

Vocês não podem
perder a nossa
próxima aula...

- TEORIA
- PRÁTICA
- INFORMAÇÃO



BÊ-A-BA' da ELETRÔNICA

A REVISTA-CURSO QUE
ENSINA A ELETRÔNICA,
EM LIÇÕES SIMPLES
E OBJETIVAS,
COMO VOCÊ PEDIU!
MATRÍCULAS (AINDA...)
ABERTAS, EM TODAS AS
BANCAS! RESERVE,
DESDE JÁ, O SEU
PRÓXIMO EXEMPLAR!

BÊ-A-BA' da ELETRÔNICA

Nº4
mar.83

GRÁTIS: fio para fazer
um eletroímã!

APRENDA a
utilizar os
efeitos
magnéticos da
corrente

FAÇA o
seu
próprio
relê!

SAIBA
tudo sobre
as "coisas
que acendem"

iniciação ao
hobby: CONSTRUA
o seu



MANAUS SANTAREM, BOA VISTA, ALTA FERRA, MACAPÁ, RIO BRANCO, PORTO VELHO, JIPARANÁ E VILHENA (VILA AREÁ): Cr\$ 455,00

Cr\$ 350,00

BE-A-BA' da [®] **ELETRÔNICA**

Editor e Diretor:

BÁRTOLO FITTIPALDI

Produtor e Diretor Técnico:

BÉDA MARQUES

Programação Visual:

CARLOS MARQUES

Artes:

JOSÉ A. SOUSA e RUBENS CORDEIRO

Colaboradores/Consultores:

ANTONIO CARLOS DE PREITAS

Secretária Assistente:

VERA LÚCIA DE PREITAS ANDRÉ

Capa: **RUBENS CORDEIRO**

BÉDA MARQUES

Orientação Pedagógica:

PROF. FRANCISCO GIALLUISI

Composição de Textos:

Vera Lucia Rodrigues da Silva

Fotolitos: **Fototração**

Departamento de Publicidade e Contatos:

Fones: (011) 217-2257 - (011) 206-4351

(011) 223-2037

Departamento de Reembolso Postal:

Pedro Fittipaldi - Fone (011) 206-4351

Departamento de Assinaturas:

Francisco Sanches - Fone (011) 217-2257

Departamento Comercial: - **José Francisco**

Imprensa: Centrais Imppressoras Brasileiras

Distribuição Nacional:

Ltda.

Abril S/A - Cultural e Industrial

BE-A-BÁ DA ELETRÔNICA [®]

Reg. no INPI nº 028640 e DCDP

Copyright by

BÁRTOLO FITTIPALDI - EDITOR

Rua Santa Virgínia, 403 - Tatuapé

CEP 03084 - São Paulo - SP

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

ÍNDICE - 4ª AULA

- 2 - SINAL DE ENTRADA (Conversando com os "alunos")**
- 3 - CORRENTE ELÉTRICA E O SEU EFEITO MAGNÉTICO (I)**
- 13 - BRINDE DE CAPA**
- 14 - Construindo um eletroímã (P)**
- 34 - Os componentes que utilizam o efeito magnético da corrente (I)**
- 44 - UMA DÚVIDA, PROFESSOR! (Esclarecendo pontos não entendidos)**
- 52 - FERRAMENTAS E COMPONENTES (I) (As "coisas que acendem")**
- 62 - HORA DO RECREIO (Intercâmbio entre os alunos)**
- 65 - INICIAÇÃO AO HOBBY (P) Minicom (um comunicador com múltiplas utilidades, fácil de ser construído pelo "aluno")**
- 78 - O circuito: como funciona (I)**
- 86 - PESQUISA**

● SINAL DE ENTRADA ●

Esta nossa 4a "lição" do BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA coincide, pela data da sua chegada às bancas de jornais, com o início das aulas "tradicional" e, portanto, grande parte dos nossos "alunos" também deverá mergulhar nas atividades de mais um ano letivo, com todas as coisas gostosas (e chatas também...) que isso implica.

Como o nosso "cursinho" de Eletrônica Básica começou dentro do período de férias escolares (o primeiro número de BÊ-A-BÁ saiu em dezembro de 1982), é provável que muitos estudantes e professores ainda desconheçam a nossa "cartilha", já que o natural desmembramento da turma durante as férias, bem como o momentâneo afastamento das atividades escolares "mtra muros" dificulta as comunicações entre os colegas e entre a turma e os mestres... Agora, contudo, com a "patota" novamente reunida, chegou a hora de você, "aluno" do BÊ-A-BÁ, nosso leitor e amigo, propagar a revista entre os colegas e professores! Leve o seu exemplar (ou a sua pequena coleção) do BÊ-A-BÁ à escola, mostre-o à turma, discuta (no bom sentido...) com os amigos os méritos e deméritos, defeitos e virtudes, falhas e acertos do nosso "cursinho"... Comunique-nos suas impressões e as opiniões dos seus colegas... Como temos afirmado desde o início, da opinião de todos é que nasce o consenso necessário à traçagem das linhas de atuação da nossa revista, pois a publicação é rigorosamente feita em função das vontades, necessidades e interesses da maioria (para quem ainda não está muito acostumado com a "coisa", a esse sistema dá-se o nome de *Democracia*...).

Juntamente com a presente "lição" do BÊ-A-BÁ, os leitores estão recebendo uma PESQUISA de muita importância, destinada a melhor avaliar o nosso *universo leitor*, suas aspirações, classificação etária, áreas de interesse e outros dados de extremo valor, tanto para a revista quanto para os próprios "alunos", no sentido de aperfeiçoar cada vez mais a nossa revista/curso, agilizando o aspecto puramente "didático" e também tornando mais diretos os canais de comunicação que existem (e devem ser cada vez mais amplos...) entre os leitores e a revista (e vice-versa), bem como a própria comunicação de leitor para leitor, através das seções específicas...

De antemão agradecemos a todos o interesse (e o pequeno trabalho) no preenchimento e envio da PESQUISA. Quem não quiser destacar as páginas da revista pode "xerocar" (ou copiar, bem direitinho, em folha à parte...) as folhas da PESQUISA, enviando-as, devidamente preenchidas, para o endereço nela citado. Lembrem-se que, o mais importante é o correto (e sincero) preenchimento de todos os itens...

O EDITOR

IMPORTANTE, ERRATA VOL. 3 — IMPORTANTE, ERRATA VOL. 3

Em virtude de falha ocorrida no processo de diagramação e paginação, e, em virtude de mudança do nosso departamento de "artes", as páginas 11 e 12 estão invertidas, ou seja: a página 12 é a 11 e a página 11, é a 12. Portanto, na leitura, leia primeiramente a página 12 e em seguida, a 11.

Pedimos desculpas aos nossos "LEITORES/ALUNOS", por este lapso ocorrido, e também por outros pequenos erros de menor importância apresentados no volume nº 3, e, garantimos, que doravante tomaremos mais cuidado para que falhas dessa natureza não se repitam.

A CORRENTE ELÉTRICA E O SEU EFEITO MAGNÉTICO

(T)

Um dos mais importantes efeitos gerados pela corrente elétrica, é o chamado EFEITO MAGNÉTICO, responsável por "mil e uma" funções importantes dentro da Eletricidade e da Eletrônica prática. Mais adiante, após as explicações básicas, o "aluno" conhecerá uma série enorme de componentes essenciais à maioria dos circuitos, e cujos princípios de funcionamento estão totalmente baseados nesse EFEITO MAGNÉTICO da corrente elétrica.

Verificou-se há *muito* tempo, através de experiências de laboratório realizadas pelos *pioneiros* do estudo dos fenômenos elétricos que *sempre que uma determinada corrente elétrica percorre um condutor qualquer, surge, em torno desse condutor, um CAMPO MAGNÉTICO.* Esse campo magnético pode ser simbolizado por "linhas de força", cuja "direção" depende do sentido da corrente no condutor, como mostra o desenho 1. É importante tomar consciência, desde o início, de que *toda corrente, em qualquer condutor, gera, em torno deste, um campo magnético.* A intensidade

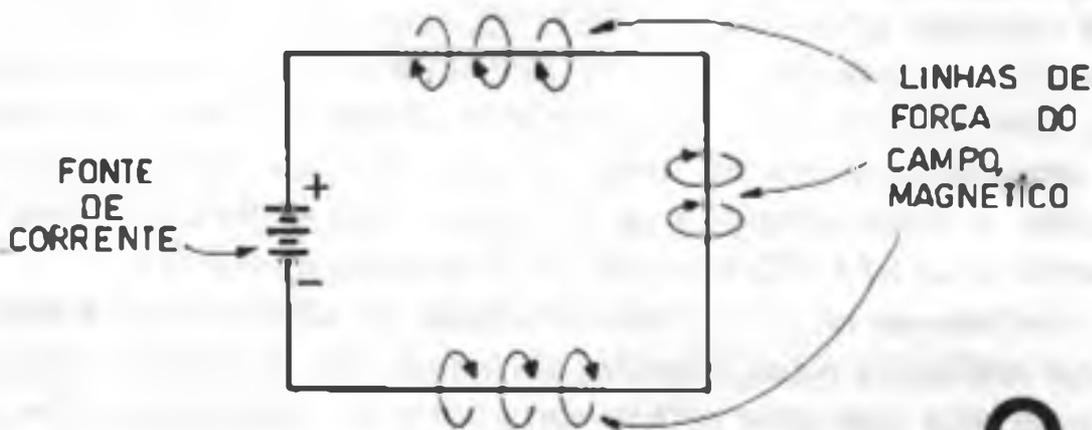


1

("força") desse campo magnético é diretamente proporcional à intensidade da corrente que passa pelo condutor, assim, tenha sempre em mente o seguinte:

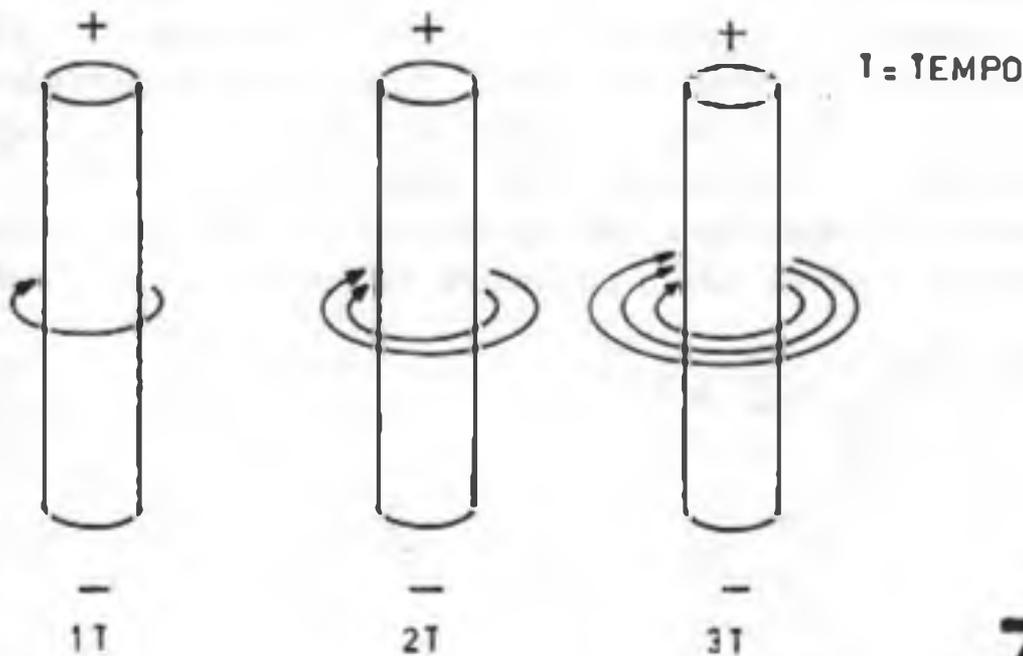
corrente tênue	campo magnético fraco
corrente intensa	campo magnético forte

Uma vez que *toda corrente em todo condutor* gera o efeito magnético, se tivermos o circuito mais simples possível (des. 2),



2

onde uma bateria de *qualquer voltagem* tem os seus polos *positivo* e *negativo* interligado por um simples pedaço de fio, obteremos, *forçosamente*, linhas de força magnética, circulares e concêntricas, ao longo de *todo* o fio (na verdade, *inclusive* em torno da própria bateria, uma vez que ela também é percorrida pela corrente que "circula" pelo conjunto...). Outro ponto importante sobre o assunto é que o efeito magnético (que só ocorre quando a corrente está percorrendo o condutor), não surge *instantaneamente*, assim que a corrente é aplicada ao condutor... O campo magnético leva *algum tempo* (embora curtíssimo) para assumir a sua intensidade máxima, a partir do instante em que a corrente é aplicada ao condutor. O desenho 3 esquematiza esse "crescimento" do campo em função do tempo. Supondo que T é uma unidade de tempo (muitíssimo pequena), assim que se liga a corrente, decorrido 1T o campo apresenta certa intensidade (ainda fraca), decorridos 2T o

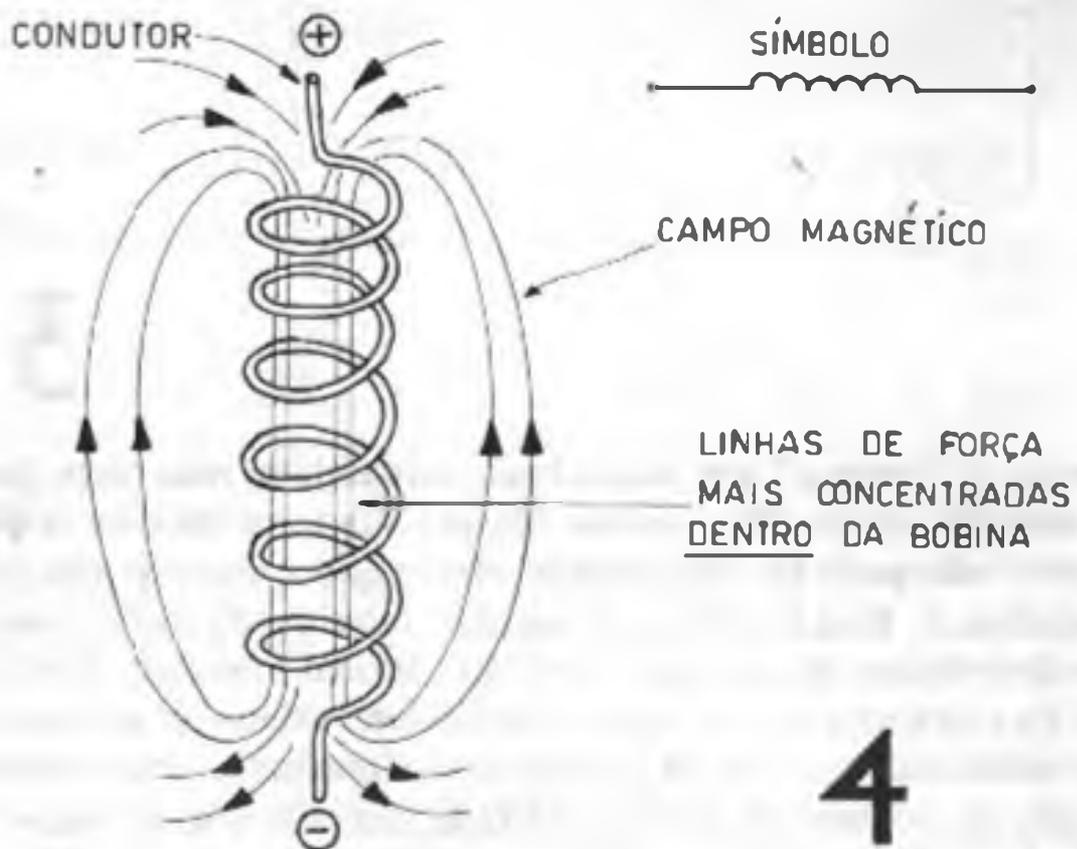


3

campo já "cresceu" um pouco mais, tornando-se mais forte, finalmente, decorridos $3T$, o campo atinge a sua força máxima (a qual, porém, não pode ser ultrapassada, desde que a corrente não sofra variações...). Essa *seqüência* de eventos, relacionada com a progressiva intensidade do campo magnético, desde o momento da aplicação da corrente até o ponto de máxima intensidade do campo, está esquematizada, no des. 3, apenas como exemplo, já que, dependendo da unidade de tempo utilizada (simbolizada, no esquema, pela letra T), o campo pode levar *mais* ou *menos* que $3T$ para assumir sua força máxima...

Até o momento, falamos sobre o efeito magnético gerado pela corrente elétrica num condutor qualquer (supondo-o retilíneo ou um simples pedaço de fio, como mostrado no "esquema" do des. 2). O campo magnético gerado nessas condições, entretanto, é de intensidade relativamente baixa (*mesmo* que a corrente a percorrer o condutor seja elevada, apesar da proporcionalidade que existe entre a intensidade do campo e da corrente). Para aplicações práticas, pouco ou nada podemos "fazer" com o campo magnético assim gerado... Felizmente, alguns daqueles cientistas "malucos" lá da "pré-história" da Eletricidade, descobriram que havia uma

maneira muito simples de *reforçar* esse campo magnético: basta enrolar o condutor (um fio metálico, no caso) em forma de bobina (assim como fica a linha de costurar no carretel da mamãe ou da "cara metade" aí na sua casa...). O desenho 4 mostra o que é chamado (em Eletrônica) de *bobina*, ou seja, um condutor qualquer *enrolado*. Notem que as "linhas de força" do campo magnético assumem uma orientação mais "concentrada" no *interior* do enrolamento. Vamos fazer uma comparação simples (que, embora incompleta, é válida para o entendimento imediato...) no sentido



de se *entender* porque o campo magnético é mais intenso em torno de um condutor enrolado: suponha que um fio condutor com 1 metro de comprimento, esticado, é percorrido por determinada corrente. Sabendo que a corrente gera um campo magnético em torno de *todo* o fio, vamos dar um "valor" para esse campo, digamos "100". Podemos então admitir que o campo magnético tem um valor de "1" para cada centímetro do fio (já que o fio tem 1 metro, ou seja: 100 centímetros, e ao campo demos o valor arbitrário de "100"...). Com um cálculo simples, verificaremos que num "pedaço" de 10 cm. desse mesmo fio percorrido pela corrente, teremos um campo magnético com valor "10". Agora, vamos

pegar esse fio e enrolá-lo em *bobina*, de maneira que o comprimento total do rolinho de fio seja de 10cm. Embora tenhamos (depois desse trabalhinho de enrolar o fio) um "negócio" com apenas 10cm. de comprimento, "nele" estarão *todos* os 100cm. do fio e, conseqüentemente, *todas* as "100" unidades do campo magnético original...

Não deve ser difícil de perceber que, após enrolarmos o fio termos, em cada centímetro da bobina, "10" unidades do campo magnético, contra apenas "1" unidade por centímetro, quanto o fio estava apenas esticado. O que aconteceu, na realidade, foi uma "concentração" da intensidade do campo, de maneira que, num determinado ponto próximo ao condutor (enrolado), ocorram muito mais *linhas de força* do que ocorreriam no mesmo ponto se o condutor estivesse esticado...

Embora não passe de um simples *fio condutor enrolado*, a "bobina" mereça um *símbolo* especial dentro dos "esquemas" de circuitos. Esse símbolo também é mostrado no desenho 4.

INSTITUTO TÉCNICO PAULISTA

Colocamos a sua disposição os melhores cursos por Correspondência.

RÁDIO E TELEVISÃO, Preto, Branco & Cores. Em apenas 6 meses você será um excelente técnico.

SUPLETIVO DO 19 ou 29 Grau. Em apenas seis meses o aluno consegue o tão almejado e artístico **CERTIFICADO DE APROVEITAMENTO** do 19 ou 29 Grau.

DETETIVE PARTICULAR OU AGENTE DE SEGURANÇA. Em quatro meses o aluno será um agente com direito a um artístico **CERTIFICADO DE APROVEITAMENTO**.

RELOJOEIRO TÉCNICO. Em seis meses você ficará sabendo todos os segredos desta importante profissão.

CURSO DE DIREITO DO TRABALHO. O único no gênero no Brasil, em 6 meses o aluno aprenderá tudo sobre o direito do trabalho, curso escrito por professor especializado. Em todos os cursos, no final, fornecemos um artístico **CERTIFICADO DE APROVEITAMENTO** válido em todo o Brasil.

NOVOS CURSOS {
 MECÂNICA DE AUTOMÓVEIS
 CURSO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
 DESENHO ARTÍSTICO E PUBLICITÁRIO

PEÇA INFORMAÇÕES A CAIXA POSTAL 1221 - CEP 01061

São Paulo - SP

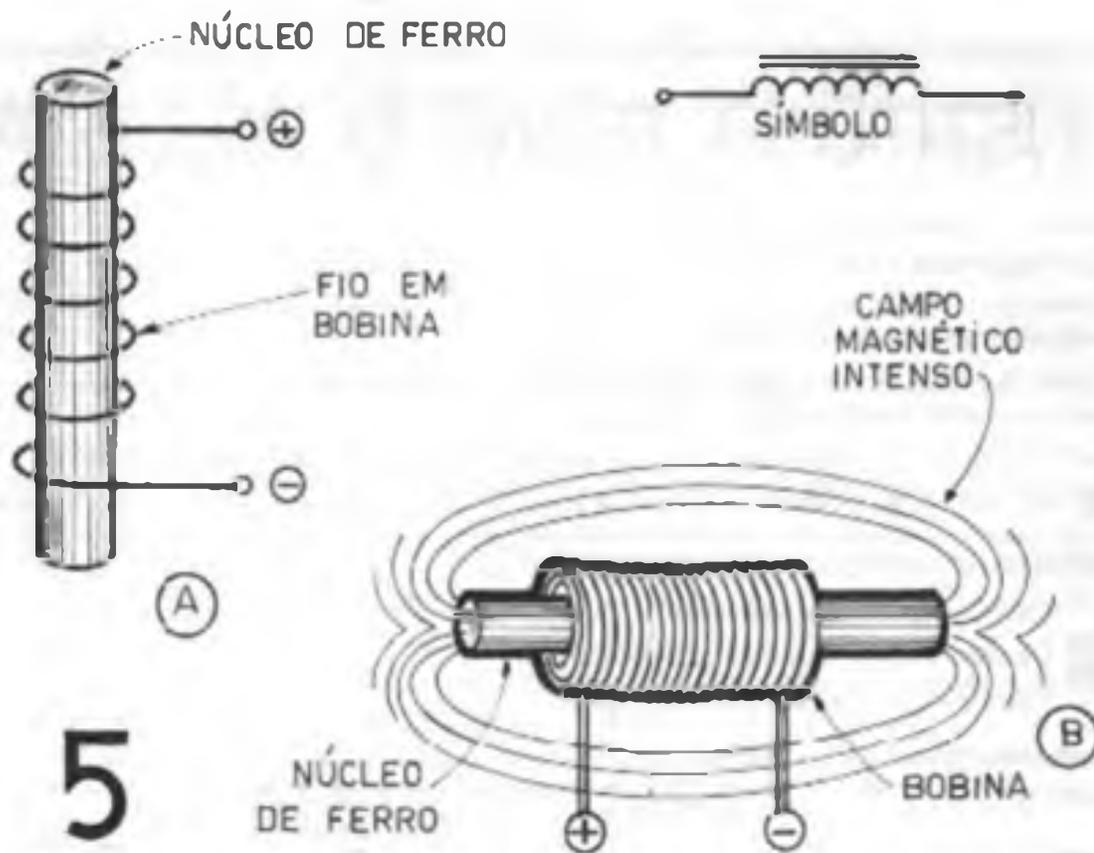
TODO MATERIAL DE APRENDIZAGEM GRÁTIS

SOLICITE INFORMAÇÕES (GRÁTIS)

Nome
 Endereço
 CEP CIDADE ESTADO
 Indicar o curso desejado _____

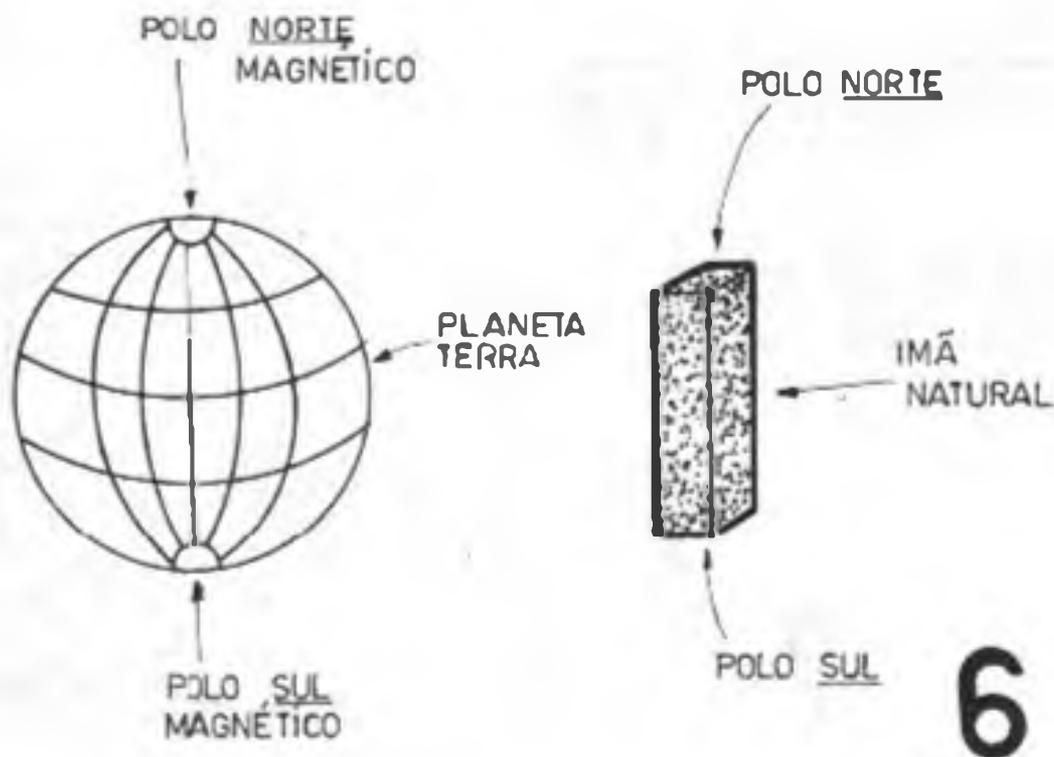
AUMENTANDO AINDA MAIS O CAMPO MAGNÉTICO

Como vimos no desenho 4, devido a disposição do fio em forma de enrolamento, as linhas de força ficam "concentradas" no *interior* da bobina (mais do que em qualquer outro ponto próximo ao enrolamento). Existe uma maneira de tornar ainda mais "concentrado" esse campo magnético gerado pela bobina: se, no interior do enrolamento, colocarmos um núcleo de material *ferroso* (ferro, ou ferro-silício), esse material concentrará ainda mais as linhas de força, tomando o campo magnético menor em "tamanho", porém *muito mais forte* em intensidade. Observem o desenho 5, que mostra como a bobina pode ser enrolada em torno de um "núcleo" de ferro (em A). O desenho também mostra, esquematicamente, como as linhas de força são, nesse caso, "emitidas" por uma das extremidades do núcleo de ferro e "recolhidas" pela outra (ainda no mesmo desenho, aparece o *símbolo* de uma bobina com núcleo de ferro...).



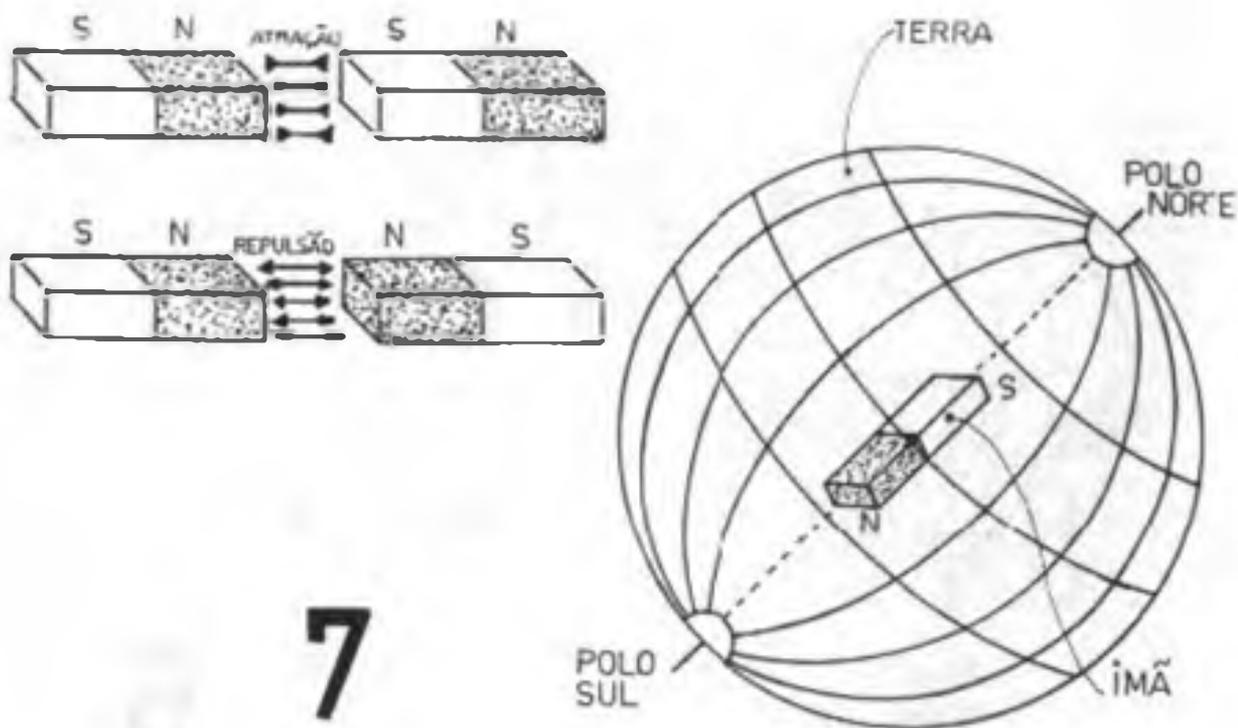
OS IMÃS "NATURAIS", OS IMÃS "ARTIFICIAIS" E OS "ELETROIMÃS"

O que o "aluno" vê em A e B (des. 5) é o que se chama de ELETROIMÃ, ou seja: um imã momentaneamente constituído pelo efeito magnético da corrente elétrica. Todos devem conhecer um IMÃ, aquele pedacinho de metal que atrai outros metais... Dá-se o nome de *imã* aos materiais que possuem a propriedade do *magnetismo*. Existem, na natureza, alguns materiais que apresentam essa propriedade em estado "virgem", ou seja: minerais que são capazes de exercer a atração magnética *naturalmente*. Graças a esses materiais, há centenas de anos foi desenvolvida a *bússola*, construída, basicamente, com uma pequena quantidade de material naturalmente magnético, disposto em forma de "agulha", girando livremente sobre um eixo central bem equilibrado. Essa agulha de material magnético *tende sempre* a apontar uma das suas extremidades para determinada direção. Isso se deve ao fato do nosso planeta Terra se comportar também como um imenso *imã*. Vejam o desenho 6, à esquerda; nele aparece o nosso "planetinha" com a indicação dos seus polos *Norte* e *Sul*, magnéticos (que são próximos, porém não coincidentes com os chamados



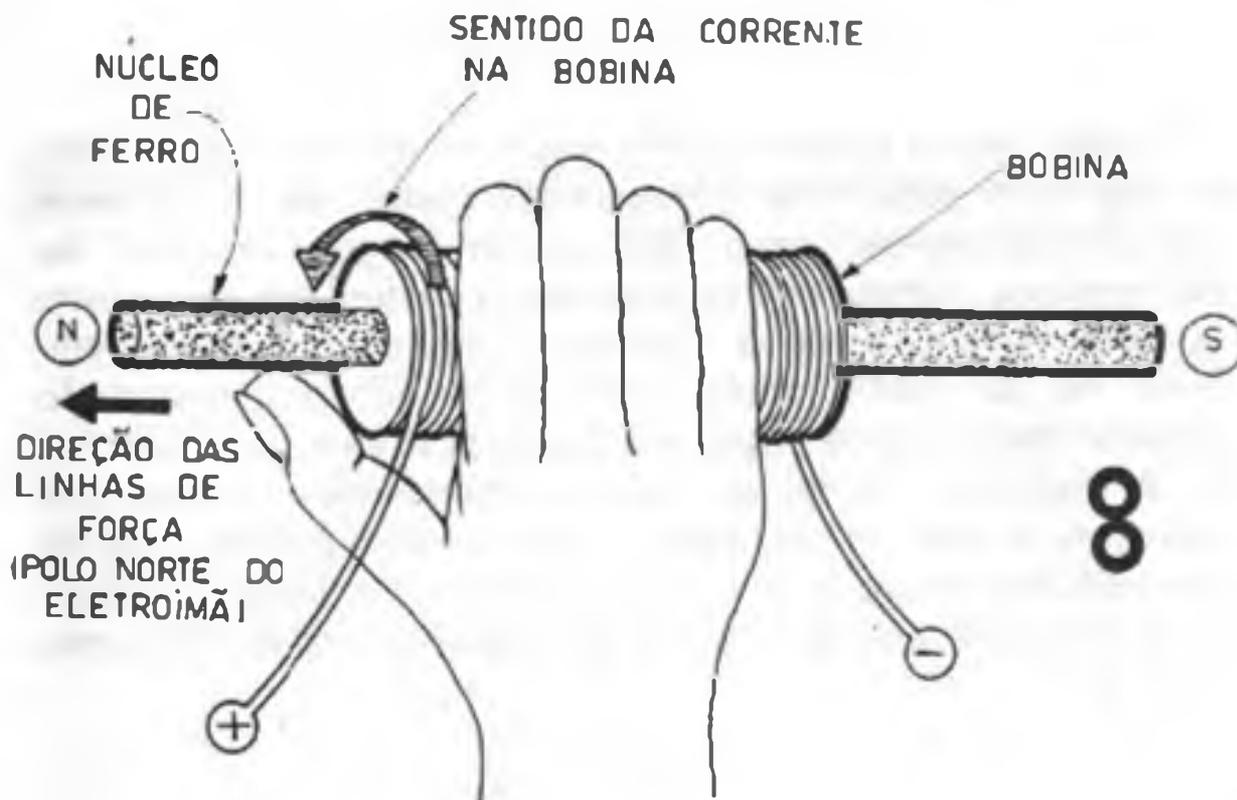
polos "geográficos"). À direita também aparece um ímã "natural", com seus polos Norte e Sul. Para efeitos gerais e práticos, podemos considerar a Terra como um imenso ímã (embora de *campo magnético* não muito intenso...). Tendo em mãos dois ímãs quaisquer, podemos verificar que *seus polos de "nome" diferente se atraem*, enquanto *os de "nome" igual se repelem*. O desenho 7 mostra, em visão esquemática, esse fenômeno. Se confrontarmos o polo Norte de um ímã com o polo Sul de outro, essas extremidades se atrairão, até que os dois blocos se unam, como que "grudando" um ao outro. Por outro lado, se confrontarmos o polo Norte de um ímã com o polo Norte de outro, os blocos se repelirão, exercendo uma força que tende a afastar os dois ímãs um do outro. Ainda no desenho 7, podemos ver que, obedecendo à essa propriedade de "polos diferentes se atraírem", um ímã qualquer, sobre a superfície do planeta, tende sempre a apontar o seu polo Sul para o polo Norte da Terra (e o seu polo Norte para o polo Sul da Terra) desde que possa girar livremente sobre um eixo central.

Como vimos lá no desenho 5, ao enrolarmos um fio condutor sobre um núcleo de ferro, assim que aplicarmos uma corrente elétrica ao condutor, um campo magnético é criado. Esse campo é

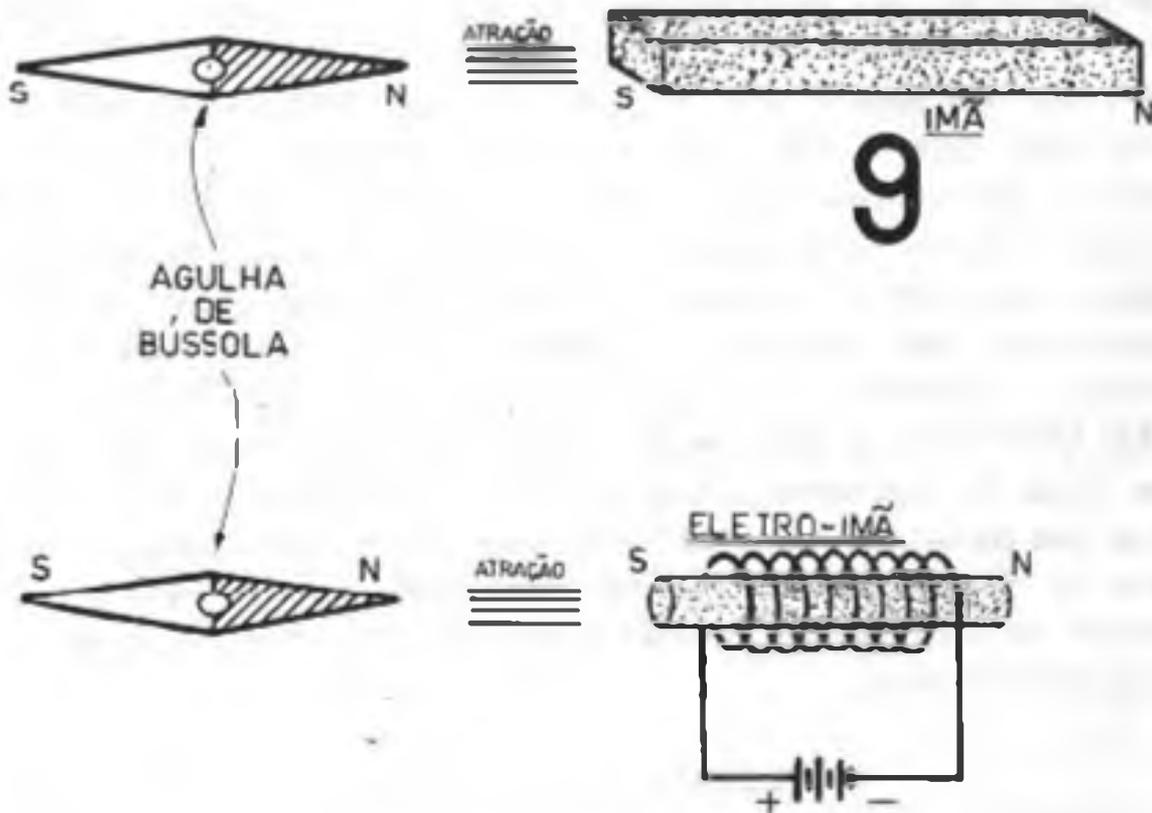


7

“concentrado” e “polarizado” pelo núcleo de ferro, que assim assume a condição de um IMÃ (chamado, no caso, de ELETRO-IMÃ, por seu magnetismo ter sido “criado” pela eletricidade...). Esse IMÃ, que apenas subsiste em seu magnetismo enquanto a corrente permanecer “caminhando” pelo condutor, assim como os imãs naturais, tem um polo Norte e um polo Sul. Para determinarmos qual das extremidades do núcleo assume o polo Norte e qual o polo Sul, usamos um “truque” simples, conhecido pelos “velhos enroladores” (no bom sentido...) como a REGRA DA MÃO DIREITA. O desenho 8 mostra “ao vivo”, como funciona essa regra. Se segurarmos uma bobina da maneira ilustrada, de maneira que os dedos “apontem” para o sentido convencional da corrente na bobina (do *positivo* da alimentação para o *negativo*), o polegar da mão direita indicará a extremidade chamada de *polo Norte* do eletroimã.



Esse eletroímã comporta-se de idêntica maneira à de um imã natural, com seus polos de nome igual repelindo-se e os de nome diferente atraindo-se. O desenho 9 mostra, ao alto, o comportamento de um imã natural em relação à agulha de uma bússola, e o correspondente comportamento de um eletroímã.



9

Existem alguns materiais, como o aço, por exemplo, que, embora não sejam naturalmente magnéticos, podem ser “transformados” permanentemente num IMÃ, através de alguns “truques”. Se, por exemplo, esfregarmos uma agulha de costura (de aço) contra um Imã natural, a agulha “assumirá” magnetismo, comportando-se, daí por diante, como um imã, mesmo depois de afastada do material naturalmente magnético. Também se enrolarmos, em torno da mesma agulha, um condutor, e submetermos tal condutor à passagem de uma corrente elétrica relativamente intensa, a agulha assumirá magnetismo permanente, podendo ser retirada do interior do enrolamento que, ainda assim, continuará a se comportar como um imã...

BRINDE DE CAPA

Dentro da nossa filosofia de fazer o principiante "pegar no negócio" (com todo o respeito...), ou seja: manusear *mesmo* alguns dos componentes e dispositivos mais utilizados na Eletrônica, para que vá tomando gosto, desde o início, em construir, por si próprio, circuitos e montagens de uso prático e experimental, que muito auxiliam na compreensão dos aspectos teóricos, com a presente "aula" do BÊ-A-BÁ, o "aluno" está recebendo uma quantidade de fio de cobre esmaltado, especialmente dimensionada para a construção de um ELETROÍMÃ, conforme descrito lá na primeira "lição"...

O brinde, embora inteiramente GRATUÍTO, pode não representar, para alguns (aqueles que tem o — discutível — privilégio de residirem em cidades grandes...) um adendo *muito* valioso... Entretanto, estamos pensando nos milhares de leitores e "alunos" residentes em pontos distantes desse nosso Brasil e para os quais existe, sabemos muito bem disso, a dificuldade *até* para aquisição de algo tão simples quanto o fio de cobre para a execução de algumas experiências simples...

Como temos dito desde a primeira "aula", os brindes não são fornecidos pelo seu valor "financeiro" intrínseco (mesmo porque a "Escola" não é rica a ponto de poder fornecer, gratuitamente, *todo* o material necessário aos alunos...) mas pelo que representam em incentivo, em "estopim", capaz de deflagrar, nas cabeças e mãos da turma, a "explosão" do interesse pela Eletrônica...

Desejamos a todos boa sorte nas experiências. Permaneçam atentos às próximas "aulas" porque, apesar da "matéria" não ser difícil, "se cochilar o cachimbo cai".

O EDITOR

As experiências **P**

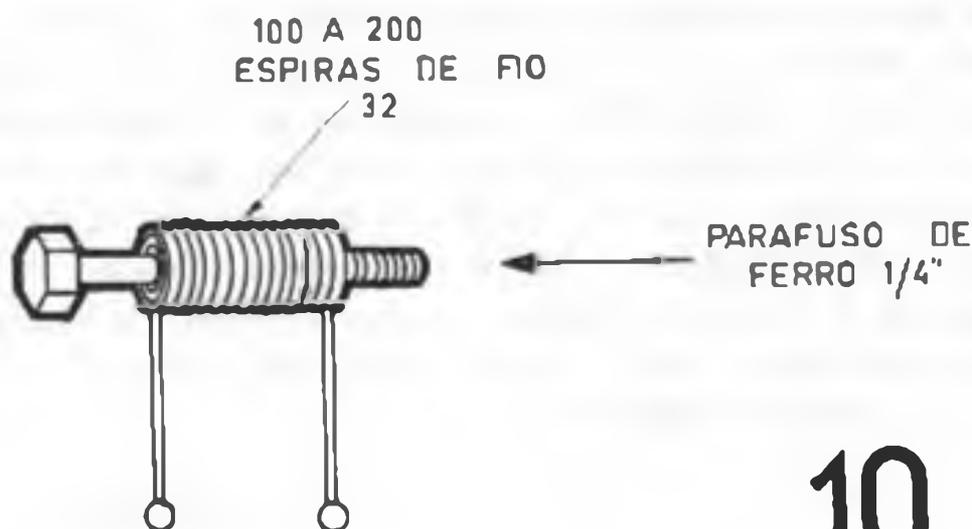
CONSTRUINDO UM ELETROIMÃ

A construção de um ELETROIMÃ é muito simples e está ao alcance de qualquer um, para fins experimentais. Você precisará do seguinte:

- Um parafuso *de ferro*, com diâmetro de 1/4 de polegada (encontrável, com facilidade, em qualquer loja de ferragens).
- De 2 a 4 metros de fio de cobre esmaltado, n.º 32 (na verdade, podem também ser usados fios de números próximos a 32, de 28 a 36, por exemplo).

Esse fio é usado nas oficinas que reparam motores e/ou transformadores e, devido à pequena quantidade a ser utilizada no nosso eletroímã, não deverá ser difícil ao "aluno", conseguir o fio nesses locais.

Enrole, de 100 a 200 voltas do fio, bem juntas, umas sobre as outras, sem muita preocupação de "estética", sobre a parte central do "corpo" do parafuso de *ferro*, como mostrado no desenho 10.

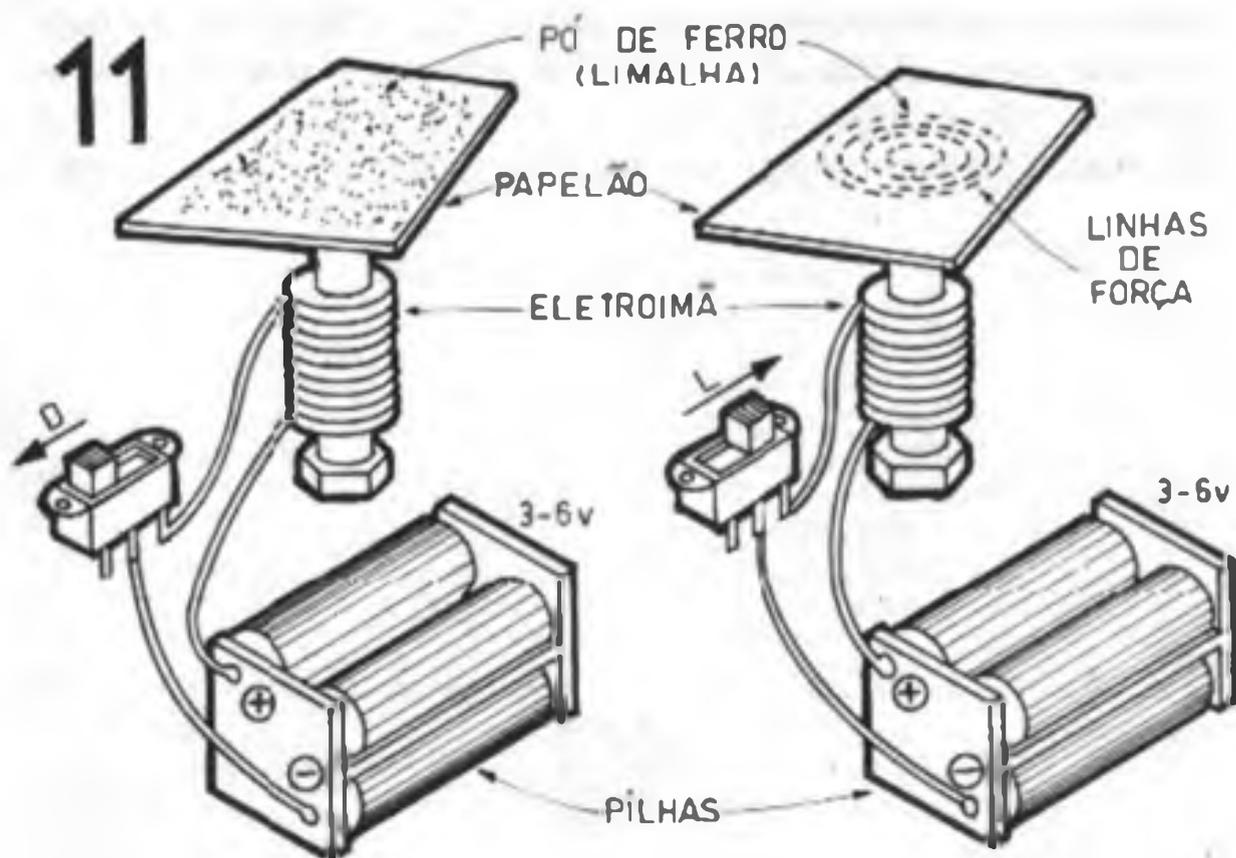


Convém recobrir o enrolamento, depois de pronto, com uma camada de fita adesiva ou fita isolante, para prender bem as espiras, evitando que o fio se desenrole. As duas extremidades do fio usado

deverão ser deixadas livres, com 10 ou 15cm.cada, e o isolamento (esmalte) das pontas deverá ser raspado, para que o fio possa ser ligado eletricamente a uma fonte ou circuito.

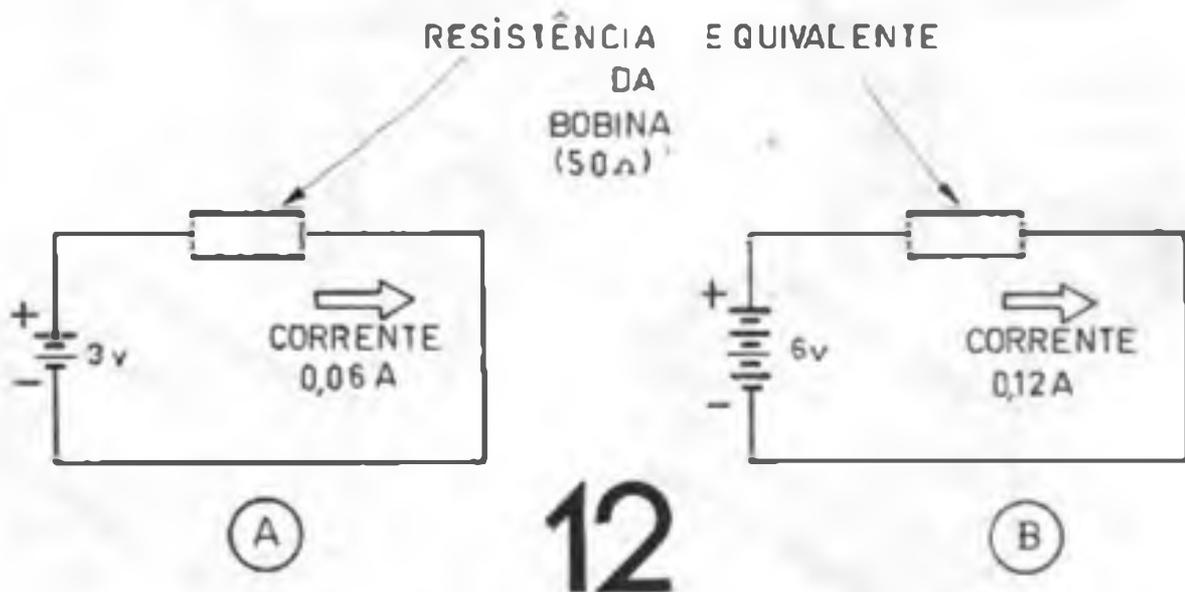
1a. EXPERIÊNCIA – AS LINHAS DE FORÇA

Disponha uma das extremidades do parafuso de ferro que serve de núcleo para a bobina do eletroimã, de maneira bem central, sob um pedaço de papelão, como mostrado no desenho 11. Ligue os fios do eletroimã a um conjunto de 2 a 4 pilhas (perfazendo, portanto, 3 ou 6 volts), através de um interruptor simples (ver desenho). Com o interruptor *desligado* (à esquerda, no desenho 11), coloque um pouco de *pó de ferro* ("limalha") espalhado sobre o pedaço de papelão (esse pó pode ser obtido com grande facilidade em serralherias, tomearias, etc., pois não é mais do que o *lixo industrial* de estabelecimentos desse tipo...). Em seguida, ligue, momentaneamente, o interruptor (podendo desligá-lo, logo em seguida, para "economizar" as pilhas...). Assim que o interruptor é ligado, o pó de ferro existente sobre o papelão é "organizado"



pelo campo magnético gerado pela passagem da corrente elétrica, na exata forma das *linhas de força* desse campo, assumindo uma série de linhas concêntricas e circulares, em torno da posição ocupada pelo polo do eletroímã (ponta do parafuso de ferro). Com isso você terá a oportunidade de "ver" as linhas de força do campo magnético, comprovando a sua existência e força.

Como foi dito lá no início da "lição", a intensidade do campo magnético (que pode, a grosso modo, ser traduzida pela "quantidade" das suas linhas de força...) é *diretamente proporcional* à intensidade da corrente que percorre o condutor (no caso, enrolado em bobina, em torno do núcleo de ferro). Os "alunos" que acompanharam a primeira "lição" do BÉ-A-BÁ, sobre a Lei de Ohm (que rege a relação entre a *corrente*, a *tensão* e a *resistência* num circuito, por mais simples que seja...) devem lembrar-se que: se a *resistência* apresentada por um circuito ou componente é *fixa*, podemos *umentar a corrente* que passa por tal circuito ou componente, apenas aumentando a *tensão* (em volts) a ele aplicada. Já que, para efeitos de cálculo, num circuito alimentado com *corrente contínua* (como é o caso da experiência em pauta...), a bobina pode ser considerada apenas como um condutor apresentando determinada *resistência*, não é difícil calcular-se a intensidade da corrente que a atravessa. Observem o desenho 12. Vamos supor que a bobina rea-



lizada em torno do parafuso de ferro apresente uma resistência de 50Ω . Se alimentarmos o circuito com *duas* pilhas (3 volts), a corrente será:

$$I = \frac{3}{50} \quad \text{ou} \quad I = 0,06 \text{ A (sessenta miliampéres)}$$

Se, por outro lado, aumentarmos a voltagem da alimentação, usando 4 pilhas (o que nos dará uma tensão de 6 volts), a corrente ficará:

$$I = \frac{6}{50} \quad \text{ou} \quad I = 0,12 \text{ A (cento e vinte miliampéres)}$$

Assim vemos que, dobrando a tensão, dobramos também a corrente, conseguindo, em razão disso, um campo magnético *mais forte*. Experimente alimentar o nosso eletroímã experimental com 3 e com 6 volts e verificar a atuação através das linhas de força tomadas visíveis pela "limalha" de ferro...

Uma outra maneira de conseguir "vitaminar" o campo magnético, é enrolarmos *mais espiras* do fio sobre o núcleo de ferro. Assim uma bobina com 1.000 espiras, por exemplo, terá um campo magnético maior do que uma de 100 espiras. Existe, porém, um "porém" aí (desculpem a redundância...). Uma vez que a *corrente* depende também da *resistência*, se aumentarmos *muito* o número de espiras da bobina, a *resistência* total do fio ficará também mais elevada, reduzindo, assim a *corrente* que atravessa a bobina, e, conseqüentemente, diminuindo a intensidade do campo magnético. Vamos resumir essas assertivas (aparentemente antagônicas) em alguns "axiomas" simples:

- Maior corrente — maior campo magnético.
- Menor corrente — menor campo magnético.
- Mais espiras — maior campo magnético.
- Menos espiras — menor campo magnético.
- Poucas espiras, de fio grosso, apresentam baixa resistência. Em conseqüência, a corrente será alta e o campo magnético será forte. Entretanto, as pilhas irão para o "beleléu" com grande rapidez, devido ao elevado consumo de corrente.

- Um excesso de espiras, embora por um lado reforce o campo magnético, por outro lado aumenta a resistência da bobina. Em consequência disso, *reduz* a corrente, diminuindo o campo magnético obtível.
- O importante é, então, o *meio termo*, ou seja: acharmos a bobina com o *maior número possível de espiras*, mas que, ao mesmo tempo, apresente *baixa resistência* (não muito baixa, contudo, porque devemos também nos lembrar da capacidade de fornecimento de corrente apresentada pela fonte que alimenta a bobina...).

Parece complicado, mas não é... Basta estabelecer "prioridades" quando você vai enrolar uma bobina de eletroímã: se para você não faz diferença desgastar pilhas com rapidez (caso em que o "aluno", provavelmente, deverá "vazar tutu pelo ladrão", devido ao preço das pilhas...), construa a bobina com *poucas espiras de fio grosso*. Se, por outro lado, o principal para você é justamente a economia de pilhas, faça a bobina com *várias espiras* (quanto mais melhor) e *de fio mais fino*.

TENHA UMA PROFISSÃO RENDOSA ESTUDANDO NA ESCOLA TÉCNICA UNIVERSAL

Supletivo do 19 ou 20 grau.

Mecânica de Automóveis,

Aux. de enfermagem – Téc. de enfermagem.

Relojoeiro, Português, Inglês, Téc. em agro-pecuária, Contabilidade, Oficial de Farmácia, Especialização em eletrodomésticos, Eletrotécnica, Téc. em Instalações Elétricas, Desenho Artístico e publicitário, Rádio e Televisão preto e branco e cores. Eletricista de autos.

Peça informações a CAIXA POSTAL – 9893 – CEP 01051 – São Paulo – SP.



NOME
 ENDEREÇO
 CEP CIDADE ESTADO
 indicar o curso desejado

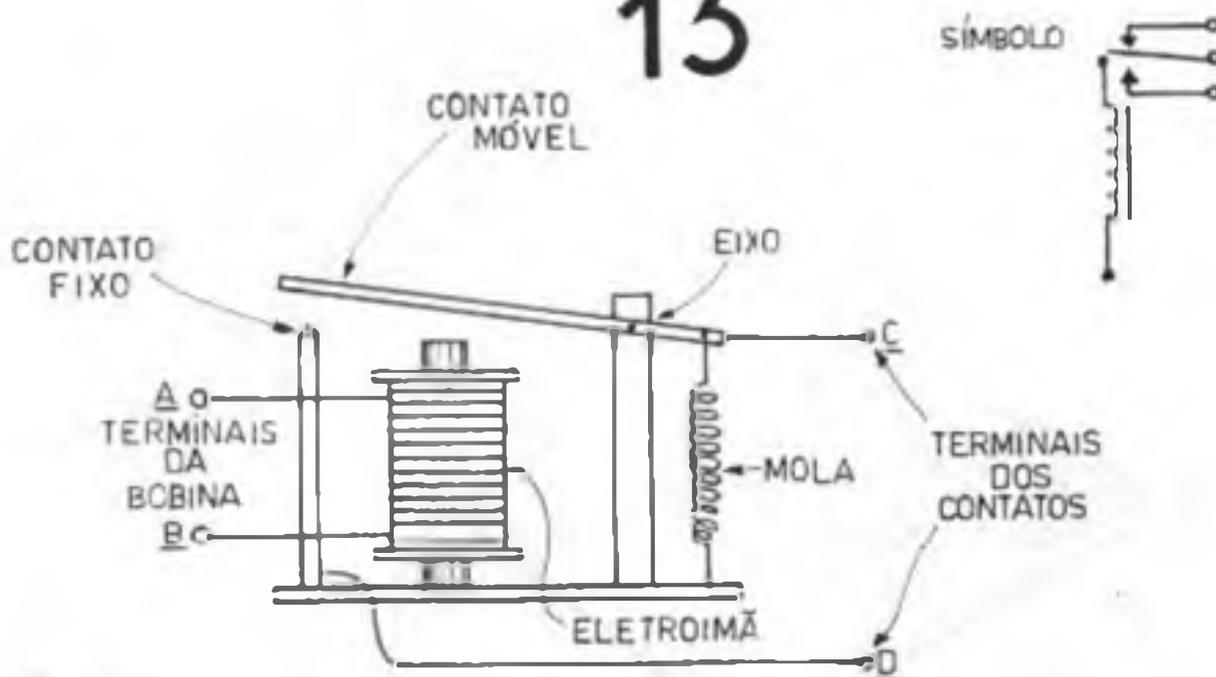
(fornecemos gratuitamente todo material de aprendizagem)

2.a EXPERIÊNCIA – CONSTRUINDO UM RELÊ



Agora vamos começar a dar “uso prático” ao eletroímã. A primeira utilidade que surge para um dispositivo desse tipo, capaz de gerar um campo magnético quando submetido à passagem de uma corrente elétrica é a de funcionar como um “interruptor eletromagnético”. Esse “interruptor” é também chamado de RELÊ, ou seja: um dispositivo eletro-mecânico que pode ser acionado através de uma corrente elétrica e que pode, a partir desse acionamento, “comandar” (ligando e desligando) uma *outra* corrente, quase sempre *muitas vezes maior* do que a de comando... O desenho 13 mostra o “esquema” da construção de um relê, bem como o seu símbolo usado em Eletrônica... Um eletroímã (bobina em torno de um núcleo de ferro) é posicionado de forma que, ao ser submetido à corrente, seu campo magnético *atraia* um contato móvel (mantido em posição de repouso por uma mola...), de maneira que esse contato encoste num outro, fixo, estabelecendo, então, a ligação entre esses dois contatos. Assim que a corrente de “comando” deixa de circular pela bobina do eletroímã, o campo magnético cessa, deixando de atrair o contato móvel que, por sua vez, devido a atuação da mola, volta à sua posição de “repouso”, afastando-se do contato fixo, “abrindo” a ligação.

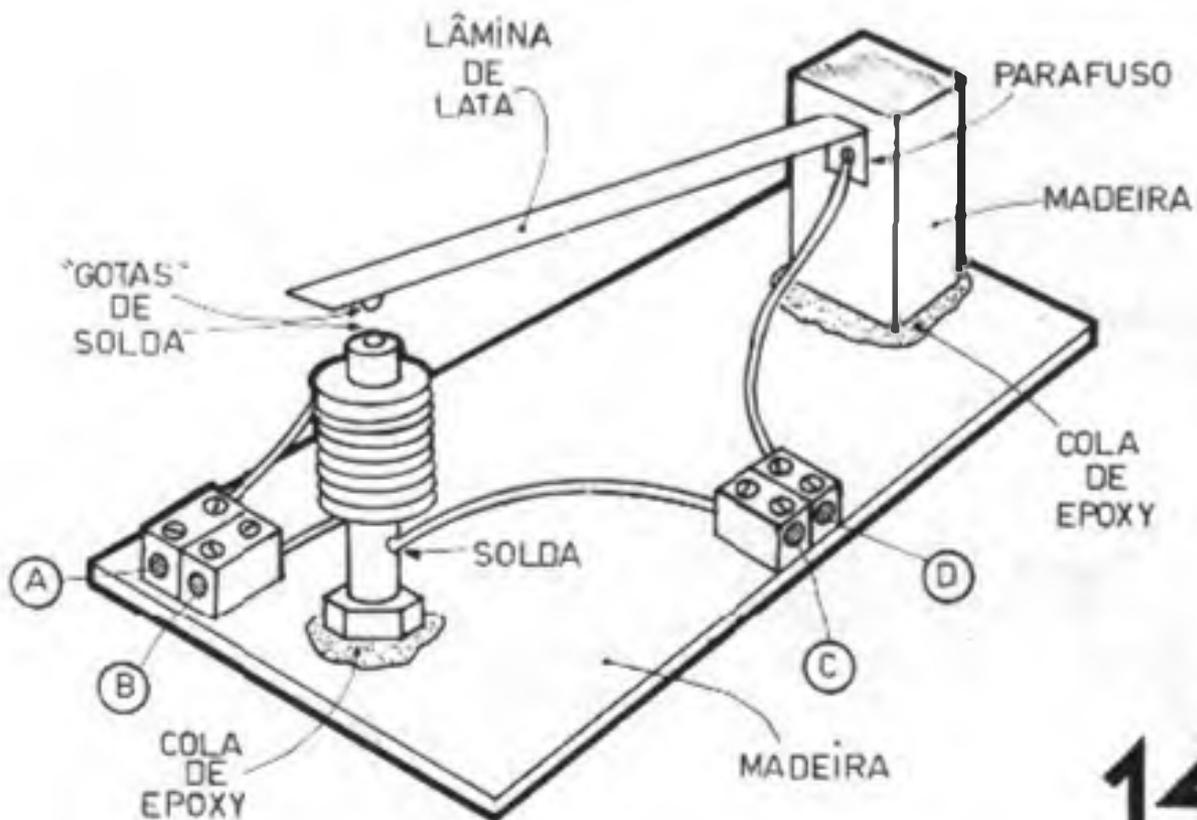
13



É muito fácil construir-se um relé experimental, aproveitando o mesmo eletroímã usado nas experiências anteriores. O desenho 14 mostra o relé "feito em casa", para cuja construção você precisará do seguinte:

- Um eletroímã (conforme descrito anteriormente).
- Dois pedaços, com dois segmentos cada, de barra de conetores parafusados, tipo "Weston" ou similar.
- Uma base plana de madeira, compensado, fibra ou "duratex", medindo cerca de 10 x 20 cm.
- Um pequeno "tarugo" de madeira, medindo, no maior comprimento, cerca de 8 cm. de altura.
- Uma lâmina de lata, medindo cerca de 15 cm. de comprimento por 0,5 cm. de largura (pode recortar aí da lata de óleo da mamãe - depois da vazia, é claro, senão "tome vassourada na mo-leira"...).
- Adesivo de *epoxy*.

Seguindo o desenho 14 com atenção, não haverá a menor dificuldade em montar o "monstrinho". Não esqueça que, para realizar os três únicos pontos de solda necessários, as superfícies metálicas devem estar bem limpas (esfregue um pouco de "Bom Bril"),



14

para uma boa aderência. O fio que vai ao conetor (D) deve ter sua outra extremidade soldada ao próprio "corpo" do parafuso. Na ponta superior do parafuso, uma gota de solda, assim como na superfície da lâmina que lhe faz face, melhorarão o contato elétrico entre o parafuso e a lâmina, quando o mesmo se realizar. Não esquecer que, "em repouso", a lâmina *não deve* encostar na ponta do parafuso, ficando, entretanto, *bem próxima* (alguns milímetros).

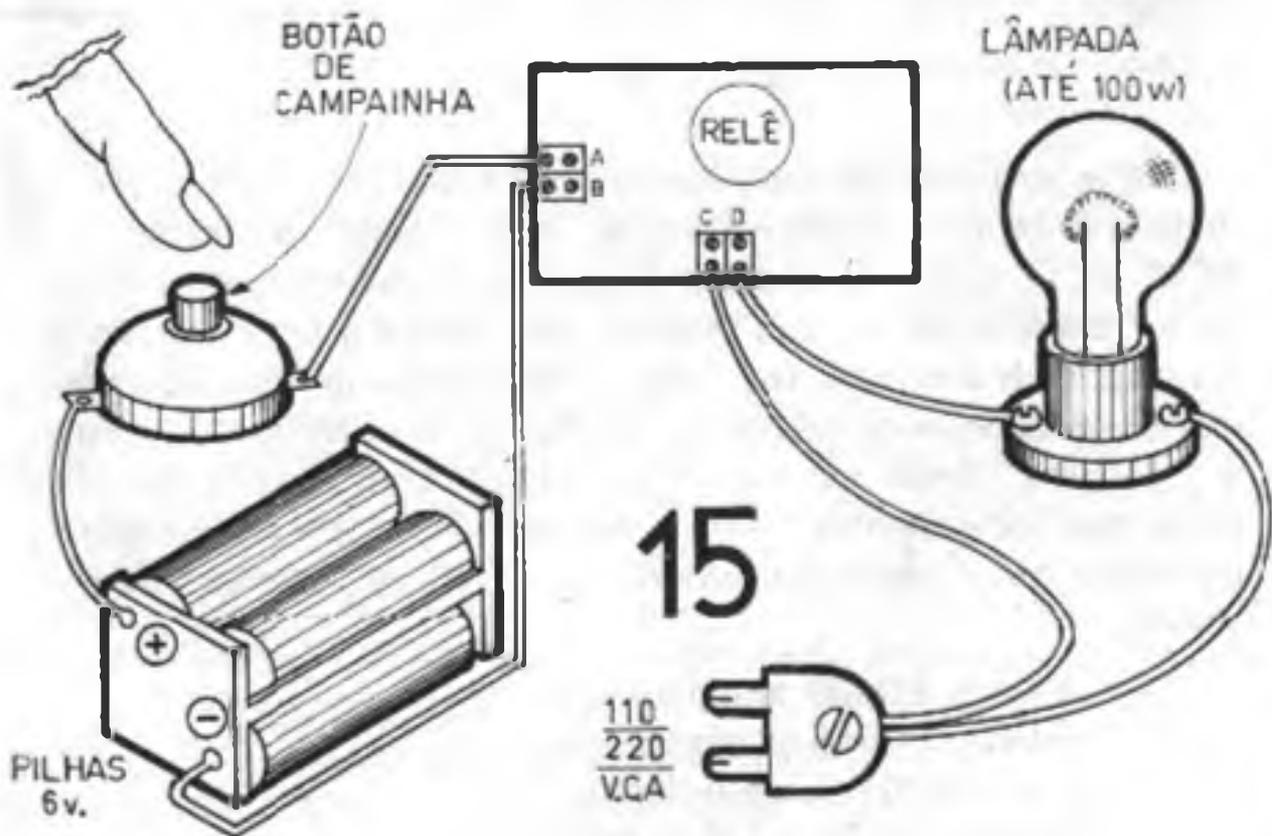
UTILIZAÇÃO PRÁTICA DO RELÉ CONSTRUIDO NA 2a. EXPERIÊNCIA

O relê construído de acordo com as instruções da 2a. EXPERIÊNCIA (des. 14), embora rudimentar, funciona perfeitamente, e pode ser aplicado numa utilização prática que demonstrará ao "aluno" uma das principais funções desse tipo de componente... Para essa aplicação, o "aluno" necessitará, além do próprio relê, do seguinte material:

- Um "botão de campainha" comum (trata-se de um interruptor tipo "push-bottom", Normalmente Aberto, de preço muito reduzido).
- Quatro pilhas pequenas ou médias, de 1,5 volts cada, com o respectivo suporte.
- Um "rabicho" (cabo de alimentação com tomada "macho" numa das pontas).
- Uma lâmpada comum (incandescença) de, no máximo, 100 watts, e que funcione com voltagem compatível com a da rede que alimenta o local (110 ou 220 volts).
- Um soquete para a lâmpada.

O desenho 15 mostra como esse conjunto de componentes deve ser interligado: as pilhas e o "botão" de campainha são conetados aos terminais A e B do relé (terminais da bobina), enquanto que a lâmpada e o "rabicho" devem ser ligados aos terminais C e D do relé (terminais dos contatos).

Com o "rabicho" devidamente conetado à uma tomada da parede (110 ou 220 volts), ao apertar-se o "botão de campainha", acende-se a lâmpada. Essa "façanha", aparentemente simples,



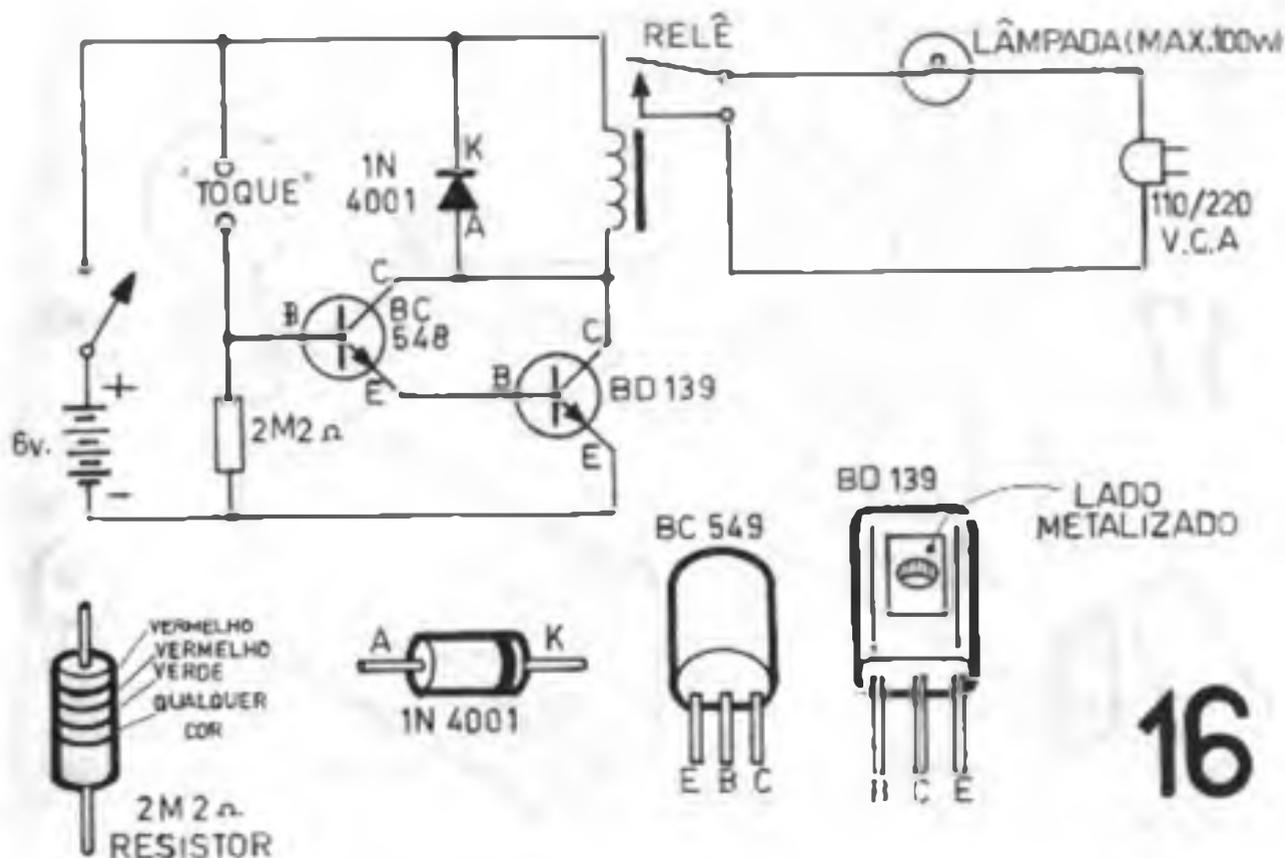
envolve uma função importantíssima nos circuitos eletrônicos, ou seja: através de um circuito de baixa voltagem e baixa potência (representado pelas pilhas, "botão de campainha" e bobina do relê), podemos controlar um outro circuito, este porém de alta tensão e alta potência (representado pelo "rabicho" conetado à rede de C.A., a lâmpada de até 100 watts e os contatos do relê). Embora completamente isolados um do outro, quanto aos percursos de corrente, o circuito de "potência" é *dependente* da comutação gerada pelo circuito de baixa potência!

ATENÇÃO: DEVIDO AO FATO DE PARTE DO CIRCUITO ESTAR SUBMETIDO A TENSÃO ELEVADA, TODO CUIDADO É POUCO, NO SENTIDO DE SE EVITAR "CHOQUES" PERIGOSOS. *JAMAIS* MANUSEIE OU TOQUE QUALQUER PARTE DO CIRCUITO, DIRETAMENTE COM OS DEDOS, ENQUANTO O "RABICHO" ESTIVER CONETADO À TOMADA DA PAREDE. TODO E QUALQUER AJUSTE NO CIRCUITO APENAS DEVE SER FEITO COM O PLUGUE DO "RABICHO" *DESLIGADO* DA TOMADA... O "CURSO" DO *BÊ-A-BÁ* AINDA ESTÁ NO COMEÇO, E NÃO QUEREMOS PERDER NENHUM "ALUNO", ELECTROCUTADO POR DISTRAÇÃO...

• • •

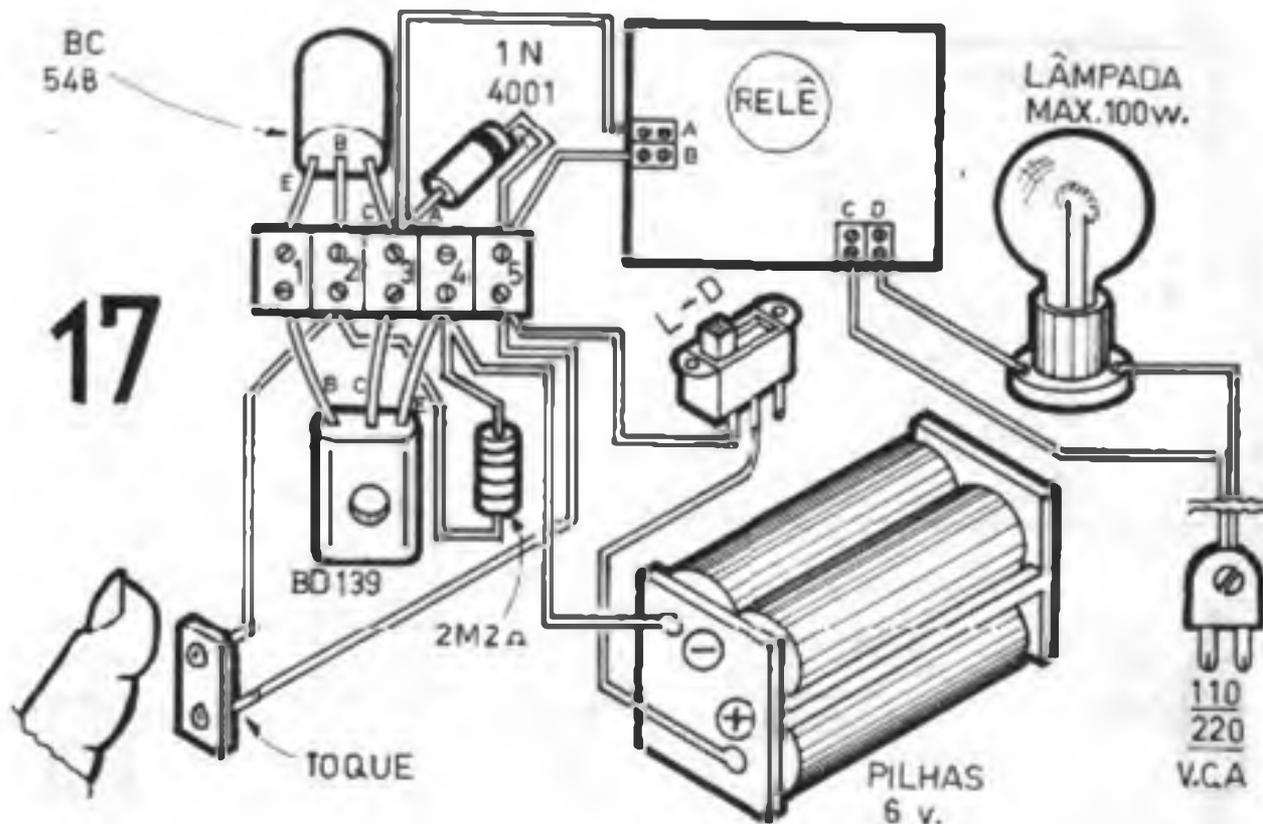
Graças ao poder de amplificação dos TRANSISTORES (já abordado, ainda que superficialmente, em "lições" anteriores do *BÊ-A-BÁ*...), podemos tornar o dispositivo de controle que acabou de ser descrito, ainda mais *sensível*, de maneira a fazer acender a lâmpada com o simples toque de um dedo sobre um contato especial (duas cabeças de pregos ou parafusos). O desenho 16 mostra o "esquema" desse comando "melhorado", bem como a identificação dos componentes "extras" necessários... Além dos materiais utilizados nas experiências anteriores, o "aluno" precisará do seguinte:

- Um transistor BD139 ou equivalente.
- Um transistor BC548 ou equivalente.
- Um diodo 1N4001 ou equivalente.
- Um resistor de $2M2\Omega$ x 1/4 de watt.



- Um interruptor simples (chave H-H ou “gangorra”, mini).
- Uma barra de conetores parafusados, com 5 segmentos. (tipo “Weston” ou similar).
- Dois pregos ou parafusos pequenos, para os “contatos de toque”.

A interligação dos componentes está no desenho 17. Notar que os números de 1 a 5, marcados junto aos segmentos da barra de conetores parafusados ajuda muito na “ordenação” das ligações, evitando erros. Siga cuidadosamente o desenho, prestando *muita* atenção à correta posição dos terminais dos componentes (principalmente dos transístores e diodos) e à polaridade das pilhas. Antes de qualquer verificação de funcionamento, é importante lembrar de novo: **SEMPRE QUE O RABICHO ESTIVER CONECTADO A UMA TOMADA DA PAREDE, É “TERMINANTEMENTE PROIBIDO” TOCAR EM QUALQUER DAS PARTES DO PRÓPRIO RELÊ** (descrito no des. 14) ou em qualquer dos componentes ou fios interligados aos contatos C e D (lâmpada e rabicho), sob pena de correr o risco de “choques” perigosos E ATÉ FATAIS, SOB DETERMINADAS CIRCUNSTÂNCIAS...



Com o circuito todo montado e conferido, ligue o plugue do "rabicho" à tomada da parede e coloque o interruptor do circuito (chave H-H) também na posição "ligado" (L). Basta agora um leve toque de dedo nas cabeças dos dois pregos ou parafusos (marcados com "toque" no des. 17), para que a lâmpada acenda! Se, no lugar da lâmpada, for colocado outro dispositivo qualquer (normalmente alimentado pela rede), como um pequeno motor, eletrodoméstico, rádio, etc., tal dispositivo *também* poderá ser ligado com um toque de dedo sobre os contatos "sensores"! Devido à simplicidade do circuito de comando, um INTERRUPTOR DE TOQUE desse tipo, funciona *apenas durante o tempo* em que o dedo do operador permanecer sobre o "sensor" (futuramente, ensinaremos a construção de um INTERRUPTOR DE TOQUE "TRAVANTE", do tipo que *permanece ligado*, mesmo após a retirada do dedo do operador dos contatos de "toque"...).

Essa experiência (de uso prático imediato) é muito interessante, pois demonstra como, através de um circuito especialmente construído, podemos controlar uma "potência" elétrica (existente nos contatos de "toque" com o dedo do operador colocado...) de *algumas dezenas de microwatts*, de maneira a comandar uma outra "potência" *milhões* de vezes maior — os 100 watts da lâmpada!

Vamos calcular, rapidamente, para confirmar isso... Supondo que o dedo do operador apresenta uma resistência típica e média, de $1M\Omega$ e sabendo que a parte de baixa tensão do circuito é alimentada pelos 6 volts das pilhas, pela Lei de Ohm, podemos obter a corrente que circula pelos contatos de toque (desprezando-se para efeitos práticos, as demais resistências" do circuito...):

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{ou} \quad I = \frac{6}{1.000.000} \quad \text{ou} \quad i = 0,000006A \text{ (seis microampéres).}$$

Sabendo agora, tanto a *corrente* quanto a *tensão*, podemos obter a potência ou *wattagem* nos contatos de "toque"...

$$P = V \times I \quad \text{ou} \quad P = 6 \times 0,000006 \quad \text{ou} \quad P = 0,000036 \text{ W}$$

$P =$ trinta e seis microwatts.

Já que a wattagem da lâmpada também é conhecida previamente (não precisamos fazer nenhum cálculo, pois tal wattagem já vem escrita na própria lâmpada), podemos verificar o "ganho" de potência no circuito, com um cálculo simples:

$$\text{"ganho"} \text{ (fator de amplificação)} = \frac{100 \text{ (wattagem da lâmpada)}}{0,000036 \text{ (wattagem nos contatos de "toque").}}$$

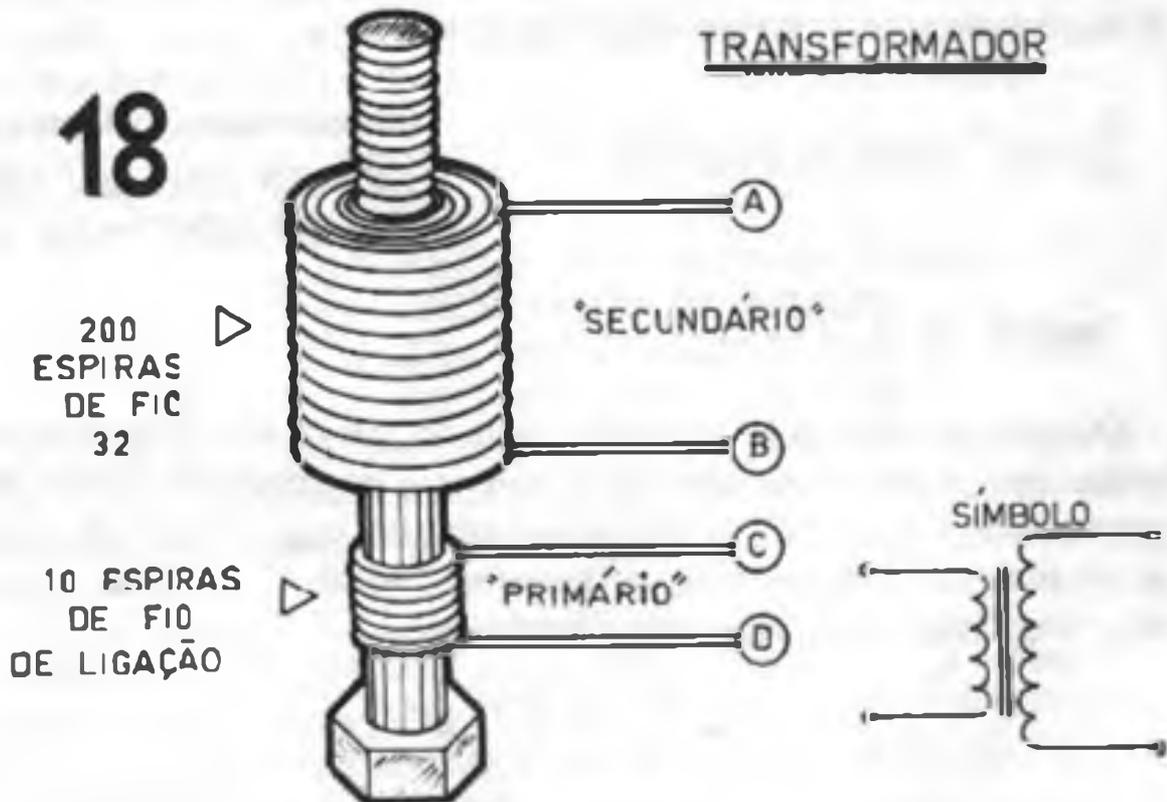
$$\text{"ganho"} = 2.777.777$$

Ou seja: a potência *controlada* é mais do que *dois milhões e setecentas mil vezes maior* do que a potência de *controle*! Viram só como, com a ajuda de um dispositivo simples, cuja construção está ao alcance de qualquer um, verificamos, "ao vivo" *uma das incríveis "façanhas" realizáveis pela Eletrônica?*

3.a EXPERIÊNCIA – CONSTRUINDO UM TRANSFORMADOR

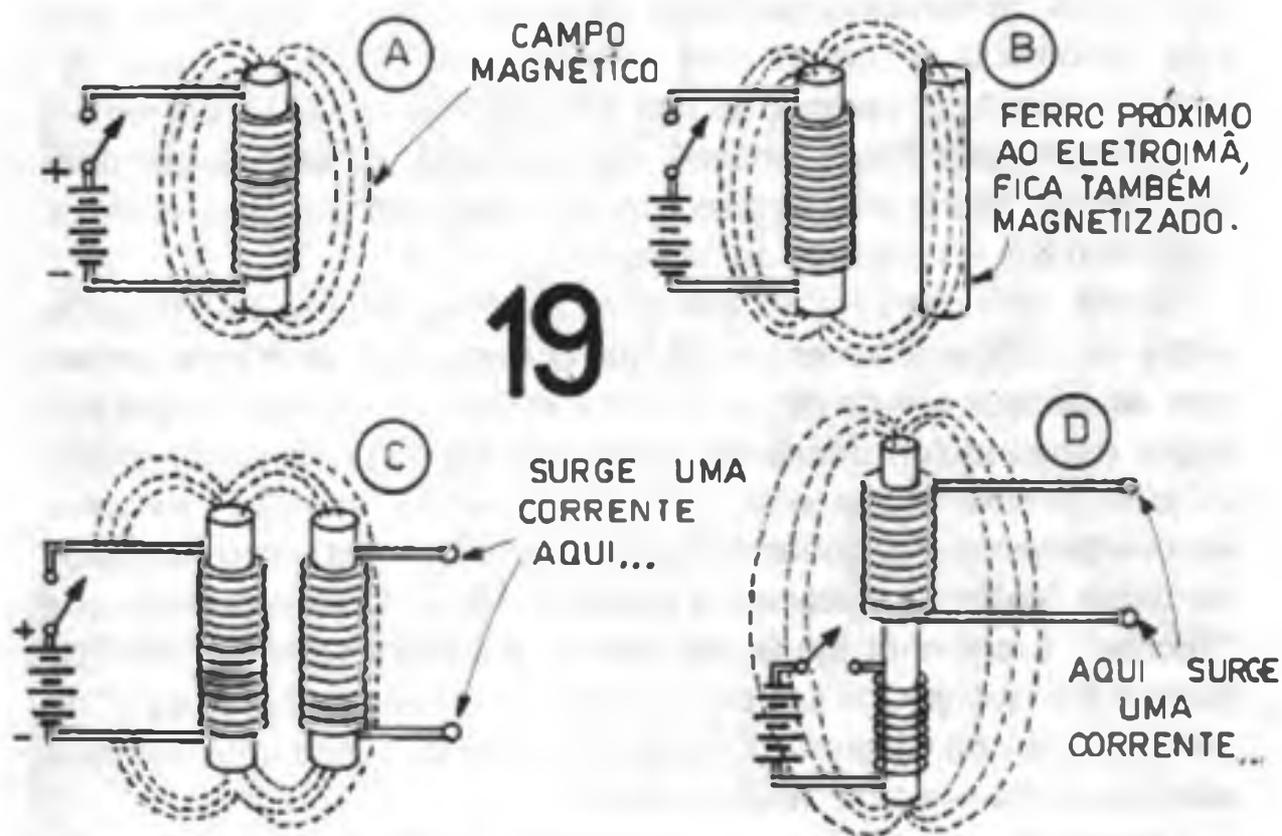
No início desta "lição", verificamos que, se enrolarmos um fio condutor em torno de um núcleo de ferro, e fizermos passar por esse condutor uma corrente elétrica, obteremos um campo magnético, que perdurará por todo o tempo em que a corrente continuar aplicada ao condutor. Também foi dito que o campo magnético não se "forma" instantaneamente, levando algum tempo para assumir sua intensidade máxima, a partir do instante em que a corrente é ligada. Também no caso do "corte" (desligamento) da corrente, o campo não desaparece imediatamente, mas "entra em colapso" com relativa lentidão, até desaparecer, assim que a corrente é desligada.

Existe um outro fenômeno eletro-magnético, chamado de INDUÇÃO, baseado na "formação e colapso" do campo magnético. Graças a esse fenômeno, funcionam os TRANSFORMADORES, importantes componentes eletrônicos, utilizados em muitos circuitos. Podemos "construir" um transformador facilmente, aproveitando, inclusive, o ELETROIMÃ já realizado para as experiências anteriores. Originalmente, havíamos enrolado cerca



de 200 espiras de fio 32 em torno do parafuso de ferro que servia como núcleo. Basta acrescentarmos um outro enrolamento, com apenas 10 espiras, realizado sobre uma área ainda livre do parafuso, como mostrado no desenho 18 (ainda na ilustração, aparece também o símbolo adotado para o transformador). Esse enrolamento pequeno, pode ser feito também com o fio esmaltado n.º 32, ou mesmo com fio comum, fino e isolado de, ligação...

Uma vez, "construído" o nosso transformador, e antes de verificarmos a sua atuação, vamos ver alguma coisa sobre o seu princípio de funcionamento... Acompanhem o desenho 19. Em (A) vemos um núcleo simples, de ferro, com um enrolamento de fio condutor em volta dele. Se os terminais desse enrolamento forem



ligados a um conjunto de pilhas, assim que a corrente atravessar o condutor, obteremos um campo magnético, ficando o ferro interior imantado, com pólos magnéticos Norte e Sul. Se colocarmos, como em (B) um outro núcleo de ferro, bem próximo daquele que tem o enrolamento, de modo que esse segundo núcleo possa ser "atingido" pelas linhas de força do campo, também esse núcleo "extra" ficará magnetizado. A intensidade da magnetização obtida nesse segundo núcleo depende da proximidade, ou seja: quanto

mais perto ele estiver do núcleo que contém o enrolamento, mais intensa será a sua magnetização. Agora, observem o item (C). Se, em torno desse segundo núcleo, fizermos também um enrolamento de fio condutor, e mantivermos os dois núcleos (agora *ambos* dotados de enrolamento...) bem próximos um do outro, *sempre* que a corrente que alimenta o primeiro enrolamento for *ligada* ou *desligada* (e, conseqüentemente, ocorrer a "formação" ou o "colapso" do campo magnético em torno desse primeiro eletroímã), surgirá um *pulso* de corrente no enrolamento feito em torno do segundo núcleo! A isso chamamos INDUÇÃO, ou seja: nos momentos em que um campo magnético "surge" ou "desaparece", esse campo tem o poder de *induzir* uma corrente elétrica num fio condutor que esteja mergulhado nas linhas de força de tal campo! Notar que esse fenômeno *só ocorre* nos instantes de "formação" ou "colapso" do campo (quando se *liga* e quando se *desliga* a corrente). Um campo magnético "estável" (que existirá, no caso da corrente *permanecer* ligada ao primeiro enrolamento), *não consegue* induzir uma corrente no segundo enrolamento.

Existe uma maneira de tomar ainda mais intensa essa indução entre os dois enrolamentos. Já que *quanto mais próximos estiverem os núcleos um do outro*, maior a atuação do campo magnético sobre o segundo enrolamento, nada mais lógico do que realizarmos *os dois enrolamentos sobre o mesmo núcleo*, para um *máximo* aproveitamento das linhas de força! Em (D) vemos como isso pode ser feito (voltem a observar o desenho 18...). O enrolamento que "recebe" a corrente vinda das pilhas, e denominado PRIMÁRIO (pois é ele que *gera* o campo magnético). O enrolamento que "recolhe" o campo magnético e que, por *indução*, gera uma corrente elétrica, é chamado de SECUNDÁRIO.

Ocorre algo muito interessante (e útil...) nos transformadores: a *tensão* (voltagem), induzida no enrolamento SECUNDÁRIO guarda uma relação com a *tensão* aplicada no enrolamento PRIMÁRIO, *idêntica* à relação de espiras (quantidade de voltas de fio) existente entre o SECUNDÁRIO e o PRIMÁRIO. Vamos detalhar isso um pouco mais: no caso do nosso transformador "feito em casa", o *secundário* tem 200 espiras e o *primário* 10 espiras. Podemos dizer isso de outra forma: "o *secundário* tem 20 vezes mais espiras que o *primário*" ou "a *relação de espiras* é de 20". Sabendo então

que a voltagem aplicada ao *primário* pelas pilhas é de 6 volts, o pulso de corrente obtido no *secundário* apresentará uma tensão *vinte vezes maior*, ou seja: 120 volts! Essa proporção é constante, ou seja: se o *secundário* tivesse a *metade* do número de espiras apresentado pelo primário, a tensão induzida no *secundário* seria também a *metade* da aplicada ao *primário*, e assim por diante. Uma tabelinha comparativa ajudará a turma a entender melhor esse negócio da *relação de espiras*:

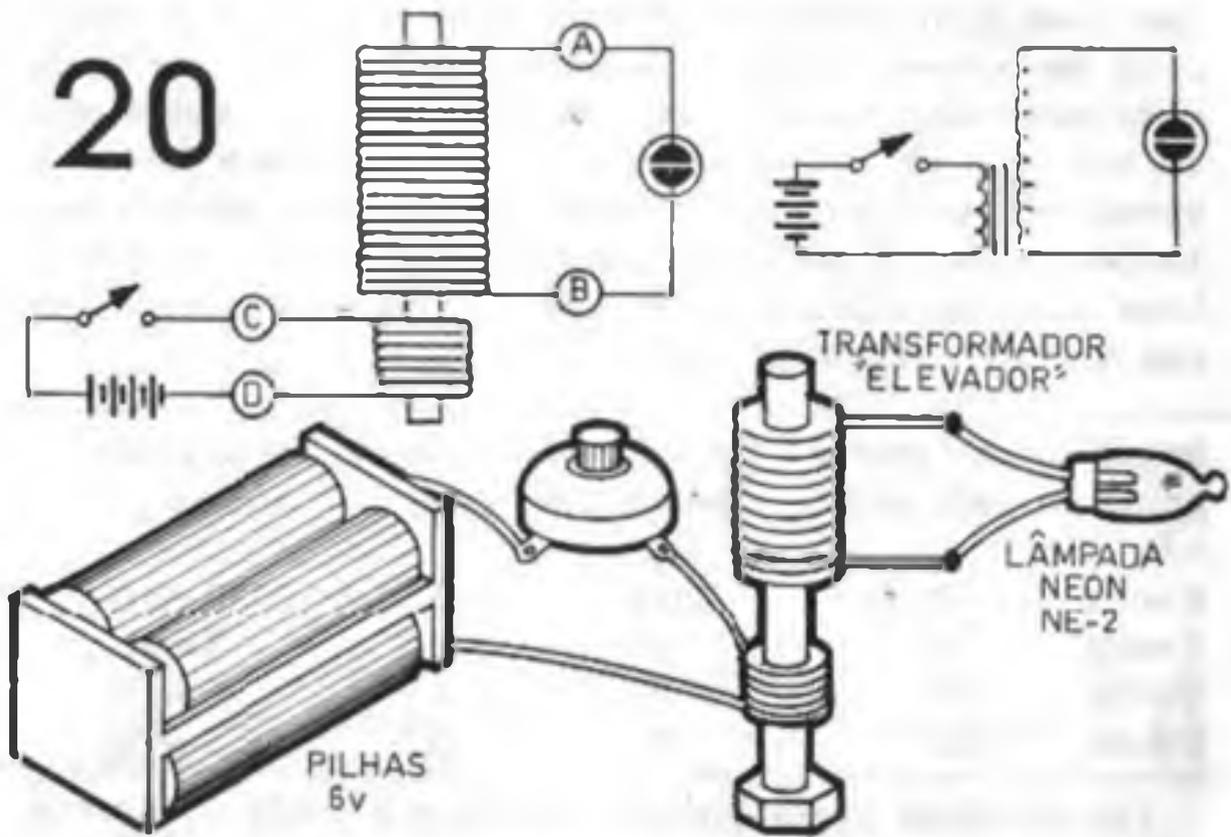
<i>tensão no primário</i>	<i>n.º espiras primário</i>	<i>n.º espiras secundário</i>	<i>relação de espiras</i>	<i>tensão induzida no secundário</i>
6 volts	10	200	20	120 volts
6 volts	10	5	0,5	3 volts
6 volts	10	10	1	6 volts
6 volts	100	10	0,1	0,6 volts

Pela tabelinha vemos que, para obtermos a *tensão* do *secundário*, basta *multiplicarmos a tensão no primário pela relação de espiras*. Fica muito fácil, então, construímos transformadores "levantadores" (com tensão no secundário *maior* do que a do primário) ou "abaixadores" (tensão no secundário *menor* que a do primário), bastando calcular a *relação de espiras* de acordo com atuação desejada. Transformadores "levantadores" ou "abaixadores" são usados com grande frequência em circuitos e aparelhos eletrônicos (vejam, por exemplo, a INICIAÇÃO AO HOBBY da "lição" anterior (BÉ-A-BÁ n.º 3), cujo circuito da MINI-FONTE usa um transformador "abaixador" ...).

COMPROVANDO A ATUAÇÃO DO TRANSFORMADOR

Na pág. 30 da segunda "lição" (BÉ-A-BÁ n.º 2), falamos passagieramente sobre a LÂMPADA NEON, que necessita de uma voltagem relativamente elevada para acender (normalmente um mínimo de 90 volts), impossível, portanto, de ser conseguida com quatro pilhas comuns (que nos dão um total de apenas 6 volts). O desenho 20 mostra (em diagrama, "esquema" simbólico e "vista real"),

20

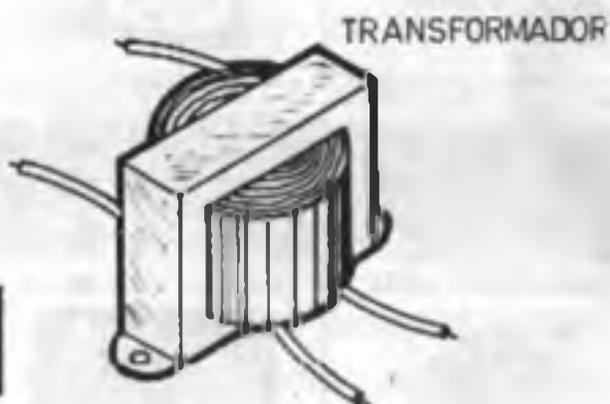
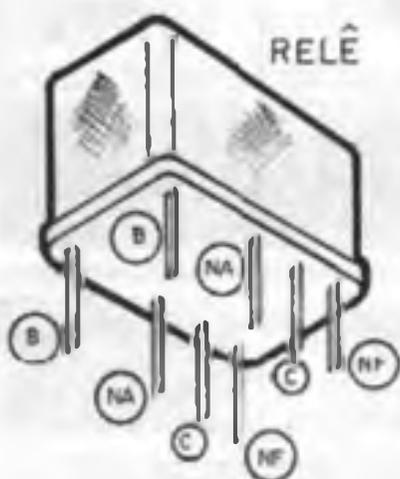


como, com o auxílio de um transformador “elevador” (construção descrita no desenho 18), podemos “gerar” a alta voltagem necessária ao acendimento da NEON, a partir de uma voltagem baixa (apresentada pelas pilhas). Os 6 volts das pilhas são aplicados ao *primário* através de um Interruptor. O *secundário* deve ser ligado à lâmpada Neon. Cada vez que se *liga* ou se *desliga* a corrente no *primário* (apertando ou soltando o interruptor), surge no secundário um pulso com cerca de 120 volts, suficiente para ocasionar um lampejo na Neon (mais fácil de notar com o ambiente escurecido...). Realizem a experiência, pois ela é muito elucidativa...

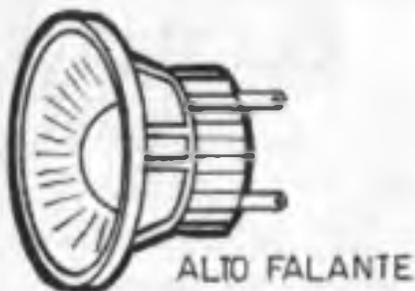
OS COMPONENTES QUE UTILIZAM O EFEITO MAGNÉTICO DA CORRENTE



Já vimos dois importantes componentes da Eletrônica, cujo princípio de funcionamento é totalmente baseado no efeito magnético da corrente: o **RELÊ** e o **TRANSFORMADOR**. Além desses, existem muitos outros, de uso corrente, também funcionando pelo efeito magnético. Entre eles, os principais são os **ALTO-FALANTES** e os **MICROFONES MAGNÉTICOS** (também chamados de "microfones dinâmicos"). O desenho 21 mostra então, em seus aspectos mais comuns, esses quatro importantes componentes... Vamos ver alguns pontos importantes sobre tais componentes, a título de informação complementar:

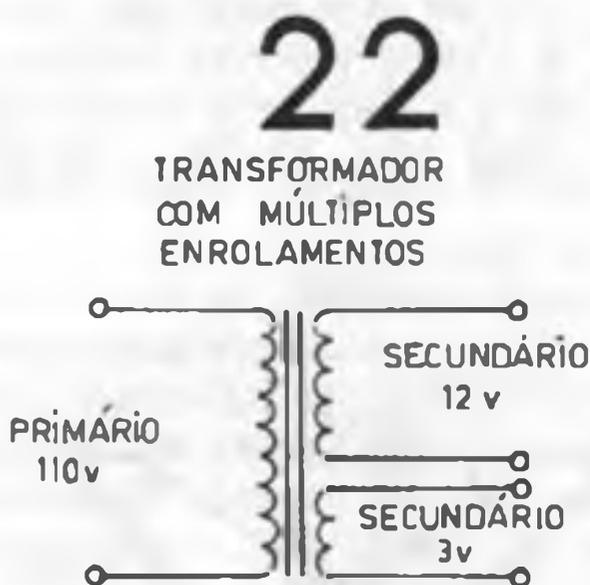
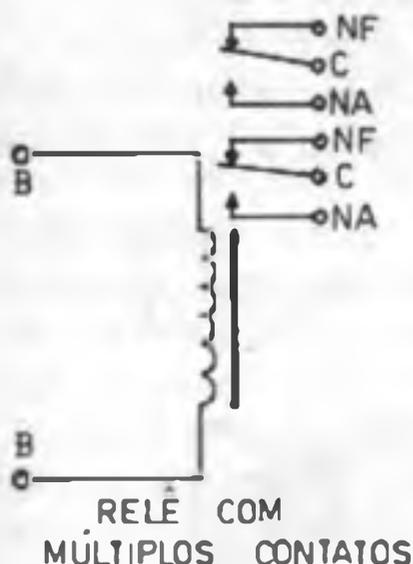


21



- O **RELÊ** - Como já vimos, o relê é constituído de um simples eletroímã capaz de acionar, magneticamente, um contato (por tal razão, os relês são também chamados de "interruptores eletromagnéticos"). Mecanicamente, contudo, nada impede que dotemos o relê de vários contatos, no lugar de um só. Na prática, é

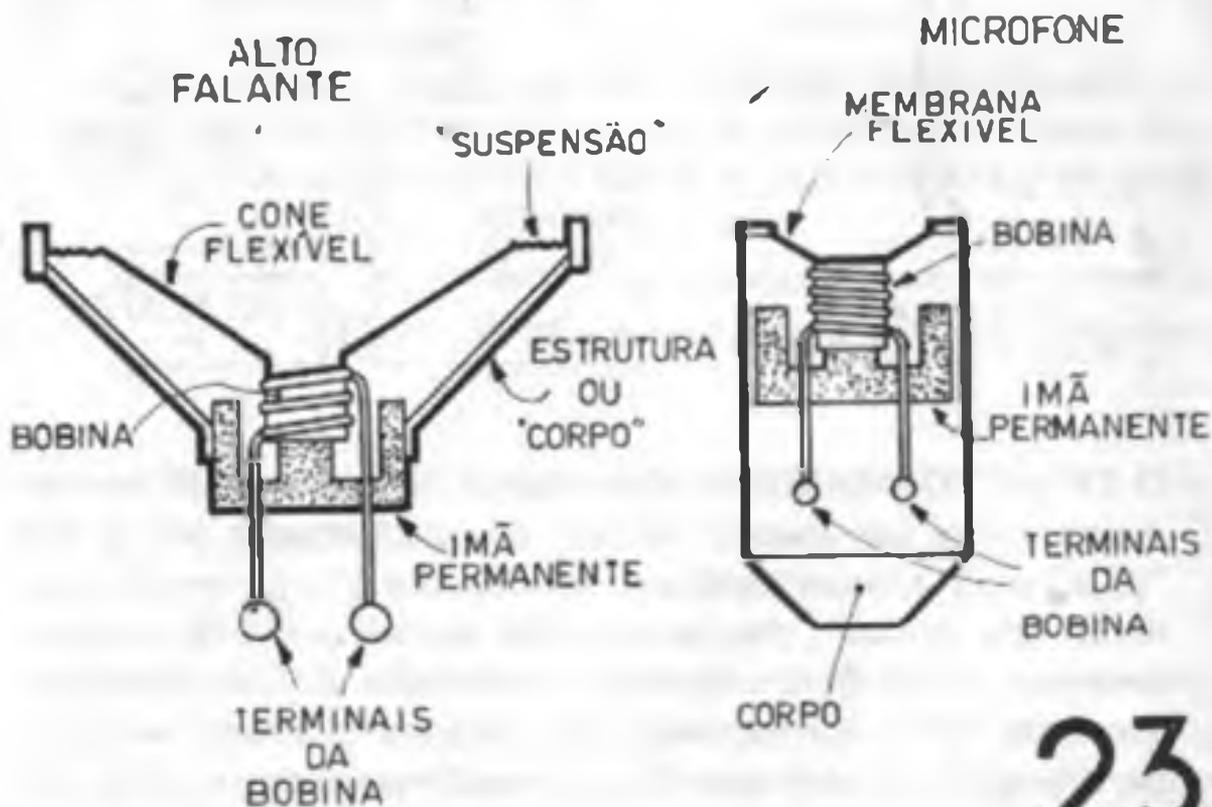
isso que acontece quase sempre, pois a maioria dos relés "encontrados prontos" no comércio especializado apresenta múltiplos contatos. No relê ilustrado no desenho 21, as letras junto aos terminais significam (B) (B) – terminais da bobina, (NA) – contato normalmente aberto, (NF) – contato normalmente fechado e (C) – contato "comum" ou móvel. O símbolo do relê de múltiplos contatos, mostrados no desenho 22 dá uma boa idéia de como o magnetismo gerado no núcleo pela passagem da corrente através do enrolamento, pode atrair os contatos móveis (C), que, normalmente, estão "encostados" nos contatos normalmente fechados (NF), fazendo com que, durante a atuação, passem a "encostar" nos contatos normalmente abertos (NA). O relê de múltiplos contatos também é chamado de relê de contatos reversíveis. O ilustrado no desenho 22 apresenta dois contatos reversíveis.



- O TRANSFORMADOR – Constituído por mais de um enrolamento sobre um mesmo núcleo, o transformador tem a sua "cara" mais comum mostrada no desenho 21. Os transformadores "comerciais", freqüentemente, apresenta múltiplos enrolamentos. O símbolo mostrado no desenho 22, por exemplo, apresenta dois enrolamentos secundários. Existem também transformadores com mais de um enrolamento no primário, dependendo das conveniências e funções que deva o componente executar. Como vimos no texto explicativo, o transformador só

atua nos instantes de "ligamento" e "desligamento" da corrente. Nos exemplos experimentais, o "aluno" tinha que ficar ligando e desligando o interruptor que controlava a corrente no primário, para que ocorresse, através da indução, o surgimento dos pulsos no secundário. Existe porém uma corrente elétrica que "se liga e se desliga sozinha" (além de inverter a sua polaridade constantemente), que é a CORRENTE ALTERNADA (que já foi abordada na "lição" de BÉ-A-BÁ n.º 3). Na prática, também, os transformadores não são enrolados sobre um núcleo sólido de ferro (como o parafuso usado nas experiências), mas sobre uma série de lâminas de ferro-silício, "empilhadas", em forma de letras "E" e "I" (desmontando um velho transformador inutilizado, o "aluno" aprenderá muito sobre a "constituição física" do componente...).

- O ALTO-FALANTE - Visto em "aparência real" no desenho 21 e em corte esquemático no desenho 23, o alto-falante utiliza o efeito magnético da corrente de uma maneira especial, de forma a transformar energia elétrica (corrente) em energia mecânica (som, movimento das moléculas do ar). Uma pequena



23

bobina, presa a um cone flexível (geralmente de papelão), é colocada em torno de um núcleo constituído por um ímã permanente. O ímã permanente apresenta um campo magnético também permanente e constante. Assim que a corrente elétrica percorrer a bobina do alto-falante, um campo magnético (esse variável, dependente da intensidade momentânea da corrente...) também aparece em torno da bobina. A interação entre o campo magnético do ímã e o da bobina, faz com que a "dita cuja" se movimente, sendo "atraída" ou "expulsa" pelo ímã, dependendo do sentido da corrente que a percorre. Esse movimento da bobina é transmitido ao cone flexível, o qual, por sua vez, transmite esse movimento ao ar circundante. A rápida movimentação das moléculas de ar, gerada pelo deslocamento do cone é o SOM que ouvimos (mais tarde, em futuras lições específicas, falaremos mais profundamente sobre o SOM...).

- **O MICROFONE MAGNÉTICO** — *Tanto o funcionamento como a própria "construção" de um microfone magnético (mostrado em "aparência" no desenho 21 e em corte na ilustração 23) são muito semelhantes aos do alto-falante. Também no microfone, uma membrana flexível é presa a uma bobina, a qual, por sua vez, pode se movimentar em torno de um ímã permanente. A atuação, porém, dessa bobina é "invertida" em relação à da bobina do alto-falante! Explicando: Quando falamos próximo ao microfone, as moléculas de ar à frente da nossa boca se movimentam (o SOM é "formado" pela movimentação das moléculas do ar), e "transmitem" esse movimento à membrana flexível do microfone. Como a membrana está presa à bobina, esta também se movimenta, fazendo com que o seu enrolamento "corte" — para lá e para cá — as linhas de força do campo magnético gerado pelo ímã permanente. Ao cortar essas linhas de força, uma corrente elétrica é gerada no enrolamento, ou seja: uma "cópia elétrica" do som (que é um fenômeno mecânico...) se desenvolve na bobina, em forma de corrente. Essa corrente, após ser amplificada (futuramente veremos como funcionam os amplificadores...) pode ser "reproduzida em forma de som", novamente, pelo alto-falante (visto no item anterior). Na verdade, pelas suas construções e princípios de funcionamento, um ALTO-FALANTE pode ser usado como MICROFONE, e vice-versa (embora essa "inversão de funções" não apresente, naturalmente, plena eficiência...).*

Um dos pontos mais interessantes do EFEITO MAGNÉTICO DA CORRENTE é que componentes aparentemente diversos, com "caras" e funções bem diferentes, funcionam, na verdade, debaixo de princípios idênticos. Por exemplo: RELÉS e ALTO-FALANTES funcionam "transformando" energia elétrica em energia mecânica (movimento), graças ao efeito magnético. Existem ainda outros importantes componentes atuando, rigorosamente, da mesma maneira (transformando eletricidade em movimento): os GALVANÔMETROS e os MOTORES! Um galvanômetro é, basicamente um dispositivo destinado a medir a intensidade da corrente elétrica, através do deslocamento de um ponteiro. Um motor é um dispositivo destinado a gerar um movimento (giro de um eixo) a partir de uma corrente elétrica. Vamos, inicialmente, fazer uma experiência simples, totalmente ilustrada no desenho 24. Uma pequena armação de madeira, com uma base e uma espécie de "forca" deve ser construída (não é difícil...). O eletroímã descrito em experiências anteriores (desenho 10) deve ser pendurado na armação, através de um pedaço de linha de costura, de maneira que possa girar livremente. Os terminais do fio do enrolamento devem ser ligados a um conjunto de quatro pilhas pequenas, no respectivo suporte, através de um interruptor momentâneo ("push-bottom" ou botão de campainha...). Os fios que interligam o eletroímã, botão de campainha e pilhas devem ser finos, longos e flexíveis, para que não interfiram com o movimento livre do eletroímã pendurado na armação de madeira. Uma vez construído todo o "trambolho", deixe o eletroímã estabilizar-se (ficar parado em determinada posição) e aproxime de uma das suas extremidades, um pedaço de ímã permanente (pode ser aproveitado de um alto-falante velho, desmontado...). Ao ser premido o botão do interruptor, a corrente através do enrolamento gerará um campo magnético em torno do eletroímã que, interagindo com o campo do ímã permanente, fará o eletroímã girar, ainda que levemente (se isso não ocorrer na primeira tentativa, é porque a "polaridade" do ímã está invertida.: Basta, portanto, colocá-lo em posição inversa, para conseguir o efeito desejado). O que foi construído nessa experiência é, precisamente, o "coração" de um galvanômetro ou de um motor, ainda que de maneira bem rústica e simplificada...

24

LINHA
DE
COSTURA

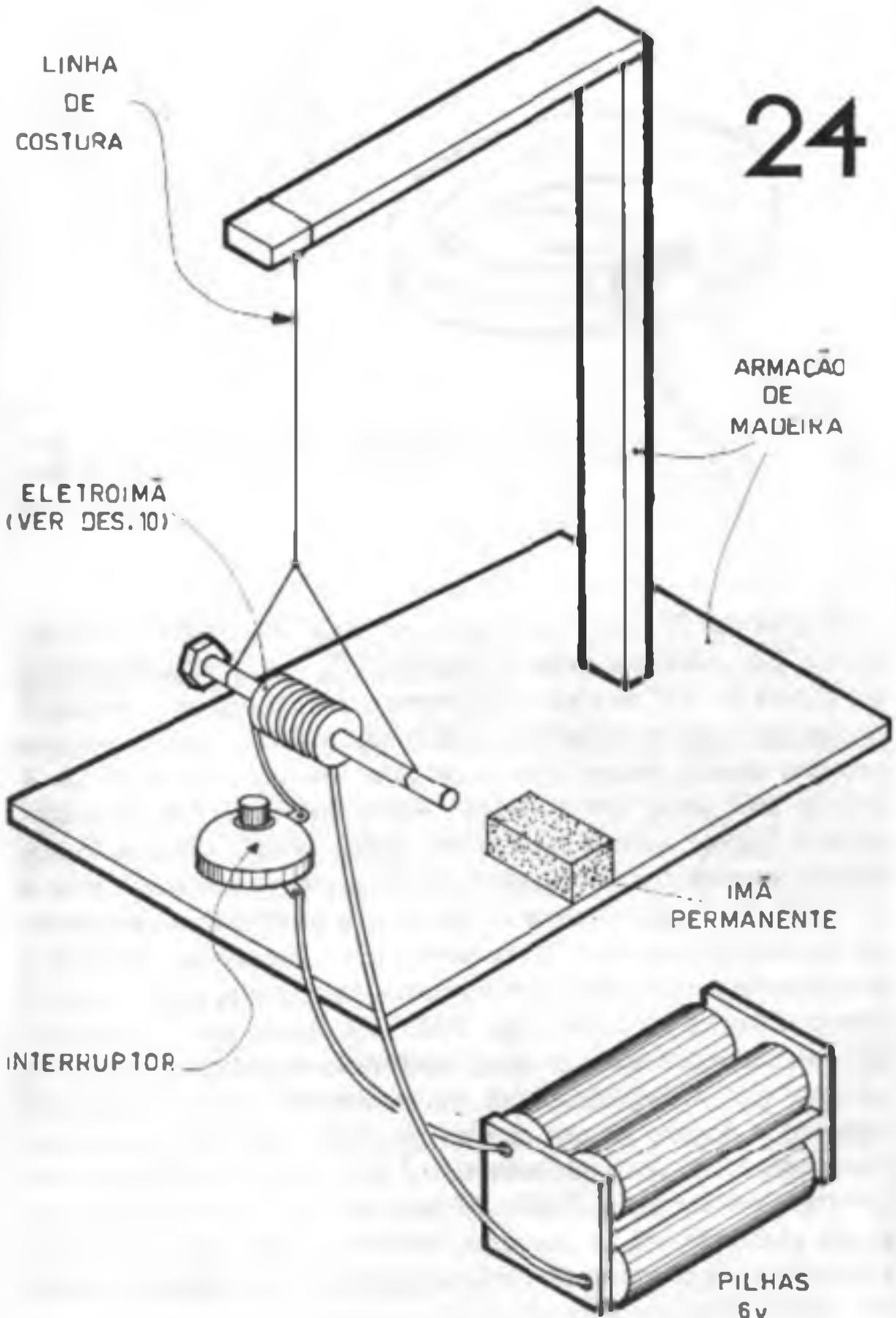
ARMAÇÃO
DE
MADEIRA

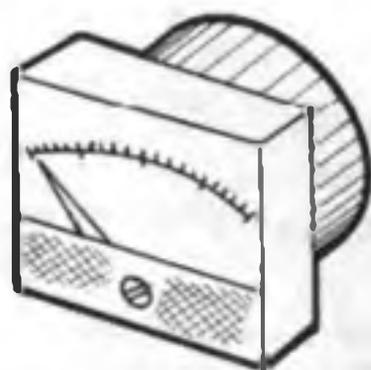
ELETOIMA
(VER DES. 10)

IMA
PERMANENTE

INTERRUPTOR

PILHAS
6v



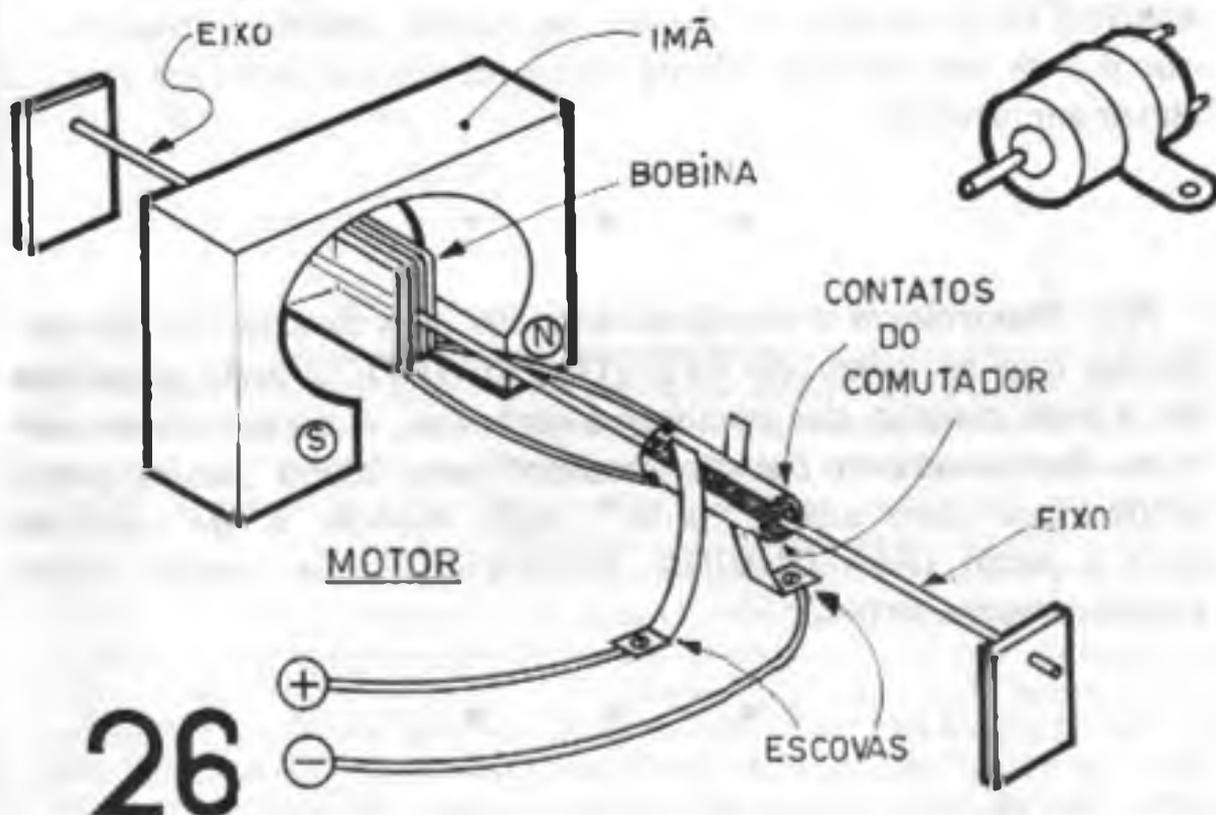


GALVANÔMETRO

25

O desenho 25 mostra um galvanômetro "por dentro" (e também a sua aparência externa "comercial". Um ímã permanente, em forma de "U" ou de círculo interrompido é disposto de maneira que seu campo magnético, suas linhas de força, atravessam uma pequena bobina móvel, que pode girar em torno de um eixo. À bobina está preso um ponteiro. Assim que aplicamos uma corrente à bobina, esta se movimenta (gira), devido à interação dos campos magnéticos (o da própria bobina, gerado pela corrente, e o do ímã). A amplitude desse movimento é diretamente proporcional ao campo magnético da bobina, o qual, por sua vez, também é diretamente proporcional à intensidade da corrente que a percorre (como vimos lá no começo da "lição"...). Assim, pelo "tamanho" do deslocamento do ponteiro, podemos, literalmente, medir a corrente que passa pela bobina. Normalmente, o conjunto bobina/ponteiro é dotado de um sistema de molas, destinado a fazer o ponteiro voltar, automaticamente, à sua posição inicial, sempre que não haja corrente circulando pela bobina. Se colocarmos uma escala graduada sob o ponteiro, podemos "ler" nessa escala, a intensidade da corrente (em microampères, miliampères ou ampères, conforme o caso e a construção da "coisa"...).

No desenho 26 aparece o “esquema estrutural” de um motor comum de corrente contínua... Também nesse caso, uma bobina permanece “imersa” nas linhas de força de um campo magnético gerado por um ímã permanente. A principal diferença é que, no motor, a bobina pode girar livremente (o que não ocorre com totalidade num galvanômetro...), graças a um engenhoso sistema de comutadores e escovas, que possibilitam “alimentar” o enrolamento de corrente, durante todo o seu giro (causado pela interação entre o campo magnético da bobina – gerado pela corrente – e o do ímã). A bobina, num motor, está solidamente presa a um eixo, através do qual podemos “recolher” e usar o movimento assim gerado...



Assim como ALTO-FALANTES e MICROFONES MAGNÉTICOS são “equivalentes vice-versa”, um motor de corrente contínua também pode funcionar “ao contrário”, ou seja:

- Num MOTOR, ao fornecermos corrente elétrica, obtemos movimento.
- Se, contudo, no mesmo “monstrinho” do desenho 26, introduzirmos movimento, obteremos, nos terminais da bobina, corrente elétrica.

Isso quer dizer que se — por exemplo — dotarmos o eixo do motor ilustrado de uma manivela, e o girarmos com a mão, o fio condutor da bobina, ao "cortar" as linhas de força magnética do imã permanente será percorrido por uma corrente elétrica (que pode ser "recolhida" e usada, através dos terminais da bobina...). A "isso", damos o nome de GERADOR ou DÍNAMO (aquele dispositivo que se coloca junto à roda da bicicleta, e que, a partir do movimento a ele imprimido pela roda, gera corrente para o acendimento do farol e/ou das lanternas traseiras da "magrela", funciona exatamente assim...).

Aqui surge um outro "parentesco" entre os dispositivos que utilizam o efeito magnético: um DÍNAMO e um MICROFONE MAGNÉTICO fazem, no fundo, no fundo, idêntico "trabalho", que é o de transformar energia mecânica (movimento) em energia elétrica (corrente).



Pela importância e multiplicidade das suas funções, os componentes que se valem do EFEITO MAGNÉTICO estão presentes na grande maioria dos circuitos eletrônicos, e por isso devem ter o seu funcionamento bem "entendido" pelo "aluno", assim, quem ainda ficou com algum "grilo", pode mandar a sua consulta para a seção UMA DÚVIDA, PROFESSORI, se desejar algum esclarecimento extra..



**PARA ANUNCIAR
E FAZER SEUS
ANÚNCIOS**

LIGUE PARA
223 2037

SÓ ELETRÔNICA

Kaprom

KAPROM PROPAGANDA E PROMOÇÕES S/C LTDA.

RUA DOS GUSMÕES, 353 - 2º - C.J. 26 - SÃO PAULO

UMA DÚVIDA, PROFESSOR!



Aqui **BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA** tentará esclarecer os "pontos nebulosos" ou que não tenham sido bem entendidos pelos "alunos", referentes às "lições" apresentadas anteriormente na revista... Embora a turma aqui do - com o perdão da palavra - "corpo docente", não seja muito chegada a regras e regulamentos, algumas condições prévias são necessárias, para não bagunçar a aula... Então vamos combinar o seguinte: para "levantar a mão" e pedir um esclarecimento, vocês deverão...

- Escrever para **REVISTA BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA**
SEÇÃO "UMA DÚVIDA, PROFESSOR!"
RUA SANTA VIRGÍNIA, 403 - TATUAPÉ
CEP 03084 - SÃO PAULO - SP.
- Expor a dúvida ou consulta com a maior clareza possível (de preferência em texto datilografado ou em letra de forma, que aqui ninguém é farmacêutico...).
- Somente serão respondidas as cartas que contenham assuntos realmente relevantes e que possam interessar à maioria. Não serão respondidas dúvidas que possam "atrapalhar a aula", ou seja: que não digam respeito a assuntos já abordados..
- Não serão respondidas consultas diretas por telefone, nem manteremos serviço de correspondência direta ao leitor. Se mandarem envelopes selados para a resposta, vão perder o selo...
- Somente serão levadas em consideração as cartas que apresentarem **NOME E ENDEREÇO COMPLETOS (INCLUSIVE CEP)** dos remetentes. Essa exigência se deve à nossa intenção de cadastrar todos os "alunos" e "alunas" bem direitinho, o que não será possível se os dados estiverem incompletos..
- A critério único de **BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA**, as questões propostas poderão ser condensadas ou simplificadas, para facilitar o entendimento dos demais leitores..

- Um pouco de paciência é necessária a todos que escreverem, pois as dúvidas serão respondidas (respeitadas as condições já explicadas...) cronologicamente, por ordem de chegada. E não adianta espernear...
- Quem quiser ir ao banheiro durante a aula (as moças dizem "ir ao *toilette*...") não precisa levantar a mão (nem escrever, é claro...). Pode ir direto que o mestre é bonzinho...
- Quem pretender tumultuar a aula, fazendo piadinhas fora de hora quando o assunto for sério e coisas assim, corre o risco (embora a gente também goste de brincar, mas só nos momentos certos, para "relaxar" um pouco...) de pegar um "gancho" ou de ficar "de castigo no canto", usando o chapéu de "você sabem quem...".



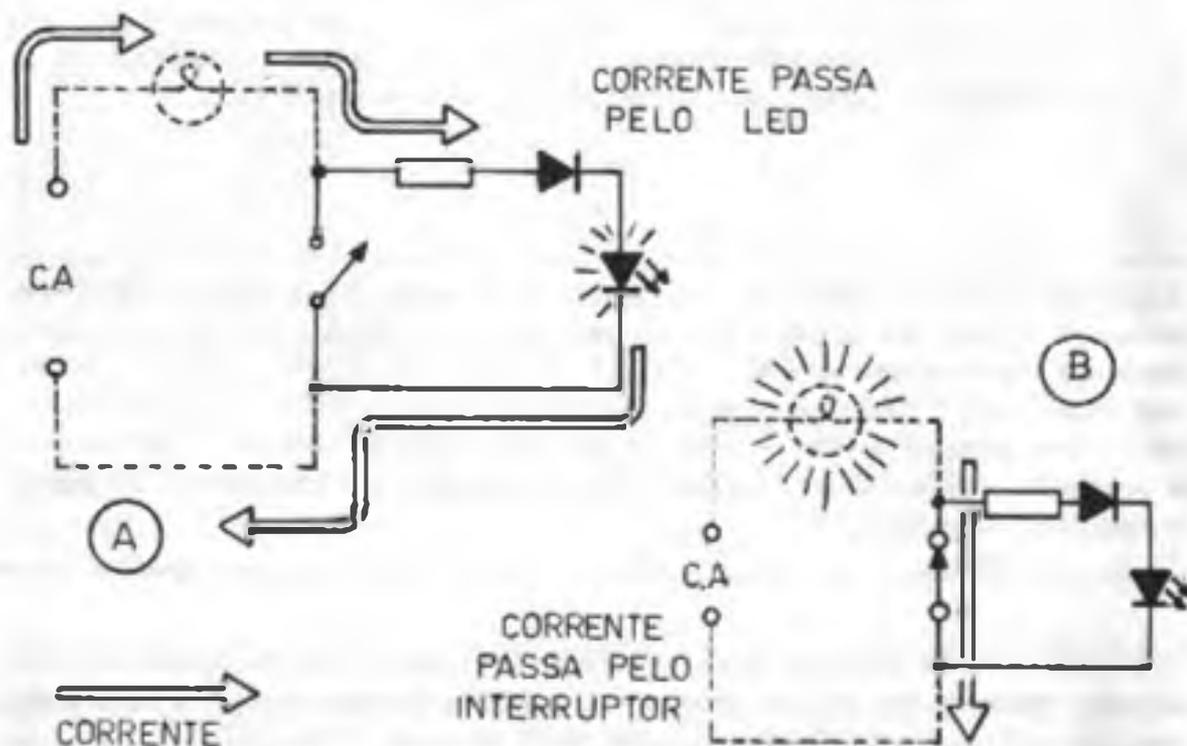
(ATENÇÃO TURMA: Devido ao fato da revista ser produzida com uma antecedência mínima de 90 dias, em relação à data em que aparece nas bancas, será inevitável algum atraso nas respostas aqui no UMA DÓVIDA, PROFESSOR! Assim, pedimos a compreensão dos "alunos" para esse aspecto... Lembramos que, mesmo as cartas não respondidas - por qualquer motivo - terão os seus remetentes devidamente cadastrados no nosso arquivo, habilitando-os a diversas promoções futuras que estão dentro dos planos da Editora de BÉ-A-BÁ...).

"Não entendi muito bem por que a resistência total, com resistores ligados em série, aumenta, enquanto que, com os resistores em paralelo, diminui... O mestre poderia dar uma explicação mais simplificada...?" - Marcelo Pistri - São Paulo - SP.

Vamos fazer uma comparação, Marcelo... 100 pessoas devem entrar num determinado recinto, tendo, para isso, de atravessar duas portas (primeiro uma, depois a outra, ou seja: as portas estão em *série*...), cada uma medindo 1 metro de largura. Sabendo-se que, na largura de 1 metro apresentada pelas portas, podem passar apenas 2 pessoas a cada segundo, é fácil calcular-se que o grupo todo levará, pelo menos, 50 segundos para atravessar a primeira porta mais o tempo necessário para percorrer o espaço que separa as duas portas, para, finalmente, penetrar no recinto... Assim, sabemos que o grupo levará, forçosamente, mais de 50 segundos para entrar totalmente na tal sala. Suponha agora que as mesmas 100 pessoas devem entrar num outro recinto, também dotado de 2 portas com 1 metro de largura cada, mas colocadas lado a lado (ou seja: em *paralelo*), de modo que parte do grupo possa atravessar uma das portas e a outra parte, naturalmente, entrar pela segunda porta. Continuamos sabendo que cada porta permite a passagem de 2 pessoas por segundo; como temos agora duas portas para entrada direta do "povoão", simultaneamente, concluímos, facilmente, que quatro pessoas do grupo conseguirão penetrar no recinto a cada segundo, ou seja: ao fim de 25 segundos, todo mundo estará lá dentro. Assim você vê que a configuração de portas idênticas em paralelo oferece menos resistência à passagem do grupo de pessoas (já que todas entram em apenas 25 segundos) em relação à configuração das portas em série (na qual a turma leva mais de 50 segundos para entrar). Basta você "fingir" que as pessoas são os elétrons e as portas são os resistores, que vai entender, fácil, fácil, como a "coisa" funciona...

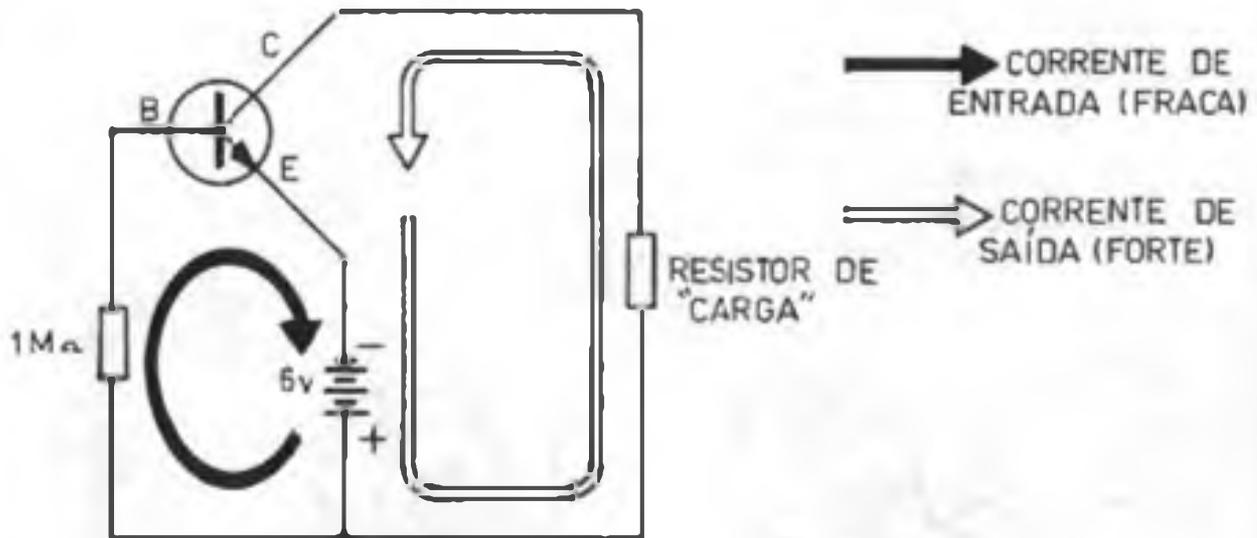


"Gostaria que o 'professor' me explicasse algumas coisas sobre a MONTAGEM PRÁTICA EXPERIMENTAL COM LED (pág. 14 da 1ª. "aula")... Por que o LED se apaga quando ligamos o interruptor da lâmpada, visto que o circuito do LED está ligado diretamente à corrente?... O mesmo sistema descrito poderá ser aplicado em redes de 220 volts...?" - Amauri Obino - São Caetano do Sul - SP



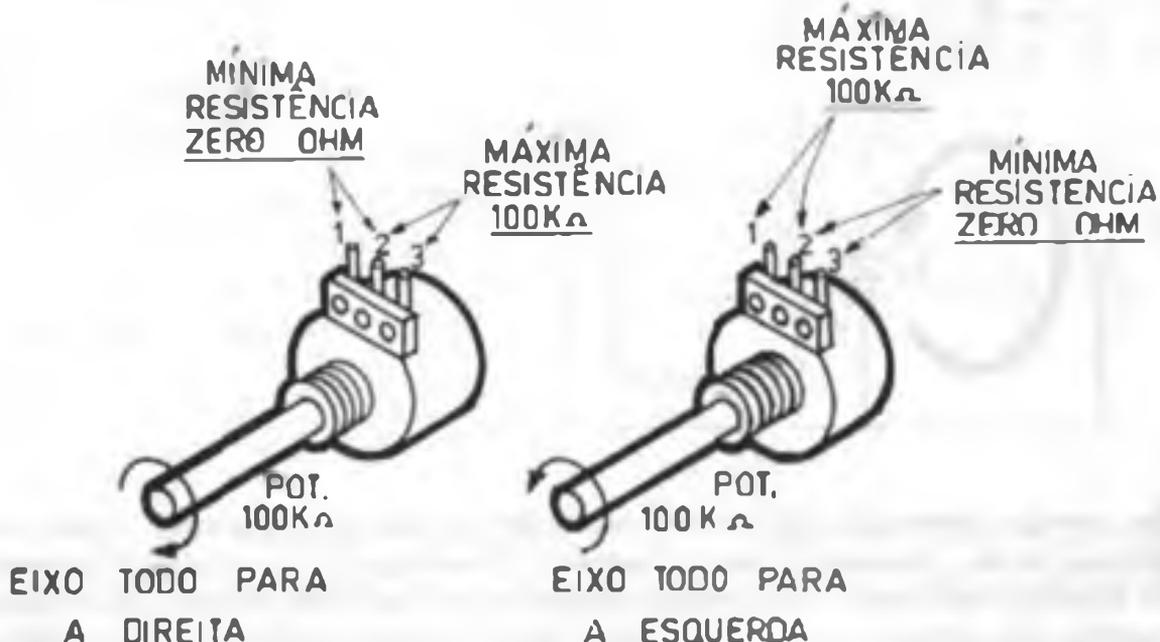
Observe o desenho, Amauri... Na situação A o interruptor está "aberto" (desligado). Assim, a corrente alternada, após atravessar a resistência relativamente baixa representada pelo próprio filamento da lâmpada, "desvia-se" pelo pequeno circuito do LED (composto pelo resistor, pelo diodo e pelo próprio LED). Essa corrente "desviada" é perfeitamente suficiente para acender o LED, embora seja fraca demais para acender a lâmpada (uma lâmpada de 100 watts, por exemplo, "precisa" de quase 1 ampère para acender totalmente sob 110 volts). Já na situação B, o interruptor da lâmpada está "fechado" (ligado). Nesse caso, praticamente a totalidade da corrente passa pelo interruptor e, conseqüentemente, pela lâmpada, que acende normalmente. Em termos simples, "não sobra" corrente para percorrer o pequeno circuito do LED e fazê-lo acender, já que a lâmpada "consome" toda a corrente disponível... Quanto à sua segunda dúvida, o circuito da LUZ-PILOTO PARA INTERRUPTOR DE PAREDE *pode* ser ligado em redes de 220 volts C.A., bastando usar-se um resistor de 22K para 1 ou 2 watts (em redes de 110 volts, o resistor deverá ser para 1/2 ou 1 watt...) para evitar seu aquecimento quando em funcionamento prolongado.

"Querla comunicar um erro ocorrido na oitava linha da pág. 44 da primeira "aula"... Onde está 5 minutos, me parece que deve ser 5 segundos (como está escrito, aliás, um pouco acima, na 5ª. linha...). Outra dúvida que tenho é como pode um mesmo terminal do transistor (E) servir tanto para a entrada como para a saída, como foi dito na pág. 61 da primeira "aula"... - André Luis O. Rodrigues - Rio de Janeiro - RJ



Sua primeira observação está corretíssima. André! O "mestre dançou nessa" e pede desculpas à turma... O correto é mesmo 5 segundos. Quanto ao fato do terminal E (emissor) do transistor servir tanto como entrada quanto como saída, não se espante... Na verdade, todos os três terminais do transistor podem funcionar, indiferentemente, como entrada ou como saída, porém isso apenas será explicado com detalhes numa futura "lição", quando falaremos mais profundamente sobre os circuitos com transistores... Tenha um pouquinho de paciência, que chegaremos lá... O circuito ilustrado na experiência da pág. 62 da primeira "aula" é do tipo chamado *emissor comum*, ou seja: o emissor (E) é comum à entrada e à saída (serve para as duas funções...). Observe o desenho, André... A corrente de entrada (representada por uma linha sólida com seta) "sai" do positivo das pilhas, atravessa o resistor de $1\text{M}\Omega$ (que a limita a $0,000006\text{ A}$ ou 6 microampères... - ver Lei de Ohm), "entra" pela base (B) do transistor, "sai" pelo emissor (E) que, nesse caso, está "servindo" ao sistema de entrada do transistor, para, finalmente, atingir o pólo negativo das pilhas, completando o seu percurso. Agora vamos analisar a corrente de saída e o seu "percurso"... Ela "sai" do positivo das pilhas, atravessa o resistor de "carga", "entra" pelo coletor (C), "sai" pelo emissor (E), que agora "serve" como terminal do sistema de saída do transistor, e, finalmente, completa o seu caminho, atingindo o pólo negativo das pilhas. Supondo agora que o ganho (fator de amplificação) do transistor é de 600, a corrente máxima obtível na saída será de $0,000006\text{ A} \times 600$, ou seja: $0,0036\text{ A}$. Assim, podemos usar como resistor de "carga", por exemplo, um componente com 1.666Ω (ou com o valor comercial mais próximo deste...). Confira usando a Lei de Ohm...

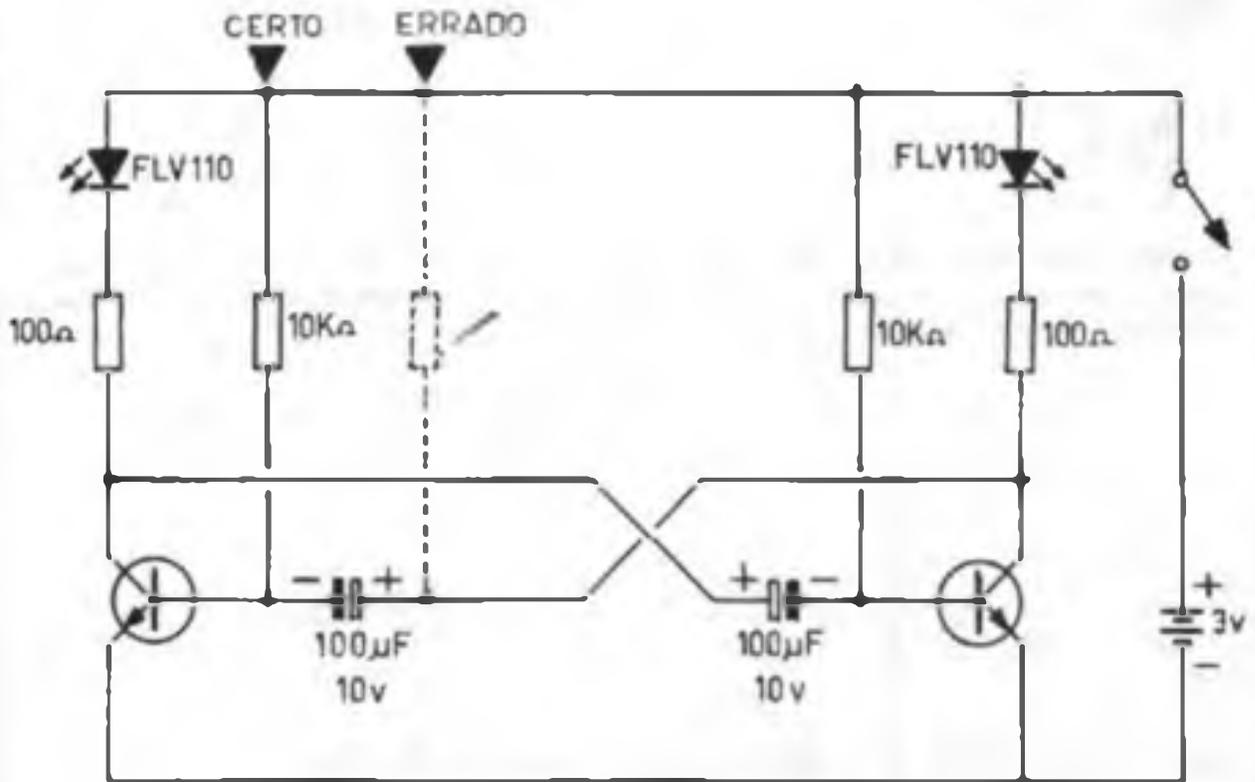
"Achei muito interessante (e muito fácil de entender...) a primeira "aula" do BÉ-A-BÁ... Algumas pequenas dúvidas: nos potenciômetros e "trim-pots", o seu valor nominal refere-se à sua maior resistência, menor resistência ou ao seu ponto médio?... Como saber quais os pontos (terminais) de maior e menor resistência e os seus valores ôhmicos?... Finalmente, uma sugestão: porque não lançar o esquema de assinaturas para a revista, de modo que os "alunos" possam garantir exemplares e "aulas" importantes...?" - Maurício Terreo - São Paulo - SP.



Boa pergunta, Maurício! Os valores nominais dos resistores variáveis (potenciômetros e "trim-pots" referem-se à sua *resistência máxima*, ou seja: um potenciômetro "chamado" de $100K\Omega$ apresenta o *valor máximo de resistência de $100K\Omega$* com o seu eixo ou controle girado totalmente para um dos lados. Já com o eixo girado totalmente para o lado oposto, a resistência é de *zero ohms*. Para determinar os pontos onde se obtém resistência mínima e máxima (dependendo da posição do eixo), consulte o desenho...

"Parece-me que houve uma inversão na posição do capacitor eletrolítico de $100\mu F \times 10$ volts que aparece à esquerda, no "esquema" do BICHO ZOTUDO (pág. 59 da primeira "aula")... Montei o BICHO de acordo com o chapeado (des. 4 - pág. 56) e deu tudo certo, porém a posição do capacitor, no chapeado, não combina com a mostrada no "esquema"... - Paulo Roberto Maciel - Curitiba - PR.

Houve um erro, sim, Paulo... O lapso ocorreu apenas no "esquema", pois o chapeado (des. 4) está perfeito. Entretanto, o que está invertido não é o capacitor eletrolítico, mas sim o resistor de $10K\Omega$ da esquerda. Pedimos à turma que anote a correção, conforme o



desenho mostra. Desculpem-nos, mas na hora de fazer os desenhos no quadro negro o "mestre" falhou... Se vacilar muito, vai acabar ficando no canto, com o "chapéu de vocês sabem quem", que é para aprender a ensinar direito...

"Sou hobbysta de Eletrônica há dois anos (acompanhando a "trmã mais velha", a DCE...) e não resisti em adquirir o BE-A-BÁ, pois sabia que encontraria nela a mesma qualidade que sempre encontro nas suas publicações... Ao ler as explicações e fórmulas para o cálculo de associações de resistores em paralelo, notei uma diferença sobre a fórmula por mim até agora utilizada, que é:

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

Querla saber se há alguma "contra indicação" para o meu sistema de cálculo, ou se ele está correto..." - Marcio Rodrigues Aramuni - Belo Horizonte - MG

A sua fórmula está correta, Márcio, porém não pode ser aplicada a todos os tipos de associação de resistores em paralelo, sendo válida apenas para os conjuntos de dois resistores... Vamos detalhar: se tivermos dois resistores de 300Ω em paralelo, tanto a "nossa" fórmula como a "sua" darão o mesmo resultado:

$$R_p = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{ou} \quad R_p = \frac{300 \times 300}{300 + 300} \quad \text{ou} \quad R_p = \frac{90.000}{600}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{R_p} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{R_p} = 0,0033 + 0,0033$$

$$\text{ou } R_p = \frac{1}{0,0033 + 0,0033} \quad \text{ou } R_p = \frac{1}{0,0066} \quad \text{ou } R_p = 150\Omega$$

Comprovamos então que, no caso de *apenas dois* resistores, tanto faz usar uma fórmula como a outra. Vamos ver, agora, como ficaria a "coisa", com *três* resistores de 300Ω em paralelo, primeiro usando a "sua" fórmula, depois a "nossa"...

$$R_p = \frac{300 \times 300 \times 300}{300 + 300 + 300} \quad \text{ou} \quad R_p = \frac{27.000.000}{900} \quad \text{ou} \quad R_p = 30.000\Omega$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{300} + \frac{1}{300} + \frac{1}{300} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{R_p} = 0,0033 + 0,0033 + 0,0033$$

$$\text{ou } \frac{1}{R_p} = 0,0099 \quad \text{ou} \quad R_p = \frac{1}{0,0099} \quad \text{ou} \quad R_p = 101,01\Omega$$

(Na verdade, o resultado *correto*, obtido com a segunda fórmula, deve ser de 100Ω que é conseguido se usarmos *mais casas decimais* do que as quatro utilizadas no exemplo). Como sabemos que *resistores em paralelo* resultam *sempre* num valor ôhmico *menor* do que o apresentado pelo *menor* resistor do conjunto, obviamente, a "nossa" fórmula está certa, pois, de acordo com o sistema por você proposto, o resultado seria 30.000Ω *multo maior*, portanto que os valores individuais dos próprios resistores do conjunto. Acreditamos que deu para perceber *porque* você não pode utilizar a "sua" fórmula para conjunto de *três* resistores ou mais. Pode continuar, entretanto, usando-a para conjuntos de *apenas dois* resistores...

• • •

"Aprendi, em livros de física da Faculdade, que o cálculo de resistores em paralelo se faz com outra fórmula, diferente da mostrada pelo BE-A-BÁ na "lição" sobre os resistores (1a "aula")..." - Paulo Sérgio Gama Figueira - Campinas - SP.

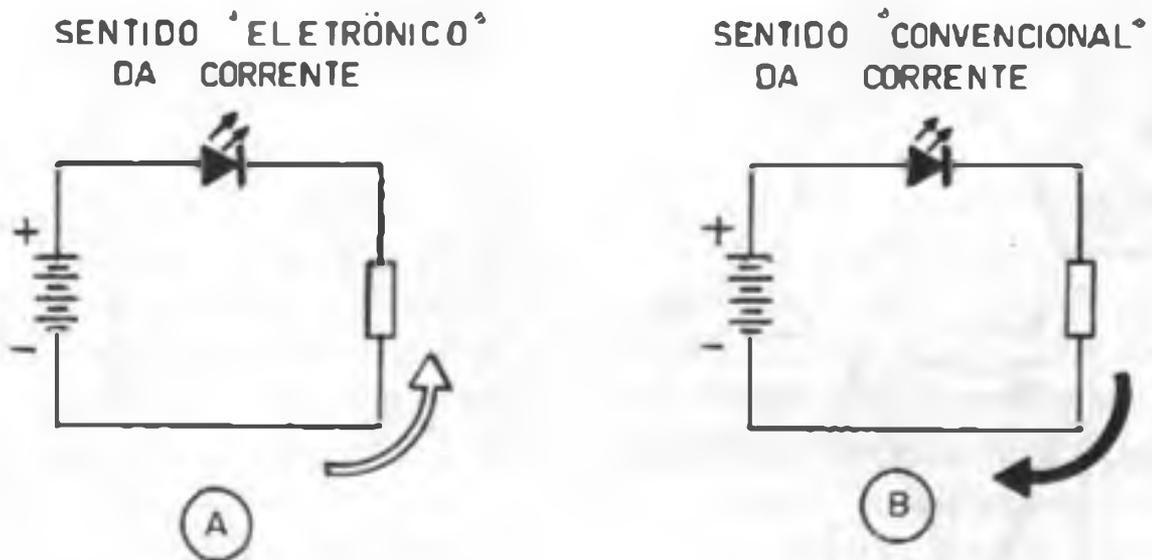
Veja a resposta dada ao Márcio, caro Paulo...

• • •

"Na aula teórica sobre associação de resistores em série/paralelo, notei que, no exemplo (6) - des. 5 - pág. 28 da primeira "aula", o resultado final é de 100Ω .. Pergunto: por que essa embaralhada toda se podemos obter esse valor usando apenas um dos resistores do conjunto (totalmente formado por resistores de 100Ω ...)..." - Sérgio Antônio da Silva Oliveira - Rio de Janeiro - RJ.

Justamente porque o des. 5 a que você se refere é um *quadro de exemplos* (como você mesmo diz na sua consulta...), destinado apenas a *demonstrar* os cálculos usando as fórmulas. Obviamente, se você *precisar* de um resistor de 100Ω e *tiver* um, não terá que realizar as "peripécias" descritas no desenho a que você se refere, apenas a título de *exemplo*...

"Tenho uma dúvida já há algum tempo, e que nenhum livro ou publicação de Eletrônica conseguiu solucionar: em um circuito qualquer (como no Bicho ZOIUDO, por exemplo...) qual é a direção da corrente? É do positivo (+) das pilhas para o negativo (-) ou ao contrário...?" - Augusto César de V. Sales - Fortaleza - CE.



Esse seu embananamento é muito comum, Guto, devido ao fato de existirem duas maneiras de se "olhar a coisa", o que realmente confunde um pouco os principiantes. Observe o desenho. Em (A) a seta indica o *sentido eletrônico* da corrente, do *negativo* para o *positivo*. Isso quer dizer que os elétrons "se movem" do *lugar onde estão sobrando* (-) para o *lugar onde estão faltando* (+). Entretanto, há muito tempo, *convencionou-se* indicar o sentido da corrente do *positivo* para o *negativo*, como mostra a seta em (B). Não se deixe impressionar por essa aparente "confusão". Basta lembrar que, quando se diz somente "*corrente elétrica*", está se referindo ao *sentido convencional* e, quando se diz "*fluxo de elétrons*", está se referindo ao *sentido eletrônico* (notar, a título de exemplo, que a própria "setinha" do LED existente no circuito do desenho está na posição correspondente ao *sentido convencional* da corrente...).

FERRAMENTAS E COMPONENTES I



As "coisas que acendem"

Um importantíssimo ramo "de família" entre os componentes eletro/eletrônicos, é o dos indicadores luminosos, dispositivos que, basicamente, transformam energia elétrica (corrente) em energia luminosa (luz). Essas "coisas que acendem" destinam-se, obviamente, a fornecer uma indicação "visual" qualquer, seja para efeito puramente decorativo, seja para chamar a atenção sobre algo importante, seja para iluminar um ambiente ou dispositivo... Sua utilização é intensa, sendo quase que onipresente, na maioria dos circuitos...

A "família", como dissemos, é grande e importante, apresentando muitos "parentes" (existe, inclusive, uma "turma de primos" — cujo comportamento será abordado em futuras "lições" — que funciona "ao contrário", ou seja: transformam luz em corrente elétrica...). Embora sejam todos dispositivos muito simples, o iniciante ou estudante de Eletrônica, freqüentemente se "embanana" na interpretação do funcionamento dessas componentes... Achemos, portanto, de grande valia, algumas informações sobre o funcionamento desses "vagalumes" artificiais, que são os indicadores luminosos e afins...

Basicamente, as "luzes" podem ser geradas de três maneiras diferentes:

— **LÂMPADAS INCANDESCENTES** — São, provavelmente, as mais utilizadas no "dia-a-dia". Tem uma aí no teto da sua sala, tem outra na sua lanterna de pilhas, outras estão nos faróis do seu carro (ou no carro do "coroa"...), etc. As lâmpadas incandescentes são feitas da seguinte maneira: um bulbo de vidro (cuja forma e tamanho podem variar muito...), contendo um filamento (fio) metálico, geralmente de tungstênio, ligado, externamente, a dois contatos metálicos, através dos quais podemos "fornecer" corrente para o filamento. Esse filamento é um "razoável" condutor de corrente (não muito bom condutor, pois nesse caso, não funcionaria como lâmpada, como veremos mais adiante...), que apresenta certa resistência ôhmica. Ao ser percorrido pela corrente, o filamento fica aquecido (o "esforço" que os elétrons fazem, para "vencer" a resistência do filamento, gera o calor...), até entrar em incandescência (daí o nome das lâmpadas...), emitindo, então, luz...

Para que o filamento apresente boa durabilidade (não se "queime" logo), o ar é extraído do interior da lâmpada, e substituído por um gás inerte, sob baixa pressão (quase vácuo...). Essa baixa pressão interna das lâmpadas incandescentes é que causa aquela implosão quando quebramos uma...

As lâmpadas incandescentes são produzidas com filamentos próprios para funcionar com diversas voltagens e amperagens

(tensão e corrente), dependendo desses parâmetros as suas potências ou wattagens. Vamos verificar esses detalhes, aproveitando para recordar aspectos importantes da Lei de Ohm, abordada já na primeira "lição" do BÉ-A-BÁ... Sabemos que a potência (medida em watts – símbolo W) é igual à tensão (medida em volts – símbolo V), multiplicada pela corrente, (medida em ampères – símbolo A). Podemos então nos basear na seguinte fórmula:

$$P = V \times I$$

Vamos, então, a título de exercício, "descobrir" a corrente que circula por uma lâmpada incandescente de 100 watts, ligada, aí na sua casa, à rede de 110 volts C.A. Já sabemos que a potência da lâmpada é de 100 watts e que a voltagem é 110. Fica fácil transpor esses valores para a fórmula:

$$100 = 110 \times I \quad \text{ou} \quad I = \frac{100}{110}$$

o que dá..... $I = 0,909$ ampères

"Descolamos", então, a corrente que circula pela lâmpada. Se quisermos saber também qual a resistência apresentada pelo filamento, podemos continuar a aplicar as fórmulas da Lei de Ohm:

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

onde R é a resistência, em ohms, V é a tensão, em volts, e I a corrente, em ampères.

Colocando os números nos seus lugares, teremos:

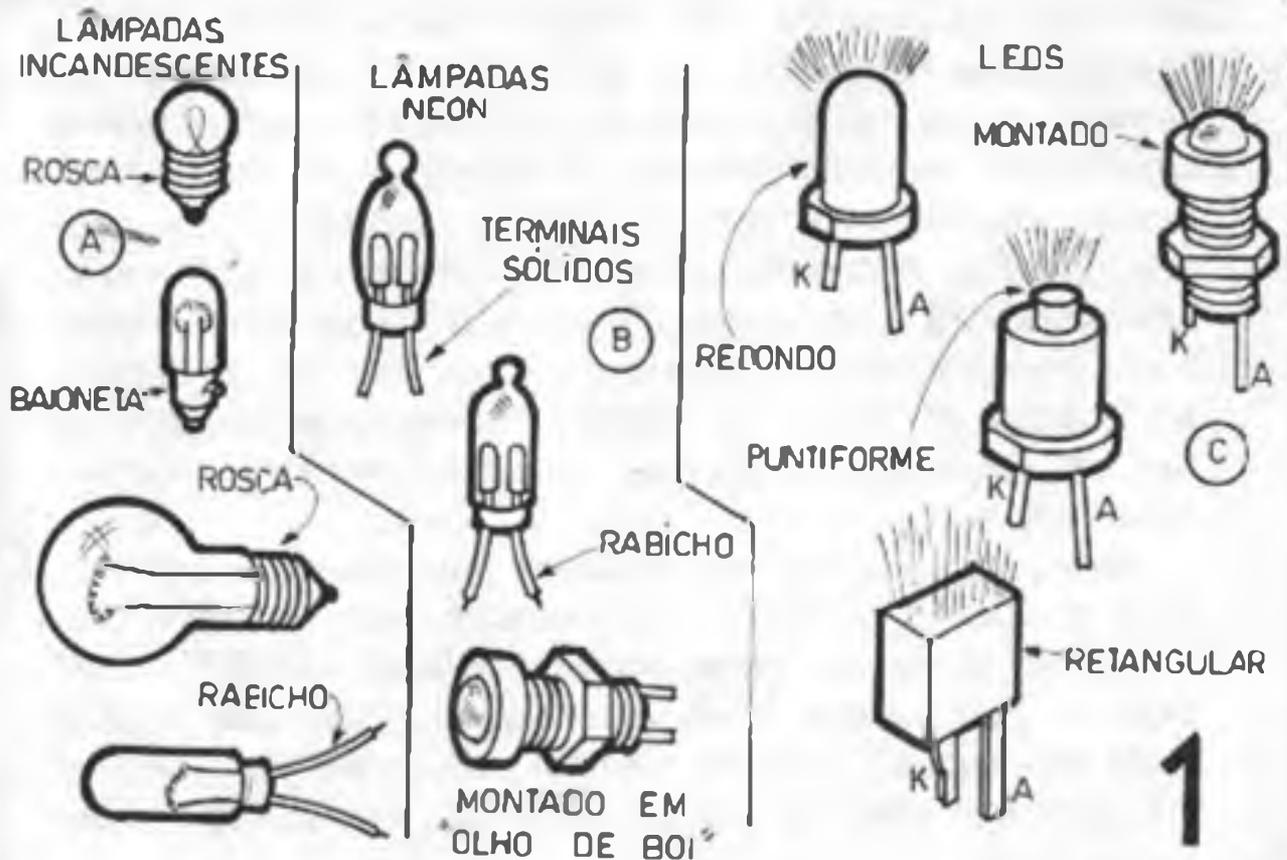
$$R = \frac{110}{0,909} \quad \text{ou} \quad R = 121,01\Omega$$

Descobrimos, assim, a resistência do filamento. Um ponto importante a considerar nas lâmpadas incandescentes é que, o filamento, quando "quente" (lâmpada acesa) apresenta resistência ôhmica maior do que quando "frio" (lâmpada apagada). Assim, no momento em que se liga uma lâmpada desse tipo, a

corrente atinge níveis bem altos (devido a resistência mais baixa apresentada pelo filamento "frio"), reduzindo-se assim que o filamento incandesce. Essa é a principal razão de ser frequente a "queima" de lâmpadas residenciais no exato momento em que são ligadas (o "aluno" já deve ter visto isso: assim que se liga o interruptor, a lâmpada dá uma "piscada" forte e "vai para o bebeléu"...).

O bloco (A) do desenho 1 mostra as "caras" mais comuns das lâmpadas incandescentes. Existem as lâmpadas pequenas, de baixa wattagem (baixa corrente e baixa tensão), apresentando contatos externos em sistema rosca ou baioneta. As lâmpadas grandes (de uso residencial, por exemplo, são, quase sempre do sistema de contato em rosca). Algumas das lâmpadas pequenas também são produzidas com contatos em "rabicho" (pedaços de fio, no lugar da rosca ou baioneta).

O importante, quando usamos lâmpadas incandescentes em qualquer aplicação, é respeitarmos a sua voltagem de trabalho, já que o "resto" (wattagem) é automaticamente regulado pela própria resistência, fixa e pré-dimensionada, do filamento. Se tentarmos aplicar a uma lâmpada incandescente uma voltagem superior à recomendada pelo fabricante, a única coisa que con-



1

seguiremos é uma corrente mais elevada no filamento (já que a sua resistência é fixa...), que acarretará a sua "queima" por sobreaquecimento. Outra coisa importante de se saber é a capacidade de corrente, da fonte ou gerador que alimenta a lâmpada (seja uma tomada da parede, sejam pilhas, bateria, etc.). Se a fonte não for capaz de fornecer a corrente necessária, a lâmpada não acenderá (além da fonte poder ser "queimada" ou danificada, devido à sobrecarga).

- **LÂMPADAS NEON** – *Já abordadas, ainda que sumariamente, em "lições" anteriores, as lâmpadas Neon (ou "de Neon", que é o termo mais certo...) são construídas a partir de um bulbo de vidro, dentro do qual se fez o vácuo (retirou-se o ar) e acrescentou-se um gás chamado Neon, sob baixa pressão. Ainda dentro do bulbo, são colocados dois eletrodos metálicos, ligados, externamente, a fios ou contatos. Ao ser aplicada determinada tensão aos terminais da lâmpada (geralmente dentro de um mínimo de 50 a 90 volts), o gás Neon (inicialmente não condutor) entra em ignição ou em ionização, permitindo a passagem da corrente elétrica e, ao mesmo tempo, assumindo uma luminosidade amarela ou alaranjada. As lâmpadas Neon acendem com correntes muito baixas, embora com voltagens relativamente elevadas. Normalmente, suas dimensões são reduzidas (o bloco B do desenho 1 mostra suas aparências externas mais comuns). Algumas apresentam terminais externos em forma de fio sólido e nú, outras, chamadas de "terminal rabicho", apresentam fios isolados e flexíveis para as ligações externas. Existem ainda, no varejo especializado, as chamadas "olho de boi", que são lâmpadas Neon encapsuladas num pequeno refletor metálico, dotado de uma espécie de "lente" ou "difusor" transparente (às vezes colorido), destinado a "reforçar" a sua luminosidade, normalmente tênue...*

Devido ao seu baixíssimo consumo (em virtude do qual não se deve esperar "grandes" luminosidades desse tipo de lâmpadas...), as Neons são especialmente indicadas como "piloto" (aquelas luzinhas que servem apenas para indicar que "alguma coisa está ligada"), embora também possam ser utilizadas em um grande número de outras aplicações, que são abordadas futuramente.

— OS LEDS (DIODOS EMISSORES DE LUZ) — Também já falamos um pouco sobre os LEDs (BÊ-A-BÁ n.º 1), que são “luzes” de estado sólido, ou seja: a luminosidade, nesse tipo de “lâmpada”, é gerada pela passagem da corrente através de uma junção semicondutora especial. Diferente das LÂMPADAS INCANDESCENTES e das LÂMPADAS NEON, o LED só funciona (só acende), quando percorrido pela corrente em determinado sentido (o seu terminal A deve sempre ser ligado ao positivo da alimentação, e o terminal K ao negativo), já que, no fundo, o LED não passa de um diodo (ver BÊ-A-BÁ n.º 3) especial.

Normalmente, os LEDs funcionam com tensões relativamente baixas e sob corrente também não muito elevadas. Se qualquer desses parâmetros for ultrapassado, o componente pode se queimar, assim como se for “forçada” a passagem da corrente no sentido inverso àquele permitido e “aceito” pelo LED.

Os LEDs são, costumeiramente, encapsulados em acrílico colorido e translúcido, podendo, a partir dessa “lente” externa (e também dependendo do material semi-condutor utilizado nas suas “entranhas”...), emitir luz em cores diversas: amarelo, vermelho, verde ou azul (os LEDs azuis, devido ao material semi-condutor especial, são caros e raros, pelo menos por aqui, no país dos “milagres”...). Sua forma externa pode variar bastante, existindo (ver bloco C do desenho 1) os redondos, os puntiformes, os quadrados ou retangulares e os LEDs encapsulados. Como o LED é um componente “polarizado” (ou seja: existe uma maneira certa de seus terminais serem ligados, para que o “bicho” funcione...), suas perninhas são identificadas através de um código simples: a mais curta (geralmente saindo do lado da peça que apresenta um pequeno chanfro) é o terminal K (negativo) e a mais comprida é o A (positivo).

Em virtude da sua própria construção, os LEDs emitem luz de maneira mais ou menos direcional (o desenho 1 mostra a “direção” em que os “vagalumes alumeiam”...) e, por isso, se prestam muito a indicadores “de painel”, jogos eletrônicos, etc.

LÂMPADA
INCANDESCENTE



LÂMPADA
NEON



SÍMBOLOS

2

Assim como os demais componentes eletrônicos, os indicadores luminosos também têm símbolos para representá-los quando desenhamos o "esquema" de um circuito do qual fazem parte. O desenho 2 mostra essas representações esquemáticas, da esquerda para a direita, da lâmpada incandescente, da lâmpada Neon e do LED (os símbolos mostrados podem variar um pouco...).

FAZENDO AS "COISAS QUE ACENDEM" ACENDEREM...

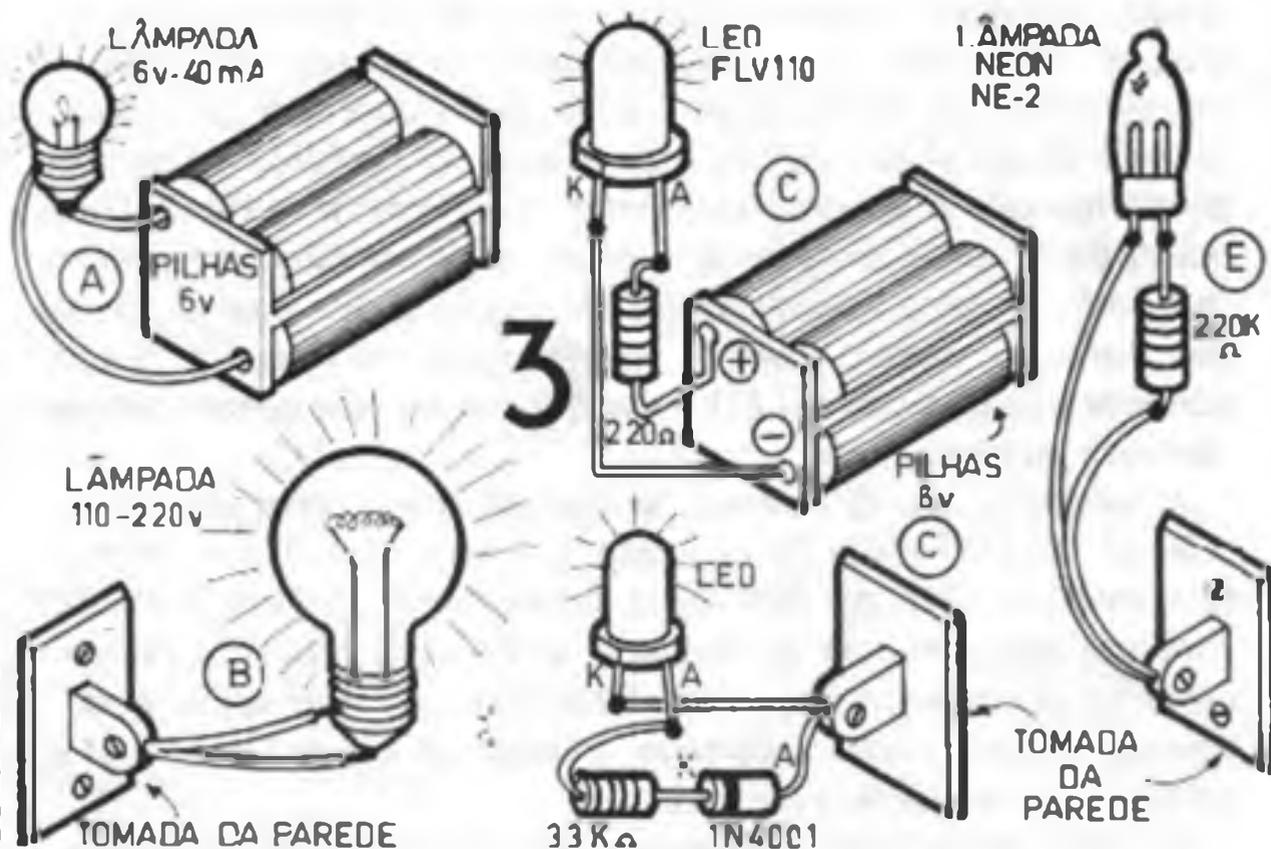
O desenho 3 mostra uma série de maneiras de fazer os indicadores (dependendo do seu tipo) acenderem... Em (A) vemos uma lâmpada incandescente de baixa tensão e baixa potência (no caso, 6 volts x 40 miliampéres) ligada a um conjunto de pilhas perfazendo 6 volts. A polaridade das pilhas não importa, pois esse tipo de lâmpada não tem "lado certo" para ser ligada à fonte que a alimenta. Vamos, a título de exercício, calcular a wattagem dessa lâmpada:

$$P = V \times I \quad \text{ou} \quad P = G \times 0,040 \text{ A}$$

o que dá $P = 0,24 \text{ watts}$

Ou seja: a lampadinha tem uma "potência" menor do que 1/4 de watt.

Em (B) vemos como fazer acender uma lâmpada incandescente "grande", do tipo residencial, acender. Ela deve ser ligada diretamente à rede (no caso do exemplo, através de uma tomada da parede...), cuja voltagem seja compatível com a sua tensão de funcionamento. Se você ligar uma lâmpada fabricada para funcionar com 110 volts numa tomada de 220 volts, a tensão excessiva "forçará" a passagem de uma corrente muito elevada pela lâmpada, o que ocasionará a "queima" do seu filamento. Por outro lado, se for ligada uma lâmpada para 220 volts numa rede de 110, a corrente que percorrerá o filamento será muito reduzida, fazendo com que a lâmpada acenda a "meia força", muito fraquinha...



Em (C) vemos como fazer um LED acender, alimentado com pilhas. A maioria dos LEDs utilizados nas montagens Eletrônicas emite plena luminosidade quando percorrido por uma corrente de até 40 miliampéres (0,040 A). Se a corrente exceder esse parâmetro, o componente pode "soltar fumaça e pifar". Graças à Lei de Ohm, podemos calcular o valor de um resistor que deve ser colocado em série com o LED, para limitar a corrente fornecida pelas pilhas a um valor razoável, capaz de gerar boa luminosidade, po-

rém não de "queimar" o "vagalume"... No caso do exemplo, é fácil verificar-se a corrente, já que sabemos a tensão das pilhas (6 volts) e o valor do resistor (220Ω):

$$I = \frac{V}{R} \qquad I = \frac{6}{220} \qquad I = 0,027 \text{ A}$$

A corrente, portanto, é de 27 miliampéres (abaixo do limite máximo aceito pelo LED, porém suficiente para que o "vagalume" fique com a "barriga" bem luminosa.

Embora o LED só funcione com a corrente aplicada no sentido correto, graças a um "truque" simples, podemos fazer com que ele acenda também alimentado por corrente alternada! Basta colocarmos, em série com o componente (além do resistor de limitação da corrente), um diodo (cuja função já foi abordada na "lição" anterior do BÊ-A-BÃ...), com a finalidade de "retificar" a corrente, de maneira a apenas "apresentar" ao terminal A do LED os pulsos positivos da corrente. O exemplo dado em (D) mostra como isso pode ser feito. Para exercitar um pouco o que você já aprendeu por aqui, calcule, com os valores dados no exemplo, qual a corrente que percorre o LED, e verifique se ela está dentro dos parâmetros recomendados...

Finalmente, em (E) vemos as ligações necessárias para fazer acender uma lâmpada Neon típica, alimentada diretamente pela rede de C.A. (110 ou 220 volts). O resistor de $220K\Omega$, em série com um dos terminais da lâmpada, serve como limitador da corrente (já que a Neon funciona sob baixíssimos níveis de corrente). Calcule também, como exercício, a partir da Lei de Ohm, qual a corrente que atravessa a lâmpada.

A Neon, assim como as lâmpadas incandescentes, não tem polaridade, ou seja: seus terminais podem ser ligados indiferentemente, pois, a "bichinha" funciona em "mão dupla"...

Assim, vimos que cada tipo de indicador luminoso funciona por princípios diferentes e tem aplicações específicas. Normalmente (salvo adaptações muito complicadas, exigindo circuitos "cheios" de componentes...) os três tipos de lâmpadas não podem substituir

uma à outra, diretamente, em nenhum tipo de circuito... É aquela velha história de "cada macaco no seu galho"... Se fosse possível simplesmente, colocar-se lâmpadas incandescentes num circuito originalmente projetado para LEDs, ou LEDs num circuito "desenhado" para lâmpadas Neon, não haveria a necessidade de se produzir esses três tipos de "luzes", com toda a complexidade tecnológica que envolve a sua industrialização...



INCOR

COMPONENTES ELETRÔNICOS

VOCÊ QUE ESTÁ INICIANDO NO MARAVILHOSO CAMPO DA ELETRÔNICA, VASTO E RENDOSO, E QUE APESAR DA AVANÇADA TECNOLOGIA DESENVOLVIDA ATÉ OS DIAS DE HOJE; "A ELETRÔNICA É UMA CIÊNCIA EXPERIMENTAL".

NÓS DA INCOR ESTAMOS A SUA INTEIRA DISPOSIÇÃO PARA ATENDÊ-LO NO MAIS VARIADO TIPO DE COMPONENTE OU KIT, SEJA HOBBY – EXPERIÊNCIA OU ENTRETENIMENTO.

4 LOJAS PARA BEM SERVI-LO – E PARA SUA MAIOR COMODIDADE ATENDEMOS PELO REEMBOLSO POSTAL

Rua Siqueira Campos, 743/751 – PABX 449-2411 – Santo André – SP
(Matriz) – CEP 09000

Rua Domingos João Balotim, 21, lojas 8 e 9 – tel.: 458-2532 – SBC

Rua Oratório, 1764 – tel.: 446-3877 – Pc. Nações – Santo André

Av. Mateu Bei, 3149 – tel.: 271-7028 – São Matheus – SP

Kapisi



Esta seção é *totalmente* de vocês. Aqui todos poderão trocar recados, fazer comunicados e solicitações (sempre *entre* leitores...), solicitar a publicação de nomes e endereços para a troca de correspondência com outros leitores, etc. Também quem quiser comprar, vender, trocar ou transar componentes, revistas, livros, apostilas, circuitos, etc. poderá fazê-lo através da HORA DO RECREIO... Obviamente, embora se trate de uma *seção livre* (mesmo porque, na HORA DO RECREIO o "mestre não chia"...), não vamos querer criar um autêntico "correio sentimental"... Assim, se o assunto fugir do espírito da revista (ou do "regulamento da escola"...), não será publicado. Os interessados deverão escrever para:

REVISTA BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA
SEÇÃO "HORA DO RECREIO"
RUA SANTA VIRGÍNIA, 403 – TATUAPÉ
CEP 03084 – SÃO PAULO – SP

Não esquecer que é *muito* importante a correspondência ser enviada com os dados *completos* do remetente, nome, endereço, CEP, etc. Também são válidas aqui as demais regras e regulamentos já explicados na seção UMA DÚVIDA PROFESSOR...

(ATENÇÃO TURMA: Vale, aqui para a HORA DO RECREIO, a mesma advertência feita ao final do UMA DÚVIDA, PROFESSOR! Devido à antecedência com que a revista é produzida, um atraso mínimo de 90 dias é inevitável na publicação dos comunicados dos leitores..

SERVIÇOS, TROCAS, COMPRAS E VENDAS

Vendo coleção completa de DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA. Preço a tratar - Wilson Geraldo - Pça. Centenário, 97 - Bairro Casa Verde - 02515 - São Paulo - SP.



Faço aquisição de componentes (sob encomenda) para leitores que moram em cidades pequenas - Roberto Figueiredo Paletta de Cerqueira - Rua Barão da Torre, 567/403 - Bairro Ipanema - 22411 - Rio de Janeiro - RJ.



Troco esquemas, informações e revistas - Paulo Cesar Chemello - Rua Marques de Laplace, 141 - Bairro Jardim Colmbra - 03690 - São Paulo - SP.



Compro algumas revistas de Eletrônica, para completar minha coleção. Escrevam-me, dizendo as que estão dispostos a vender - Nelson de Azevedo Maia - Rua Ceará, 736 - 65900 - Imperatriz - MA.



Troco, compro ou vendo alguns números de DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA - Paulo Eduardo Ambrósio - Rua Couto Magalhães, 1710 - 14400 - Franca - SP.



Confecciono placas de Circuito Impresso, caixas metálicas ou plásticas perfuradas e com gravação em "silk-screen", monto kits, testo componentes, forneço esquemas, compro, vendo e troco aparelhos, livros e revistas - Marco Aurélio Thompson - Rua Expedicionários, 300 c/3 - 26500 - Nilópolis - RJ.



Vendo, troco ou forneço gratuitamente (dependendo de acerto prévio), componentes, esquemas e "mil" outras coisas dentro da Eletrônica - Carlos Washington Santos Menezes - Rua Barros Falção, 7 apto. 2503 - Bairro Matatu - 4000 - Salvador - BA.



Vendo ou troco volume de DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA - Antonio Carlos Martins da Cruz - Rua Frei Fabiano, 106 - apto. 305 - Engenho Novo - 20780 - Rio de Janeiro - RJ.



Troco um gravador Sharp RD-610X por um walkie-talkie - Eduardo Takashi Imamura - Rua Antonio de Barros, 1067 - São Paulo (horário comercial).



Compro livro que contenha projeto de controle remoto (por ondas de rádio) de um motor elétrico - Eliezer Crispim Pinto - Rua Henrique Sarzedas, 343 - Rocha Leão - 3.º distrito - 28860 - Casimiro de Abreu - RJ.



Vendo um jogo eletrônico com LEDs, gerador de efeitos sonoros, provador de componentes, etc. - Paulo Nilson Alexandrino de Souza - Rua Floriano Peixoto, 522 - 13400 - Piracicaba - SP.



**QUEREM TROCAR
CORRESPONDÊNCIA**

André Luiz de Lima Pereira Rodrigues -
Av. Marechal Dutra, 1063 - Centro -
78500 - Rondonópolis - MT.

Antonio Paulino Júnior - Av. Dr. Aristides
Cunha, 272 - 37958 - Monte Santo de Minas - MG.

Luiz Marcos Valle Vianna - Rua Timbrilas,
92 - Bairro São Francisco - 24250 -
Niterói - RJ.

José Augusto Rafael - Rua Modesta
Próio, 68 - 17830 - Flórida Paulista - SP.

Constantino Albarello, Av. Orieta, 218 -
Parada 45-A - Caixa Postal 39 - 94400 -
Viamão - RS.

José Lúcio Sampaio Suizu - Av. Leonil,
452 - Centro - 11400 - Guarujá - SP.

Maurício Araújo - Rua Hermenegildo
de Lascio, 243 - Bairro Tambauzinho -
58000 - João Pessoa - PB.

Vlamiir Bellante - Trav. Noêmia Retz
Silva, 27 - Bairro Parque das Nações -
09200 - Santo André - SP.

Luiz Alberto de Jesus Oliveira - Rua
Hermínio Manoel Bonifácio, 133 -
43700 - Simões Filho - BA.

Manuel Antonio Barreira - Rua Cristovam
Lins, 531 - Bairro Vila Ede -
02083 - São Paulo - SP.

Luiz Eduardo Luz Camargo - Caixa
Postal 269 - 13400 - Piracicaba -
SP.

Evilásio de Sousa - Caixa Postal 1355 -
40000 - Salvador - BA.

Marcos A. S. de Castro - Rua Santos
Dumont, 700 - 86400 - Jacarezinho -
PR.

Orlando José Pellanda Junior - Caixa
Postal 9139 - 80000 - Curitiba - PR.

Fernando Rodrigues - Rua Professor
Orestes Carlos Segallio, 295 - Bairro
Parque Industrial - 13100 - Campinas -
SP.

Charles Osmar Bortolini - Rua 951 n.º
230 - 88330 - Balneário Camboriú -
SC.

INICIAÇÃO AO HOBBY (P)

MINICOM
(UM INTERCOMUNICADOR
COM MÚLTIPLAS
UTILIDADES, FÁCILIMO DE
SER CONSTRUIDO PELO
"ALUNO"...)

Mantendo a *linha* do BÉ-A-BÁ de trazer, junto à cada "lição" teórica e informativa, pelo menos uma montagem prática de uso imediato, junto com esta 4a. "aula", o leitor poderá montar, com toda a facilidade, um intercomunicador (abreviamos o nome para INTERCOM, apenas para ficar mais "chamoso"...).

Todas as peças necessárias são de fácil aquisição e a montagem, de acordo com as intenções que temos mantido desde a 1a. "aula", não oferece a menor dificuldade, mesmo para aqueles que estão começando agora a trilhar os caminhos da Eletrônica... Alguns dos componentes e princípios de funcionamento do INTERCOM foram, propositalmente, abordados nas "lições" teóricas da presente "aula", para que o "aluno" possa, desde já, utilizar o que aprendeu, verificando o funcionamento de circuitos baseados nos conceitos teóricos já assimilados... Aqueles que acompanham o nosso "curso" desde o início, já sabem que a estrutura do BÉ-A-BÁ é baseada, simultaneamente, na TEORIA, na INFORMAÇÃO e na PRÁTICA. Acreditamos que, qualquer sistema que exclua um desses três itens, não conseguirá transmitir ao interessado *tudo* que ele deseja saber, de *imediato*, sobre o assunto...

O INTERCOM é um intercomunicador *com fio* que, embora simples, apresenta eficiência de funcionamento bem aceitável, podendo ser usado (dependendo de adaptações "externas" realizadas pelo próprio "aluno"...), também como "porteiro eletrônico", para comunicações entre dois aposentos de uma residência, em aplicações mais "sérias", como a interligação entre departamentos de um estabelecimento comercial, etc. Obviamente, devido às limitações impostas pela sua própria simplicidade e "redução de custos" (que sempre tentamos aplicar às montagens do BÉ-A-BÁ, porque sabemos que, nas "atuais circunstâncias", ninguém "vaza

castelo" por a(...), o INTERCOM não pode ter o seu desempenho comparado ao de intercomunicadores existentes à venda... Entretanto, o "aluno" que executar essa montagem prática, ficará — temos a certeza — surpreendido com o funcionamento (e, dependendo da sua própria "inventiva", com as múltiplas possibilidades de aplicação...). Vale a pena realizar a montagem, nem que seja "apenas para *aprender*" mais alguma coisa sobre as enormes possibilidades que a Eletrônica nos fornece, dentro da moderna tecnologia...

LISTA DE PEÇAS

- Um transistor BC549 (ver o ítem CONHECENDO OS COMPONENTES).
- Um transistor BC307 (*idem*).
- Um transistor BD139 (*idem*).
- Um resistor de $10M\Omega$ x 1/4 de watt.
- Um capacitor (disco cerâmico ou poliéster) de $.1\mu F$.
- Um capacitor (disco cerâmico ou poliéster) de $.01\mu F$.
- Um transformador "de saída" para transistores (ver texto).
- Dois alto-falantes *mini*, com impedância de 8Ω .
- Duas chaves H-H ou "gangorra", *mini*.
- Duas pilhas, pequenas ou médias, de 1,5 volts cada, com o respectivo suporte.
- Três pedaços de barra de conectores parafusados (tipo "Weston" ou similar), um com 9 segmentos, e dois com 2 segmentos cada.
- Duas caixas (plástico, metal, madeira, etc.), com dimensões compatíveis com os alto-falantes utilizados (ver texto).

DIVERSOS

- Fio fino, isolado, para as ligações.
- Fio *paralelo* (duplo), fino, em comprimento suficiente para interligar as duas "estações" do INTERCOM.
- Ferro de soldar de baixa wattagem (máximo 30 watts) e solda fina, de baixo ponto de fusão (embora a maioria das ligações do

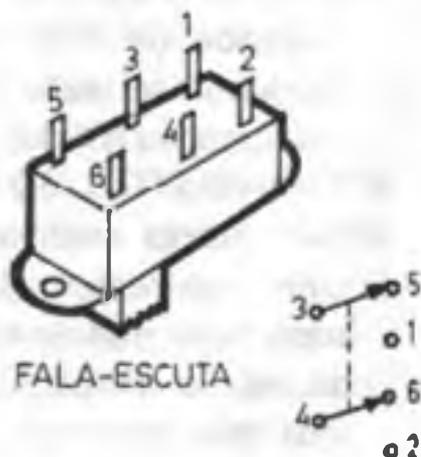
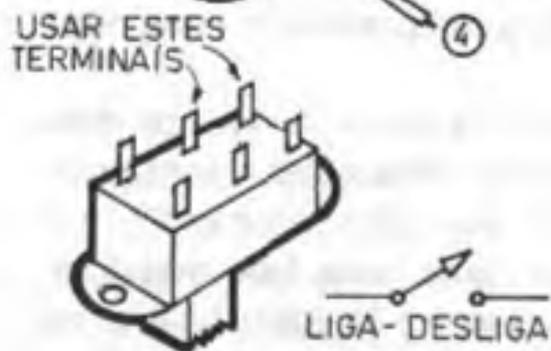
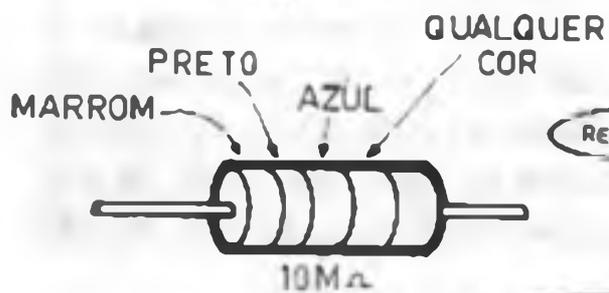
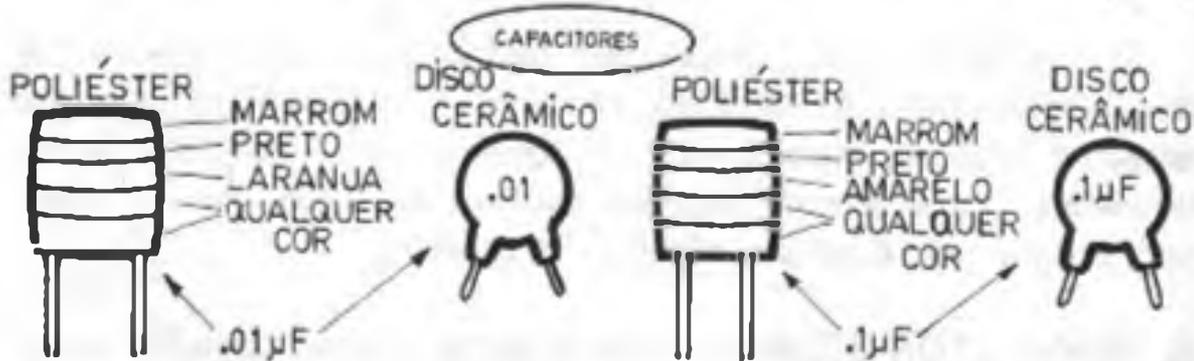
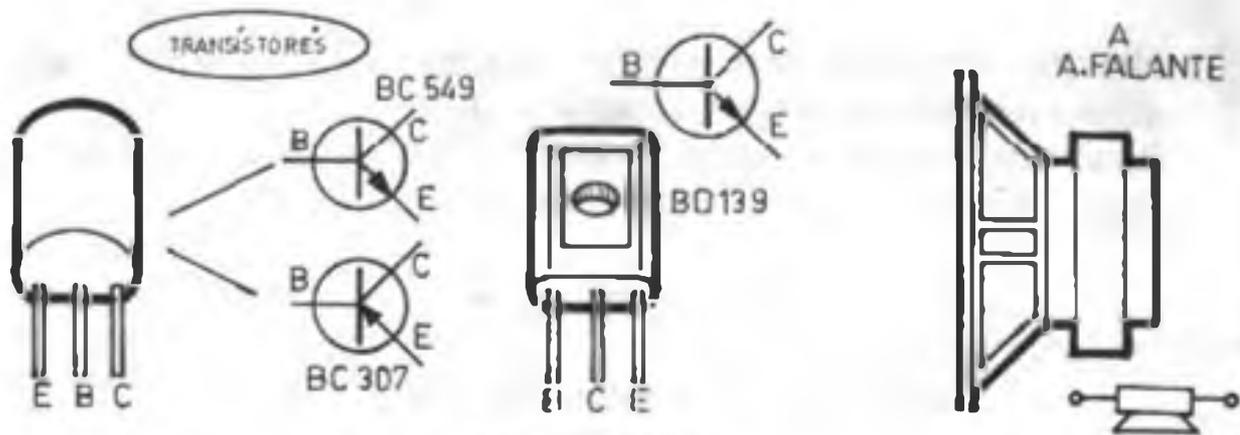
circuito, conforme demonstrado, seja do tipo "sem solda", em alguns pontos a solda será necessária...).

- Parafusos, arruelas e porcas (medida 3/32") e adesivo de epoxy (tipo "Arakdite"), para fixações diversas.

CONHECENDO OS COMPONENTES

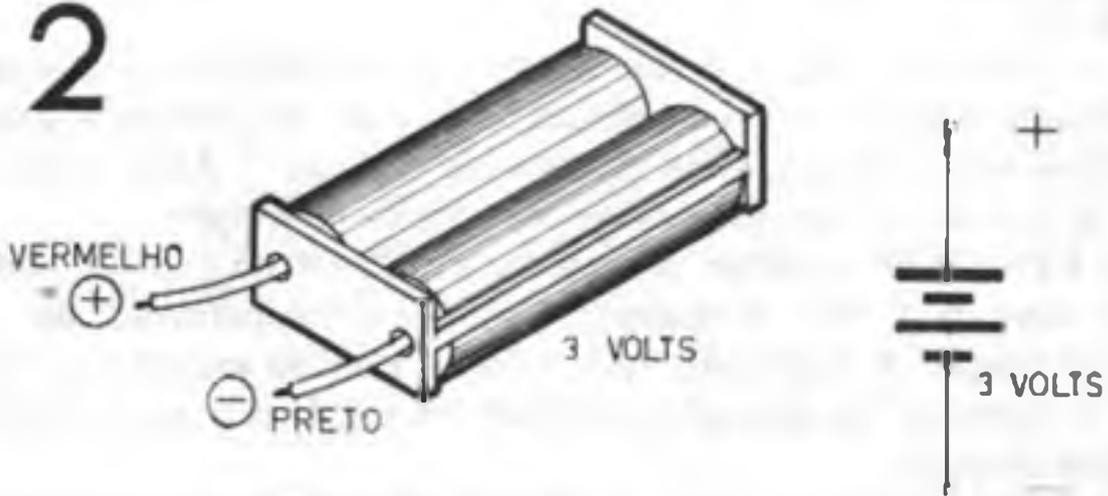
As ilustrações 1 e 2 apresentam *todos* os componentes utilizados na montagem do INTERCOM, bem "mastigadinhos", em seus aspectos externos reais, símbolos esquemáticos e identificação de terminais. Como sempre fazemos aqui no BÉ-A-BÁ, vamos "dissecar" um por um, para que não fiquem dúvidas:

- TRANSISTOR BC549 – Externamente, é uma "coisinha" semi-cilíndrica (com um dos lados "chanfrado" ou meio achatado...), com três "pernas". A identificação das "pernas" é ajudada pela posição que elas ocupam em relação ao lado *chato* do componente. As suas características "técnicas" são: *tipo NPN, de silício, para uso geral*, podendo ser substituído pelo BC238, BC548 ou outros.
- TRANSISTOR BC307 – Do "lado de fora", é semelhante ao BC549, e também apresenta três "peminhas", cujos nomes e posições podem ser identificados graças à posição que ocupam em relação ao lado achatado do corpo do componente. Embora sua "casca" seja parecida com a do outro transistor (BC549), seu "tipo" é diferente (cuidado para não confundir, ou "trocar as bolas", durante a montagem...). Tecnicamente, o BC307 é chamado de *PNP, de silício, para aplicações gerais de áudio* (podendo ser substituído por outros que apresentem essas mesmas características).
- TRANSISTOR BD139 – Esse "bicho" é maior do que os dois transistores anteriores. Apresenta corpo retangular e achatado, com uma perfuração no centro e um dos lados mostrando uma superfície metalizada. Usando como "guia" esse lado metalizado, não é difícil (com o auxílio do desenho 1), identificar-se os seus três terminais... Se não for encontrado, poderá ser substi-



1

2



COMPUTAÇÃO ELETRÔNICA !

NO MAIS COMPLETO CURSO DE ELETRÔNICA DIGITAL E MICRO PROCESSADORES VOCÊ VAI APRENDER A MONTAR, PROGRAMAR E OPERAR UM COMPUTADOR.

MAIS DE 180 APOSTILAS LHE ENSINARÃO COMO FUNCIONAM OS REVOLUCIONÁRIOS CHIPS 8080, 8085, Z80, AS COMPACTAS "MEMÓRIAS" E COMO SÃO PROGRAMADOS OS MODERNOS COMPUTADORES.

VOCÊ RECEBERÁ KTS QUE LHE PERMITIRÃO MONTAR DIVERSOS APARELHOS CULMINANDO COM UM MODERNO MICRO COMPUTADOR.

**NÃO PERCA TEMPO!
SOLICITE
INFORMAÇÕES
AINDA HOJE!**

CURSO POR CORRESPONDÊNCIA

GEMI - CENTRO DE ESTUDOS DE MICROELETRÔNICA E INFORMÁTICA
Rua Dená, 230A - Fone (011) 92-8989
Caixa Postal 13.219 - CEP 01000 - São Paulo - SP

Nome
Endereço
Bairro
CEP Cidade Estado

GRÁTIS

tuído por outro, desde que apresente a seguinte "carteira de identidade": *NPN, de silício, média potência, para uso em áudio.*

- OS CAPACITORES — No circuito do MINICOM são usados dois capacitores, cujas aparências, "leituras" dos valores e símbolos esquemáticos, estão também no desenho 1. Atenção para não inverter os dois capacitores, na hora da montagem.
- O RESISTOR — Apenas um resistor é utilizado no circuito, com o valor de $10M\Omega$. O desenho 1 mostra o componente, com a codificação de suas cores (que correspondem ao seu valor ôhmico, como já foi ensinado no BÊ-A-BÁ n.º 1) e o seu símbolo esquemático.
- O TRANSFORMADOR — A lista de peças pede um "transformador de saída". Assim, recuse, quando da aquisição, qualquer outro transformador que não apresente essa denominação. O componente utilizado no circuito do INTERCOM apresenta, de um lado (*secundário*) apenas dois terminais (geralmente em fio cobreado grosso, esmaltado, *sem* isolamento plástico), e, do outro, três fios, isolados (correspondentes ao *primário*). O terminal central do *primário* não será utilizado, assim o seu fio poderá ser cortado, bem rente, para não atrapalhar as demais ligações. No protótipo do INTERCOM, montado aqui no BÊ-A-BÁ, utilizamos um *transformador de saída para transistores*, tipo Yoshitani 5/16", mas qualquer outro, equivalente, também poderá ser usado na montagem. O desenho 1, para facilitar a identificação dos fios do transformador quando da sua ligação ao circuito "codifica" esses terminais com os números 1, 2, 3 e 4. Observe bem a "posição" desses números em relação aos terminais que representam, para não inverter nada no momento da ligação do transformador.
- OS ALTO-FALANTES — Dois alto-falantes são utilizados no INTERCOM. Embora a lista de peças recomende componentes *mini* (normalmente de 2 ou 2 1/2 polegadas de diâmetro), nada impede que o "aluno" use, na sua montagem, falantes maiores (desde que preservada a impedância indicada, que é 8Ω). De maneira geral, a eficiência sonora de um alto-falante é diretamente proporcional ao seu tamanho. Assim, se o leitor não fizer muita questão de que as caixas de acondicionamento do

INTERCOM (que, ao final de tudo, determinam as dimensões máximas dos alto-falantes utilizados, já que esses componentes são os maiores na montagem...) fiquem grandes, nada impede (muito pelo contrário...) que sejam utilizados falantes bem "taludos" (que, entretanto, serão também *mais caros...*).

- AS CHAVES OU INTERRUPTORES — Duas chaves H-H ou "gangorra" são usados no INTERCOM, uma com a função "Liga-Desliga" e a outra "Fala-Escuta". Para facilitar as coisas, o desenho 1 "identifica" os terminais das chaves, para que não ocorram dúvidas no momento das suas ligações.
- AS PILHAS — O circuito do INTERCOM é alimentado com apenas 3 volts (que podem ser conseguidos com *duas* pilhas, pequenas ou médias, no seu respectivo suporte). É bom lembrar (observe o desenho 2), que, normalmente, os fios que saem do suporte das pilhas identificam, pelas suas cores, a *polaridade*. Assim, o fio *vermelho* corresponde ao *positivo* e o fio *preto* ao *negativo*.
- SE ALGUM DOS COMPONENTES QUE VOCÊ ADQUIRIR, embora esteja rigorosamente dentro das especificações recomendadas na LISTA DE PEÇAS e na RELAÇÃO DE DIVERSOS, apresente uma "cara" diferente daquela apresentada nas ilustrações, não se "apavore"... Procure conversar com o vendedor do componente, mostrando-lhe a revista, e pedindo que ele lhe identifique os terminais do "bicho", em função das ligações que devem ser feitas ao circuito... Não tenha acanhamentos em demonstrar a sua condição de principiante, já que uma boa amizade travada com o fornecedor de componentes será de grande valia para você (e para o fornecedor *também...*) no desenvolvimento do seu aprendizado...

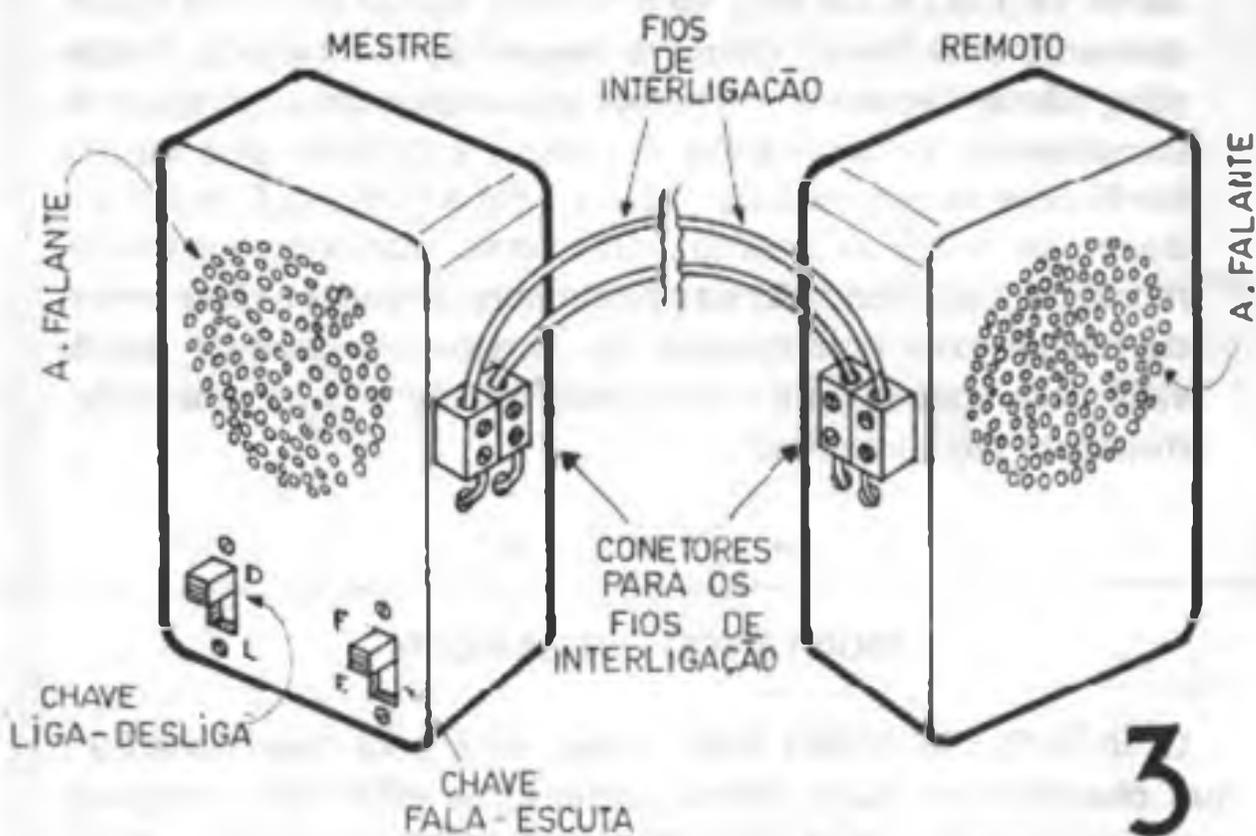


MONTANDO O INTERCOM

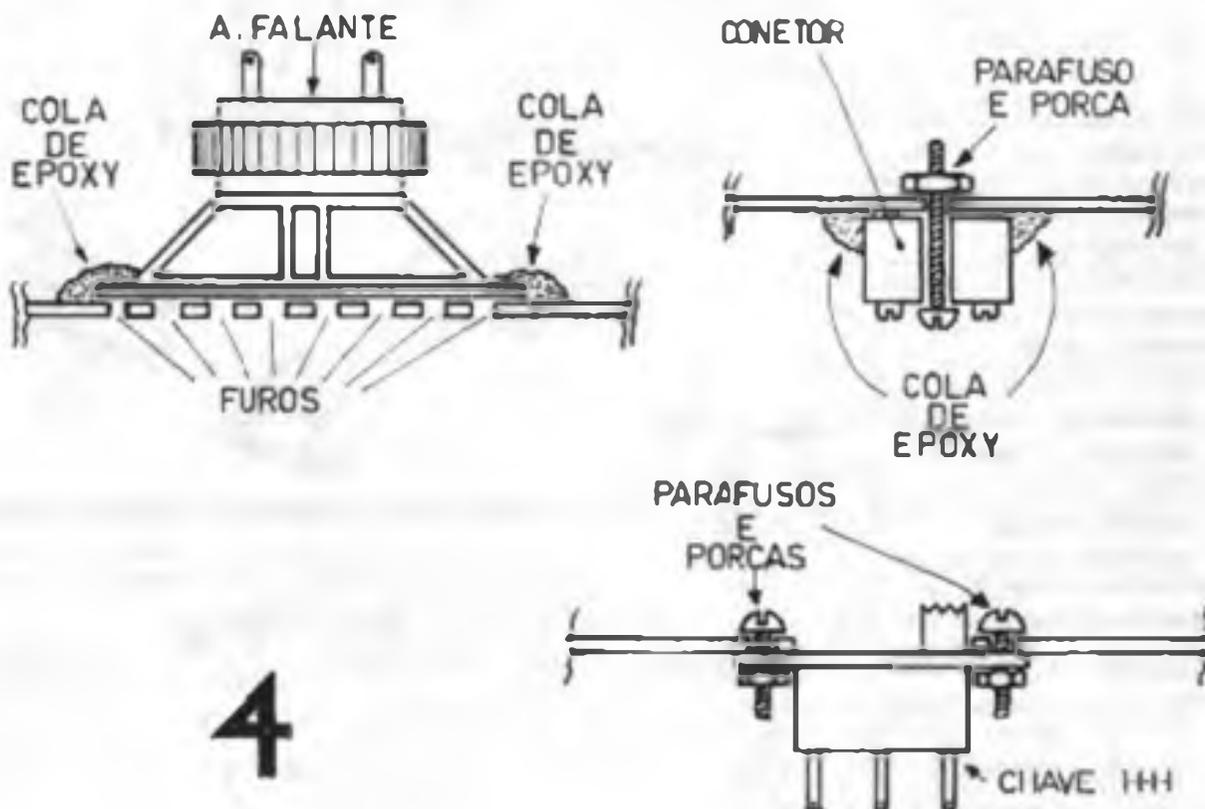
O INTERCOM utiliza duas caixas, uma para cada "estação", que chamaremos, para efeitos práticos, de MESTRE (designada então nos desenhos pela letra "M") e REMOTO (indicada, nos desenhos, por "R"). A estação "M" é aquela que fica de posse do operador, da pessoa que "controla" quem vai falar e quem vai

escutar". A estação "R" é a distante, com a qual a estação "M" se comunica, dependendo do "chaveamento" de quem a controla...

Antes de iniciar a montagem eletrônica, propriamente, é bom deixar as caixas semi-preparadas. Os desenhos 3 e 4 mostram alguns detalhes importantes para a confecção das caixas. A caixa da estação MESTRE ("M") deve abrigar, além do circuito e das pilhas, um alto-falante e as duas chaves de controle ("liga-desliga" e "fala-escuta"). Já a caixa do REMOTO ("R") conterá apenas um alto-falante. Para a interligação, ambas as caixas deverão ter, externamente, um par de conectores parafusados, que possibilitará a ligação do fio *paralelo*. Esse fio deverá ter o comprimento necessário para alcançar a distância que se pretende estabelecer entre as duas "estações". Devido às características do circuito, não se recomenda a utilização de fio paralelo de interligação com comprimento superior a 30 metros. Fios *muito* longos, além de introduzir zumbidos e captações espúrias, poderão acarretar perdas sonoras, que diminuirão a eficiência do circuito...



As furações das caixas estão mostradas no desenho 3, e as formas de fixação dos componentes que ficam diretamente presos aos "containers", estão no desenho 4. Ao fixar os alto-falantes com o adesivo de epoxy, é importante evitar que a cola atinja o cone de papelão desses componentes, pois isso poderá prejudicar o seu funcionamento (e até inutilizá-los, completamente...).



4

LIGANDO AS "PECINHAS"

Em "lições" práticas anteriores do BÊ-A-BÁ, já mostramos as técnicas básicas de interligação de componentes, para a montagem de um circuito, com o auxílio de uma barra de conectores parafusados... Quem estiver "chegando apenas agora" deverá consultar as "aulas" já dadas (viram a importância de não perder *nenhum* número do BÊ-A-BÁ...?). Se não tiver os Volumes correspondentes, poderá adquirí-los pelo Reembolso Postal (ver instruções no centro da revista).

Essa técnica de montagem é muito prática para o iniciante, porque dispensa quase que totalmente a solda (ou, pelo menos, reduz as ligações soldadas a um mínimo), possibilitando a correção de erros ou inversões com grande facilidade, além de, eventualmente,

permitir ao "estudante durango", reaproveitar as peças em outra montagem, a ser futuramente realizada. Entretanto, aqueles que quiserem fazer a "coisa" de maneira *definitiva*, poderão, sem nenhum problema, optar pela técnica de *barra de terminais soldados* (também já detalhada anteriormente), que é um sistema "equivalente" ao de conetores soldados, sendo a transferência de um sistema para outro direta e fácil...

O desenho 5 mostra, com todos os detalhes, as interligações dos componentes, fios e controles. Conforme foi dito aí atrás, todo o bloco principal do circuito (peças diretamente agregadas à barra de conetores), assim como o alto-falante (M), pilhas e os dois interruptores de controle, constituem o "coração" do INTERCOM, devendo ficar alojados na caixa correspondente ao MESTRE. A caixa do REMOTO (que, no desenho 5, está representada por um "box" pontilhado...), conterá apenas o alto-falante (R) e um par de conetores para a interligação com o fio que conduz à unidade MESTRE.

Algumas sugestões importantes para uma boa montagem:

- Os números de 1 a 9 junto aos segmentos da barra principal de conetores, podem ser anotados pelo próprio "aluno", pois isso facilitará muito "encontrar" os pontos de ligação, evitando erros ou inversões.
- Lembre-se de que, ao apertar os parafusos da barra, para prender (mecânica e eletricamente) os terminais dos componentes e as pontas desencapadas dos fios de ligação, devem ser evitados, tanto *excessos* quanto "*fraquezas*". No primeiro caso, parafusos *muito* apertados poderão romper os delicados fios e terminais e, no segundo caso, alguma ligação poderá ficar frouxa, atrapalhando, da mesma forma, o funcionamento do circuito.
- Muita atenção na correta disposição dos terminais de componentes (principalmente transístores, pilhas e transformador) em relação aos segmentos da barra de conetores aos quais devem ser ligados. Sempre que necessário, volte a consultar os desenhos 1 e 2, para não dar "mancadas"...
- Outro item que exige boa atenção, é o representado pelas diversas ligações à chave "Fala-Escuta". Notar que os números de 1 a 6 com que identificamos os terminais da chave *não* estão normal

mente, marcados no corpo do componente. Nós "demos nomes aos bois" apenas para facilitar...

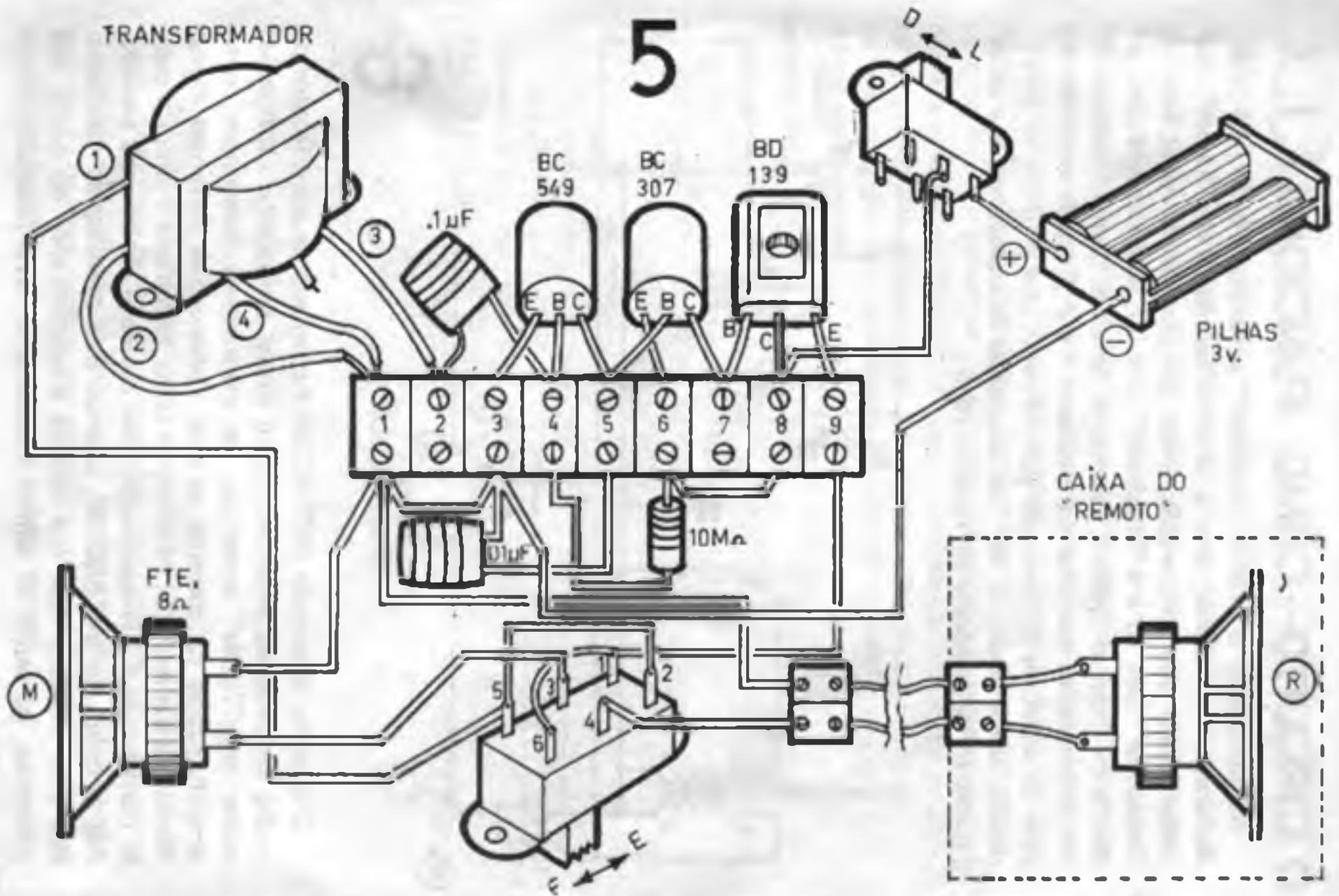
- Notar que algumas das ligações são soldadas: terminais dos alto-falantes, chave "Liga-Desliga" e chave "Fala-Escuta". Cuidado nessas soldas, para que constituam ligações bem firmes e eletricamente perfeitas.
- É bom lembrar que as ligações aos componentes pré-fixados à caixa (falante, chaves e conetor de "saída") devem ser feitas com fios razoavelmente longos, para que a caixa possa ser aberta e fechada sem dificuldade. Isso evitará problemas tanto na hora de instalar o circuito quanto nas eventuais e futuras trocas de pilha, manutenções, etc.
- Confira tudo, ponto por ponto, antes de instalar o conjunto nas caixas e conectar as pilhas.

INTERCOMUNICANDO

Estenda um fio duplo (paralelo) entre as duas "estações", e convoque um amigo (ou uma *amiga*, conforme os gostos e preferências pessoais que, atualmente, andam meio "bagunçados"...) para ajudá-lo nos testes iniciais. Com você deve ficar a "estação" MESTRE. Acione a chave "Liga-Desliga", coloque a chave "Fala-Escuta" na posição F ("Fala") e dê o seu recado, falando pausadamente (não precisa gritar, que o INTERCOM não é surdo...), mantendo a boca (a *sua*...) a cerca de um palmo de distância da caixa. Ao fim da sua mensagem, diga "câmbio", e coloque a chave "Fala-Escuta" na posição E ("Escuta"), para que o seu amigo, lá na "outra ponta da linha", possa se comunicar com você! Ambos os operadores verificarão que o som, embora não muito alto (por essa razão não achamos necessário dotar o INTERCOM de um controle de *volume*...), é perfeitamente inteligível, e de intensidade aceitável para os fins a que se destina... O "aluno" descobrirá, temos a certeza, muitas e muitas aplicações interessantes para o INTERCOM, tanto em simples brincadeiras, quanto em utilizações "sérias"...

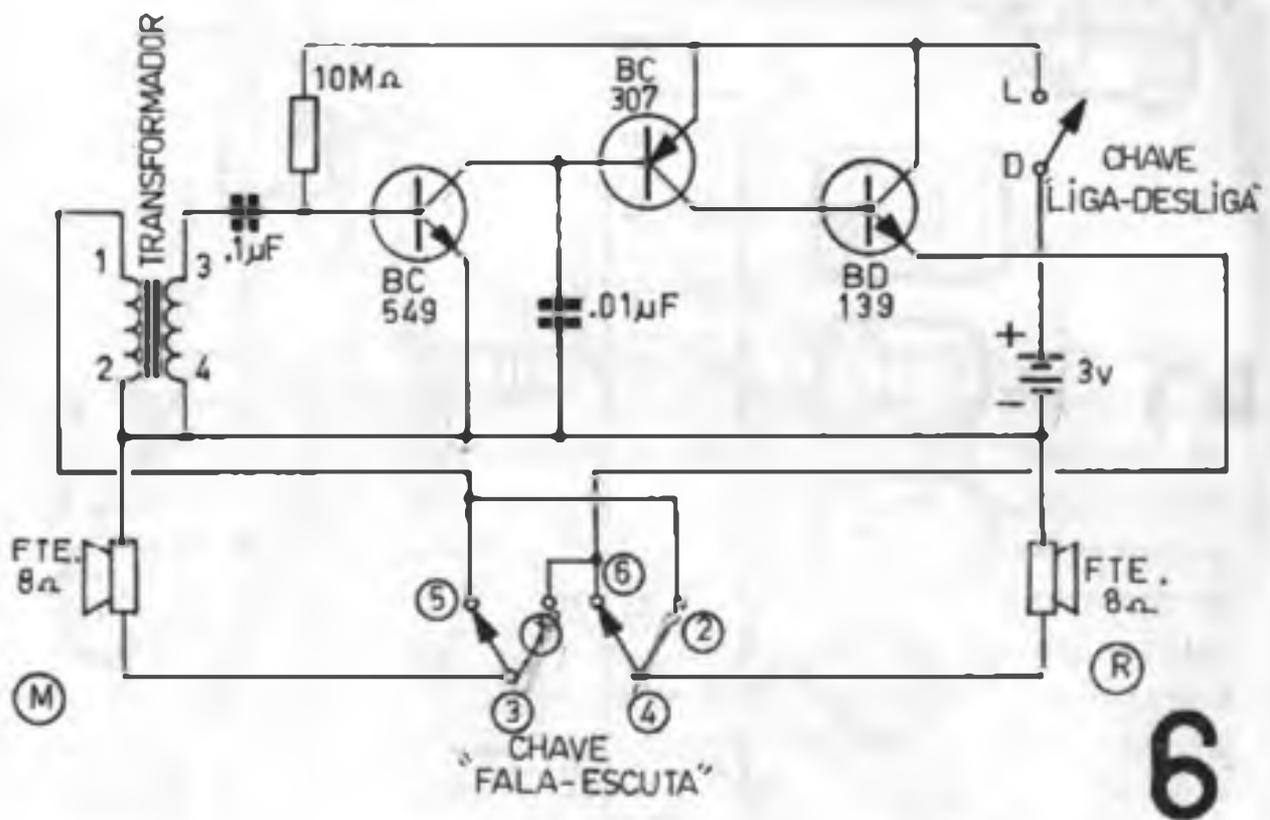
TRANSFORMADOR

5



O CIRCUITO – COMO FUNCIONA I

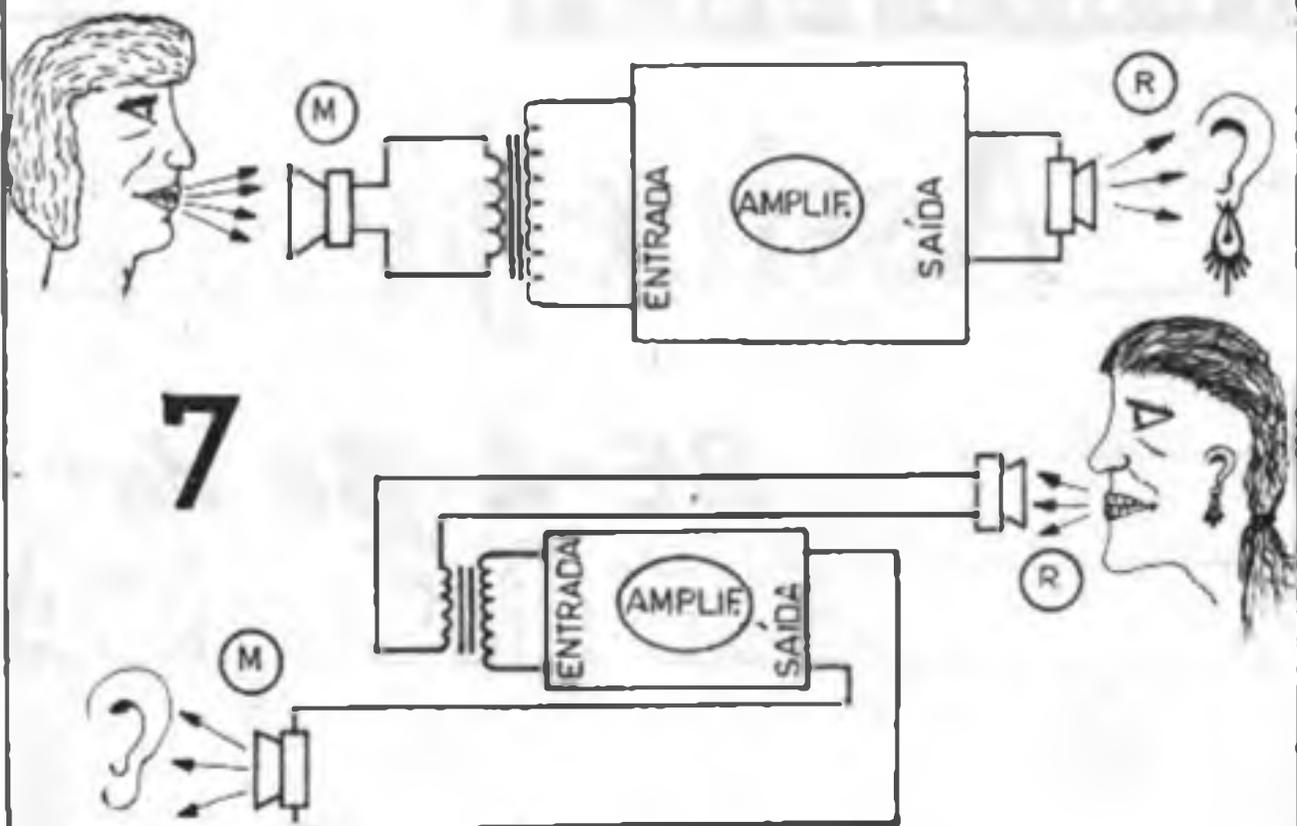
Na Ilustração 6 está o “esquema” simbólico do INTERCOM. Acharmos interessante, para a própria formação do “aluno”, que todos façam uma comparação, ainda que puramente visual, entre o “esquema” (des. 6) e o “chapeado” (des. 5), verificando a concordância de todas as ligações, valendo-se também, quando necessário, das informações contidas nos desenhos 1 e 2. É muito importante, para os aspectos práticos do aprendizado, que a turma vá aprendendo, desde cedo, a “ler” os diagramas esquemáticos, e a saber “traduzir” os símbolos em ligações reais...



O circuito básico do INTERCOM é chamado de amplificador de áudio de pequena potência. Como vimos, em rápidas explicações dadas em “lições” anteriores, os transístores funcionam como amplificadores da corrente, já que, aplicando-se correntes muito tênues na sua entrada, obtemos na saída, desde que o circuito esteja corretamente dimensionado, uma corrente muito mais elevada. No circuito do INTERCOM, usamos três transístores “enfileirados”, de maneira que um reforce a amplificação do outro, até obtermos, na saída do último transístor, o nível desejado. Como

vimos no artigo sobre os EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE, um alto-falante "transforma" sinais elétricos (corrente) em sinais sonoros (som). Vimos também, naquela "lição", que um alto-falante pode funcionar "ao contrário", ou seja: "recebendo" som e "emitindo" corrente... Observem então o desenho 7 que esquemmatiza, de maneira bem simplificada, é verdade, o funcionamento do INTERCOM:

Quando o MESTRE está "falando", a voz do operador atinge o seu alto-falante (que, no caso, está funcionando como microfone...). O alto-falante, por sua vez, transforma o som da voz em sinais elétricos (pulsos de corrente). Esses sinais, contudo, são ainda muito fracos, para poderem ser aproveitados pela entrada do amplificador transistorizado. O transformador utilizado no circuito funciona como "elevador", aumentando a intensidade desses sinais, até um nível aceitável pela entrada do primeiro transistor. Depois de sucessivamente amplificado pelos três transistores do circuito, o sinal elétrico é novamente convertido em som, pelo alto-falante existente na estação REMOTO! Quando invertemos a situação, mudando a posição da chave "Fala-Escuta", é o alto-falante da estação REMOTO que passa a funcionar como microfone,



captando a voz do operador distante, transformando-a em sinais elétricos, que são, em seguida, "reforçados" pelo transformador, amplificados pelos três transistores e, finalmente, convertidos novamente em som, ouvido então pelo operador da estação MESTRE.

Em futuras "lições" específicas, o funcionamento dos amplificadores com transistores será estudado mais a fundo, pois as aplicações de circuitos desse tipo são muitas, e merecem ser abordadas em "aulas" próprias. Por enquanto, contudo, contentem-se com a utilização do "bichinho", guardando o entendimento completo para o devido tempo...



NÃO PERCA

Assine já:

BE-A-BA' da[®]
ELETRÔNICA