  
**BARTOLO FITTIPALDI - Editor**  
**Rua Santa Virgínia, 403 Tatuapé**  
**CEP 03084 - São Paulo - SP**  
**TODOS OS DIREITOS**  
**RESERVADOS**

## **ÍNDICE - 1.ª AULA**

- 1 - SINAL DE ENTRADA (Conversando com os "alunos")
- 5 - COMPROVANDO A LEI DE OHM (T)
- 7 - AS EXPERIÊNCIAS (P)
- 11 - O LED (I)
- 15 - MONTAGEM PRÁTICA EXPERIMENTAL COM LED (P)
- 19 - O RESISTOR (T)
- 23 - OS VALORES (EM OHMS-Ω) DOS RESISTORES EXISTENTES NO COMÉRCIO (I)
- 28 - ASSOCIANDO RESISTORES EM SÉRIE E EM PARALELO (T)
- 33 - OS RESISTORES NA PRÁTICA (P)
- 39 - FERRAMENTAS E COMPONENTES (I) (O ferro de soldar)
- 49 - INICIAÇÃO AO HOBBY (P) (Bicho Zoiudo - Pisca-pisca alternado com leds e transistores)
- 59 - O CIRCUITO - COMO FUNCIONA (I)



# SINAL DE ENTRADA

Com a mesma dificuldade e com o mesmo entusiasmo com que chega o professor à classe no primeiro dia de aula, aqui estamos, *nós e vocês*, todos calouros... A partir da experiência bem sucedida de *DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA* (a publicação "irmã mais velha" de *BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA*) onde abordamos a Eletrônica principalmente como *hobby e lazer* (desprezando, na maioria dos casos, propositalmente, as chamadas "partes teóricas"), verificamos que grande número de leitores se ressentia de uma formação teórica, ainda que básica, para, ao mesmo tempo, "fazer a coisa funcionar e saber por que e como funciona".

Não são poucos os cursos de Eletrônica existentes à disposição do jovem brasileiro... Na categoria dos "cursos por correspondência" existe, seguramente, uma dezena de entidades sérias e eficientes operando. Também nos chamados "cursos com frequência", principalmente as capitais e cidades maiores do interior estão razoavelmente bem servidas... Obviamente, não nos referimos aqui aos cursos profissionalizantes, técnicos de nível médio e superiores, os quais, no Brasil, atingem níveis comparáveis aos melhores do mundo (apesar de todas as dificuldades inerentes ao nosso sistema de educação, que estão sendo, paulatinamente, vencidas).

Todos esses cursos (por correspondência, com "frequência", profissionalizantes, técnicos e superiores), perfazem as suas funções e atingem os seus objetivos. Entretanto, visto ser a Eletrônica, atualmente (e cada vez mais, à medida que o futuro se aproxima e que novo futuro é vislumbrado...) uma

matéria cujo conhecimento *não é e não deve ser* prerrogativa de quem a ela apenas se dedica com intuito *financeiro* (em termos populares: "pra ganhar dinheiro"...), resolvemos, apoiados por enorme número de solicitações, trazer ao público leitor brasileiro, o *BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA*, uma publicação que *pode* ser chamada de *revista/curso* (embora, se rigorosamente analisada, não possa ser substantivada nem como *revista*, nem como *curso*).

Na verdade, pretendemos fazer de *BÊ-A-BÁ* uma mistura (estranha, a princípio), de:

- Revista periódica sobre Eletrônica teórica (principalmente) e prática.
- "Curso Fasciculado" e progressivo, destrinchando, na linguagem mais simples, coloquial e objetiva possível, os meandros dessa ciência (não se espantem com a classificação "pomposa", interpretem "ciência" apenas - e existirá outra interpretação? - como "conhecimento") tão contemporânea e necessária.
- Fonte de experiências práticas que desenvolvam o conhecimento adquirido, além de demonstrar - em caráter primário, porém objetivo - as aplicações que a Eletrônica pode e deve ter no dia-a-dia de todos.
- Arquivo progressivo de informações sobre componentes, ferramentas e acessórios (desde os mais "tradicionais" até os mais recentes lançamentos) necessários ao aprendizado, prática e desenvolvimento, dentro do ramo.
- "Balcão de Consultas" teóricas e práticas, possibilitando àqueles que *realmente* se interessam pelo assunto, solucionar pequenas dúvidas que, se não esclarecidas no devido tempo, poderão futuramente ocasionar "vícios" ou "lacunas" graves na interpretação técnica e prática de circuitos, funcionamentos, funções de componentes, etc.
- Ponto de encontro entre os "estudantes" e "alunos" (as *aspas* referem-se apenas àqueles que resolvam "cursar" o nosso *BÊ-A-BÁ*), e um autêntico clube para a troca de idéias e experiências entre os leitores.

Enfim: vamos brincar de *nós ensinamos e vocês aprendem*, sem que isso signifique que não possamos, a todo momento, também aprender com vocês. Nessa brincadeira, vamos propor algumas regras (totalmente modificáveis, com o decorrer do tempo e das circunstâncias...):

- Os assuntos principais do *BÊ-A-BÁ* serão divididos em três seções básicas: TEORIA (T), PRÁTICA (P) e INFORMAÇÃO (I), sempre identificadas pelas iniciais (T), (P) e (I), junto aos blocos de texto.
- A conversa informal que sempre gostamos de manter com os leitores, aparecerá, a cada número, aqui no SINAL DE ENTRADA.
- As dúvidas que surgirem entre os leitores, *exclusivamente* referentes aos blocos TEORIA (T) e PRÁTICA (P) serão resolvidas através da seção UMA DÚVIDA PROFESSOR (resposta às cartas enviadas pelos "alunos").
- Embora pretendamos dar uma certa *ordem* aos assuntos teórico/práticos abordados, *nem sempre* os aspectos fundamentais da Eletrônica, leis, cir-

cuitos e funcionamento de componentes, obedecerão a uma cronologia ou programa "tradicionais". Eventualmente, "colocaremos o carro à frente dos bois", sempre que se fizer necessário algum conhecimento "antecipado" sobre componentes ou circuitos que — em exemplares futuros — serão novamente abordados, em maior profundidade.

— Novas seções irão — seguramente — surgir, com o decorrer do tempo e das necessidades de comunicação da revista, obedecendo tanto a critérios puramente editoriais, quanto às sugestões enviadas pelos "alunos".

Vamos então à nossa primeira aula, bem descontraída e leve, porém repleta de assuntos interessantes (e importantes...) dentro do mundo maravilhoso da Eletrônica.

#### O EDITOR

# COMPROVANDO A LEI DE OHM $\text{\textcircled{T}}$

Certas noções que adquirimos ao começar a estudar algo são fundamentais para todo o resto do nosso aprendizado. São conceitos simples, muitas vezes, que ficam como alicerce para uma estrutura mais complexa que vamos construindo ao longo dos anos. Isso é fácil de verificar, por exemplo, na alfabetização. No início é o próprio alfabeto que a criança tem, obrigatoriamente, de decorar: absorver vogais e consoantes que depois serão combinadas para formar todas as palavras da língua que puder aprender.

A Eletrônica não é diferente, também tem o seu beabá para ser decorado. Pode-se dizer que começa, praticamente, com a chamada Lei de Ohm. Essa lei é um enunciado matemático que estabelece a relação entre as três grandezas fundamentais da eletricidade: a corrente, a resistência e a tensão (diferença de potencial). Foi descoberta pelo estudioso alemão George S. Ohm, daí o seu nome.

Como nosso objetivo é, sempre que possível, juntar a teoria à prática, esmiuçamos a Lei de Ohm, a seguir, ao mesmo tempo em que indicamos algumas experiências para que você possa comprovar de fato o que está sendo explicado. Não há motivo para susto. Mesmo que esteja partindo do zero, verá como é fácil e barato fazer as montagens e, assim, desde já ir "botando a mão na massa", divertindo-se enquanto aprende. Vamos lá!

Antes de mais nada, é preciso saber que, para simplificar, as grandezas elétricas são representadas por símbolos (letras), o que acontece também para suas respectivas unidades. A maneira mais fácil de mostrar isso é resumir tudo numa tabela:

Grandeza	Símbolo	Unidade
tensão	U ou V	Volt (V)
corrente	I	Ampère (A)
resistência	R	Ohm ( $\Omega$ )

*É proibida a reprodução do total ou de parte do texto, artes ou fotos deste volume, bem como a industrialização ou comercialização de quaisquer projetos ou circuitos nele contidos, sem a prévia anuência dos detentores do copyright. Todos os assuntos veiculados foram previamente testados nos seus aspectos teórico/práticos, porém BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA não se responsabiliza por falhas ou defeitos ocorridos, bem como não se obriga a qualquer tipo de assistência técnica ou didática aos leitores. Todo o cuidado possível foi observado por BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA no sentido de não infringir patentes ou direitos de terceiros, no entanto, se erros ou lapsos ocorrerem nesse sentido, obrigamo-nos a publicar, tão cedo quanto possível, a necessária retificação ou correção. Embora BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA assumira a forma de "revista-curso", não se obriga à concessão de quaisquer tipos de diplomas, certificados ou comprovantes de aprendizado que, por lei, só podem ser fornecidos por cursos regulares, devidamente registrados, autorizados e homologados pelo Ministério da Educação e Cultura.*

As informações desse quadro são as primeiras que o interessado em Eletrônica deve ter sempre "na ponta da língua". O próximo passo é enunciar a própria lei: *A diferença de potencial entre os terminais de um circuito é igual ao produto da resistência desse circuito pela intensidade da corrente elétrica que passa por tal circuito*

Um exemplo sempre ajuda. Trocado em miúdos, o enunciado quer dizer que, num circuito elétrico, uma corrente de 2 ampères, por exemplo, ao encontrar pela frente uma resistência de 10 ohms, produz uma diferença de potencial elétrico de 20 volts sobre esta resistência.

Embora muita gente não acredite, a Matemática geralmente ajuda a simplificar as coisas. Veja como fica a representação da Lei de Ohm através de uma fórmula:

$$U = RI$$

Lembrando que a igualdade permanece mesmo que mexamos um pouco com os componentes da expressão, pode-se chegar a duas variações derivadas dessa fórmula.

Na primeira, isolamos a corrente, o que pode ser descrito assim: *A intensidade da corrente elétrica que percorre o circuito é igual à divisão da diferença de potencial entre os terminais desse circuito pela resistência que esse mesmo circuito apresenta à passagem da corrente. A expressão matemática correspondente é:*

$$I = \frac{U}{R}$$

Agora, querendo determinar uma resistência elétrica, conhecidas a tensão e a corrente, utilizaremos: *A resistência que um circuito apresenta à passagem da corrente é igual à divisão da diferença de potencial entre os terminais desse circuito pela intensidade da corrente que por ele passa. Ou simplesmente:*

$$R = \frac{U}{I}$$

A chave do segredo, portanto, é lembrar a expressão básica, sabendo que ela pode se ajustar a cada situação específica à nossa frente, pelo uso de um ligeiro artifício matemático.

## AS EXPERIÊNCIAS P

Alguns poucos componentes arranjados num circuito bem simples mostram que a Lei de Ohm realmente diz a verdade sobre as relações entre as grandezas elétricas.

O circuito é o desenhado na figura 1, composto por três elementos ou componentes eletrônicos: a bateria (pilhas), que o alimenta com energia; o resistor RX, componente que oferece resistência à passagem de corrente; e o LED, que ilumina-se quando atravessado por corrente, de modo proporcional à intensidade desta.

### LISTA DE MATERIAIS

- 4 pilhas pequenas de 1,5 V
- 1 porta-pilhas
- 1 LED
- 1 resistor de 1 k $\Omega$ , 1/4 W
- 1 resistor de 470 $\Omega$ , 1/4 W
- 1 barra de conectores parafusados.

led = T = 2V  
I<sub>max</sub> 0,040 A

R<sub>es</sub> = 1K $\Omega$   
T = 6V

R<sub>total</sub> do circuito =

I<sub>led</sub> = 2 / 0,040 + 21K $\Omega$   
= 1,050 $\Omega$

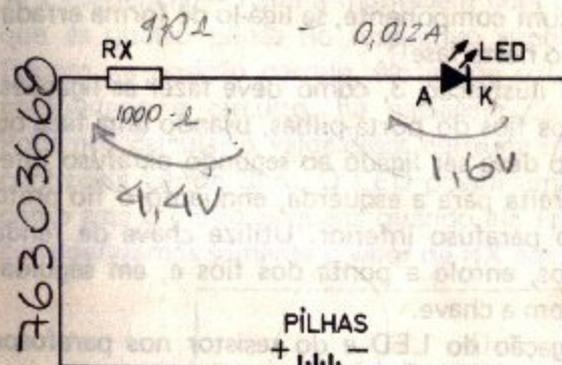
Corrente que circula

1

pot led = 6 / 1050 =  
0,0057 (0,006)

T<sub>no led</sub> =

T<sub>Res</sub> =



### MONTAGEM

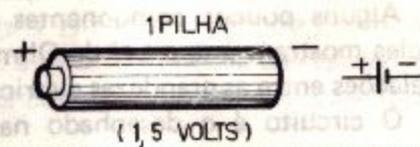
A figura 2 contém desenhos de todos os componentes com os respectivos símbolos representativos usados no circuito da figura 1, a fim de que você possa identificá-los corretamente. É importante observar bem a posição das peças na montagem, obedecendo rigorosamente à polaridade (o "mais" e o "menos") indicada para eles. Caso contrário, além de não obter o resultado esperado, você corre



LED



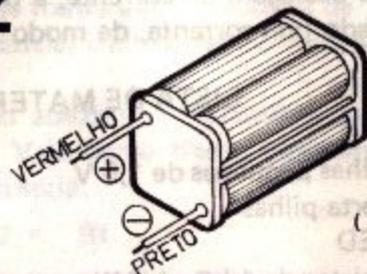
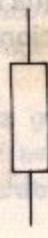
2



(1,5 VOLTS)



RESISTOR



4 PILHAS  
(6 VOLTS)

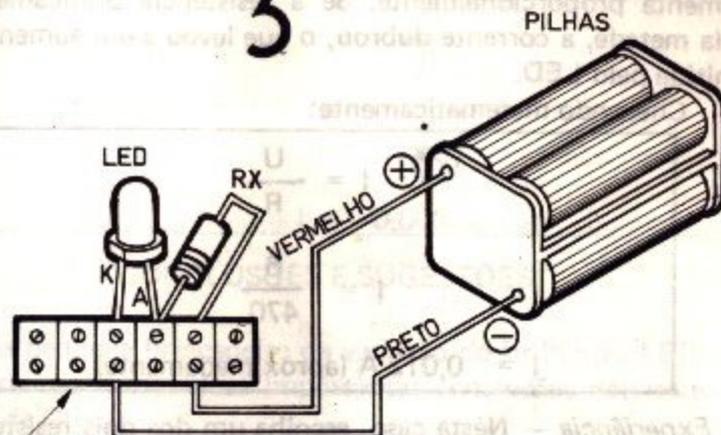
o risco de danificar algum componente, se ligá-lo de forma errada. Todo o cuidado é pouco nesta fase!

Note, então, pela ilustração 3, como deve fazer as ligações. Descasque as pontas dos fios do porta-pilhas, usando uma faca ou alicate. O fio vermelho deve ser ligado ao segundo parafuso inferior do terminal, da direita para a esquerda, enquanto o fio preto precisa ir até o quarto parafuso inferior. Utilize chave de fenda para soltar os parafusos, enrole a ponta dos fios e, em seguida, reaperte os parafusos com a chave.

Depois, faça a ligação do LED e do resistor nos parafusos superiores apontados da barra de conectores. Muita atenção para a posição do LED, cujo lado chanfrado (K) ficará ligado ao mesmo ponto que o fio preto do suporte de pilhas e o outro terminal (A) ao resistor, como se pode ver pela figura. A outra "perna" do resistor tem de ser presa no mesmo local onde chega o fio vermelho do porta-pilhas.

Detalhe: o resistor com listras de cores marrom-preta-vermelha é o de 1 K $\Omega$  (1.000 ohms) e o de cores amarela-violeta-marrom é o de 470 ohms. Utilize, inicialmente, o resistor de 1k $\Omega$ , que serve para a primeira experiência.

3



BARRA DE  
CONETORES  
PARAFUSADOS

**1ª Experiência** — Feita a montagem com o resistor de 1K $\Omega$ , coloque as quatro pilhas no respectivo suporte, cuidando para que fiquem na posição correta. Note que o LED se acende, porque, completado o circuito, há passagem de corrente através dele. Podemos calcular o valor dessa corrente utilizando a nossa recém conhecida Lei de Ohm. O LED possui uma certa resistência, mas, como esta é muito pequena quando ele está conduzindo corrente, consideraremos somente o valor de RX em nossos cálculos:

$$I = \frac{U}{R}$$

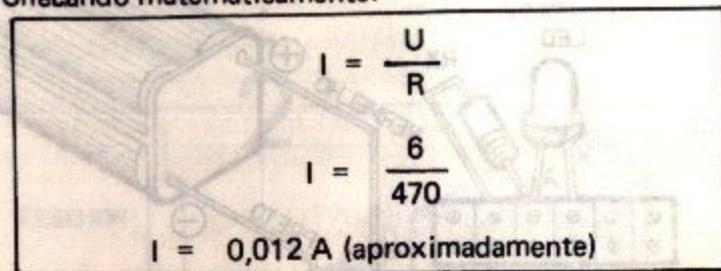
$$I = \frac{6}{1000}$$

$$I = 0,006 \text{ A}$$

Agora mexa um pouco na montagem. Substitua o resistor de 1k $\Omega$  pelo outro de 470 $\Omega$ . O resultado notável é um aumento na intensidade do brilho do LED. Ocorre que, pela Lei de Ohm,

quando diminuimos a resistência, mantida fixa a tensão, a corrente aumenta proporcionalmente. Se a resistência praticamente caiu pela metade, a corrente dobrou, o que levou a um aumento na luz emitida pelo LED.

Checando matematicamente:



$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{6}{470}$$

$$I = 0,012 \text{ A (aproximadamente)}$$

**2ª Experiência** — Neste caso, escolha um dos dois resistores para ocupar fixo o lugar de RX. O de 1 kΩ, por exemplo. Execute então a seguinte seqüência e vá observando o comportamento do LED: coloque primeiro apenas uma pilha no suporte, depois ponha 2 pilhas e por fim encaixe todas as 4 pilhas.

O brilho, você viu, foi dobrando a cada etapa da seqüência, acompanhando o acréscimo no número de pilhas. A Lei de Ohm também está comprovada nesta experiência, em que mantida a resistência fixa, a corrente dobrou quando duplicou a tensão.

De início, a tensão era de 1,5 V (1 pilha):

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{1,5}{1000}$$

$$I = 0,0015 \text{ A}$$

Depois, a tensão subiu para 3 V (2 pilhas):

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{3}{1000}$$

$$I = 0,003 \text{ A}$$

Finalmente, com 4 pilhas a tensão somou 6 V:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{6}{1000}$$

$$I = 0,006 \text{ A}$$

## CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Essa pequena brincadeira de variação do brilho do LED permitiu tirar ao menos duas importantes conclusões determinadas pela Lei de Ohm:

- com a tensão fixa, quanto menor a resistência, maior é a corrente;
- com resistência fixa, quanto maior a tensão, maior é a intensidade da corrente.

Ou seja, a tensão e a corrente são diretamente proporcionais entre si, enquanto corrente e resistência são inversamente proporcionais.

As possibilidades dessa experiência, contudo, não terminam por aqui. Você pode continuar comprovando o postulado  $U = RI$  alterando os valores da tensão e da resistência do circuito e observando o que acontece com o LED. Só um alerta: não ultrapasse o limite máximo de 9 volts e nem utilize resistência inferior a 220 ohms, a fim de não danificar o LED forçando sobre ele uma corrente muito alta.

## O LED I

*Na parte prática do artigo COMPROVANDO A LEI DE OHM, utiliza-se, nas experiências comprobatórias do comportamento da corrente ao atravessar resistências de valores diferentes, um componente cujos princípios teóricos de funcionamento serão, futuramente, detalhados aqui no BÊ-A-BÁ... Por enquanto, para que vocês conheçam, pelo menos, o funcionamento básico do componente, aqui vão algumas informações:*

– A sigla LED é formada pela abreviação das palavras inglesas Light Emitting Diode, cuja tradução é Diodo Emissor de Luz.

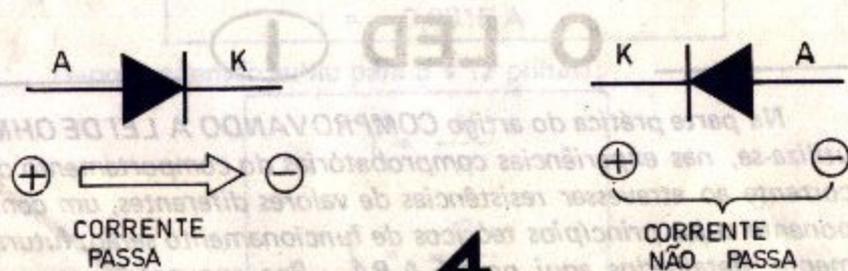
– O LED é uma fonte de luz “fria” (não se aquece como uma pequena lâmpada incandescente comum), baseado em princípios semi-condutores. Basicamente, o LED é um caminho de mão única para a corrente elétrica (ver desenho 4). Quando polarizado em sentido direto (a corrente “passa”), e submetido a uma diferença de potencial (voltagem) compatível com as características do componente, ele emite luz. Quando polarizado em sentido inverso (a corrente “não passa”), o dispositivo não emite luz.

– A luz emitida pelo LED pode ser de várias cores (vermelha, amarela, âmbar, verde, etc.) dependendo do material semi-condutor empregado no componente e, principalmente, dependendo da cor do seu encapsulamento de acrílico.

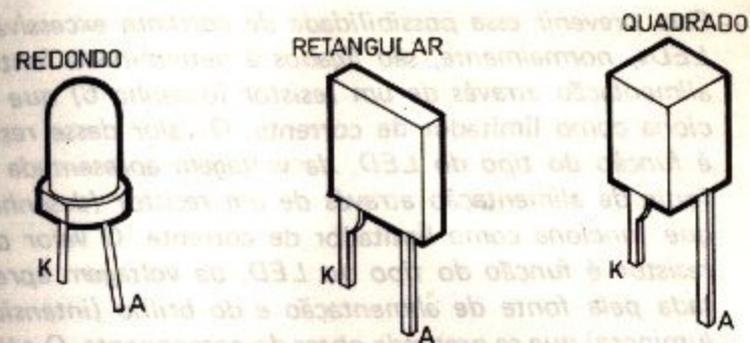
– O encapsulamento do LED funciona, ao mesmo tempo como: protetor “físico” para o componente, difusor da luz emitida e determinador da cor da luz.

– O desenho 5 mostra os encapsulamentos mais comuns nos LEDs – redondo, retangular e quadrado – além do seu símbolo, junto ao qual está indicado o sentido que se deve dar à corrente para que o componente emita luz.

– O LED é um componente incluído na categoria dos dispositivos opto-eletrônicos, ou seja: que aliam funções ópticas e eletrônicas, manifestando, simultaneamente, fenômenos luminosos e elétricos e/ou sendo influenciados, no seu comportamento, por esses dois tipos de fenômeno.

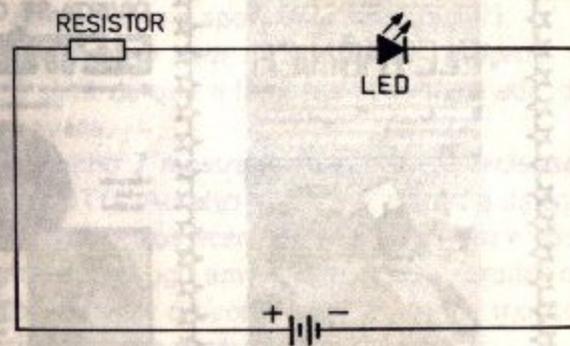


4



5

– Os LEDs são muito sensíveis quanto à voltagem máxima que lhes pode ser aplicada, normalmente de apenas alguns volts, sendo que, se tal voltagem for excessiva, o componente pode queimar-se, devido ao fato de ser percorrido por corrente muito alta. Verifique na parte teórica da LEI DE OHM como a corrente cresce se aumentarmos a voltagem (desde que a resistência permaneça a mesma...).



6

— Para prevenir essa possibilidade de corrente excessiva, os LEDs, normalmente, são ligados à determinada fonte de alimentação através de um resistor (desenho 6) que funciona como limitador de corrente. O valor desse resistor é função do tipo do LED, da voltagem apresentada pela fonte de alimentação através de um resistor (desenho 6) que funciona como limitador de corrente. O valor desse resistor é função do tipo do LED, da voltagem apresentada pela fonte de alimentação e do brilho (intensidade luminosa) que se pretende obter do componente. O cálculo desse resistor será abordado em BÉ-A-BÁ futuro...



Se você quer completar a sua coleção de **DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA**, peça os números atrasados, pelo reembolso postal, a **BARTOLO FITTIPALDI — EDITOR** — Rua Santa Virgínia, 403 — Tatuapé — CEP 03084 — São Paulo — SP.

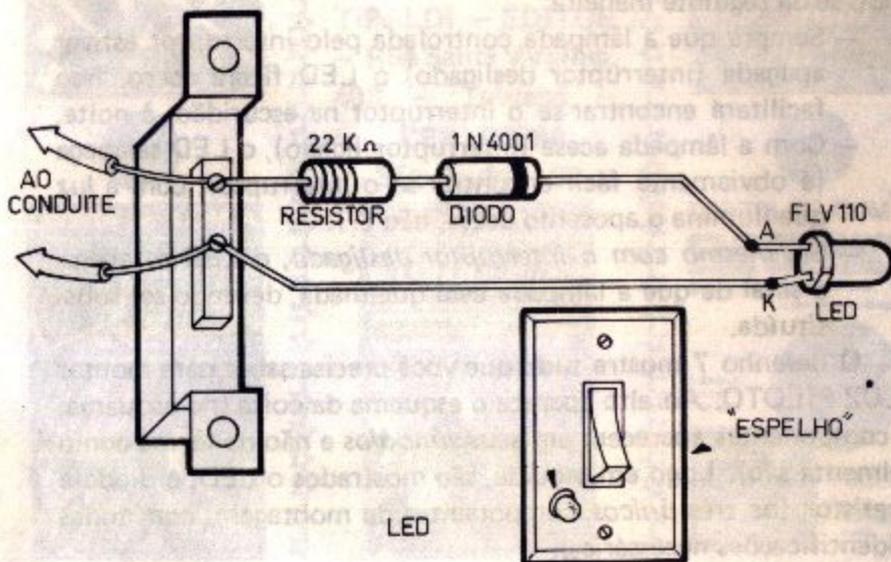
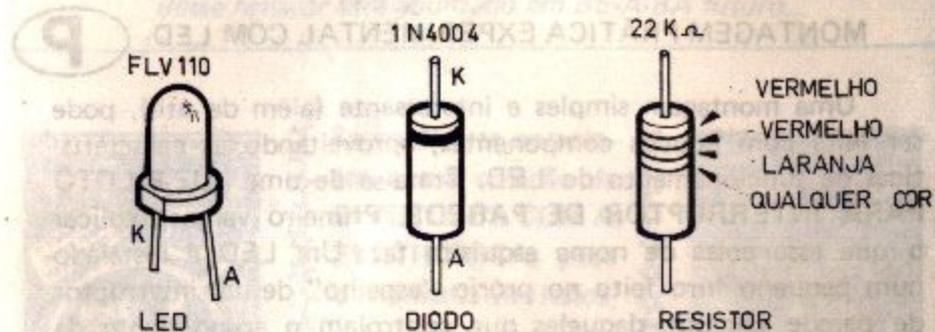
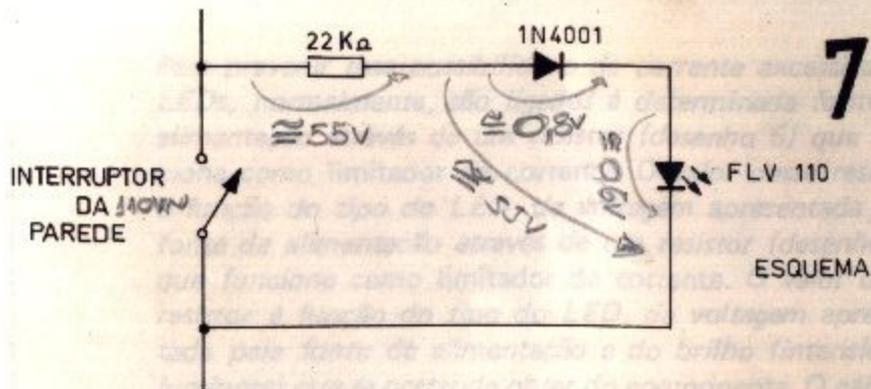


## MONTAGEM PRÁTICA EXPERIMENTAL COM LED. **P**

Uma montagem simples e interessante (além de útil), pode ser feita com poucos componentes, aproveitando as características de funcionamento do LED. Trata-se de uma **LUZ-PILOTO PARA INTERRUPTOR DE PAREDE**. Primeiro vamos explicar o que essa coisa de nome esquisito faz: Um LED é instalado num pequeno furo feito no próprio “espelho” de um interruptor de parede comum, daqueles que controlam o acendimento da lâmpada (ou lâmpadas) do teto de um aposento qualquer, comportando-se da seguinte maneira:

- Sempre que a lâmpada controlada pelo interruptor estiver apagada (interruptor desligado) o LED ficará aceso. Isso facilitará encontrar-se o interruptor na escuridão, à noite.
- Com a lâmpada acesa (interruptor ligado), o LED se apaga (é obviamente fácil encontrar-se o interruptor, com a luz que ilumina o aposento acesa, não é?).
- Se, mesmo com o interruptor desligado, o LED se apagar é sinal de que a lâmpada está queimada, devendo ser substituída.

O desenho 7 mostra tudo que você precisa saber para montar a **LUZ-PILOTO**. Ao alto aparece o esquema da coisa (no esquema, os componentes aparecem em seus símbolos e não na forma como realmente são). Logo em seguida, são mostrados o LED, o diodo e o resistor (os três únicos componentes da montagem, com todas as identificações necessárias).



Finalmente, na parte inferior do desenho, são mostradas as ligações "reais" a serem feitas. Notar que o conjunto de três componentes (resistor, diodo e LED) deve ser ligado ao interruptor da parede, *juntamente com os fios já normalmente a ele conetados* (aqueles que vão para os condútes da instalação elétrica do imóvel).

**ATENÇÃO:** Ao efetuar as ligações dos componentes ao interruptor da parede, é *necessário* desligar-se a chave geral do sistema elétrico da casa (aquela que fica junto ao "relógio de luz"), evitando assim choques perigosos e até fatais. Peça para alguém de confiança ficar "tomando conta da chave" enquanto você abre a caixa do interruptor e efetua as ligações. Muitos acidentes de graves consequências já ocorreram porque algum "bicão" ligou a chave geral (que estava desligada momentaneamente...) enquanto outra pessoa trabalhava nas ligações da rede elétrica.

Tudo ligado, faça um pequeno furo no "espelho" plástico do interruptor, apenas suficiente para a passagem da "cabeça" do LED. O LED pode ser fixo à esse furo com um pouco de adesivo. Só volte a ligar a chave geral da rede elétrica da residência após o interruptor e o espelho serem recolocados em suas posições originais. Antes disso, contudo, para prevenir curtos-circuitos, isole bem os três componentes da LUZ-PILOTO, envolvendo-os com uma camada de fita isolante, evitando assim que façam qualquer tipo de contato com as partes metálicas internas da caixa do interruptor.

Verifique o funcionamento da coisa. Se o LED não acender em nenhuma posição do interruptor (e supondo que a lâmpada controlada pelo mesmo está, seguramente, boa), é porque ou o LED ou o diodo foram ligados invertidos. Desligue de novo a chave geral junto ao "relógio de luz" e retifique o erro.

# Complete sua coleção



PEÇA OS NÚMEROS ATRASADOS AO NOSSO  
DEPARTAMENTO DE REEMBOLSO POSTAL

## ADQUIRA JÁ A SUA

# DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA

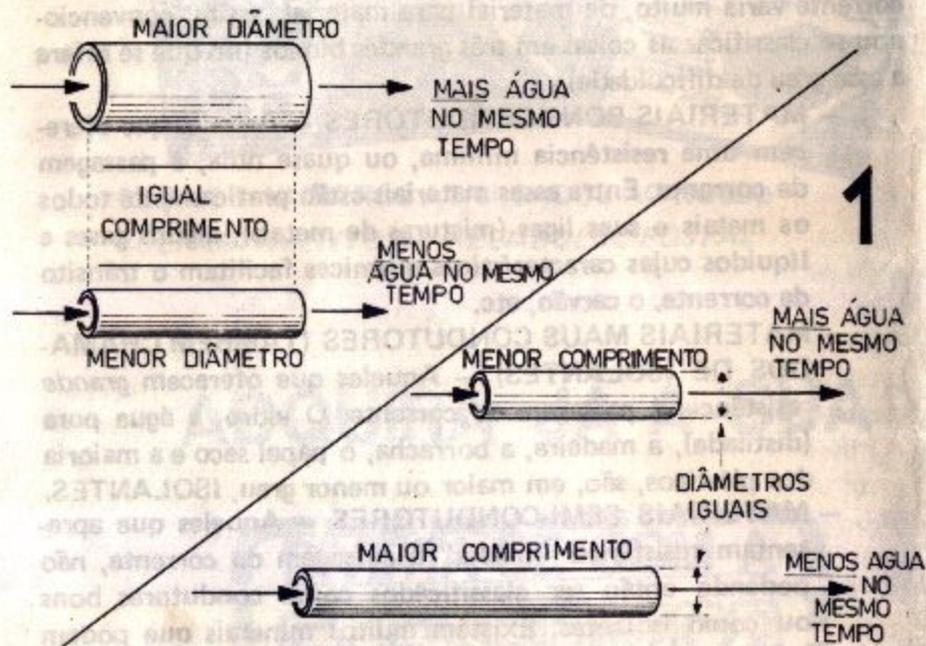
## O RESISTOR (T)

Nas experiências com a Lei de Ohm, o leitor tomou conhecimento de um dos mais importantes componentes utilizados na Eletrônica: o RESISTOR. A função desse componente, embora importante — como foi dito — é muito simples e fácil de entender. Ele serve para exercer *resistência* à passagem da corrente elétrica, colocando *mais ou menos* obstáculo à essa passagem (dependendo do seu valor ôhmico...). Como foi visto, um resistor de *menor* valor coloca menos obstáculo à corrente, ocorrendo o inverso com um de *maior* valor. Todo e qualquer material (metal, carvão, madeira, água, vidro, etc.) oferece maior ou menor grau de dificuldade à passagem da corrente elétrica. Isso quer dizer que, a não ser o *vácuo absoluto* (ausência *total* de matéria), nada, mas nada *mesmo*, consegue impedir *totalmente* a passagem da corrente... Entretanto, o grau de dificuldade apresentado ao trânsito da corrente varia muito, de material para material, assim, convencionou-se classificar as coisas em três grandes blocos (no que se refere a esse grau de dificuldade):

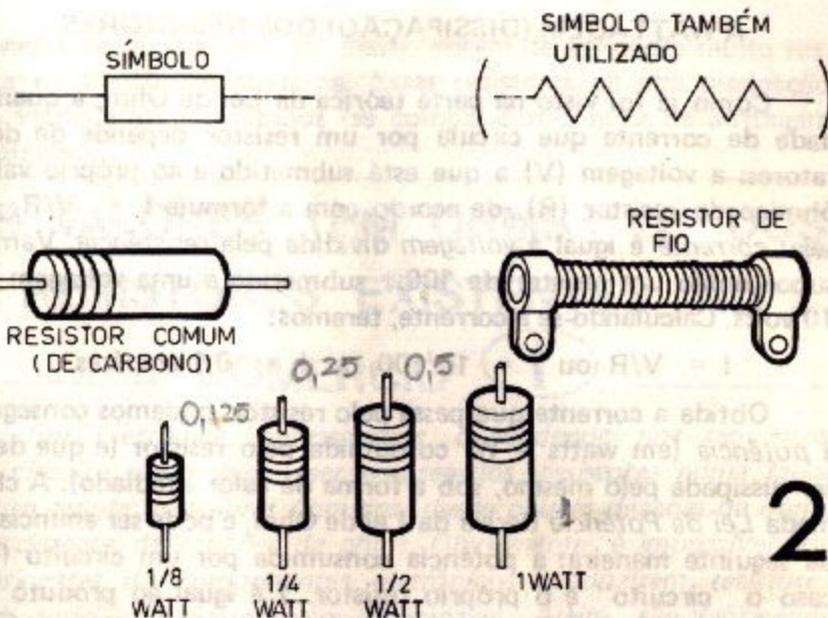
- MATERIAIS BONS CONDUTORES — Aqueles que oferecem uma resistência mínima, ou quase nula, à passagem da corrente. Entre esses materiais estão praticamente todos os metais e suas ligas (misturas de metais), alguns gases e líquidos cujas características químicas facilitam o trânsito da corrente, o carvão, etc.
- MATERIAIS MAUS CONDUTORES (TAMBÉM CHAMADOS DE ISOLANTES) — Aqueles que oferecem *grande* resistência à passagem da corrente. O vidro, a água pura (distilada), a madeira, a borracha, o papel seco e a maioria dos plásticos, são, em maior ou menor grau, ISOLANTES.
- MATERIAIS SEMI-CONDUTORES — Aqueles que apresentam resistência "média" à passagem da corrente, não podendo então ser classificados como condutores bons ou como isolantes. Existem muitos minerais que podem ser classificados nessa categoria, mas os comumente utilizados na moderna Eletrônica são o *germânio* e o *silício* (matéria-prima básica dos transístores, Circuitos Integrados, etc.). Normalmente, essa característica de condutibi-

lidade média é "controlada" ou "dosada" artificialmente através de processos industriais, já que, dificilmente seriam encontrados na Natureza, os materiais com os *exatos* graus de semi-condutibilidade exigidos para certas aplicações.

Vamos a uma analogia simples, para verificar como, utilizando-se um *mesmo* material, podem ser obtidos resistores de vários valores diferentes. Observem o desenho 1. Numa instalação hidráulica qualquer, os canos destinados a conduzir a água oferecem certo grau de resistência ao fluxo do líquido. Se tivermos, por exemplo, dois canos com o *mesmo* comprimento, porém com diâmetros diferentes, o condutor de *maior* diâmetro permitirá a passagem de *mais* água, no mesmo tempo, em relação ao cano de *menor* diâmetro. O mesmo fenômeno ocorre no caso de canos de *igual* diâmetro, porém de comprimentos *diferentes*, caso em que o cano *mais curto* permitirá a passagem de *mais* água no mesmo tempo, em relação ao condutor mais comprido.



Os materiais utilizados na Eletrônica (mais especificamente na construção de resistores...) comportam-se de maneira similar.



Assim, se tivermos dois cilindros de *carbono* (carvão) de igual comprimento, porém de diâmetros diferentes, o de maior diâmetro oferecerá menos resistência (terá um *valor ôhmico* menor, portanto...) à passagem da corrente do que o de menor diâmetro. Ainda, se tivermos dois cilindros de carbono com diâmetro idêntico, porém de comprimentos diferentes, o *mais curto* oferecerá menor resistência à corrente do que o mais comprido.

O desenho 2 mostra, ao alto, os símbolos mais adotados para "representar" os resistores utilizados na Eletrônica (o símbolo "em retângulo" será o adotado no nosso BÉ-A-BÁ). Também no desenho aparecem (em seus aspectos "reais") um resistor comum, de carbono e um resistor "de fio". O resistor de carbono costuma apresentar-se como um pequeno cilindro, tendo terminais metálicos axiais (dispositivos como se atravessassem o "eixo" do cilindro...). Sobre o corpo do cilindro, são gravadas faixas coloridas segundo um código especial (explicado mais adiante) que permite a "leitura" do valor ôhmico do resistor. Já os resistores de fio, costumam apresentar corpo cilíndrico também, porém de material cerâmico, envolvido por um fio metálico (quase sempre protegido por uma camada de tinta ou outro material isolante). Esse fio é conectado eletricamente a dois terminais metálicos colocados nas extremidades.

## A WATTAGEM (DISSIPACÃO) DOS RESISTORES

Como já foi visto na parte teórica da Lei de Ohm, a quantidade de corrente que circula por um resistor depende de dois fatores: a voltagem (V) a que está submetido e ao próprio valor ôhmico do resistor (R), de acordo com a fórmula  $I = V/R$ , ou seja: *corrente é igual à voltagem dividida pela resistência*. Vamos supor então um resistor de  $100\Omega$  submetido a uma voltagem de 10 volts. Calculando-se a corrente, teremos:

$$I = V/R \text{ ou } I = 10/100 \text{ ou } I = 0,1 \text{ ampères.}$$

Obtida a corrente que passa pelo resistor, podemos conseguir a *potência* (em watts - W) consumida pelo resistor (e que deve ser dissipada pelo mesmo, sob a forma de calor irradiado). A chamada *Lei da Potência* deriva da Lei de Ohm, e pode ser enunciada da seguinte maneira: a potência consumida por um circuito (no caso o "circuito" é o próprio resistor...) é igual ao produto da tensão aplicada aos seus terminais (em volts - V) pela intensidade da corrente elétrica (em ampères - A) que por ele passa.

Então temos que, para obter a *potência*, precisamos saber a *voltagem* e a *corrente*. Esses dados nós já obtivemos no cálculo anterior, assim, podemos aplicar a nova fórmula:

$$P = V \times I \text{ ou } P = 10 \times 0,1 \text{ ou } P = 1 \text{ watt.}$$

Isso quer dizer que o nosso hipotético resistor de  $100\Omega$ , submetido a uma tensão de 10 volts (e, conseqüentemente, percorrido por uma corrente de 0,1 ampères...), *consome* 1 watt. Deverá então o resistor ser "capaz de dissipar" essa potência de 1 watt, de preferência com larga margem de segurança. Assim, para que não ocorra aquecimento excessivo do componente, devemos colocar nesse "circuito" um resistor de, no mínimo, 2 watts (o dobro da potência "consumida"). Como a dissipação dessa potência (na forma de calor) é diretamente proporcional ao tamanho do componente (maior tamanho - maior dissipação), os resistores de "maior wattagem" são também maiores "fisicamente", como se pode ver na parte inferior do desenho 2, onde aparecem, embora não "em escala", guardando as diferenças proporcionais de tamanho, resistores de 1/8 de watt, 1/4 de watt, 1/2 watt e 1 watt. Além dos mostrados, existem resistores especiais para wattagens

elevadas (2, 5, 10 watts ou mais), porém de aplicação muito restrita na Eletrônica moderna. Esses resistores de alta dissipação são verdadeiros trambolhos (se comparados com os de wattagem reduzida...).

## OS VALORES (EM OHMS - $\Omega$ ) DOS RESISTORES EXISTENTES NO COMÉRCIO

Em Eletrônica, necessitamos, dependendo dos requisitos do circuito onde devam ser empregados, resistores numa faixa muito ampla de valores ôhmicos, desde poucas dezenas de ohms até dezenas de milhões de ohms. Obviamente, é impossível aos fabricantes de componentes eletrônicos produzirem resistores com todo e qualquer valor imaginável. Assim, são fabricados resistores com uma série de valores "padronizados".

A mais comum dessas séries de valores é baseada nas seguintes grandezas:

$$1 - 1,5 - 2,2 - 3,3 - 4,7 - 6,8\Omega.$$

Podemos então encontrar no varejo, resistores com todos esses valores, mais todos os múltiplos progressivos de 10 de tais valores, ou seja:

$$10 - 15 - 22 - 33 - 47 - 68\Omega \text{ (valores básicos } \times 10)$$

$$100 - 150 - 220 - 330 - 470 - 680\Omega \text{ (valores básicos } \times 100).$$

E assim por diante, até os valores básicos da série multiplicados por 10.000.000:

$$10.000.000 - 15.000.000 - 22.000.000 \text{ (não são disponíveis, normalmente valores superiores a } 22.000.000\Omega).$$

Também existem duas outras séries "encontráveis" no varejo, essas com uma faixa maior de valores básicos, conforme as relações a seguir:

$$1 - 1,2 - 1,5 - 1,8 - 2,2 - 3,3 - 3,9 - 4,7$$

$$10 \ 12 \ 15 \ 18 \ 22 \ 33 \ 39 \ 47$$

$$56 \ 68 \ 82\Omega$$

1 - 1,1 - 1,2 - 1,3 - 1,5 - 1,6 - 1,8  
 2 - 2,2 - 2,4 - 2,7 - 3 - 3,3 - 3,6 - 3,9 - 4,3  
 4,7 - 5,1 - 5,6 - 6,2 - 6,8 - 7,5 - 8,2 - 9,1Ω.

Nessas séries também existem todos os valores em seus múltiplos progressivos de 10, até o valor máximo de 22.000.000Ω.

### "ENCURTANDO" A QUANTIDADE DE ZEROS

Resistores de valores ôhmicos muito elevados ficam com o "nome muito comprido", tornando pouco prática a sua grafia, pela grande quantidade de zeros após o valor do sub-múltiplo básico. Assim, convencionou-se usar abreviações para alguns múltiplos:

**K (quilo)** - equivale a multiplicar os algarismos precedentes por 1.000.

**M (mega)** - equivale a multiplicar os algarismos anteriores por 1.000.000.

Vamos exemplificar: a tabela mostra como se pode escrever o valor de alguns resistores, com e sem as abreviações dos múltiplos:

sem a abreviação	com a abreviação
1.000Ω	1KΩ
4.700Ω	4,7KΩ ou 4K7Ω
100.000Ω	100KΩ
1.000.000Ω	1MΩ
1.500.000Ω	1,5MΩ ou 1M5Ω

Notar então que, a letra significativa do múltiplo (K para mil vezes e M para um milhão de vezes) também pode ser usada no lugar da "vírgula", simplificando ainda mais a grafia e a leitura do valor. Em alguns casos - e uma vez que se tenha a certeza de que estão sendo mencionados resistores, e não outro componente qualquer - até o símbolo Ω (ohm) pode ser eliminado ou (nos resistores de baixo valor), substituído pela letra R, conforme exemplos a seguir:

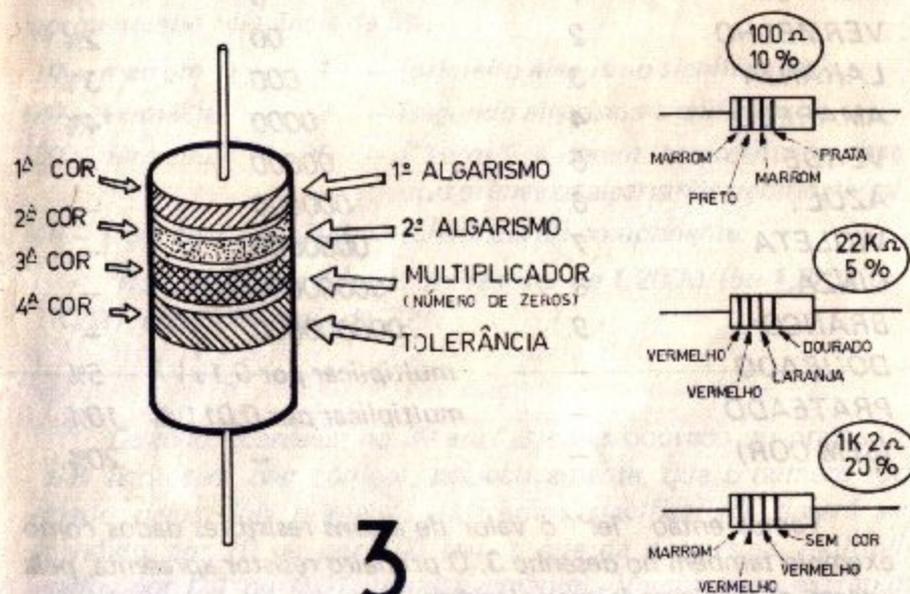
1Ω                    equivale a            1R  
 4,7Ω                equivale a            4R7  
 1MΩ                equivale a            1M

Com um pouco de prática e atenção, não será difícil "ler-se" o valor, qualquer que seja o sistema de abreviações adotado.

### O CÓDIGO DE CORES

Nos resistores de "corpo" grande (de alta wattagem), não se torna muito difícil para o fabricante imprimir o seu valor (usando letras e algarismos mesmo) sobre a peça. Entretanto, nos resistores com dissipação abaixo de 1 watt, pelo próprio tamanho do componente, isso torna-se impraticável. Além desse problema, o manuseio da peça pode, com o tempo, "apagar" a inscrição do valor, dificultando a vida de quem precisa saber "de quantos ohms é" determinado resistor, antes de ligá-lo a um circuito.

Convencionou-se então escrever esses valores no corpo da peça através de um código de faixas coloridas, no qual, cada cor,



3

dependendo da sua posição, tem um significado específico. O desenho 3 mostra, à esquerda, bem ampliado, o corpo de um resistor com o seu código de cores, que é gravado em "faixas" ou anéis que devem ser "lidos" sempre a partir da cor mais próxima a uma das extremidades do componente.

A primeira cor codifica o primeiro algarismo significativo. A segunda cor representa o segundo algarismo significativo. A terceira cor indica o número de zeros que devem ser acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos. Finalmente, a quarta cor indica a tolerância do componente. A tabela mostra o significado das cores (dependendo da sua "posição" nos anéis).

### CÓDIGO DE CORES

cor	1ª e 2ª anéis (algarismos significativos)	3ª anel (número de zeros)	4ª anel (tolerância)
PRETO	0	—	—
MARROM	1	0	1%
VERMELHO	2	00	2%
LARANJA	3	000	3%
AMARELO	4	0000	4%
VERDE	5	00000	—
AZUL	6	000000	—
VIOLETA	7	0000000	—
CINZA	8	00000000	—
BRANCO	9	000000000	—
DOURADO	—	multiplicar por 0,1:10	5%
PRATEADO	—	multiplicar por 0,01:100	10%
(SEM COR)	—	—	20%

Vamos então "ler" o valor de alguns resistores dados como exemplo também no desenho 3. O primeiro resistor apresenta, pela ordem, as seguintes faixas coloridas:

1ª — marrom

2ª — preto

3ª — marrom

4ª — prateado

Interpretando as cores segundo o código, teremos:

- marrom — 1 — (primeiro algarismo significativo)
- preto — 0 — (segundo algarismo significativo)
- marrom — 0 — ("zeros" a serem acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos)
- prateado — 10% — tolerância do componente.

Reescrevendo a coisa na horizontal, temos "um resistor de 100Ω, com tolerância de 10%". Fácil, não é?

Vamos ver o segundo e terceiro resistores do exemplo:

- 1ª — vermelho — 2 — (primeiro algarismo significativo).
- 2ª — vermelho — 2 — (segundo algarismo significativo).
- 3ª — laranja — 000 — ("zeros" a serem acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos).
- 4ª — dourado — 5% — tolerância do componente.

"Resultado" da leitura: um resistor de 22.000Ω (ou 22KΩ) apresentando tolerância de 5%.

- 1ª — marrom — 1 — (primeiro algarismo significativo).
- 2ª — vermelho — 2 — (segundo algarismo significativo).
- 3ª — vermelho — 00 — ("zeros" a serem acrescentados aos dois primeiros algarismos significativos)
- 4ª — (sem cor) — 20% — tolerância do componente.

"Resultado" da leitura: um resistor de 1.200Ω (ou 1,2KΩ ou 1K2Ω), com tolerância de 20%.

Quando aparecem no 3ª anel as cores dourado ou prateado, elas significam (ver código), respectivamente, que o número formado pelos dois primeiros algarismos significativos deverá ser dividido por 10 ou por 100 (ou, o que dá na mesma, multiplicados por 0,1 ou 0,01, respectivamente). Vamos a um exemplo:

Um resistor que apresente as seguintes cores, pela ordem:

- 1ª - amarelo - 4 - (primeiro algarismo significativo).
- 2ª - violeta - 7 - (segundo algarismo significativo).
- 3ª - prateado - - (dividir o número formado pelos dois primeiros algarismos por 100 - ou multiplicá-lo por 0,01).
- 4ª - marrom - 1% - tolerância do componente.

"Traduzindo" a coisa, temos: um resistor de  $0,47\Omega$  (resultado de dividir-se 47 por 100 - ou multiplicar 47 por 0,01) com tolerância de 1%. NOTAR QUE ESSE EXEMPLO FOI DADO APENAS COMO INFORMAÇÃO, POIS TAIS VALORES ÔHMICOS E DE TOLERÂNCIA NÃO SÃO COMUNS NO VAREJO, SENDO ADOTADOS APENAS EM RESISTORES ESPECIAIS, DESTINADOS A INSTRUMENTOS PROFISSIONAIS.

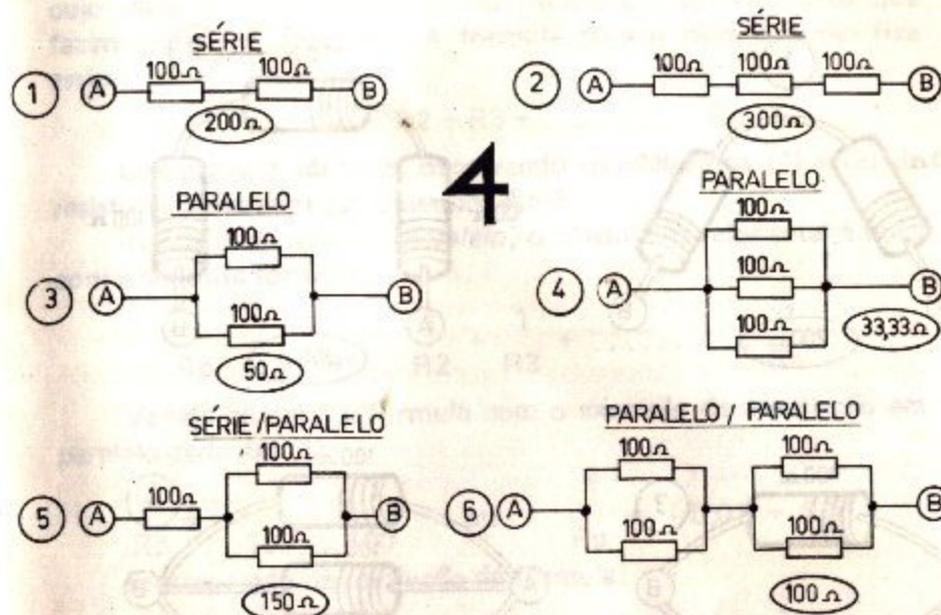
47  
001  
-----  
0,47Ω

### SIGNIFICADO DA TOLERÂNCIA

O índice dado para a tolerância do componente, significa o quanto o seu valor pode variar - "para cima ou para baixo" - sem que isso significa erro ou má fé do fabricante quanto à exatidão ôhmica do componente. Assim, um resistor de  $1K\Omega$  - 10% (quarto anel prateado), pode ter, na realidade, qualquer valor entre  $900\Omega$  e  $1.100\Omega$ .

## ASSOCIANDO RESISTORES EM SÉRIE E EM PARALELO

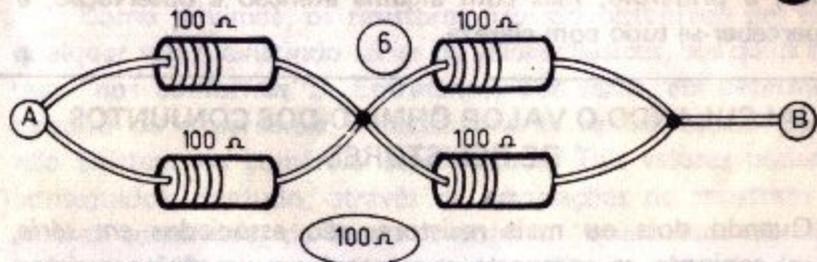
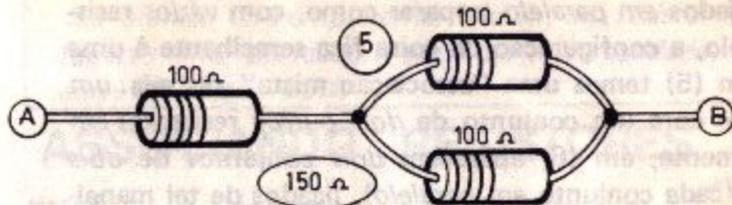
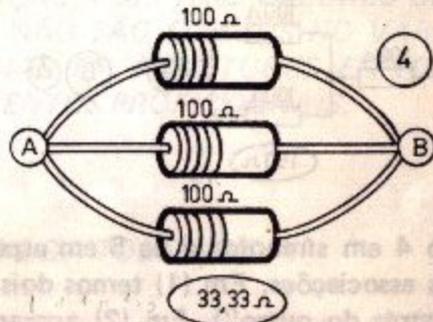
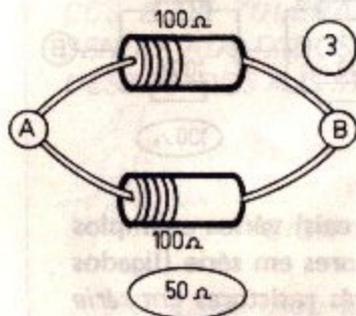
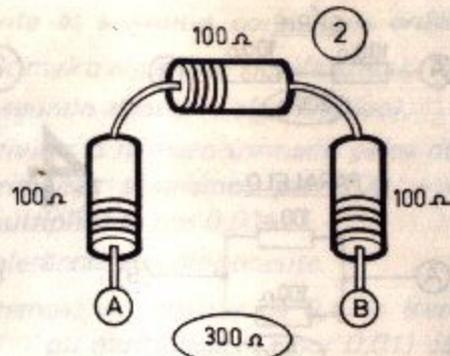
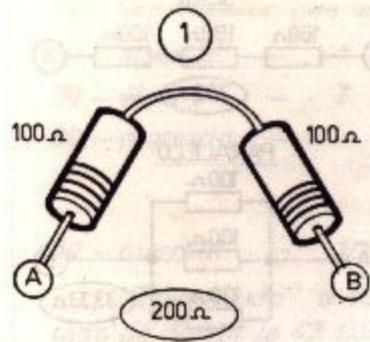
Como já vimos, os resistores não são obtíveis em todo e qualquer valor, existindo séries de valores básicos, aos quais temos que "nos conformar"... Entretanto, por vezes, em determinado circuito ou experiência, necessitamos de valores específicos que não existem no comércio especializado. Tais valores podem ser conseguidos, contudo, através de associações de resistores com valores comerciais, de forma a obter a "quantidade de ohms" requerida... Observem os desenhos 4 e 5 que mostram (na ilus-



tração 4 em símbolos e na 5 em aspectos reais) vários exemplos dessas associações. Em (1) temos dois resistores em série (ligados "um atrás do outro"). Em (2) aparecem três resistores em série (também ligados "em fila"). Já em (3), o leitor vê dois resistores ligados em paralelo (um ao lado do outro). Em (4) aparecem três resistores associados em paralelo (reparar como, com vários resistores em paralelo, a configuração da coisa fica semelhante à uma "escada"...). Em (5) temos uma "associação mista", ou seja: um resistor em série com um conjunto de dois outros resistores em paralelo. Finalmente, em (6) aparecem dois conjuntos de dois resistores cada (cada conjunto em paralelo), ligados de tal maneira que, ambos os conjuntos estão em série. Pode parecer um pouco confuso, a princípio, mas com alguma atenção e observação, é fácil perceber-se tudo com clareza.

### CALCULANDO O VALOR ÔHMICO DOS CONJUNTOS DE RESISTORES

Quando dois ou mais resistores são associados em série, todo o conjunto se comporta como se fosse um único resistor,



5

cujo valor é a soma dos valores individuais dos resistores que fazem parte do conjunto. A fórmula para o cálculo então fica assim:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Comprove a fórmula, observando os conjuntos (1) e (2) de resistores mostrados nos desenhos 4 e 5.

Já nos conjuntos em paralelo, o cálculo do valor total é feito com a seguinte fórmula:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

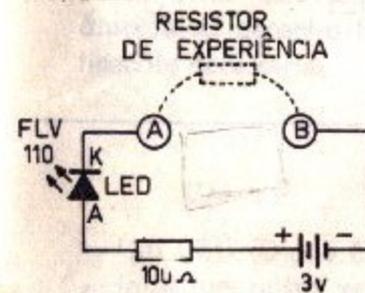
Vamos conferir a fórmula com o exemplo de associação em paralelo dado em (3):

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} \quad \text{ou} \quad R_p = 0,01 + 0,01$$

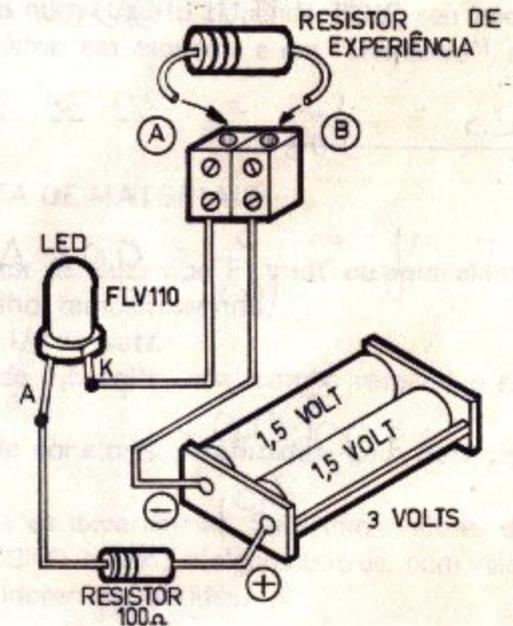
Prosseguindo na resolução da fórmula:

$$\frac{1}{R_p} = 0,02 \quad \text{ou} \quad R_p = \frac{1}{0,02}$$

$$R_p = 50\Omega$$



6



Experimente agora calcular sozinho a associação em paralelo mostrada em (4), verificando se obtém a resposta correta, que é  $33,33\Omega$ .

Nas associações "mistas", como em (5) e (6), o cálculo deve ser feito por etapas. Por exemplo: no exemplo (5), primeiro calcule o resultado dos dois resistores de  $100\Omega$  ligados em paralelo, usando a fórmula (o resultado desse primeiro cálculo será  $50\Omega$ ), e depois, calcule o resultado final desse "resistor resultado" em série com o outro componente colocado no conjunto. Verifique também a exatidão do exemplo dado em (6).

Para facilitar as coisas, tanto na ilustração 4 quanto na 5, junto a cada exemplo aparecem, os valores individuais dos resistores que fazem parte dos conjuntos e o valor ôhmico "final" das associações...

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}$$

$$\frac{1}{R_p} = 0,01 + 0,01 = 0,02$$

$$R_p = \frac{1}{0,02} = 50 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{3}{100} = 0,03 \text{ A}$$

Handwritten calculations and diagrams on page 32 show the process of calculating the equivalent resistance for three parallel resistors. The calculations are:  $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{100} + \frac{1}{100} + \frac{1}{100} = 0,03$  and  $R_p = \frac{1}{0,03} = 33,33 \Omega$ . A circuit diagram shows three resistors in parallel connected to a 3V source. Another diagram shows a single resistor of  $33,33 \Omega$  connected to the same source.

## OS RESISTORES NA PRÁTICA (P)

Utilizando componentes bem semelhantes aos usados nas experiências da Lei de Ohm (inclusive os principais poderão ser reaproveitados), você pode fazer diversos testes básicos de "comportamento" dos resistores num circuito dependendo do seu valor ôhmico. O desenho 6 mostra, em esquema e em "chapeado", as ligações necessárias...

### LISTA DE MATERIAIS

- Um LED (Diodo Emissor de Luz) tipo FLV110 ou equivalente (qualquer outro, vermelho, também servirá).
- Um resistor de  $100\Omega \times 1/4$  de watt.
- Duas pilhas pequenas de 1,5 volts cada, com o respectivo suporte.
- Um pedaço de barra de conetores parafusados, com dois segmentos.
- Resistores diversos para as experiências. Sugerimos valores de  $100\Omega$ ,  $1K\Omega$ ,  $10K\Omega$ ,  $100K\Omega$  e  $1M\Omega$  e alguns outros, com valores intermediários, se puderem ser obtidos.

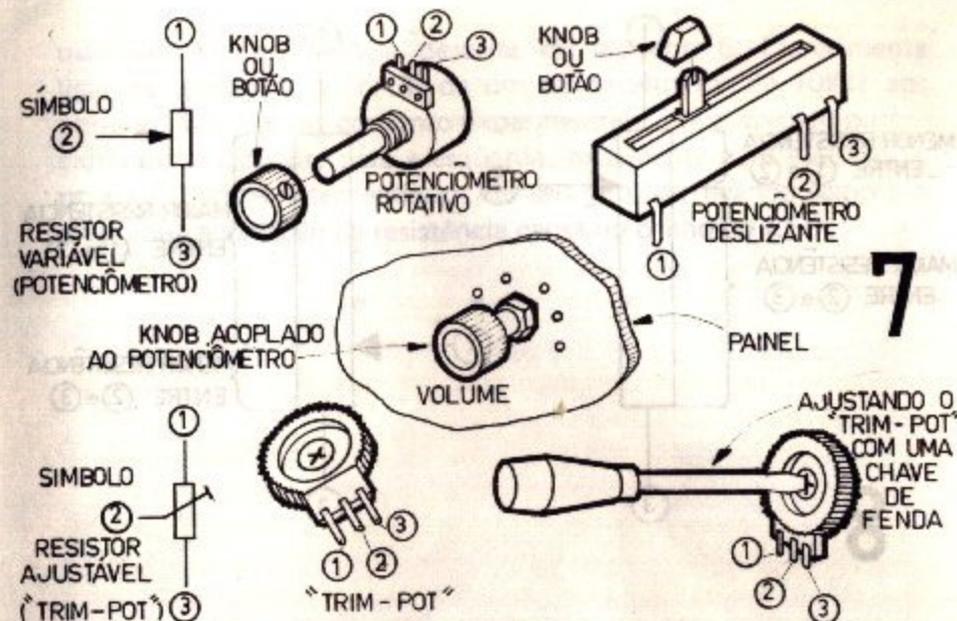
Interligue as peças como mostrado no desenho 6. Os pontos A e B (conectores parafusados) servirão para a ligação dos resistores de experiência. Atenção para a correta identificação dos terminais do LED e para a polaridade dos fios que saem do suporte das pilhas. Normalmente, o suporte apresenta fio vermelho no *positivo* e fio preto no *negativo*.

## EXPERIÊNCIAS

- Inicialmente, não ligue nada aos conectores A e B. O LED permanecerá apagado. Na verdade, *não ligar nada* aos pontos A e B equivale a conectar, entre esses pontos, *uma resistência de valor altíssimo* (muitos e muitos milhões de ohms) representada pelo *próprio ar* existente entre os dois contatos, além do próprio material plástico que constitui o conjunto de conectores! Esses materiais (o ar e o plástico) são *maus condutores, ou isolantes* (como já vimos anteriormente...). Assim, a corrente que passa pelo circuito é desprezível (para efeitos práticos igual a "zero"), *não* acendendo o LED.
- Em seguida, progressivamente, vá ligando aos pontos A e B, os vários resistores de experiência, um a um, começando pelos de valor mais elevado. Verifique o também progressivo "acendimento" do LED, com brilho cada vez maior.
- Experimente também ligar várias associações *em série, em paralelo* ou mistas, aos pontos A e B, verificando o efeito que fazem no brilho do LED em função dos valores ôhmicos obtidos com tais associações.
- Finalmente, ligue um pedaço de fio entre os pontos A e B (fio comum, de ligação). Verifique o brilho do LED como fica no seu máximo (o fio — normalmente de cobre ou alguma liga desse metal — é um excelente condutor, praticamente não causando *nenhum* obstáculo à passagem da corrente).

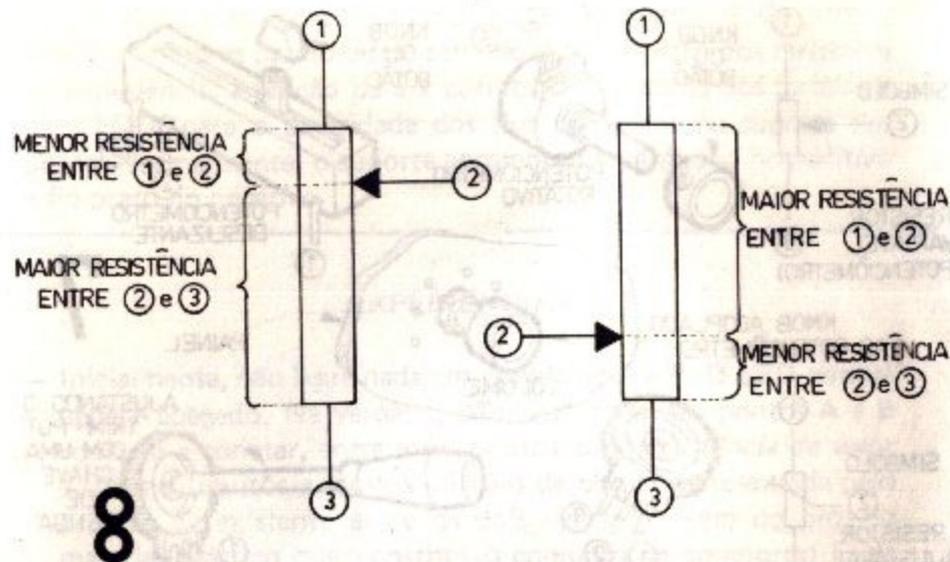
## OS RESISTORES VARIÁVEIS E AJUSTÁVEIS

Até agora, quando nos referimos a *resistor*, estávamos falando de componentes com *valor fixo e certo*, ou seja: um resistor de 100Ω, por exemplo, terá *sempre* o valor de 100 ohms (guardadas



as pequenas variações "para mais ou para menos" que podem ocorrer devido à tolerância com que o fabricante o apresenta, além de variações imperceptíveis — para efeito prático — causadas pela alteração da temperatura ambiente).

Existem, contudo, resistores especiais, também muito utilizados na Eletrônica. São os chamados resistores variáveis (POTENCIÔMETROS) ou ajustáveis ("TRIM-POTS"). Esses componentes são fabricados de maneira que um cursor metálico (espécie de contato móvel, controlado por um eixo ou um mecanismo deslizante) possa percorrer toda a extensão do corpo do resistor. O desenho 7 mostra esses dois tipos de resistores em seus símbolos esquemáticos, aparências reais (e algumas outras informações complementares, importantes). Na parte superior do desenho é visto o POTENCIÔMETRO, em seus dois tipos mais comuns: rotativo e deslizante. No potenciômetro rotativo, a variação do valor de resistência é feita girando-se o eixo do componente, com o auxílio de um botão ou "knob" acoplado à ponta de tal eixo. No potenciômetro deslizante, a variação da resistência é conseguida pelo movimento linear de um cursor, também acoplado a um botão ou "knob", para maior conforto. Os controles de *volu-*



me, graves, agudos, etc., de rádios e amplificadores, são exercidos por resistores variáveis ou POTENCIÔMETROS. O resistor ajustável ou "TRIM-POT" é mostrado na parte inferior da ilustração. Ele também apresenta um cursor que pode percorrer toda a extensão do seu material resistivo. O ajuste do valor ôhmico do "Trim-Pot" é feito girando-se esse cursor com o auxílio de uma chave de fenda pequena (como mostrado na ilustração).

No centro do desenho aparece um potenciômetro *instalado* no painel de um aparelho eletrônico qualquer (no caso, aparece um do tipo rotativo), mostrando o "knob" acoplado ao eixo de controle.

O desenho 8 mostra, em esquema simplificado, *por que* acontece a variação de resistência num potenciômetro. Os pontos (1) e (2) correspondem aos terminais existentes nos extremos do elemento resistivo. O ponto (3) representa o contato do cursor, capaz de "percorrer" a extensão do elemento resistivo. Recordando o que foi ensinado no começo desta lição sobre RESISTORES, verifique como a resistência fica *maior* entre os pontos (1) e (2), quando o cursor é deslocado em direção ao ponto (3) e vice-versa.

Se você ainda não desmontou o conjunto de componentes básicos (pilhas, LED, resistor de  $100\Omega$  e conetores parafusados)

utilizados na experiência descrita no desenho 6. Experimente ligar os terminais (2) e (3) de um potenciômetro de  $10K\Omega$  aos pontos (A) e (B) do conjunto experimental. Gire o eixo do potenciômetro totalmente para a esquerda, totalmente para a direita, e pare em pontos intermediários do seu giro, verificando sempre o efeito que a variação da resistência causa no brilho do LED.

DIVIRTA-SE COM A  
ELETRÔNICA

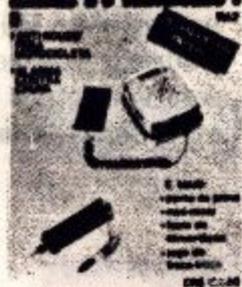


Se você quer completar a sua coleção de DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA, peça os números atrasados, pelo reembolso postal, a BARTOLO FITTIPALDI - EDITOR - Rua Santa Virgínia, 403 - Tatuapé -

CEP 03084

São Paulo - SP.

DIVIRTA-SE COM A  
ELETRÔNICA



DIVIRTA-SE COM A

# DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA

projetos fáceis, jogos, utilidades, pasatempos, curiosidades, dicas, informações... NA LINGUAGEM QUE VOCÊ ENTENDE!



## O FERRO DE SOLDAR

Além das ferramentas básicas que — mais cedo ou mais tarde — todo aquele que se interessa por Eletrônica vai acabar precisando, os alicates de bico e de corte, chaves de fenda de vários tamanhos, etc. (todas essas ferramentas serão "dissecadas" futuramente aqui no BÉ-A-BA) existe um "negócio", sem o qual pouco (ou nada...) se consegue fazer ou construir, dentro do ramo: o FERRO DE SOLDAR.

Aqui no BÉ-A-BA procuraremos sempre, nas montagens puramente experimentais e comprobatórias dos assuntos abordados nas lições, ilustrar a coisa em barra de terminais parafusados que, embora não muito baratas, facilitam muito a vida dos "alunos", pois componentes e ligações podem ser intercambiados com grande facilidade, reaproveitando-se dezenas e dezenas de vezes, os mesmos componentes, a mesma barra de terminais parafusados e até os mesmos fios de ligação. Entretanto, à medida que a turma for progredindo no aprendizado, surgirá, inevitavelmente, a necessidade (isso sem falar na vontade...) de realizar montagens definitivas, solidamente construídas, resistentes mecânica e eletricamente, para que durem um bom tempo.

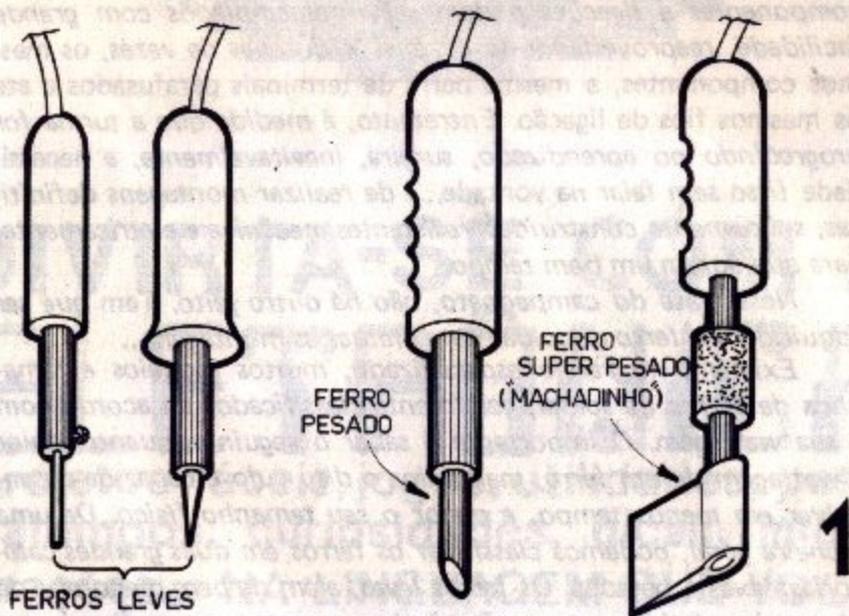
Nessa fase do campeonato, não há outro jeito. Tem que ser adquirido um ferro de soldar para efetuar as montagens...

Existem, no varejo especializado, muitos modelos e tamanhos de ferros de soldar, geralmente classificados de acordo com a sua wattagem. O importante é saber o seguinte: quanto maior a wattagem de um ferro, mais calor o dito cujo é capaz de desenvolver em menos tempo, e maior o seu tamanho físico. De uma maneira geral, podemos classificar os ferros em duas grandes categorias: leves e pesados. Os ferros leves, além de bem menores e de manuseio relativamente confortável, apresentam ponta fina (apro-

priada à soldagem de pequenos componentes) e aquecimento rápido, ou seja: chegam, em alguns minutos, à temperatura suficiente para efetuar as soldagens... Os ferros pesados (pouco usados na Eletrônica moderna) são grandões, apresentando pontas bem grossas e, devido à "inércia térmica" inerente ao seu grande tamanho, levam um tempo considerável para atingir a temperatura de funcionamento.

Para se lidar com os componentes pequenos (ou pequeníssimos, na maioria dos casos...) utilizados na moderna Eletrônica, recomendamos o uso de um ferro leve (que, entre outras vantagens, apresenta uma que costuma agradar a todo mundo: é de preço também relativamente "leve"...).

O desenho 1 mostra ferros leves e pesados, para uma comparação. Procure então, nas suas montagens, utilizar um dos dois tipos ilustrados na esquerda. Os dois ferros da direita, atualmente, apenas são utilizados em funções muito específicas, na soldagem dos raros componentes ainda grandes, existentes por aí, ou na ligação soldada de cabos (fios) muito grossos, que devam ser percorridos por correntes relativamente elevadas. O ferro super-pesado ("machadinho") chega a ser um anacronismo nas montagens atuais.



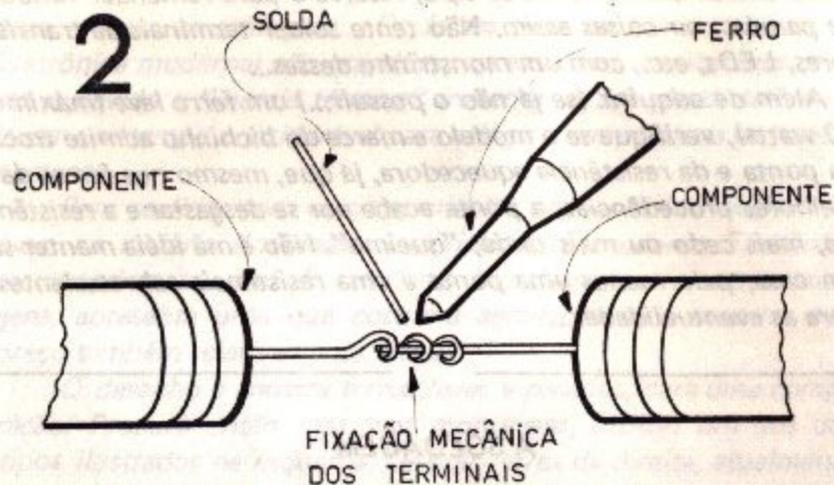
Se lá no fundo do teu baú (ou no baú de algum "antepassado"...), ainda existir um ferro desse tipo, reserve-o para remendar fundos de painéis, ou coisas assim. Não tente soldar terminais de transistores, LEDs, etc., com um monstrinho desses...

Além de adquirir (se já não o possuir...) um ferro leve (máximo 30 watts), verifique se o modelo e marca do bichinho admite troca da ponta e da resistência aquecedora, já que, mesmo nos ferros das melhores procedências, a ponta acaba por se desgastar e a resistência, mais cedo ou mais tarde, "queima". Não é má idéia manter-se em casa, pelo menos uma ponta e uma resistência sobressalentes, para as eventualidades...

## A SOLDAGEM

As primeiras tentativas do iniciante em Eletrônica de soldar dois terminais de componentes, costumam "dar zebra"... Isso ocorre porque, embora a soldagem seja algo verdadeiramente muito simples (obviamente depois que se aprende...) exige uma certa dose de "malícia" e alguns "truques"... O desenho 2 mostra a operação de soldagem dos terminais de dois componentes. Vamos por etapas:

- A primeira coisa a ser feita é a limpeza dos terminais a serem soldados, com lixa fina, "Bom Bril" ou uma lâmina.
- Se essa limpeza não for feita, as camadas de óxido ("ferrugem"), existentes na superfície dos terminais, não permitirão uma boa soldagem.
- Depois de limpos, os terminais devem ser fixados (ainda que levemente...) entre si. No caso de terminais finos, uma leve torção de um sobre o outro, como mostrado no desenho 2, será suficiente... Não é conveniente prender-se muito os terminais antes da soldagem, porque, no caso da necessidade de se reparar um defeito qualquer, que obrigue a desligar-se os componentes, ficará difícil separá-los novamente.
- Notar, ainda no desenho 2, que a ponta do ferro, já bem aquecida (não tente realizar uma soldagem sem que o ferro tenha esquentado completamente, porque "vai dar zebra") deve encostar na junção dos terminais dos componentes e não na solda.

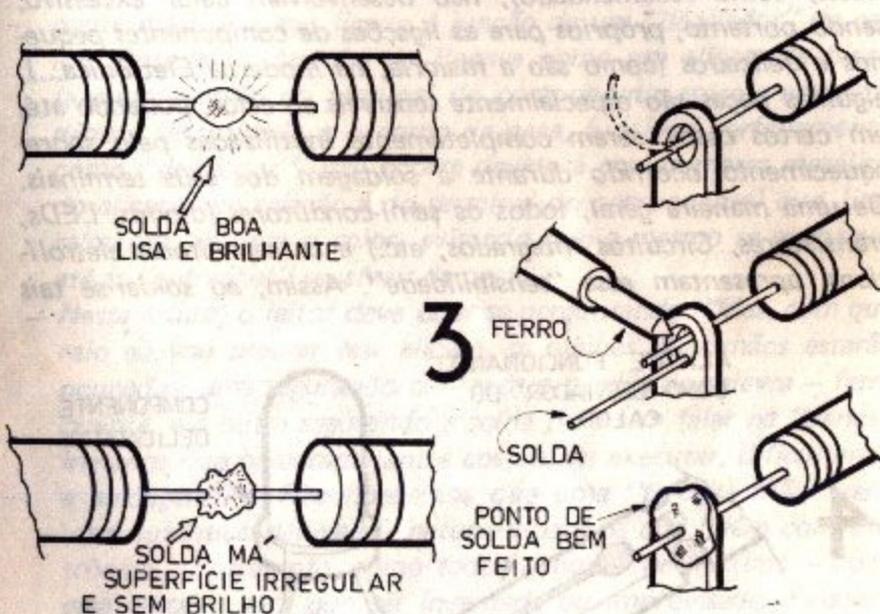


Um ou dois segundos de pressão da ponta do ferro sobre a junção são suficientes para aquecer a junção até o ponto necessário para que a solda se funda.

- A solda deve também ser encostada na junção e não na ponta do ferro. Se a junção estiver perfeitamente aquecida, a ponta da solda derrete e se espalha uniformemente, fazendo uma ligação perfeita.
- Existem também alguns cuidados que devem ser tomados com o próprio ferro. Antes de iniciar uma soldagem qualquer, limpe bem a ponta com uma lixa, palha de aço fina ou lima, retirando aquela crosta enegrecida que sobrou de soldagens anteriores (se o ferro for novo, basta polir a ponta, até que fique bem brilhante, com "Bom Bril"). Em seguida, "estanche" um pouco a ponta, encostando-lhe a solda, por alguns segundos, de modo que fique coberta por uma pequena camada prateada da solda fundida.
- O aspecto de um ponto de solda, depois de pronto, é muito importante no "diagnóstico" de uma ligação, ou seja: para saber se a junção ficou perfeita, mecânica e eletricamente. O desenho 3 mostra, a esquerda, no alto, como deve ficar uma boa junção soldada. A superfície da solda deve ficar lisa e brilhante. Logo

abaixo, aparece uma junção mal feita. Nesse último caso, a superfície do ponto de solda costuma apresentar-se irregular (áspera) e sem brilho. Nesse tipo de solda, geralmente ocorre mau contato, capaz de atrapalhar (ou impedir completamente) o funcionamento de um circuito.

- Até agora falamos da soldagem de dois componentes entre si, através dos seus terminais. Entretanto, nas montagens, também é muito comum que um componente qualquer deva ter seus terminais soldados a um "olhal" metálico, faça ele parte de uma barra de terminais (também chamada de "ponte", ou de um dos componentes mais "pesados" - chaves, interruptores, conetores de entrada e saída, etc.).



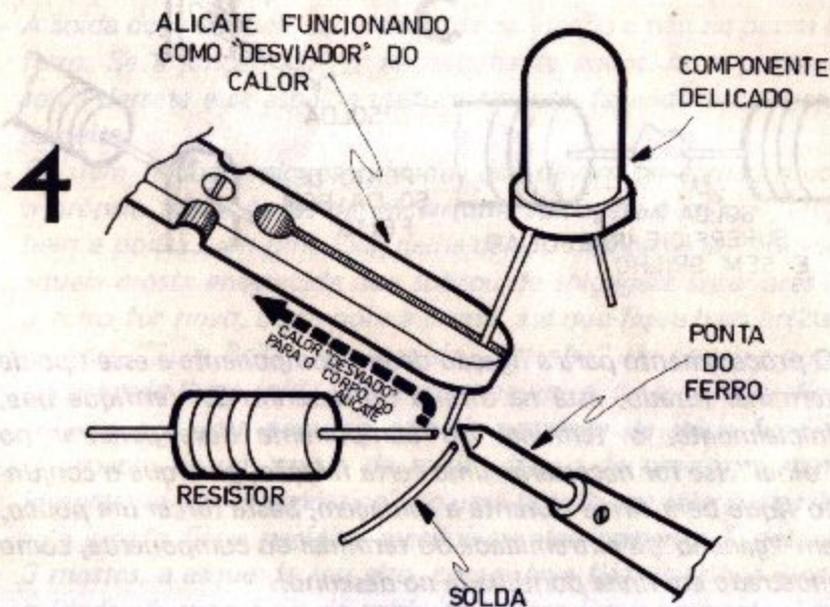
- O procedimento para a ligação de um componente a esse tipo de terminal furado, está na direita do desenho 3. Verifique que, inicialmente, o terminal do componente deve penetrar no "olhal" (se for necessária uma certa fixação, para que o conjunto fique bem firme durante a soldagem, basta torcer um pouco, em "gancho", a extremidade do terminal do componente, como mostrado em linha pontilhada no desenho).

- Pressione a ponta aquecida do ferro na junção do terminal com o "olhal" por alguns segundos e encoste a solda no furo (e não na ponta do ferro...).
- A solda deve se espalhar uniformemente, preenchendo o furo e ligando, solidamente, o terminal ao "olhal" metálico.
- Aqui também vale a recomendação de não se fixar (antes da soldagem) o terminal do componente ao furo com muita rigidez ("ganchos" muito apertados ou "trançados"), pois isso dificultará enormemente a retirada do componente no caso de se tornar necessária uma futura troca ou substituição, em virtude de algum defeito ou erro nas ligações...

Embora os ferros leves, de baixa wattagem (máximo 30 watts, como recomendado), não desenvolvam calor excessivo, sendo portanto, próprios para as ligações de componentes pequenos e delicados (como são a maioria, na moderna Eletrônica...), algumas peças são especialmente sensíveis ao calor, podendo até, em certos casos, serem completamente inutilizadas pelo sobreaquecimento ocorrido durante a soldagem dos seus terminais. De uma maneira geral, todos os semi-condutores (diodos, LEDs, transístores, Circuitos Integrados, etc.) e os capacitores eletrolíticos, apresentam essa "sensibilidade". Assim, ao soldar-se tais

componentes, recomenda-se alguns "macetes", todos destinados a evitar o aquecimento excessivo do componente. Vamos, item por item, relacionar os principais "truques":

- Evitar que o contato da ponta aquecida do ferro com o terminal de um desses componentes "delicados" ultrapasse 5 segundos.
- Se, por inexperiência, ou por um "acidente" de bancada qualquer, a soldagem não dá certo nesses primeiros 5", afaste a ponta do ferro, espere a ligação esfriar e tente novamente, com mais cuidado.
- Algumas junções, contudo, compostas de vários terminais, pelo seu próprio tamanho ficam difíceis de serem realizadas muito rapidamente. Nesse caso, devemos dotar o terminal do componente mais delicado ligado à junção de um "desviador" de calor. Observe o desenho 4. Repare como um alicate de bico, fazendo pressão no terminal do componente, entre a extremidade a ser soldada e o corpo da peça, funciona perfeitamente como "desviador". Isso ocorre devido à grande massa metálica do alicate (em relação à do terminal do componente) que, literalmente, absorve o calor, evitando que o mesmo se propague até as "entranhas" sensíveis da peça.
- Nessa altura, o leitor deve estar se perguntando: "Mas, com que raio eu vou segurar esse alicate, se minhas duas mãos estarão ocupadas, uma segurando o – com o perdão da palavra – ferro quente, e a outra segurando a solda (isso sem falar na "dança" irritante que os componentes costumam executar, dificultando a soldagem)?". Reconhecemos que uma "terceira mão" seria uma autêntica dádiva da natureza para os que lidam com Eletrônica... Entretanto, como todos temos – no máximo – duas, essa terceira terá que ser inventada ou improvisada. Existem, no varejo de ferramentas para Eletrônica, alicates travantes para essa aplicação específica. Essas ferramentas são dotadas de uma espécie de mola e um "clip" na extremidade das manoplas, que permitem prender o alicate na sua posição "fechado", de maneira que a pressão das suas pinças continue a ser exercida, automaticamente, sem a intervenção das mãos do usuário.
- Quem não conseguir um desses alicates especiais, poderá improvisar um, enrolando elástico ou fita de borracha (recortada de uma câmara velha de pneu), em torno das manoplas, de maneira



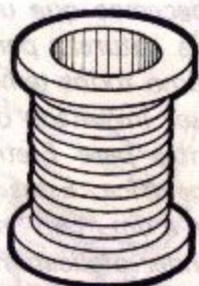
a prender o alicate na posição "fechado", sem o uso das mãos. Também alguns equipamentos cirúrgicos, como aquelas pinças em forma de tesoura, dotadas de um sistema de trava dentada, que os médicos usam para segurar e prender vasos e tecidos do paciente, durante a cirurgia (não se preocupem vocês aí, no fundo da classe, que não vamos ensinar ninguém a extrair apêndices... isso é com outro departamento...) são ótimos auxiliares na função de terceira mão durante as montagens Eletrônicas.

## A SOLDA

Na maioria das montagens (sejam para estudo, experimentais, ou definitivas), da moderna Eletrônica, devido ao pequeno tamanho dos terminais, e à necessidade de ligação rápida, sem calor excessivo, utiliza-se a solda fina, de baixo ponto de fusão (isso quer dizer que o fio de solda se funde — derrete — com temperaturas relativamente baixas). No varejo especializado, você encontrará a solda em três tipos básicos de acondicionamento (mostrados no desenho 5):



EM CARTELA



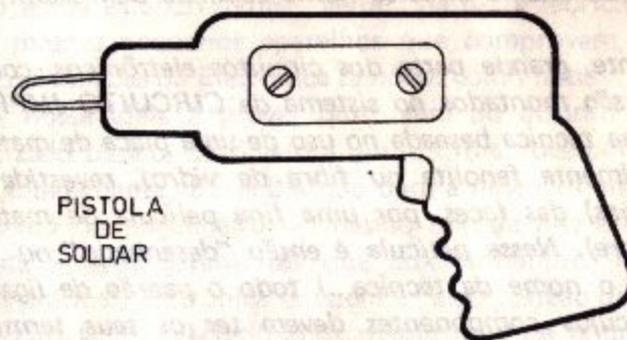
EM ROLO



EM TUBO

5

- Em cartela — cerca de 1 metro de solda, enrolada sobre uma pequena cartela de papelão.
- Em rolo — carretéis de solda, apresentando várias metragens ou pesos, úteis para técnicos ou profissionais que utilizem, realmente, muita solda.
- Em tubos — esse sistema de acondicionamento é o mais recentemente lançado e, na nossa opinião, o mais prático de todos (principalmente para o iniciante e estudante). Um tubo plástico transparente (para que se possa verificar a quantidade de solda ainda existente), envolve a solda, que é enrolada em espiral, de forma que a sua ponta possa ser puxada, à vontade, e à medida da necessidade, por uma das extremidades do tubo. O manuseio do conjunto é muito confortável.



PISTOLA  
DE  
SOLDAR

6

Existem, é claro, equipamentos — principalmente de uso profissional — muito mais sofisticados do que os até aqui apresentados. Um deles é a chamada pistola de soldar, de alta eficiência, e cujo aquecimento só se verifica quando premido um gatilho. É de uso muito prático e confortável (segura-se exatamente como se faz com um revólver). Entretanto, devido ao

seu preço relativamente elevado, enquanto Eletrônica constituir para você um aprendizado, não será necessária a aquisição de tal equipamento (a menos que você seja daqueles — raros, hoje em dia — felizardos, que "vazam tutu pelo ladrão"...).

## OUTRAS TÉCNICAS DE SOLDAGEM

Por enquanto, exemplificamos apenas as soldagens diretas, ou seja: de componente para componente, ou de componente para barra de terminais. Para o uso do estudante e principalmente (pelo menos nas primeiras montagens), essa técnica é plenamente suficiente, recomendada, mesmo, pela sua grande simplicidade, e pela relativa facilidade de se corrigir erros (desfazendo soldas de ligações erradas, substituindo componentes de valor trocado, etc.). Entretanto, as montagens nesse sistema costumam ser um tanto grandes e desajeitadas (principalmente se a idéia for acondicionar o circuito numa caixinha bem bonitinha, e coisa...).

Atualmente, grande parte dos circuitos eletrônicos, comerciais ou não, são montados no sistema de CIRCUITO IMPRESSO, que é uma técnica baseada no uso de uma placa de material isolante (geralmente fenolite ou fibra de vidro), revestida em uma (ou ambas) das faces, por uma fina película de material condutor (cobre). Nessa película é então "desenhado" ou "impresso" (daí o nome da técnica...) todo o padrão de ligações do circuito, cujos componentes devem ter os seus terminais inseridos em furos estrategicamente colocados na placa e, posteriormente soldados às "pistas" cobreadas, constituídas pela película.

Em futuras lições, essa técnica (que como todas as outras, parece complexa, a princípio, mas é muito fácil de entender e executar...) será explanada, com todos os detalhes.

# INICIAÇÃO AO HOBBY (P)



## PISCA-PISCA ALTERNADO COM LEDS E TRANSISTORES

("BICHO ZOIUDO")

Em todo BÉ-A-BÁ traremos pelo menos uma montagem prática que, inevitavelmente, envolverá o uso e a aplicação de componentes e circuitos *ainda não estudados*. Adotaremos esse sistema para que o interessado em Eletrônica tenha a oportunidade, mesmo ainda estando muito "verde" na parte teórica, de realizar por si mesmo pequenos aparelhos que comprovem, "ao vivo", as potencialidades da Eletrônica *também* como hobby...

A nossa idéia é provar que, além do assunto valer como aprendizado básico, destinado a um futuro aproveitamento profissional (obviamente, BÉ-A-BÁ não dará a ninguém um "diploma" de técnico ou engenheiro — mesmo porque não é essa a nossa proposta — mas garantimos que auxiliará *muito* na formação teórico/prática), Eletrônica também é "algo gostoso de se transar", como puro lazer... Acreditamos mesmo que de pouco adianta o "cara" ser uma sumidade (no aspecto teórico e profissional) se não "curte" também o assunto ao nível de divertimento. Em suma: há que se *amar* a coisa! Não basta apenas a esperança de "acabar faturando algum" no futuro, a partir do aprendizado. Não se consegue fazer bem algo de que não se goste.

É, então, a partir de pequenas montagens, brinquedinhos, curiosidades e aparelhos de uso prático, que o "gosto" real da "coisa" pode (e deve...) ser avaliado.

Sempre que aparecerem, aqui na INICIAÇÃO AO HOBBY, componentes ou circuitos ainda não abordados, será dada uma breve explicação (no item INFORMAÇÃO) sobre o funciona-

mento desses "bichos estranhos". No futuro, no devido tempo e na devida "lição", tais componentes e circuitos serão explicados com mais profundidade...

Acreditamos que a maioria dos "alunos" aprovará esse nosso jeito meio "ao contrário" de, às vezes, *primeiro mostrar que a coisa funciona para depois mostrar como e por que funciona...* Para justificar esse nosso sistema (que alguns, mais radicais, chamariam de *anti-sistema*), lembramos a história já muito conhecida do jovem que entra num Conservatório Musical, "doido" para aprender violão e tocar *logo* as suas musiquinhas, e acaba se surpreendendo (e desanimando, precocemente) ao verificar que o aprendizado do instrumento exige *meses e meses de pura teoria*, antes que lhe seja dado o prazer de executar, por si mesmo, a mais simples canção...

Assim (ainda dentro da analogia exposta), não teremos nenhum tipo de preconceito em "ensinar vocês a tocarem algumas musiquinhas fáceis e agradáveis", mesmo *antes* que saibam *ler corretamente as notas...* Afinal, existem muitos músicos excelentes que começaram "de ouvido", para, apenas depois de dominarem o instrumento quase com perfeição, se dedicarem ao necessário aprendizado teórico...

Vamos montar um pequeno e interessante efeito luminoso, eletronicamente controlado, um PISCA-PISCA ALTERNADO com múltiplas aplicações em jogos, brinquedos, sinais luminosos de aviso, etc. Tanto a seqüência da montagem quanto ao próprio circuito, são *muito* simples, não "assustando" ninguém em termos de complexidade (mesmo *você*, que jamais realizou uma montagem, conseguirá construir o PISCA e fazê-lo funcionar).

#### LISTA DE PEÇAS

- Dois transístores BC549 (na falta deste, podem ser usados vários equivalentes, como será explicado a seguir).
- Dois LEDs (Diodos Emissores de Luz) tipo FLV110 ou equivalente (qualquer outro LED vermelho, de baixo preço, poderá ser usado).

- Dois resistores de  $100\Omega$  x 1/4 de watt.
- Dois resistores de  $10K\Omega$  x 1/4 de watt.
- Dois capacitores eletrolíticos de  $100\mu F$  x 10 volts.
- Um interruptor simples (peça-o na loja como "chave H-H mini" ou "gangorra" mini).
- Duas pilhas pequenas de 1,5 volts cada, com o respectivo conector.
- Uma barra de conectores parafusados, com 9 segmentos (você poderá cortá-la, facilmente, de uma barra "inteira" que, geralmente, possui 12 ou 20 segmentos).

#### DIVERSOS

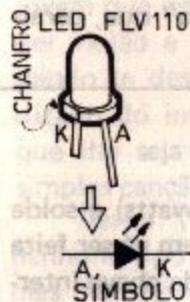
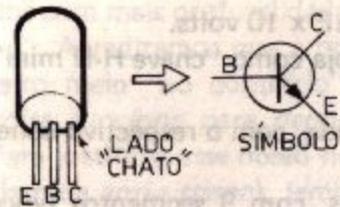
- Fio fino isolado para as ligações.
- Ferro de soldar de baixa wattagem (máximo 30 watts) e solda fina, de baixo ponto de fusão (embora a montagem vá ser feita com a maioria das ligações *sem* solda, as ligações da chave interruptora exigirão solda, daí a necessidade desse material...).
- Uma placa de papelão grosso, madeira ou plástico rígido (que servirá, ao mesmo tempo, como base para o circuito e painel para o PISCA), medindo, no mínimo, 10 x 6 cm.
- Parafusos, porcas, arruelas e cola (adesivo de *epoxy*, tipo "Araldite", é muito prático), para fixações diversas.

#### CONHECENDO OS COMPONENTES

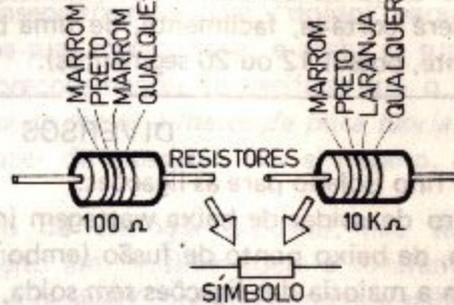
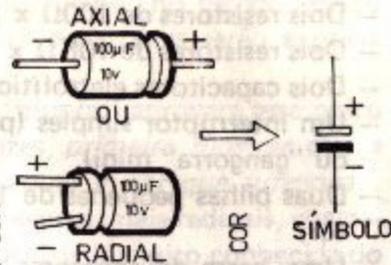
Todos os componentes eletrônicos utilizados no PISCA são mostrados no desenho 1, sempre em suas aparências reais e símbolos esquemáticos adotados para representá-los. Vamos dar uma olhada individual em cada item:

- TRANSISTOR BC549 — O componente apresenta corpo semi-cilíndrico, com um lado "achatado". Verifique a posição dos terminais E, B e C em relação ao lado "chato" da peça. Como equivalentes, você poderá usar o BC238, BC548 e outros, todos com a mesma configuração de terminais.
- LED FLV110 — O LED já foi mostrado anteriormente, mas é bom repetir: apresenta dois terminais — A e K (abreviações de *anodo* e *catodo*). O terminal K é sempre o *mais curto*, ou o que sai do lado da peça que apresenta um pequeno chanfro.

TRANSISTOR BC 549



CAPACITOR ELETROLÍTICO

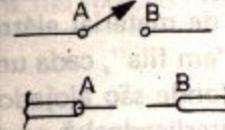


1

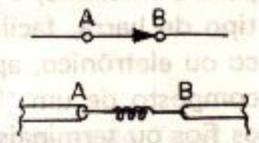
- **CAPACITOR ELETROLÍTICO** - Existem dois "modelos" básicos: um com os terminais saindo do mesmo lado do corpo cilíndrico da peça, e o outro com os terminais em extremidades opostas. Ambos os tipos (são equivalentes, eletricamente) são mostrados no desenho). No tipo axial, o terminal (+) sai da extremidade marcada com uma pequena reentrância em torno do componente. No tipo radial, o terminal (+) é o *mais comprido*. Para ajudar ainda mais, a maioria dos fabricantes de capacitores eletrolíticos costuma marcar a polaridade dos terminais no próprio corpo do capacitor.
- **RESISTORES** - São usados no PISCA, resistores de dois valores diferentes. O desenho mostra o *código de cores* representativo desses dois valores. Os resistores *não têm polaridade ou posição* para serem ligados a um circuito, assim, seus terminais podem ser "usados", indiferentemente, "de cá pra lá" ou "de lá pra cá"...

O desenho 2 mostra outro componente importante da montagem, o INTERRUPTOR ou CHAVE. Procure adquirir uma das bem pequenas (também chamadas de "mini"). Observe, na ilus-

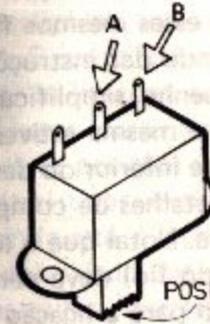
CORRENTE NÃO PASSA



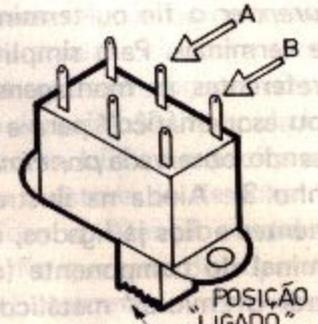
CORRENTE PASSA



2



CHAVE SIMPLES



CHAVE DUPLA

tração, os dois "modelos" mais comuns de chave. À esquerda está a *chave simples* (tecnicamente chamada de *1 polo x 2 posições*) com a indicação dos terminais que deverão ser usados para ligação ao circuito do PISCA. A função do interruptor está implícita no seu nome: é *interromper ou não* a passagem da corrente que alimenta o circuito (vinda das pilhas). À direita, aparece outro tipo de chave que também pode ser usada no circuito, a *chave dupla* (os "cobrões" gostam de chamá-la de *2 polos x 2 posições*), também com a indicação dos terminais que deverão ser ligados ao circuito do PISCA. Observar, em ambos os exemplos, a posição ocupada pelo "botão" deslizante da chave, correspondente a "ligado" e "desligado". Ao alto, ainda no desenho 2, são mostrados os símbolos adotados para as chaves ou interruptores, bem como seus "equivalentes" elétricos, ou seja: simples fios *ligados ou não* (se você for muito "duro" ou "muquirana", poderá, por medida de economia, substituir a chave por dois fios, desde que aceite a "chatices" de ter que torcer e destorcer os fios cada vez que quiser ligar e desligar o circuito...).

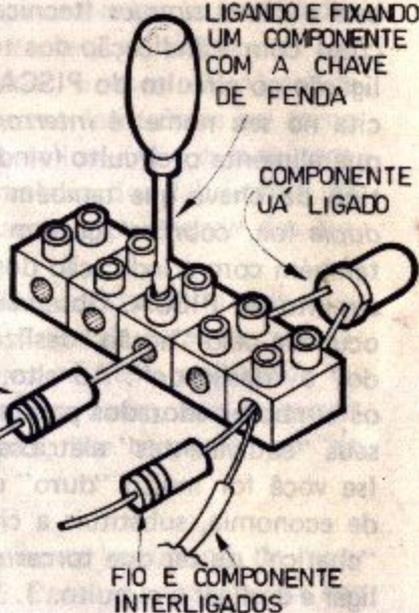
Em todo circuito eletrônico, por mais simples que seja, componentes devem ser interligados — elétrica e mecanicamente — entre si. A maneira mais simples de realizar essas interligações, para o iniciante, é usando *barras de terminais parafusados*. Esse tipo de barra, facilmente encontrável em casas de material elétrico ou eletrônico, apresentam vários segmentos "em fila", cada um composto de um "miolo" metálico perfurado (onde são alojados os fios ou terminais de componentes a serem interligados) e parafusos que atravessam esse "miolo", exercendo a dupla função de *prender* o fio ou terminal e *ligar eletricamente* esses mesmos fios e terminais. Para simplificar a visualização quando das instruções referentes às montagens, adotaremos um "desenho simplificado ou esquemático" para a barra, sempre como se a mesma estivesse sendo observada *por cima* (como aparece na parte inferior do desenho 3). Ainda na ilustração 3 são mostrados detalhes de componentes e fios já ligados, ou sendo ligados à barra. Notar que o terminal do componente (ou ponta desencapada do fio) deve penetrar o "miolo" metálico do segmento escolhido para a ligação e, em seguida, devem ser apertados (com chave de fenda pequena) os parafusos de fixação. O processo é muito fácil. Evite, contudo,

BARRA DE TERMINAIS PARAFUSADOS



3

LIGANDO E FIXANDO UM COMPONENTE COM A CHAVE DE FENDA



COMPONENTE SENDO LIGADO

SÍMBOLO ESQUEMÁTICO DA BARRA ADOTADO NOS "CHAPEADOS"

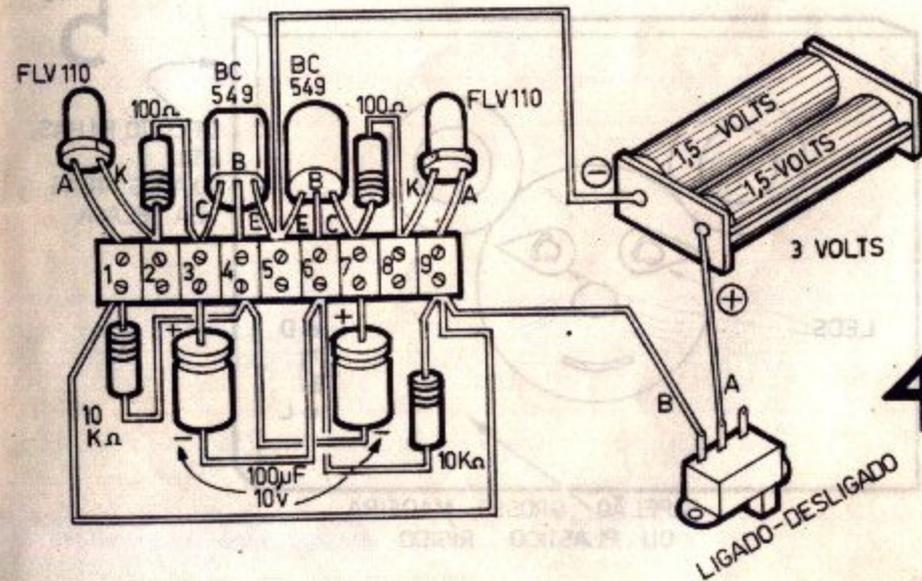


apertos excessivos nos parafusos (que poderão *romper* os fios ou terminais) ou deixar os parafusos *muito frouxos* (o que ocasionaria má fixação mecânica e mau contato elétrico...).

## MONTANDO

Agora que você já conhece bem todas as peças do "quebracabeças" (que não é *tão* quebrador de cabeças assim...), basta interligá-las todas, de acordo com o desenho 4. Os números de 1 a 9 junto aos segmentos da barra servem para orientar e facilitar as ligações, evitando que você esqueça ou troque alguma coisa de lugar (casso em que o circuito *não* funcionaria). Muito cuidado com as posições dos terminais dos transístores, LEDs e capacitores eletrolíticos, bem como com o valor dos resistores (o desenho 1 "ainda está lá", para ajudar os mais distraídos...). Atenção também à polaridade das pilhas. Lembre-se que o fio que vem do suporte das pilhas, correspondente ao *positivo* (+) costuma ser *vermelho*, e o do *negativo*, preto.

As ligações do fio que vem do *positivo* das pilhas ao terminal (A) da chave e do segmento 9 da barra de terminais, ao (B) da chave, deverão ser soldadas (a menos que, para sorte sua, a chave



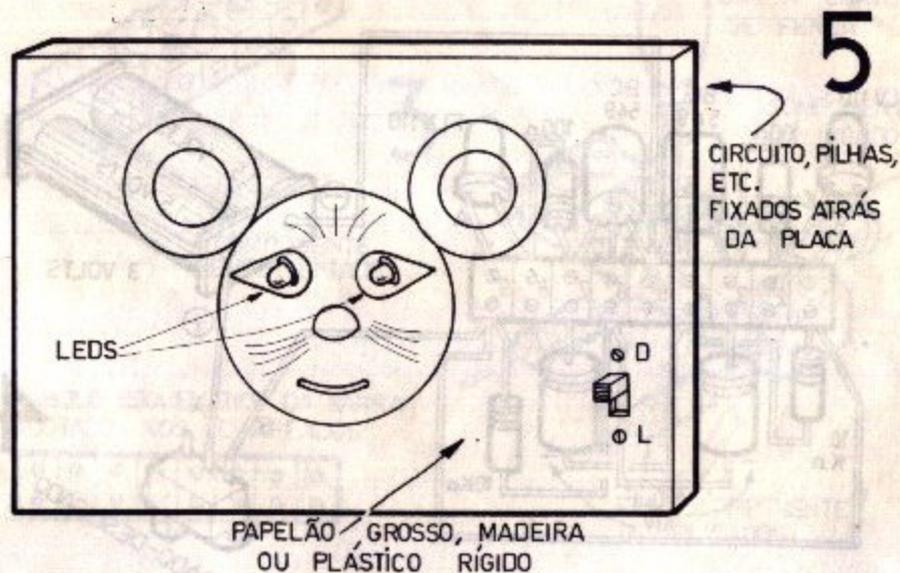
que você adquiriu tenha terminais com parafusos de conexão — coisa rara nas chaves muito pequenas...).

Confira tudo com “olhos de lince” e, finalmente, coloque as duas pilhas pequenas no suporte. Lembre-se que as pilhas também têm *positivo e negativo*, sendo o (+) a extremidade que apresenta um pequeno ressalto em seu centro. Os *negativos* das pilhas devem estar sempre voltados para os lados do suporte que apresentem uma pequena *mola conetora*.

Ligue o interruptor do PISCA e verifique os LEDs, imediatamente, “ piscando um para o outro”, alternadamente, ou seja: no instante em que um dos LEDs acende, o outro se apaga, invertendo a situação constantemente, num ritmo regular...

### FAZENDO UM “BICHO ZOIUDO” COM O PISCA-PISCA ALTERNADO

O desenho 5 mostra uma aplicação simples e interessante para o circuito que você montou e fez funcionar. Numa placa de madeira fina, plástico rígido ou papelão grosso, faça um desenho de um animal ou pessoa (também pode ser colado um desenho



recortado de revista, ou uma foto de alguém...). Perfure a placa e o desenho bem no centro dos olhos da figura, de maneira a poder encaixar aí os LEDs do circuito. Outros furos ainda deverão ser feitos, para a fixação e passagem do interruptor do PISCA, como se vê na ilustração. A barra com o circuito pode ser fixa com cola ou parafusos, por trás da placa, o mesmo ocorrendo com o suporte das pilhas (use uma pequena braçadeira).

Pronto! Aí está o “BICHO ZOIUDO”, piscando constantemente para você, ou para quem o estiver observando...

Muitas outras aplicações são possíveis para o circuito (a sua imaginação é o limite...). Em algumas delas, será necessário “encompridar” os terminais dos LEDs, de maneira que eles possam ser instalados relativamente longe da barra de terminais que contém os transístores, resistores e capacitores. Isso não será difícil, bastando soldar aos dois terminais dos LEDs, pedaços de fio de ligação, com o comprimento necessário (o circuito funcionará corretamente *mesmo* com fios de vários metros ligados aos LEDs!).



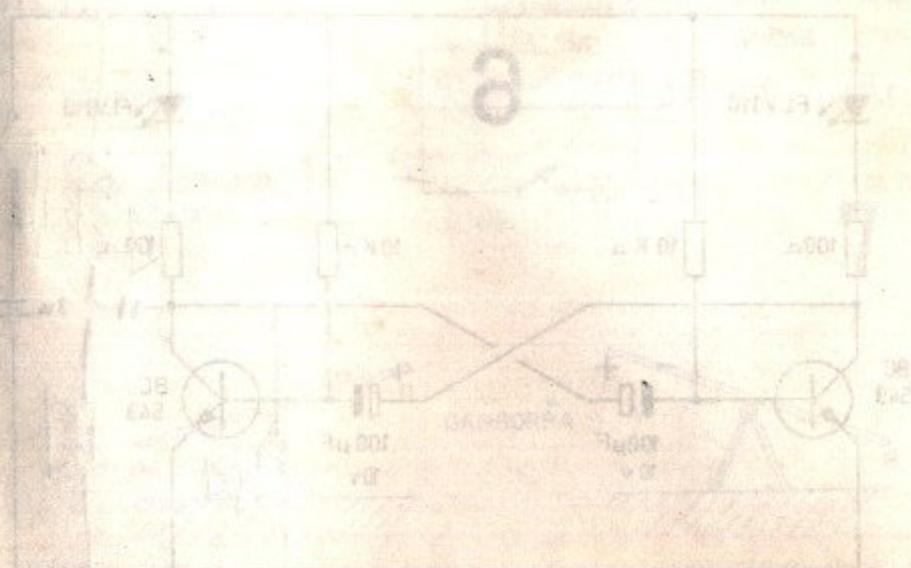
**ADQUIRA JÁ ESTE  
INCRÍVEL SUPORTE  
PRÁTICO PARA O  
SEU APRENDIZADO**



**A SUA**

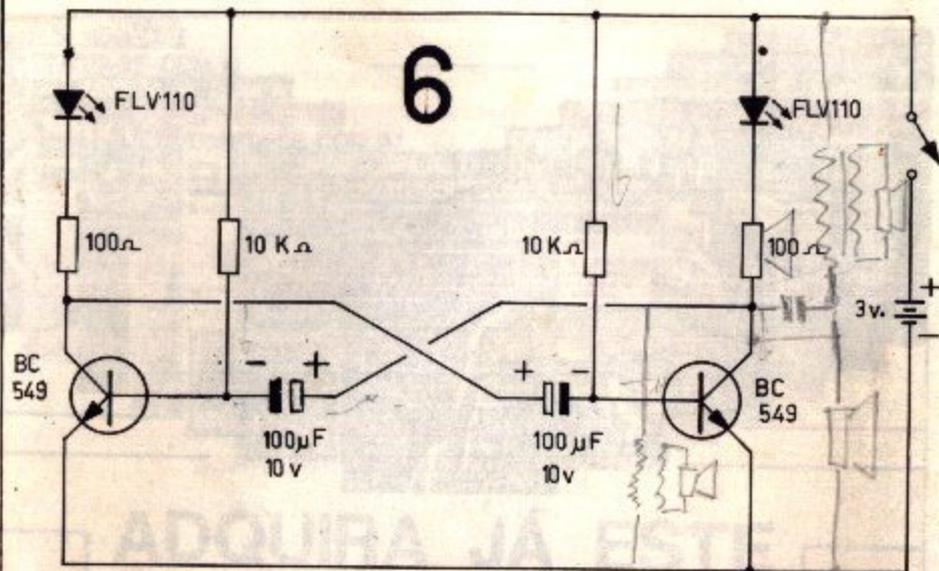


**DIVIRTA-SE COM A  
ELETRÔNICA**



## O CIRCUITO - COMO FUNCIONA I

O desenho 6 mostra o diagrama esquemático (ou simplesmente "esquema") do PISCA-PISCA ALTERNADO. Verifique que o circuito pode ser dividido em duas "metades" rigorosamente simétricas, contendo, cada uma, um transistor, um LED, um capacitor eletrolítico e dois resistores. Esse tipo de circuito (que, futuramente, terá o seu funcionamento explicado com maiores detalhes), é chamado de multivibrador estável (nominho esquisito, né?) ou, mais popularmente, de flip-flop (que é um pouco mais simpático). Esse tipo de circuito funciona como se fosse uma "gangorra", daquelas que a criançada (e alguns marmanjos também, embora disfarçadamente...) usa e abusa nos parques e play-grounds. O flip-flop tem duas saídas (na nossa montagem prática, em cada saída foi ligado um LED), que apresentam estados opostos, constantemente invertidos entre si, a um ritmo regular, ou seja: quando uma saída está ligada, a outra está desligada, invertendo-se essas situações constantemente, enquanto o circuito receber energia (fornecida pelas pilhas). Por



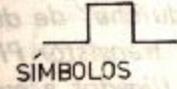
analogia, a gangorra do play-ground também oscila, com cada uma das suas extremidades indo para cima e para baixo, alternadamente, enquanto receber energia (proporcionada pelas pernas dos dois ocupantes, exercendo os impulsos necessários).

Tecnicamente, um circuito flip-flop é constituído por dois amplificadores, com a saída de cada um excitando a entrada do outro (de modo a obter o efeito de "gangorra"). Na nossa montagem, esses dois amplificadores são baseados em apenas um transistor cada. Para vocês não ficarem muito "no ar", por enquanto, vamos falar um pouco sobre os transistores e o seu comportamento básico.

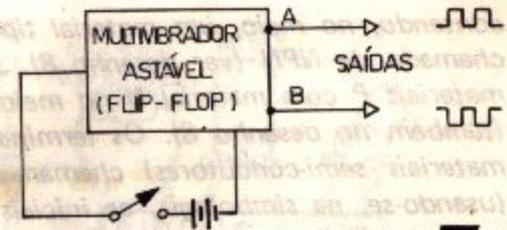
### TRANSISTOR

Os transistores mais comuns (chamados de bipolares), são feitos de materiais semi-condutores, que recebem, industrialmente, "certas impurezas", controladas, de maneira que se possa conseguir semi-condutores do tipo N (negativo) e tipo P (positi-

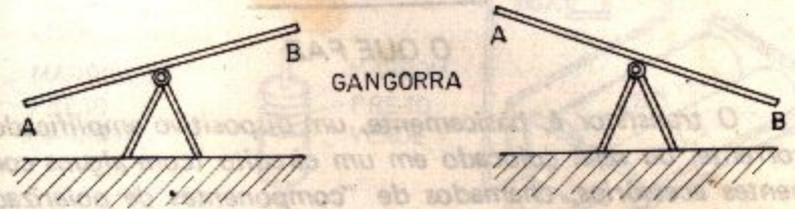
SAÍDA LIGADA (ALTA)



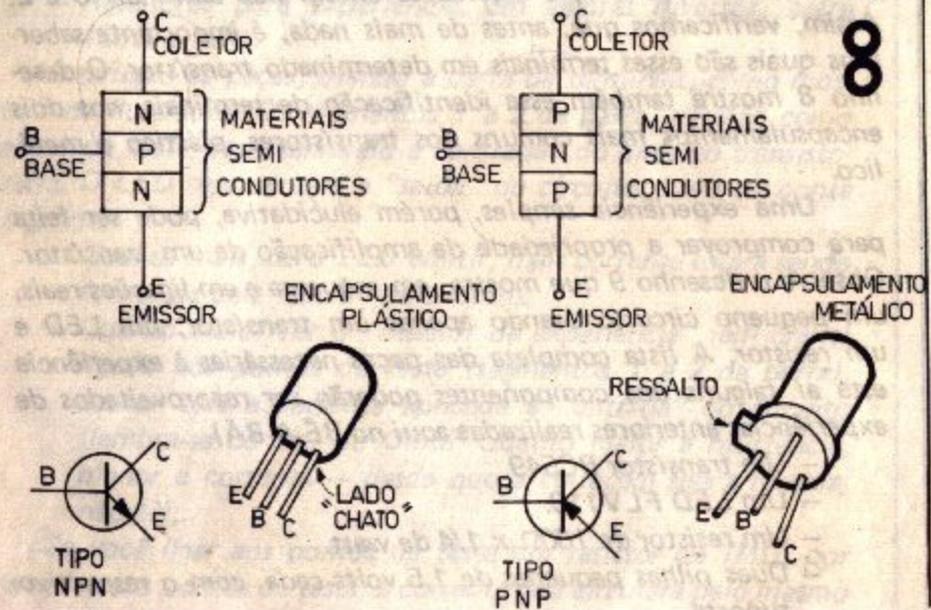
SAÍDA DESLIGADA (BAIXA)



7



vo). Esses dois tipos de semi-condutores, quando dispostos numa certa "ordem", e dotados de terminais externos, constituem um transistor. Se for feito um "sanduíche" com dois materiais tipo N,



8

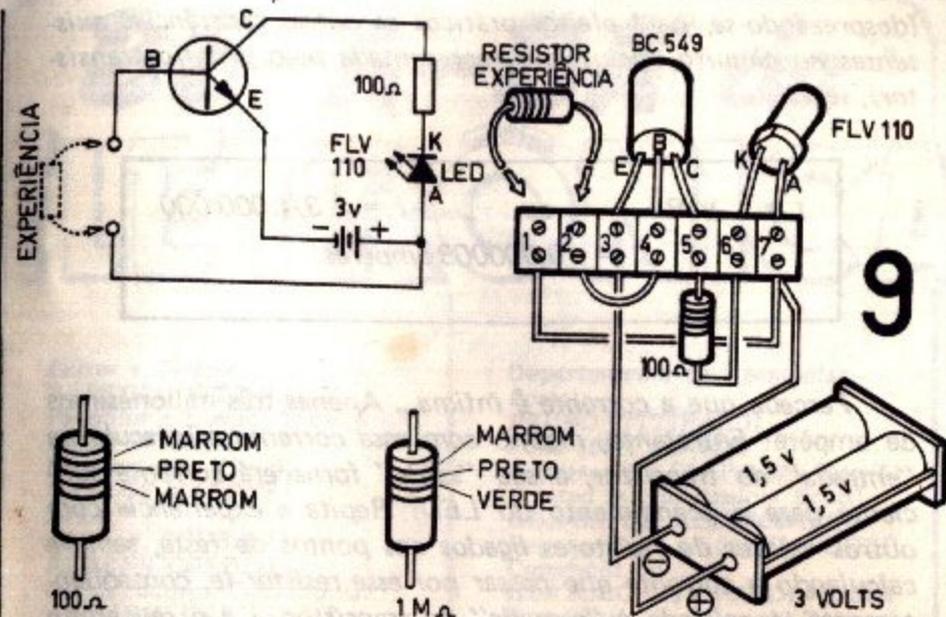
contendo, no meio, um material tipo P, teremos um transistor chamado de NPN (ver desenho 8). Já um "sanduíche" de dois materiais P com material N no meio, forma um transistor PNP (também no desenho 8). Os terminais externos (ligados a esses materiais semi-condutores) chamam-se base, emissor e coletor (usando-se, na simbologia, as iniciais b, e e c). A ilustração 8 mostra também os símbolos adotados para representar os transistores dos dois tipos.

## O QUE FAZ

O transistor é, basicamente, um dispositivo amplificador de corrente, ou seja: colocado em um circuito (com alguns componentes acessórios, chamados de "componentes de polarização", e devidamente alimentado por uma fonte de energia, pilhas, etc.), ao receber uma corrente muito pequena em sua "entrada", produz, em sua "saída", uma corrente bem mais intensa. Num transistor usado como amplificador (na forma mais comum de circuito, já que existem várias outras...), a sua entrada é representada pelos terminais B e E, e a saída se obtém nos terminais C e E. Assim, verificamos que, antes de mais nada, é importante saber-mos quais são esses terminais em determinado transistor. O desenho 8 mostra também essa identificação de terminais, nos dois encapsulamentos mais comuns dos transistores, plástico e metálico.

Uma experiência simples, porém elucidativa, pode ser feita para comprovar a propriedade de amplificação de um transistor. Observe o desenho 9 que mostra, em esquema e em ligações reais, um pequeno circuito usando apenas um transistor, um LED e um resistor. A lista completa das peças necessárias à experiência está aí (alguns dos componentes poderão ser reaproveitados de experiências anteriores realizadas aqui no BÉ-A-BÁ).

- Um transistor BC549.
- Um LED FLV110.
- Um resistor de  $100\Omega$  x 1/4 de watt.
- Duas pilhas pequenas de 1,5 volts cada, com o respectivo suporte.



- Um pedaço de barra de terminais parafusados, com 7 segmentos.
  - Resistores para experiência, em valores diversos, entre  $100\Omega$  e  $1M\Omega$ .
- Interligue as peças, usando a barra de terminais, como mostrado na ilustração. Os segmentos 1 e 2 da barra, servirão como pontos de teste, representando a "entrada" do circuito transistorizado. O LED representará a "saída" do circuito. Leve em conta o seguinte:

- Quanto mais luz o LED emitir, mais corrente estará sendo fornecida pela "saída" do circuito.
- Quanto maior for o "resistor de experiência" (em ohms) ligado aos pontos de teste (segmentos 1 e 2 da barra), menor será a corrente aplicada à "entrada" do circuito (lembra-se da Lei de Ohm? Quanto maior a resistência, menor a corrente - desde que a voltagem seja a mesma, não é?).

Se você ligar aos pontos de teste um resistor de  $1M\Omega$ , por exemplo, aos pontos de teste, a corrente que circulará pelo mesmo

(desprezando-se, para efeitos práticos as outras resistências existentes no circuito, inclusive a representada pelo próprio transistor), será:

$$I = V/R \quad \text{ou} \quad I = 3/1.000.000$$
$$I = 0,000003 \text{ ampères}$$

Perceba que a corrente é ínfima... Apenas três milionésimos de ampère! Entretanto, mesmo com essa corrente minúscula na "entrada" do transistor, a sua "saída" fornecerá corrente suficiente para o acendimento do LED! Repita a experiência com outros valores de resistores ligados aos pontos de teste, sempre calculando a corrente que passar por esse resistor (e, conseqüentemente, é aplicada à "entrada" do transistor...) e o seu efeito na luminosidade do LED, que é diretamente proporcional à corrente que aparece na "saída" do transistor.

Agora, imagine o mesmo circuito da experiência, mas sem o transistor. A coisa ficará igual, então, às disposições experimentais já estudadas aqui no BÉ-A-BÁ, em outras lições. Nesse caso, as pilhas ficarão simplesmente em série com o LED FLV110, com o resistor de  $100\Omega$  e com os pontos de teste. Colocado um resistor de  $1M\Omega$  nos pontos de teste, com essa nova "arrumação", com a ausência do transistor, a corrente de  $0,000003$  miliampères (na verdade um pouco menor do que isso, ainda, pois também haverá no circuito, além do resistor de teste de  $1M\Omega$ , o resistor de  $100\Omega$ , perfazendo um valor ôhmico total de  $1.000.100\Omega$  — confira, calculando com a Lei de Ohm), não será suficiente para acender o LED!

Deu para perceber o que o transistor faz, basicamente? E isso aí... Graças, porém a esse "poder de amplificação", o transistor é capaz também de muitas outras "proezas", que serão explicadas no devido tempo, porém, em essência, essa é a função desse "bichinho de três pernas": amplificar corrente.