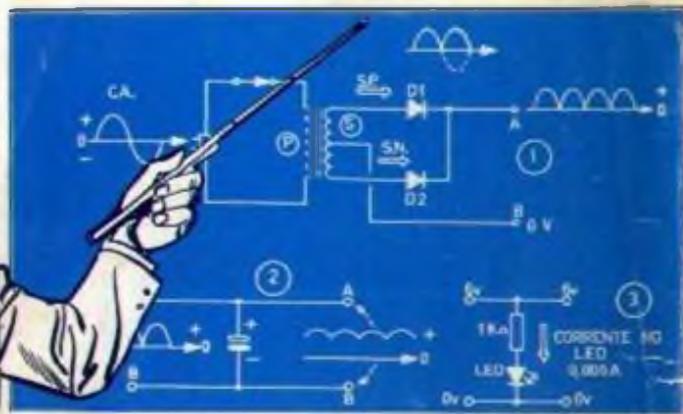


Vocês não podem
perder a nossa
próxima aula...



•TEORIA
•PRÁTICA
•INFORMAÇÃO



BE-A-BA' da[®] ELETÔNICA

A REVISTA-CURSO QUE
ENSINA A ELETÔNICA,
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

Nº 10
set. 83



GRÁTIS: placa UNIVERSAL

UMA "PÁ" DE MONTAGENS!



● Aprenda tudo sobre o ZENER, o SCR e o TRIAC

● EXPERIÊNCIAS: Monte a FONTE-Z, o FOTO-SCR, um ALARMA DE PASSAGEM e o COMANDO ESTROBOSCÓPICO DE POTÊNCIA

● TEORIA e PRÁTICA!



● FERRAMENTAS E COMPONENTES: faça o seu CIRCUITO IMPRESSO (2ª parte)



A K G

● O ALUNO ENSINA: o leitor mostra o seu CAPACITESTE!

● INICIAÇÃO AO HOBBY: construa o RAPIDIM

● Faça parte dos CLUBINHOS: Veja a HORA DO RECREIO



MANSAU'S SANTAREM, HOJA VISTA, ALTAMIRA, BELÉM, BRASÍLIA, FORTALEZA, GOIÁS, JACAREPANGA, LUIZ DE C. A. RIBEIRO, RIO BRANCO, RIO GRANDE, RIO NEGRU, TERAPIA E VILHENA (VIA AEREA), CTS 600.00



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

EM TODAS AS BANCAS



**DO PAÍS
A SUA**



**DIVIRTA-SE COM A
ELETRÔNICA**

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 WANDERLEI DA SILVA

Colaboradores/Consultores:

RUBENS CORDEIRO

Secretaria Assistente:

VERA LÚCIA DE FREITAS ANDRÉ

Orientação Pedagógica:

PROP. FRANCISCO GIALLUISI

Capa:

BÉDA MARQUES e WAN SI

Revisão de Textos:

Elisabeth Vasques Barboza

Composição de Textos:

Vera Lúcia Rodrigues da Silva

Fotolitos: Fotografia

Departamento de Publicidade e Contatos:

Fones: (011) 217.2257 e (011) 223.2037

Departamento de Reembolso Postal:

Pedro Fittipaldi - Fone: (011) 206.4351

Departamento de Estruturas:

Francisco Sanches - Fone (011) 217.2257

Departamento Comercial:

Joel Francisco A. de Oliveira - Fone: (011) 217.2257

Impressão:

Centrais Imppressoras Brasileiras Ltda

Distribuição Nacional:

Abri S/A - Cultural e Industrial

Distribuição em Portugal:

Electroliber Ltda (Lisboa/Porto/Faro/Funchal).

BE-A-BA DA ELETRONICA

é uma publicação mensal

Reg. no INPI sob n.º 028640

Reg. no DCDP

Copyright by

BÁRTOLO FITTIPALDI - EDITOR

Rua Santa Virginia 403 - Tatuaçu

CEP 03084 - São Paulo - SP

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

ÍNDICE - 10a. ANUA

- 2 - SINAL DE ENTRADA (Conversando com os "alunos").
- 3 - OS DIODOS ZENER, OS SCRs E OS TRIACS (T).
- 4 - O diodo Zener (T).
- 9 - Os parâmetros do Zener.
- 10 - AS EXPERIÊNCIAS (P) - 1a. Comprovando a ação "abaixadora" e reguladora do diodo Zener.
- 13 - 2a. Fonte de alimentação de baixa tensão a Zener.
- 17 - O SCR (T).
- 26 - Aplicações e circuitos com SCR.
- 28 - "Caras" e parâmetros do SCR.
- 30 - AS EXPERIÊNCIAS (P) - Experiência "A" - Foto-comando com SCR.
- 33 - Experiência "B" - Alarma de passagem com SCR.
- 37 - O TRIAC (T).
- 40 - EXPERIÊNCIA (P) - Comando estroboscópico de potência com TRIAC.
- 46 - "Tabelinha de TRIACS.
- 49 - UMA DÚVIDA, PROFESSOR! (Esclarecendo pontos não entendidos).
- 61 - O MESTRE "DANÇOU"... (Ex-rata).
- 63 - FERRAMENTAS E COMPONENTES (I) - Como confeccionas placas de Circuito Impresso (2a. parte).
- 76 - HORA DO RECREIO (Intercâmbio entre os "alunos").
- 80 - BRINDE DA CAPA.
- 82 - INICIAÇÃO AO HOBBY (P) - RAPIDIM (Jogo eletrônico de reflexos).
- 91 - O circuito - Como funciona (I).
- 94 - O "ALUNO" ENSINA... (As boas ideias da turma...).
- 100 - INFORMAÇÃO PUBLICITÁRIA (Pacotes/Lição).

SINAL DE ENTRADA

Décimo estágio do nosso "curso"... Se fosse numa Escola "tradicional", estaríamos, provavelmente, pensando nas "provas de fim de ano" e essas coisas... Mas, *não é o caso!* O "curso" do BÊ-A-BÁ é um negócio totalmente diferente, onde não existem cronogramas rígidos a serem cumpridos, onde as velhas "provas" e "sabatinas" (ou "avaliações" como se diz agora...) não são determinantes no sentido de se verificar se "a turma aprendeu ou não"... *Aqui, cada um é cada um...* (mesmo porque, a todo momento tem gente nova entrando na turma...).

Temos uma maneira toda própria de verificar e avaliar o aproveitamento da "turma", que é a imensa (e quando dizemos "imensa", não é uma *figura de retórica*...) quantidade de correspondência que recebemos, todo dia, toda semana, todo mês, de *leitores/ "alunos"*, desejosos de participar, de aprender, de contribuir, para que o nosso "curso" cada vez mais "combine" com os interesses de cada um...

Acreditamos, com toda a sinceridade, estarmos levando a "coisa" *exatamente* do jeito que vocês querem e precisam... Entretanto, (porque acreditamos no consenso e na vontade da maioria...), *sempre* que notarmos, através das informações que vocês (*leitores/ "alunos"*) nos fornecem "dentro" dos comunicados que nos enviam, uma certa tendência, alguma preferência especial por determinado ângulo da moderna Eletrônica, "dirigiremos" o nosso BÊ-A-BÁ para esse "lado"...

Queremos (e essa foi a filosofia dentro da qual nasceu a nossa revista/curso) divulgar e propagar a Eletrônica, sem complicações, porém a um nível que dá formação básica (teórica, prática e informativa) a estudantes, a simples curiosos, e *também* a aqueles que pretendem, no futuro, especializar-se profundamente no assunto...

Tenham sempre na mente que *nada* o que foi prometido no editorial (SINAL DE ENTRADA) da 1a. "aula" será cumprido à risca... Quem nos acompanha desde o início, há de se lembrar que, na pág. 3 do BÊ-A-BÁ n.º 1, no 6.º item da "declaração de princípios" mencionávamos a intenção de tornar também a revista num autêntico *ponto de encontro e "clube"* para a troca de idéias e experiências entre os *leitores/ "alunos"*; É isso que temos feito (está aí a seção O "ALUNO" ENSINA, além da HORA DO RE-CREIO, para provar...).

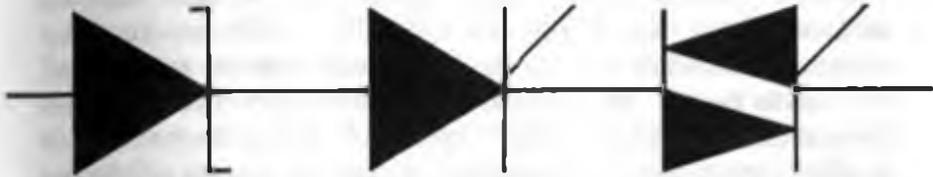
O "curso" prosseguirá, indefinidamente, dentro dos moldes e do projeto em que surgiu — isso podemos prometer... Os milhares que já estão conosco, mais todos que "estão agora entrando na Escola", junto com os futuros "alunos", formam-se, temos absoluta certeza, um verdadeiro contingente de "reais" conhecedores da *Eletrônica como um todo*... Já *vivemos* o futuro e, hoje, como amanhã, quem não "souber Eletrônica dançada" sim, porém fora do ritmo... O nosso BÊ-A-BÁ pretende, *apenas*, "analisar os passos dessa dança", para que, depois, cada um "balle por si", com toda a desenvoltura...

O EDITOR

É proibida a reprodução total ou parcial do texto, artes ou fotos deste volume, bem como a toda a utilização ou comercialização de quaisquer dos projetos, circuitos ou experiências nele contidos, sem a prévia autorização dos detentores do copyright. Todos os bens aqui mencionados foram produzidos em seu trabalho e empurrados nos anos e alguns nos técnicos, práticos, porém BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA e BARTOLO PITTIPALDI — EDITOR, assim como os autores e colaboradores, não se responsabilizam por falhas ou defeitos ocorridos, bem como não se obrigam a qualquer tipo de assistência técnica ou elétrica aos leitores. Todo o cuidado possível foi observado por BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA no sentido de não infringir patentes ou direitos de terceiros, no entanto, se erros ou lapsos ocorrerem neste sentido, obrigamo-nos a publicar, no caso quanto possível, e necessariamente gratuito, o correto ou remédio. Embora BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA assumo a forma de "revista-curso", não se obriga à concessão de quaisquer tipos de diplomas, certificados ou comprovantes de aprendizagem que, por Lei, só podem ser fornecidos por cursos regidos, devidamente registrados, em cursos e homologados pelo Ministério da Educação e Cultura.

OS DIODOS ZENER, OS SCRs E OS TRIACs

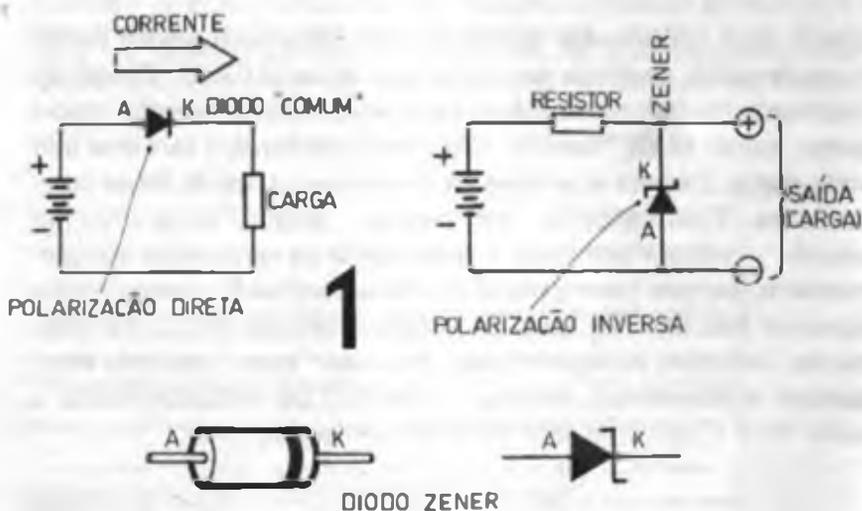
T



A "família" dos componentes semicondutores é *muito grande* (e, a todo momento surgem novos "primos" e "sobrinhos", aperfeiçoamentos dos transistores e diodos "tradicionais"...). Já falamos sobre os DIODOS "comuns" (3a. "aula") sobre os LEDs (5a. "aula") e sobre os TRANSISTORES BIPOLARES e seus "parentes" mais próximos ("aulas" 6,7, 8 e 9). Agora chegou a vez de outros importantes componentes: os DIODOS ZENER e os RETIFICADORES CONTROLADOS DE SILÍCIO (SCR e TRIAC), ambos com importantes aplicações e funções num grande número de circuitos, devido às suas propriedades específicas... Chegando à presente "aula", o leitor já terá sido apresentado aos mais importantes membros da "família" dos semicondutores, e terá uma boa visão global (teórica e prática) da imensa versatilidade desses componentes. Eventualmente, em futuras "aulas", voltaremos ao assunto — sempre que surgir a necessidade de explicações complementares, ou que forem, nas experiências, utilizados componentes especiais que também usem o "efeito semiconductor"... Forçosamente, inclusive, na *segunda fase* do nosso "curso", quando abordarmos o importante assunto -- CIRCUITOS INTEGRADOS -- voltaremos a falar com detalhes sobre semicondutores...

O DIODO ZENER – O QUE É – O QUE FAZ

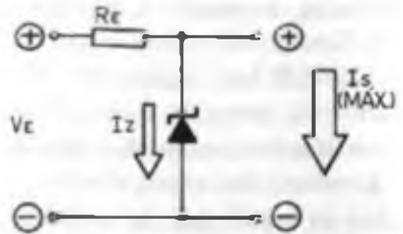
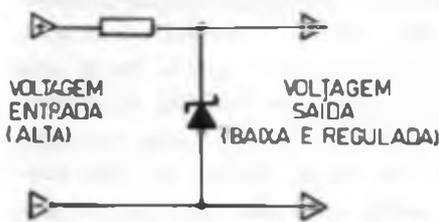
O "aluno" há de se lembrar que o diodo "comum" (3a. "aula") é formado por dois blocos de materiais semicondutores, formando uma *junção P-N*, a qual, basicamente, apenas permite o trânsito da corrente quando polarizada no sentido *direto* (positivo da alimentação aplicado ao material P e negativo ao material N). A construção interna do DIODO ZENER é muito semelhante à dos diodos "comuns", constituindo-se numa única junção de dois materiais semicondutores, tipo P e N. Nos DIODOS ZENER, porém, a sua estrutura é especialmente dimensionada, de modo que a "barreira" ou "região neutra" da junção apresente dimensões rígidas, quando inversamente polarizada. Esse "tamanho" rígido da barreira da junção, conseguido industrialmente através da correta adição das chamadas "impurezas", faz com que o ZENER, quando ligado a um circuito em *polarização inversa*, funcione como um *regulador de voltagem de grande precisão*, mostrando grande utilidade em vários circuitos e aplicações específicas... O desenho 1 mostra, no alto, à esquerda, o diagrama de circuito "tradicional" para um diodo "comum", ligado em polarização direta (caso em que a corrente "passa" pela junção, alimentando a "carga"). Notar, então que,



normalmente, o diodo "comum" fica, nos circuitos onde seja aplicado, *em série* com a carga, de maneira a permitir ou não a passagem da corrente, como já vimos... Devido às suas características próprias, contudo, o ZENER apresenta uma ligação típica diferente. Conforme mostra o diagrama do desenho 1, ao alto, à direita, o ZENER fica, normalmente, ligado *em paralelo* com a "carga" ou saída do circuito e, além disso, conetado de maneira a receber *polarização inversa*. A aplicação do DIODO ZENER exige também, na maioria das vezes, a presença de um *resistor limitador*, para adequar as condições de corrente e tensão aos parâmetros do componente, além de dimensionar a tensão e a corrente na própria saída ou "carga"...

Antes de falarmos sobre as aplicações e circuitos, vamos dar uma olhada na "cara" externa do ZENER, também mostrada no desenho 1. O componente, assim como seu "primo", o diodo "comum", também apresenta dois terminais, chamados de *catodo* (K) e *anodo* (A). Sobre o seu "corpo", pequeno e cilíndrico, existe uma pequena marca (faixa ou anel, em cor contrastante) numa das extremidades, indicando o terminal K. Embora "por fora" o ZENER seja *muito* parecido (*idêntico*, mesmo, na maioria dos casos...) ao diodo "comum"..., sua função é diferente, e assim, para que não ocorram confusões, o seu símbolo esquemático (mostrado também no desenho 1) é distinto daquela usado para representar o diodo. Notar que a barrinha que simboliza o terminal K, no diodo ZENER, é desenhada com duas "dobras" em direções opostas, nas extremidades, dando-lhe a configuração de uma letra "Z" estilizada ("Z" de Zener).

A função básica do ZENER em um circuito é *abaixar e regular* uma determinada voltagem. Observem o desenho 2, à esquerda, que mostra uma configuração típica para a aplicação do ZENER: na *entrada* do circuito, temos uma voltagem relativamente alta, proveniente de uma fonte de alimentação C.C. qualquer. Essa voltagem, através de um resistor limitador, chamado de *resistor de entrada*, ou (RE) e do próprio ZENER, surge na saída do circuito *mais baixa e regulada*. Isso quer dizer que -- por exemplo -- se o ZENER colocado no circuito for um componente para 3,3 volts, essa exata tensão estará presente na saída, mesmo que na entrada, "enfiamos" voltagens bem superiores (quaisquer que sejam) como 6 volts, 9 volts, 12 volts ou mais! Para variações extremas na



$$R_E = \frac{(V_E - V_S)}{(I_{S \text{ MAX}} + I_Z)}$$

2

tensão de entrada, deve variar também o valor ôhmico do resistor RE. Esse resistor (que é um componente de "apoio *muito* importante para o bom funcionamento do ZENER, e para que seus parâmetros não sejam excedidos...) deve, sempre, ser calculado através da fórmula também mostrada no desenho 2, junto com o diagrama explicativo... Vamos ver, então, como se calculam os componentes numa aplicação de ZENER, detalhando as grandezas mostradas tanto na fórmula quanto no diagrama:

- VE -- É a voltagem de entrada, que queremos ver reduzida e regulada pelo DIODO ZENER. Essa tensão deve, obviamente ser *mais alta* do que a pretendida na saída do circuito.
- VS -- Voltagem de saída, depois de abaixada e regulada pelo ZENER. Como existem diodos ZENER específicos para uma ampla faixa de tensões (como veremos numa "tabelinha", mais adiante...), não é difícil obter-se qualquer valor pretendido, através da correta escolha do ZENER.
- RE -- É o resistor de entrada, de cujo valor depende também o correto funcionamento do circuito. A fórmula mostrada no desenho 2 serve, justamente, para encontrar o seu valor, em ohms.

IS (máx) – É a corrente máxima de saída, que será “consumida” pela carga a ser alimentada pelo circuito. É importante que saibamos o regime de corrente da carga ou do circuito que vá ser alimentado pelo conjunto ZENER/resistor RE pois, sem esse parâmetro, não teremos base para um cálculo correto.

IZ – Corrente do ZENER. Embora existam métodos mais precisos de se calcular tal corrente, na prática e no cálculo usando a fórmula mostrada, podemos arbitrar a corrente do ZENER (IZ) em 10% da corrente de saída (IS). Assim, se – por exemplo – pretendemos uma corrente na carga de 0,1 ampère, podemos considerar a corrente do ZENER como 0,01 ampères (10% de 0,1).

Nada como um exemplo prático para demonstrar como funciona a “coisa”... O desenho 3 ilustra uma solução típica, cujos cálculos vamos fazer juntos, conferindo a fórmula:

– Suponha o “aluno” que dispomos de uma fonte com tensão de 9 volts (pilhas ou bateria, por exemplo), porém, para alimentar determinado circuito, precisamos de 6 volts. Sabemos também, de antemão, que essa aplicação consumirá uma corrente de 100 mA (0,1 ampère).

O circuito típico para a aplicação do ZENER, nós já conhecemos... E os valores dos componentes? Vamos “dissecar” a fórmula...

$$RE = \frac{(VE - VS)}{(IS \text{ máx} + IZ)}$$

VE – Nós sabemos que é 9 volts.

VS – Queremos que seja 6 volts. A primeira coisa a fazer é verificar, nos manuais, se existem ZENERS para essa tensão. O parâmetro mais próximo é 6,2 volts (a diferença é pouca, desprezível, para efeitos práticos).

IS máx. – Já conhecemos, e é de 0,1 ampère.

I_Z -- A corrente do ZENER, conforme já foi "combinado" pode ser arbitrada em 0,01 ampère (10% de I_S).

Vamos então obter o valor de RE...

$$R_E = \frac{9 - 6,2}{0,1 + 0,01} \quad \text{ou} \quad R_E = \frac{2,8}{0,11}$$

R_E -- 25,25 Ω (valor comercial mais próximo 27 Ω)

"Descobrimos" então o valor de R_E , que deve ser de 27 Ω , conforme mostra o desenho 3. Temos ainda que saber a dissipação, em watts, desse resistor. O "aluno" assíduo não terá dificuldades em obter a dissipação, usando as fórmulas aprendidas na 1a. "aula" (LEI DE OHM e suas fórmulas derivadas, além do cálculo de "potência"...). A fórmula para o cálculo é:

$$P_R = V \times I$$

Onde P_R -- dissipação do resistor R_E , em watts.

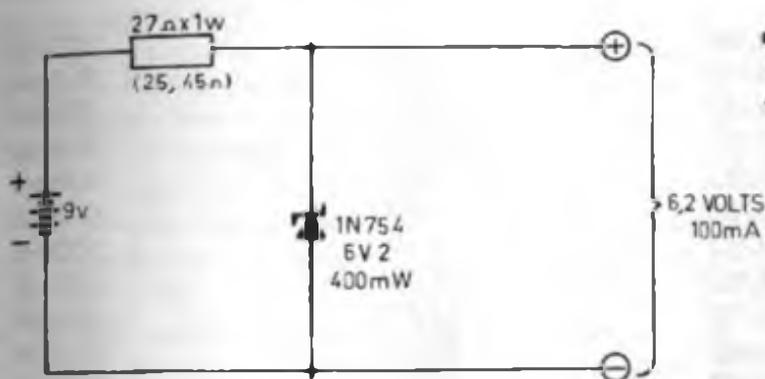
V -- tensão de entrada (V_E), aplicada sobre tal resistor.

I = corrente total que o percorrerá (soma de $I_S + I_Z$).

Vamos ver: $P_R = 9 \times 0,11$ ou $P_R = 0,99$ watts.

Assim podemos, em R_E , usar um resistor de 27 Ω x 1 watt (ou mais...).

Existe, porém, um derradeiro parâmetro a ser determinado, que é a *potência do ZENER*, que chamamos de P_Z . Conforme foi dito, os ZENERS são encontrados para uma ampla faixa de voltagens. Já, quanto à sua potência, as opções são mais restritas: existem ZENERS para 400mW, 500mW e 1W, tipicamente (também existem ZENERS de alta potência, mas destinam-se a aplicações muito específicas, e fogem do espírito e das utilizações nos circuitos simples, para estudo e aprendizado...). O cálculo da potência do ZENER também é muito fácil, usando a "velha" fórmula mostrada lá na 1a. "aula":



$PZ = VS \times IZ$ (tensão de saída vezes a corrente do zener)

Vamos que vamos: $PZ = 6,2 \times 0,01$ ou $PZ = 0,062W$

Sabendo, então, que a potência do zener, calculada, é de 62 miliwatts, podemos, com segurança, usar um ZENER para 400 miliwatts, que trabalhará "folgado"... Consultado um manual ou uma tabela, veremos que o ZENER que se encaixa nos requisitos é o 1N753 (6,2 volts x 400 miliwatts).

Viram só como foi fácil o cálculo completo do circuito mostrado no desenho 3? Basta saber-se os requisitos e as fórmulas, que tudo pode ser calculado e resolvido num "piscar de olhos"...

OS PARÂMETROS (I)

Conforme dissemos, os ZENERS são fabricados para várias voltagens reguladas específicas e rígidas, e para algumas margens de potência. Existem manuais e tabelas, às vezes fornecidos pelos próprios fabricantes do componente, que podem ser consultados quando se necessita de um componente determinado... Para facilitar a vida do "aluno", contudo, mostramos, a seguir, uma "mini-tabela", com os ZENERS mais comuns, seus códigos, valores de tensão regulada e parâmetros de potência... Embora a lista não pretenda ser uma informação completa e absoluta sobre o assunto, acreditamos que será de grande valia para a turma...

CÓDIGO	TENSÃO	POTÊNCIA
1N746	3,3V	500mW
1N748	3,9V	500mW
1N750	4,7V	500mW
1N751	5,1V	500mW
1N753	6,2V	500mW
1N755	7,5V	500mW
1N757	9,1V	500mW
1N758	10,0V	500mW
1N759	12,0V	500mW
1N965	15,0V	500mW
1N967	18,0V	500mW
1N968	20,0V	500mW
1N970	24,0V	500mW
1N972	30,0V	500mW
1N4728	3,3V	1W
1N4730	3,9V	1W
1N4732	4,7V	1W
1N4733	5,1V	1W
1N4735	6,2V	1W
1N4737	7,5V	1W
1N4739	9,1V	1W
1N4740	10,0V	1W
1N4742	12,0V	1W
1N4744	15,0V	1W
1N4746	18,0V	1W
1N4747	20,0V	1W
1N4749	24,0V	1W
1N4751	30,0V	1W

As experiências P

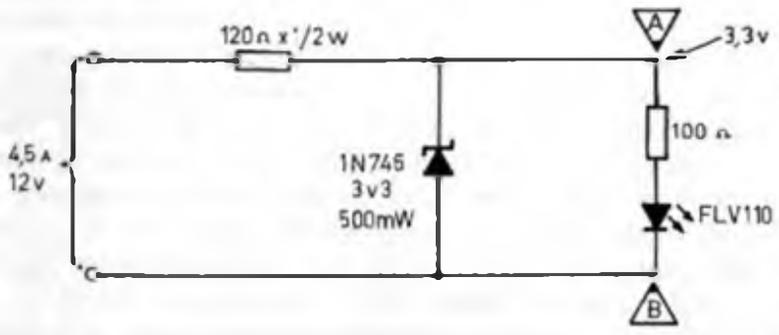
1a. – COMPROVANDO A AÇÃO “ABAIXADORA” E REGULADORA DO DIODO ZENER

Como sempre fazemos aqui no “curso” do BÊ-A-BÁ, junto às informações puramente teóricas, o “aluno” terá a oportunidade de

realizar algumas experiências simples, porém elucidativas e comprobatórias, pois nada como "ver" o funcionamento de determinado componente ou circuito, para entender e guardar bem na "moringa" a sua atuação... Conforme falamos ao abordar os circuitos típicos com o ZENER, aí atrás, a sua função básica é "abaixar" e regular uma determinada tensão... Assim, através da experiência prática mostrada em todos os seus detalhes no desenho 4, o "aluno" poderá realizar a comprovação desses fatos. O circuito é muito simples, formado por uma rede de abaixamento e regulação, composta de um resistor (RE) e de um diodo ZENER... A carga, que deverá receber a voltagem regulada de saída, é formada por um LED anexo ao seu resistor limitador (ver 5a. "aula", se tiver alguma dúvida...). A experiência foi dimensionada de modo que o conjunto LED/resistor limitador receba *sempre* uma alimentação de 3,3 volts. Como o valor do resistor em série com o LED é de 100Ω , um cálculo simples nos mostrará que a corrente que percorrerá o componente (LED) será (constante), de 33 miliampéres (0,033A), proporcionando um bom nível de brilho. Para comprovar a ação do ZENER, o "aluno" deverá alimentar o circuito (através dos segmentos 1 – *positivo* e 2 – *negativo*) da barra de conetores que serve de base ao conjunto), com várias tensões diferentes, usando, para isso, pilhas de 1,5 volts cada, em série, perfazendo voltagens de 4,5 volts (3 pilhas), 6 volts (4 pilhas), 7,5 volts (5 pilhas), 9 volts (6 pilhas), 10,5 volts (7 pilhas) e 12 volts (8 pilhas). Respeitando sempre, é claro, a polaridade.

O "aluno" deve estar lembrado que os parâmetros que determinam a luminosidade do LED são, diretamente, os responsáveis pela corrente que o percorre (tensão da alimentação e resistência em série com o LED). Como o resistor anexo ao LED tem um valor *fixo* (100Ω , no caso), obviamente, a única maneira que teríamos de modificar a luminosidade do LED seria alterando a tensão de alimentação. Entretanto, o que queremos na experiência, é **MANter A LUMINOSIDADE DO LED INALTERADA**, mesmo com amplas variações na tensão de alimentação (para, justamente, comprovar a ação reguladora do ZENER).

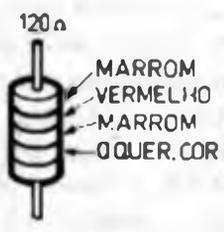
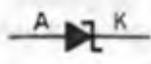
Montado o circuito (o que será fácil, usando-se o sistema de barra de conetores parafusados, como sugere a ilustração), o aluno verificará que, qualquer que seja a voltagem aplicada aos terminais de alimentação (segmentos 1 e 2 da barra), dentro da faixa reco-



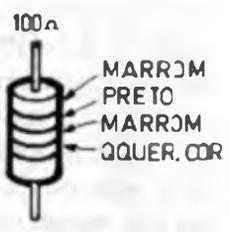
LED
FLV110



ZENER
1N746



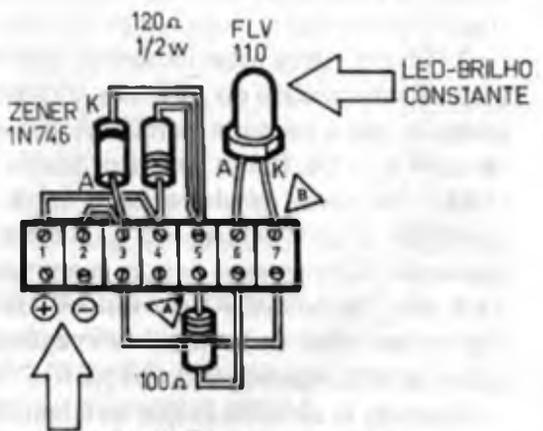
120 Ω



100 Ω

MARROM
PRETO
MARROM
QUERC. COR

4



ALIMENTAÇÃO - 4,5 A 12 VOLTS
(DE 3 A 8 PILHAS DE 1,5V)

mendada (4,5 a 12 volts), o brilho do LED será sempre o *mesmo*, provando que o ZENER está exercendo a sua função dupla: ABAIXAR a tensão de alimentação para os 3,3 volts e MANTER essa tensão regulada de 3,3 volts, *mesmo* que a (relativamente) elevada tensão de alimentação varie!

A experiência é muito elucidativa, além de apresentar a vantagem (muito apreciada pelos "alunos" nesses tempos de "vacas magras"...) de permitir a reutilização de *todos* os componentes em outras experiências futuras, ou montagens práticas definitivas posteriores ..

Um adendo interessante: se o "aluno" montou o VOLTÍMETRO SEM GALVANÔMETRO (INICIAÇÃO AO HOBBY da 9a. "aula"), poderá "medir" a voltagem nos pontos (A) e (B), mostrados tanto no "esquema" quanto no "chapeado" (desenho 4), e verificar, com maior precisão que, mesmo com a substancial alteração da tensão de alimentação de entrada (entre 4,5 e 12 volts), os referidos pontos apresentarão *sempre* a tensão de 3,3 volts, graças ao trabalho executado pelo diodo ZENER...

• • •

**2a. — UMA EXPERIÊNCIA DE APLICAÇÃO PRÁTICA
IMEDIATA. FONTE DE ALIMENTAÇÃO DE BAIXA TENSÃO
C.C., ALIMENTADA DIRETAMENTE DA REDE C.A.
(110 VOLTS), SEM TRANSFORMADOR!**

Grças à sua propriedade de "abaixar" e regular a tensão, o DIODO ZENER pode ser usado no projeto de fontes de alimentação simples (para baixa tensão e baixa corrente), que podem substituir as pilhas normalmente utilizadas na alimentação de muitos circuitos simples (como é o caso da maioria das experiências e montagens práticas mostradas aqui no BE-A-BA...). Normalmente, como já vimos na 3a. "aula", para reduzirmos a tensão alta da rede C.A., usamos um transformador (ver a MINI-FONTE — INICIAÇÃO AO HOBBY da 3a. "aula"). O transformador, entretanto, embora muito útil quando necessitamos de considerável corrente na saída de tal fonte, é um componente relativamente grande e pesado, além de custar uns "bons cruzeirinhos"... Quando a necessidade de corrente é baixa (algumas dezenas de miliampéres), po-

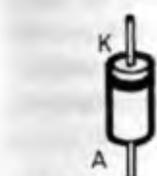
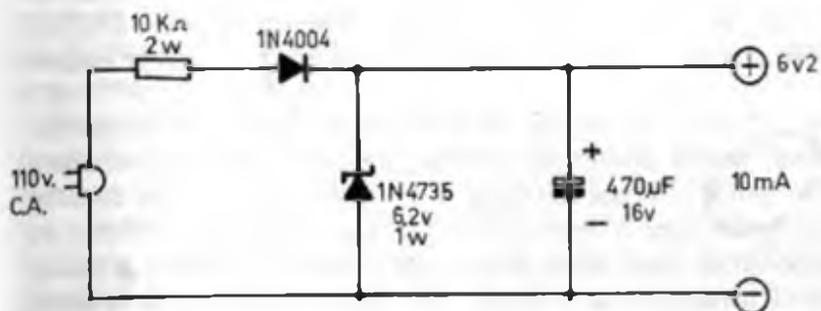
demos, com toda a facilidade, construir (graças ao ZENER), uma fonte de excelente desempenho, sem o *transformador*, o que redundará num tamanho final *muito* reduzido, além de considerável economia no custo da "coisa"! O desenho 5 dá todas as informações ("esquema", "destrinchamento" dos componentes, terminais, códigos e identificações, e o "chapeado"...) para que o aluno construa a sua FONTE SEM TRANSFORMADOR...

A fonte da 2a. experiência fornece, diretamente da rede C.A., 6,2 volts C.C. com boa regulação, conveniente para a alimentação de pequenos circuitos experimentais que necessitem dessa faixa de tensão para funcionarem (e desde que não "chupem" mais do que uns 10 miliampéres...).

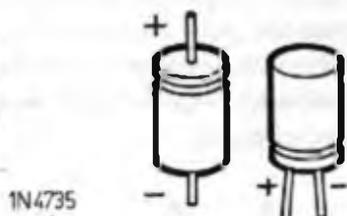
A construção é muito simples, e, embora o desenho mostre o desenvolvimento em *ponte de terminais* (barra de conectores soldáveis), nada impede que o "aluno" realize o projeto em barra de conectores parafusados, ou até num pequeno circuito impresso (observar a série COMO FAZER SEUS CIRCUITOS IMPRESSOS, que está sendo mostrada na seção FERRAMENTAS E COMPONENTES, desde a 9a. "aula"...).

É *muito* importante observar-se os *limites* da nossa FONTE SEM TRANSFORMADOR, ou seja: só podem ser alimentados por ela, circuitos que requeiram uma tensão de 6,2 volts (6 volts, na prática) e que não consumam corrente superior a 10 miliampéres (muitos dos pequenos circuitos experimentais se enquadram nessas características...). Se, eventualmente, for exigido da fonte um regime de corrente *acima* do seu limite, a *regulação* exercida pelo ZENER perderá sua eficiência, fazendo com que, em alguns casos, a tensão de saída caia... Se o "aluno" quiser, contudo, poderá ampliar a capacidade de corrente da fonte, recalculando o valor do resistor (RE), originalmente de $10K\Omega$, bem como a sua dissipação (2W, no caso...).

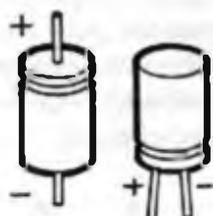
Outro ponto que merece atenção cuidadosa é o fato do circuito *não estar isolado da rede C A* (o que, nas fontes com transformador, não constitui problema, pois o *primário* e o *secundário*, por não apresentarem ligação "elétrica" entre si — apenas "eletromagnética" — exercem essa função de isolamento... Assim, é recomendado todo o cuidado no manuseio do circuito, devendo o "aluno" evitar tocar suas partes metálicas quando o cordão de alimentação (tomada "macho" conetada à rede C.A.) estiver "enfia-



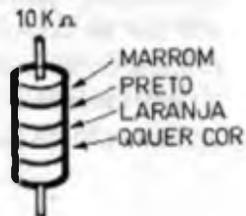
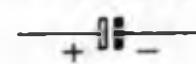
1N4004



1N4735



CAP. ELETROLITICO

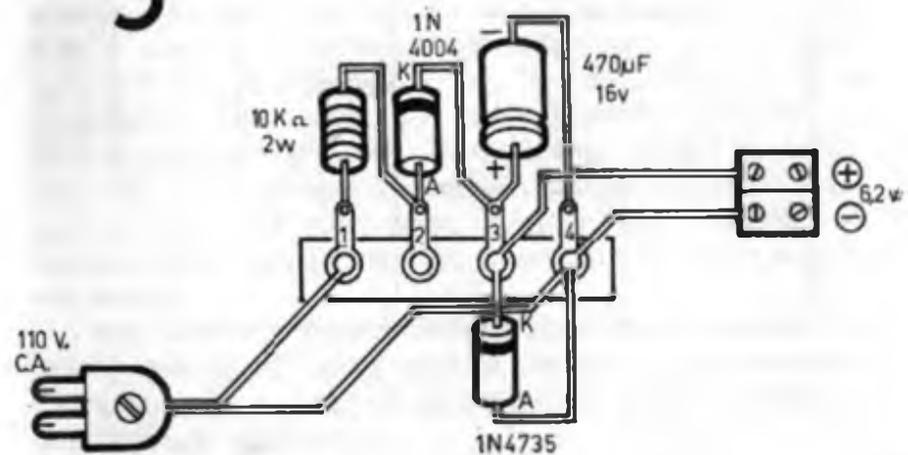


10 KΩ

MARROM
PRETO
LARANJA
QUER COR

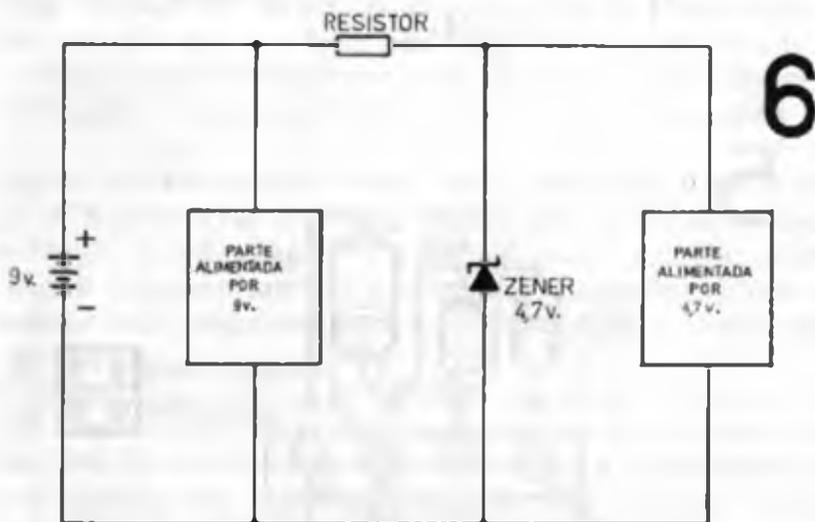


5



do" na tomada da parede (rede C.A.). Todo e qualquer teste ou verificação, deve ser feito com o circuito desligado da rede C.A., ou – pelo menos – com o máximo de precaução, para evitar acidentes...

Se o "aluno" pretender dar à montagem uma configuração definitiva, deverá encapsulá-la numa caixa isolante (plástica), para evitar também a possibilidade de "curtos" danosos ao circuito (e perigosos para o operador...). Devido ao pequeno número de componentes, bem como à reduzida dimensão de todas as peças, o leitor conseguirá, se o quiser, montar o conjunto numa caixinha do tamanho de uma embalagem de fósforos (ou menor ainda, com algum "jeito"...). A sugestão implícita no desenho 5, de usar um par de conetores parafusados para a saída da fonte, é muito prática, porém não se deve esquecer de *marcar, com toda a clareza,* a polaridade dos terminais, evitando "gatos" perigosos quando da alimentação de qualquer outro circuito...



Um último "toque" sobre os ZENERS: como vimos durante a presente "lição", o componente é capaz de (com a conveniente ajuda de um resistor, especialmente calculado...), abaixar e regular uma tensão qualquer... Assim, sempre que, num determinado circuito complexo, devido às necessidades e parâmetros dos blocos de componentes, certas partes requerem alimentação de tensão diferente (mais baixa) do que as outras, o ZENER se revelará de grande utilidade, como sugere a ilustração 6. No caso do exemplo mostrado no desenho, o bloco *principal* do circuito requer alimentação de 9 volts, "confortavelmente" fornecida pela fonte dessa exata tensão... Entretanto, um outro bloco, dentro do circuito, "precisa" de uma voltagem menor de alimentação (4,7 volts, no exemplo...). Com um ZENER, e um resistor de "apoio" (RE), especialmente calculados e dimensionados, podemos, facilmente, conseguir essa tensão "extra" para a alimentação do *segundo bloco* circuitual...



OS RETIFICADORES CONTROLADOS DE SILÍCIO SCR e TRIAC (T)

Conforme já vimos em "aulas" anteriores, os transístores trabalham, basicamente, como amplificadores de corrente, ou seja, permitem, no seu circuito de emissor/coletor, a passagem de uma corrente relativamente intensa, apenas quando o terminal de "controle" -- a base -- está recebendo polarização conveniente (uma pequena corrente, de polaridade certa). Dentro de uma certa "faixa de trabalho", essa amplificação se faz de maneira proporcional, ou seja: supondo que o *ganho* (fator de amplificação) do transístor é 100, se aplicarmos 1 miliampère à base, teremos uma corrente de coletor de 100 miliampéres, se aplicarmos 2 miliampéres ao terminal de controle, teremos 200 miliampéres no coletor, e assim por diante...

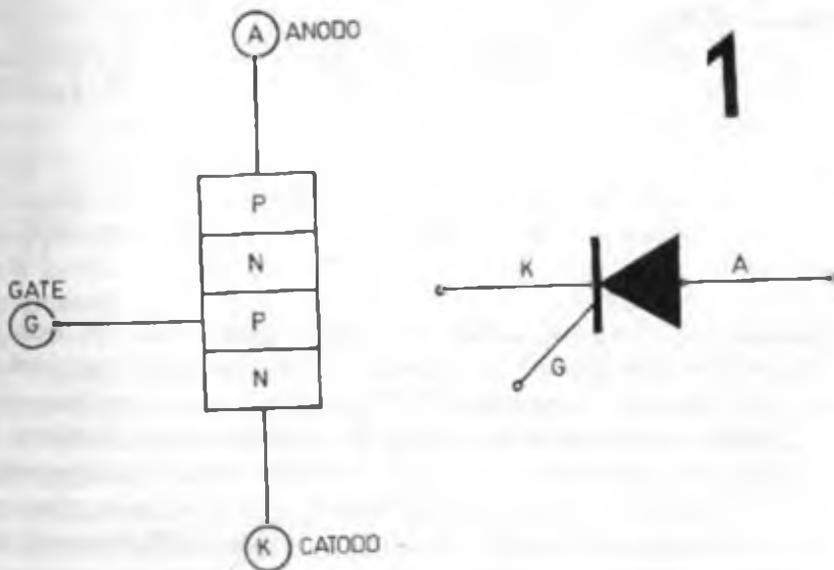
Vimos também os diodos "comuns", que funcionam como uma "rua de mão única" para a corrente, permitindo a sua passagem, livremente, num determinado sentido, e "proibindo" a circulação dos elétrons no sentido oposto...

Existe um outro importante componente da "família" dos semi-condutores que alia, dentro de si, parte das propriedades dos transistores e parte das propriedades dos diodos! Esse componente é o SCR ou Retificador Controlado de Silício (as letras SCR são as iniciais do seu nome em inglês: *Silicon Controlled Rectifier*). Em princípio, quando à condução da corrente, o SCR se comporta como um diodo: apenas permite a sua passagem num sentido, vedando-a, completamente no outro. Assim, o SCR tem dois terminais de "nomes" semelhantes aos dos diodos: anodo (A) que deve ser polarizado positivamente para que ocorra a condução, e catodo (K), que precisa ser ligado ao negativo. Aí termina, porém a semelhança com o diodo "comum"... O SCR apresenta um *terceiro* terminal, chamado de *gate* (G) que exerce a função de controle ou de "autorização"... Explicando: enquanto esse terminal G não receber uma polarização *positiva* (ainda que momentânea), o SCR *não conduz* a corrente, nem no sentido direto, de anodo para catodo, fazendo o papel, por exemplo, de um interruptor "aberto" ou desligado... Contudo, assim que aplicamos uma polarização positiva ao terminal G, o SCR entra em condução total, permitindo o livre fluxo da corrente entre seus terminais A e K! Alimentado por corrente contínua (positivo aplicado ao seu terminal A e negativo ao K), o SCR, depois de receber, no seu terminal G o sinal positivo de "comando", permanece em estado de plena condução *ainda que* a polarização positiva aplicada ao terminal G seja removida! Isso quer dizer que, *mesmo que apenas um breve pulso positivo* seja aplicado ao G, a condução se inicia, e *não pára mais*... A única maneira de se "desligar" novamente um SCR (fazendo com que retorne ao estado de *não condução*...), é retirar, momentaneamente, a polarização ou alimentação presente nos terminais A e K (desligando e ligando, rapidamente, a própria fonte de alimentação, por exemplo, ou colocando-se, também momentaneamente, "em curto", os seus terminais A e K, com o que ambos assumem o *mesmo potencial*, o que, na prática, é a mesma coisa que retirar a sua polarização de anodo/catodo)...

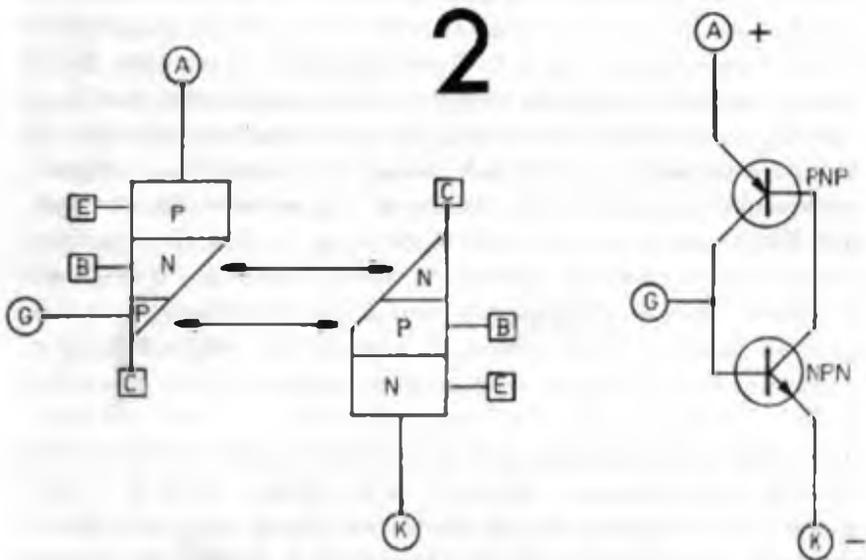
O SCR "POR DENTRO"...

Como já sabemos, os diodos comuns são formados por dois "pedaços" de material semi-condutor, de polaridades opostas (P e N!),

sendo a área da junção entre esses dois tipos de material a responsável pela condução ou não da corrente, dependendo do sentido da polarização... Já os transistores bipolares são formados por um "sanduíche" composto de três blocos de material semiconductor (P-N-P ou N-P-N). O SCR apresenta uma constituição interna diferente: são *quatro* as "camadas" de material semi-condutor, dispostos "em pilha", alternadamente, como mostra o desenho 1... A ordem das polaridades dos materiais é P-N-P-N, dentro desse "super sanduíche"... Ao material P presente no "alto da pilha" (desenho 1) está ligado o terminal de anodo (A). Ao material N da "base da pilha" é conectado o terminal de catodo (K). O terminal de controle é eletricamente ligado ao bloco de material P contido "dentro" do sanduíche (terceira camada, de cima para baixo, no desenho 1). A ilustração mostra também o símbolo esquemático adotado para representar o SCR nos diagramas de circuitos. Notar que o símbolo é parecido com o do diodo retificador, porém da "barra" representativa do catodo (K) sai um terceiro terminal, em sentido inclinado (em relação à "linha" anodo/catodo...), e que é, justamente, o terminal de "controle" ou autorização, chamado *gate* (G).



Se efetuarmos um hipotético corte inclinado nas "pilhas" de materiais semi-condutores que forma o SCR (dispostos em polaridades alternadas, como vimos...) teremos, como mostra o desenho 2, duas estruturas equivalentes às "entranhas" de um par de transistores bipolares: um PNP ao alto e um NPN em baixo! notar, pelo diagrama, que tudo ocorre como se a *base* (B) do transistor PNP estivesse ligada ao *coletor* (C) do transistor NPN, e como se a *base* (B) do NPN estivesse ligada ao *coletor* (C) do PNP! O desenho 2 mostra então, à direita, essa equivalência "redesenhada", usando-se os símbolos normalmente aplicados aos transistores... Essa comparação é muito importante para que o "aluno" possa entender, com facilidade, o funcionamento do SCR... Vamos analisar o "circuito

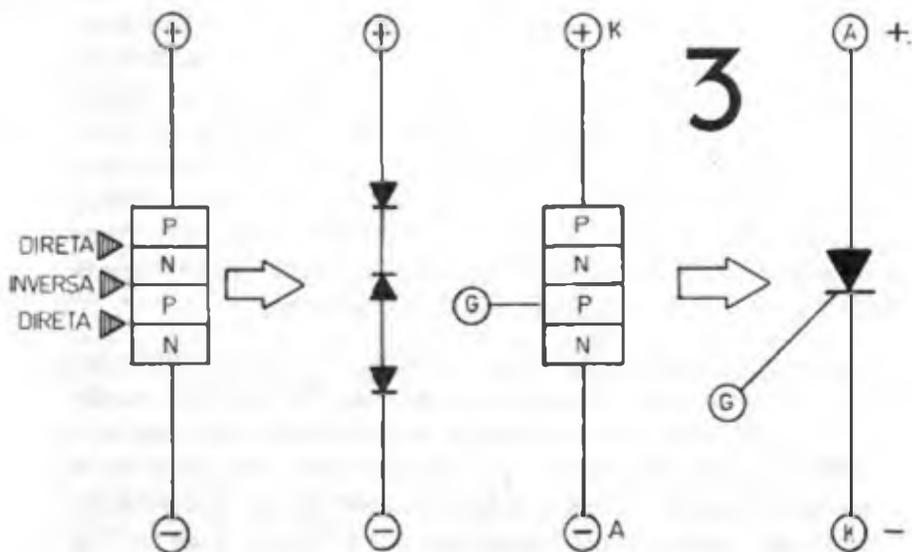


equivalente", formado pelos dois transistores, à luz do que já aprendemos nas "lições" anteriores: suponhamos que o terminal A do SCR (emissor do transistor PNP) esteja polarizado positivamente (ligado ao positivo de uma fonte de alimentação) e o terminal K (que equivale ao emissor do transistor NPN) esteja ligado ao negativo de tal fonte de alimentação... Assim que aplicarmos polarização *positiva* ao terminal G, a *base* do transistor NPN receberá tal polarização, fazendo com que esse transistor entre em condução (ver 6a. "aula"...). Ao entrar o transistor NPN em condução, a sua

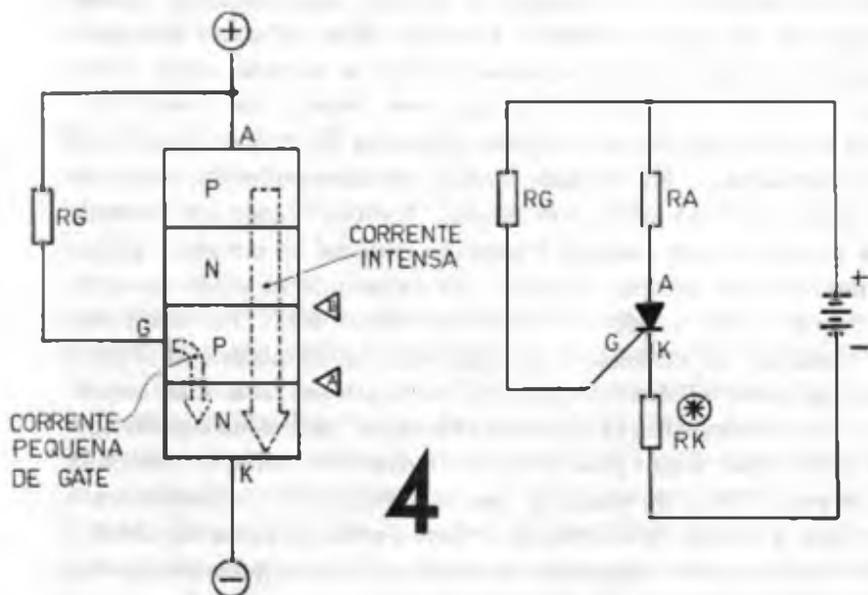
“resistência interna”, entre emissor e coletor, baixa bastante, permitindo então que a polarização negativa atinja, com facilidade, a *base* do transistor PNP (através do próprio *coletor* do NPN como dá para perceber...). O transistor PNP, por sua vez, ao receber em sua *base* essa polarização negativa, também entra em plena condução (permitindo então com que corrente relativamente grande percorra seu circuito de emissor/coletor), “trazendo” polarização positiva à *base* do transistor NPN! Assim, todo o conjunto entra e permanece em condução, devido a um processo de “regeneração”, que pode ser explicado em poucas palavras:

- Ao aplicar o pulso positivo de controle, o transistor NPN entra em condução, com o que faz o transistor PNP também conduzir, o qual, por sua vez, fornece a polarização para manter o NPN em condução, como num círculo vicioso de “eu te ajudo e você me ajuda”... Assim, o sinal de controle ou “autorização” pode ser, simplesmente, removido, que a “coisa” toda se “sustentará” por si própria, enquanto houver alimentação para o sistema...

Vamos verificar agora a razão pela qual o SCR *não conduz*, enquanto não recebe o “pontapé inicial” (pulso positivo no seu terminal de *gate*...). O desenho 3 mostra, novamente, o “super-sanduíche” de quatro camadas, formado pelos materiais semi-condutores no interior do componente. Como as camadas são 4, obviamente existem 3 junções, ou seja: três áreas onde “encostam” entre si, materiais de polaridades diferentes (já que os tipos P e N são alternados)... Na verdade, então, também podemos comparar as “entranhas” do SCR a três diodos “comuns” (cada um formado pela junção de um material P com um material N) em série, porém lembrando que os dois “diodos” das extremidades estão no sentido “certo”, mas o *diodo do meio* está “invertido”... Por causa desse “mardito” ali no meio é que não adianta, simplesmente, ligar o terminal A do SCR ao positivo da fonte e o terminal K ao negativo... Nada acontecerá (a corrente não passa), com uma ligação apenas desse tipo! É por essa razão que existe o terminal G, conetado ao terceiro bloco de material, conforme mostram o diagrama e o símbolo, à direita da ilustração... Sem a atuação desse terminal, o SCR *não permite* a passagem da corrente, pois as polarizações dos seus diodos “internos” é “conflitante”...



Vejamos o que acontece, então, ao aplicarmos polarização positiva ao terminal G, como mostra o desenho 4, à esquerda, em diagrama de blocos... Ao conectarmos o G ao positivo, a junção infe-

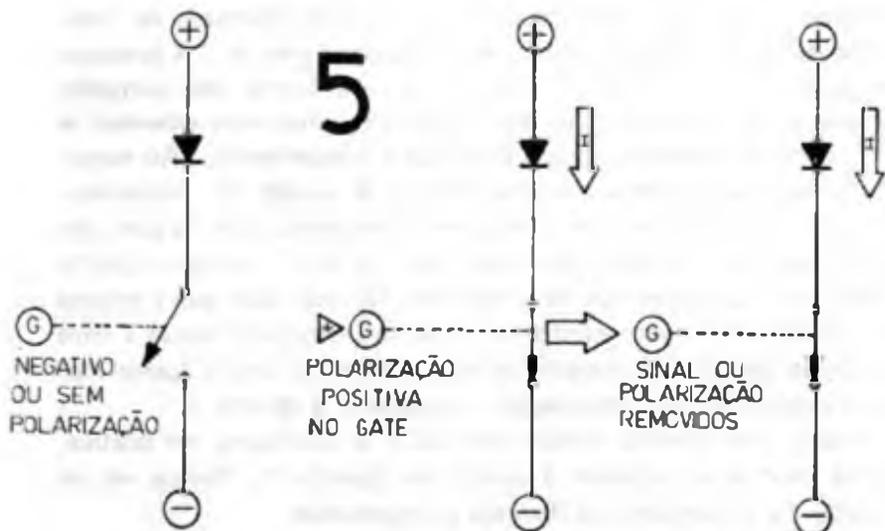


rior do "sanduíche" fica polarizada no sentido de condução, permitindo a passagem de uma pequena corrente, chamada de "corrente de gate", como mostra a seta tracejada menor... A presença do resistor de *gate* (RG) é importante, para limitar essa corrente, já que, pelos parâmetros do SCR (como veremos mais adiante) se ela for muito intensa, poderá danificar o componente... Ao surgir, contudo, essa pequena corrente, através da junção (A), diretamente polarizada, ocorre um interessante fenômeno nas "tripas" do SCR: essa pequena corrente como que "arrasta" consigo os portadores de carga existentes na junção (B), fazendo com que a mesma de "desinverta", para efeitos práticos, e permitindo assim a livre passagem de intensa corrente entre o anodo e o catodo (pelos motivos explicados na comparação — desenho 2, à direita...).

Assim, um circuito típico com SCR se configura, na prática, como mostra o esquema à direita no desenho 4. Vamos ver os "nomes" e as funções dos diversos componentes:

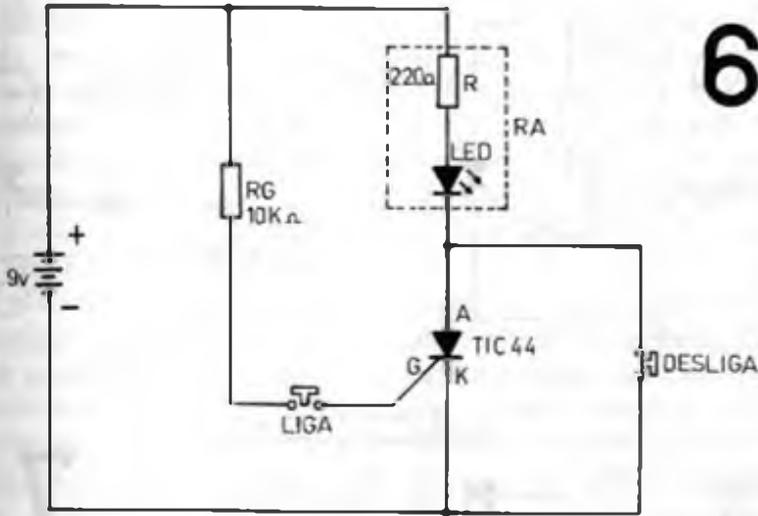
- RG -- É o resistor de *gate*, que serve, como já vimos, para limitar a corrente de controle a valores "suportáveis" pelo SCR.
- RA -- É o resistor de anodo, ou "carga". Sobre esse resistor, normalmente, se desenvolve a corrente que pode ser "aproveitada" como "saída" do SCR (Isso quer dizer que, normalmente, "no lugar" de RA fica a aplicação ou o dispositivo que pretendemos seja percorrido ou não pela corrente.
- RK -- Resistor de catodo. Em alguns casos, esse componente é anexado ao circuito, porém, na grande maioria das aplicações, ele simplesmente não é necessário, já que a corrente de *gate* pode ser controlada por RG e a corrente de carga pode ser controlada pela própria resistência dessa "carga" (RA).

Para todos os efeitos, então, o SCR age como se fosse uma "chave eletrônica", como sugere os esquemas do desenho 5. Quando o terminal G está *negativo*, ou sem polarização, a "chave está aberta" e, obviamente, o SCR não conduz. Ao aplicar-se polarização *positiva* ao *gate*, a "chave fecha", permitindo a livre passagem da corrente. Mesmo, contudo, depois de removermos a polarização do terminal G, a chave fica "travada" em sua posição "fechada", de maneira que a corrente I permanece, enquanto houver alimentação para o circuito...



Vamos ver um exemplo prático do circuito típico já mostrado: o desenho 6 mostra um esquema simples. No caso, a "carga" de anodo do SCR (RA) é constituída por um LED comum anexo ao seu resistor de limitação de corrente (ver "aula" 5). Ao ser aplicada, inicialmente, a alimentação ao circuito, o LED permanece apagado, pois o SCR não recebeu "autorização" para conduzir, bloqueando, portanto, a corrente necessária ao acendimento do LED. Um breve toque, contudo, no botão de "liga", faz com que o terminal G do SCR receba a devida corrente de controle, através do resistor de $10K\Omega$ (R_G), com o que entra em condução, permitindo a passagem da corrente para o acendimento do LED. O LED fica aceso, mesmo depois do breve toque no botão "liga", pois, como já vimos, uma vez autorizado, o SCR "dispara" e assim permanece... Para desligarmos o SCR (e, com isso, "apagarmos" o LED...), devemos remover a alimentação presente nos seus terminais de anodo e catodo (A e K). Isso pode ser feito, facilmente, por uma breve pressão no botão "desliga", que coloca em curto, momentaneamente, esses terminais... Ao apertarmos o botão "desliga", tanto o terminal K quanto o A ficarão ligados ao negativo da alimentação e, obviamente, nenhuma corrente percorrerá, naquele instante, o SCR, "desligando-o" (para aqueles que não "pescaram" como,

6

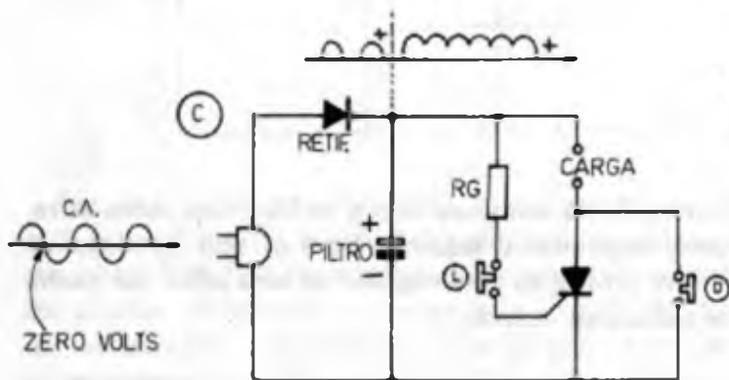
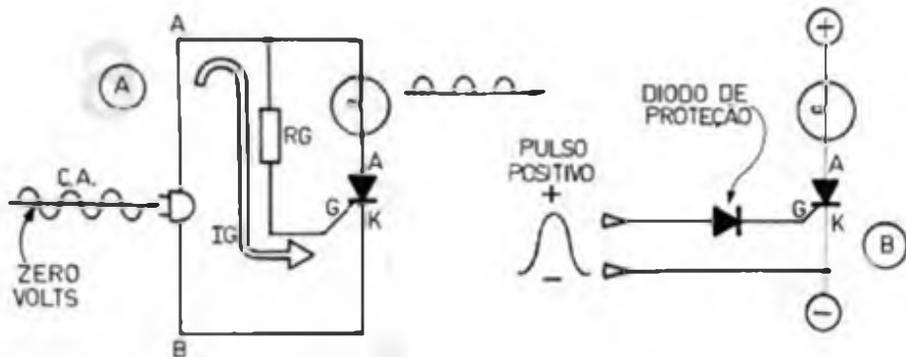


botando-se em curto os terminais A e K do SCR, este deixa de receber corrente, sugerimos o seguinte: ligue os dois terminais de uma lampadinha, juntos, ao polo negativo de uma pilha, por exemplo, e veja se a dita cuja acênde...).

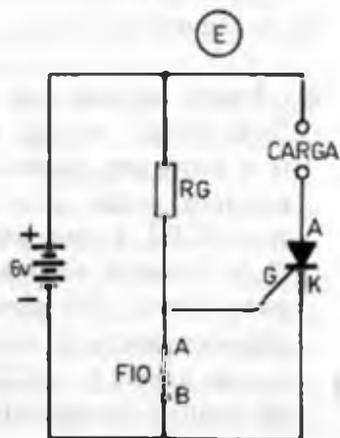
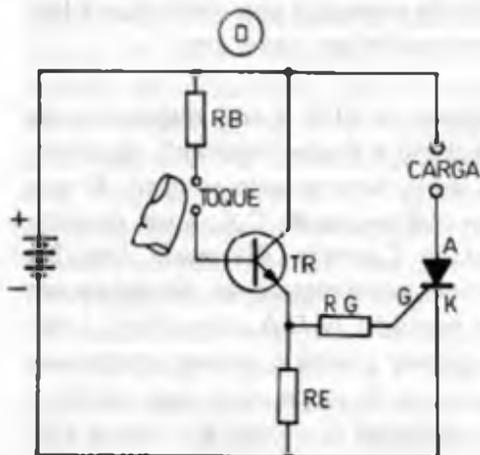
APLICAÇÕES E CIRCUITOS

O desenho 7 mostra uma série de exemplos elucidativos, em forma de esquemas típicos... Vamos analisá-los um a um:

A Mesmo quando em condução, o SCR é um dispositivo de "mão única" ou seja: assim como o diodo "comum", só permite a passagem da corrente *num* determinado sentido. O que acontece então se aplicarmos alimentação C.A. a um circuito com SCR? Como sabemos, a Corrente Alternada (ver 3a. "aula") inverte a sua polaridade, constantemente, dentro de um certo "ritmo" (60 vezes por segundo, na C.A. domiciliar...). No esquema mostrado, apenas quando a linha A estiver positiva em relação à linha B o SCR conduzirá (E isto porque, essa polarização positiva também atinge o terminal G, através do resistor RG.



7



Quando, na inversão da corrente alternada, a linha A ficar *negativa*, o SCR bloqueia, não permitindo a passagem da corrente. É bom lembrar também que, uma das características da C.A. é que, em determinado momento, em cada ciclo, o seu valor de tensão é zero (quando a "curva" da tensão atravessa a "linha de transição" entre o *positivo* e o *negativo*...). Nesses instantes de "alimentação zero", como já vimos, o SCR desliga. Por todas essas razões, a lâmpada ligada ao terminal A apenas recebe alimentação durante os semi-ciclos *positivos* da C.A., como sugere a "forma de onda" ao seu lado...

B - A ilustração mostra um circuito típico, no qual o SCR (e a sua "carga" representada pela lâmpada), recebe alimentação C.C. na polaridade correta. Se, eventualmente, quisermos comandar o SCR através de um sinal alternado, devemos intercalar, na sua linha de *gate* um diodo de proteção, de modo que o terminal G apenas possa ser "atingido" pelos pulsos *positivos* que necessita. Se porventura, o terminal G for atingido por um excessivo sinal *negativo* pode ocorrer a ruptura definitiva das junções internas do SCR inutilizando-o, daí a eventual necessidade do diodo de proteção em determinados tipos de circuito...

C - Obviamente, podemos retificar (com um diodo) e filtrar (com um capacitor eletrolítico) uma fonte de C.A., conforme já vimos na descrição teórica da MINI-FONTE - 3a. "aula" de modo a alimentar o circuito do SCR com corrente contínua, já relativamente "normalizada". Dessa maneira, para todos os efeitos, o SCR se comportará como o do desenho 6, com o seu "ligamento" e o seu "desligamento" comandados, por exemplo, respectivamente pelos botões "L" e "D".

D - Podemos, em alguns circuitos com SCR, fornecer-lhe a requirida corrente de controle (ao terminal G) através de outros componentes de "pré-amplificação" ou "pré-comando". O esquema D mostra uma situação típica, desse tipo, onde a polarização positiva para o terminal G é fornecida por um transistor, a partir do simples toque de um dedo sobre dois terminais. Normalmente, o transistor não está conduzindo, apresentando, portanto, no seu circuito de coletor/emissor, uma elevada resistência. Isso faz com que o *gate* do SCR receba polarização *negativa*, através de RG e RE. Assim que se encosta o dedo nos contatos, a resistência da pele, somada à resistência RB permite a passa-

gem da pequena corrente de *base* do transistor (ver as aulas sobre os transistores bipolares). Essa pequena corrente faz com que o transistor conduza (caindo, portanto, a "resistência interna" coletor/emissor), "alimentando", então, o terminal G do SCR, através de RG, e "autorizando" o Retificador Controlado de Silício a entrar em condução, fornecendo à carga, plena corrente.

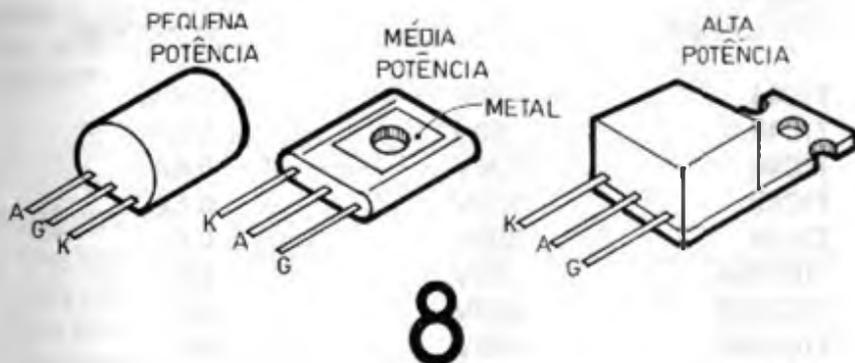
E -- Como já foi explicado, uma polarização *negativa* no *gate*, não autoriza o "ligamento" do SCR. Assim, podemos realizar, com esse componente, um interessante circuito, no qual a "entrada em operação" é comandada pelo "desligamento" de alguma coisa, numa ação aparentemente paradoxal. No esquema E, por exemplo, o terminal G está "negativado" pelo fiozinho intercalado entre os pontos A e B (como esse fio tem resistência *muito* menor do que RG, o *gate* não recebe polarização positiva). Assim, quando o fiozinho colocado entre A e B for rompido ou desligado, o terminal G do SCR fica "liberado" da sua polarização negativa, passando a receber polarização positiva, através de RG, entrando então em condução e fornecendo corrente à carga. Ou seja: a carga é "ligada", pelo "desligamento" dos pontos A e B!

AS "CARAS" E OS PARÂMETROS DOS SCRs

Assim como ocorre nos transistores, o tamanho e a aparência externa dos SCRs depende, principalmente, das suas características de potência. O desenho 8 mostra as "caras" mais comuns, bem como as disposições dos pinos (ordem das "pernas") dos componentes encontráveis no varejo especializado. São vistos, na ilustração, da esquerda para a direita, SCRs de pequena potência, média potência e alta potência...

Como todos os outros componentes baseados em semi-condutores, os SCRs têm limites e parâmetros de funcionamento, que devem ser respeitados quando os "enfiamos" em um circuito... Vamos ver os principais:

IG - Corrente de *gate* necessária para o acionamento do SCR. Nos componentes mais sensíveis (normalmente os de pequena potência), bastam uns *poucos miliampéres*, para que o seu *gate*



8

autorize o disparo do SCR. Já nos componentes de alta potência, a corrente de *gate* é proporcionalmente maior, atingindo necessidades de dezenas de miliampéres. Nos dispositivos de uso mais comum, o parâmetro *I_G* fica entre 1 miliampére e cerca de 40 miliampéres (de 0,001A até 0,04A, portanto...).

VG - É a tensão que deve ter o pulso de corrente aplicado ao *gate*. Na grande maioria dos SCRs, essa tensão fica entre 1 e 3 volts.

PIV - Pico inverso de tensão, ou seja, a *máxima* voltagem inversa que o SCR é capaz de "segurar" sem inutilizar-se, da mesma maneira que ocorre com os diodos "comuns" (ver 3ª. "aula"). Nos SCRs mais comuns, esse parâmetro situa-se entre 30 e 600 volts.

ID - Máxima corrente direta capaz de ser "suportada" pelo SCR. Na prática, essa corrente é limitada pela tensão de alimentação e pela resistência da carga (a "velha" Lei de Ohm está aí como sempre...).

Esse parâmetro máximo varia muito, dependendo das características do componente, podendo ir de 0,5 ampére até 12 ampéres, ou mais, dependendo da potência do SCR.

Para que o "aluno" possa ir "se virando", por enquanto, vamos fornecer uma pequena tabela (que não pretende ser completa...) com os SCRs mais comuns, seus parâmetros de voltagem e corrente...

<i>SCR (código)</i>	<i>Máxima Tensão</i>	<i>Máxima Corrente</i>
TIC44	30V	0,6A
TIC45	60V	0,6A
TIC46	100V	0,6A
TIC47	200V	0,6A
TIC48	300V	0,6A
TIC106A	100V	5A
TIC106B	200V	5A
TIC106C	300V	5A
TIC116A	100V	8A
TIC116B	200V	8A
TIC116C	300V	8A
TIC126A	100V	12A
TIC126B	200V	12A
TIC126C	300V	12A

TIC106D (BT 151)

Recomenda-se, sempre, respeitar tais parâmetros, e com certa "margem", para que o componente trabalhe "folgado" sem aquecimentos ou possibilidades de danos... Assim, por exemplo, se um SCR for aplicado a um circuito alimentado por 9 volts, e cuja carga requeira corrente de 0,3A (300 miliampéres) podemos usar o TIC44, sem medo... Já, se, num outro exemplo, o circuito for alimentado por 220 volts (caso típico de aplicações alimentadas por C.A.) e a carga for meio "brava", puxando corrente de 6 ampéres, devemos usar o TIC116C ou o TIC126C, para que não ocorram "fumacinhas" durante o funcionamento...

As experiências

Vamos realizar, agora, algumas experiências, construindo circuitos práticos para a verificação "ao vivo" do funcionamento do SCR...

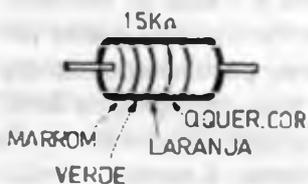
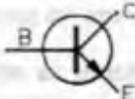
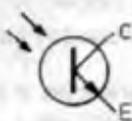
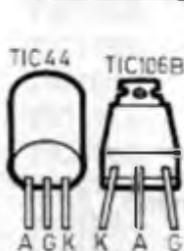
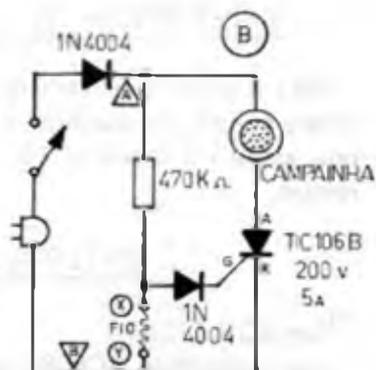
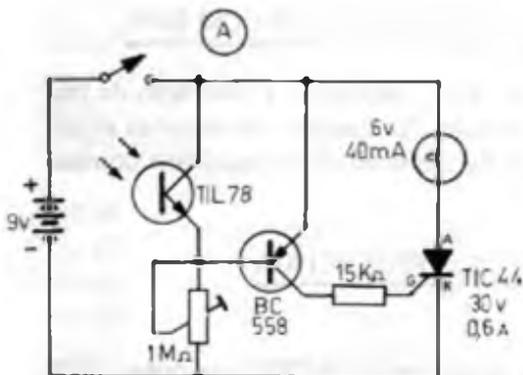
EXPERIÊNCIA "A" - FOTO COMANDO COM SCR.

Para a primeira experiência, cujo "esquema" e descrição de materiais é visto no desenho 9, e cujo "chapeado" de detalhes externos, estão no desenho 10, serão necessários os seguintes componentes:

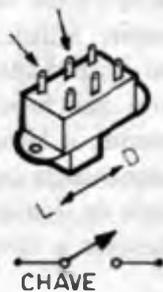
MATERIAL - EXPERIÊNCIA A

- Um SCR TIC44.
- Um transistor BC558 ou equivalente (BC307 ou outro NPN para uso geral).
- Um foto-transistor TIL78.
- Um resistor de $15K\Omega$ x 1/4 de watt.
- Um "trim-pot" de $1M\Omega$.
- Uma lâmpada para 6 volts x 40 miliampéres.
- Um interruptor simples (chave H-H ou "gangorra", mini).
- Uma bateria de 9 volts como respectivo "clip".
- Uma barra de conectores parafusados com 11 segmentos.

Inicialmente, observe as aparências e pinagens das peças (desenho 9) e, em seguida, realize as ligações, como mostra o "chapeado" (desenho 10-A). Atenção às posições das "pernas" do SCR, do transistor e do foto-transistor. O desenho 10 sugere, também, como o FOTO-COMANDO SCR pode ser "embutido" numa pequena caixa e como o foto-transistor deve ser posicionado, dentro de tal caixa, bem à frente de um pequeno furo, protegido da luminosidade ambiente por um tubinho... O projeto é uma prova de como podem ser obtidos resultados semelhantes, a partir de circuitos diferentes, já que o funcionamento do FOTO-COMANDO é muito parecido com o da ELETRO-VELA (INICIAÇÃO AO HOBBY da 7a. "aula"...). Para colocar o projeto em ação, inicialmente, ajuste o "trim-pot" na sua posição média. Ligue a chave geral (interruptor do circuito), e aproxime um fósforo aceso do tubinho que funciona como "olho" para o foto-transistor. Imediatamente, a lâmpada que constitui a "carga" do SCR deve acender, comandada pela luz do fósforo, e assim permanecendo, mesmo depois do fósforo ser afastado ou apagado! A única maneira de se desligar a lâmpada, depois de acesa, é acionando-se o interruptor



9



geral do circuito (desligue e ligue, rapidamente...). Se ocorrer dificuldade para ocasionar o acendimento da lâmpada, recorra ao "trim-pot", através de cujo ajuste a sensibilidade do circuito pode ser regulada numa ampla faixa (com um cuidadoso ajuste do "trim-pot", e com o FOTO-COMANDO SCR localizado num ambiente obscurecido, você poderá comandar o acendimento da lâmpada, com o mesmo fósforo aceso, a uma distância de *vários metros*...

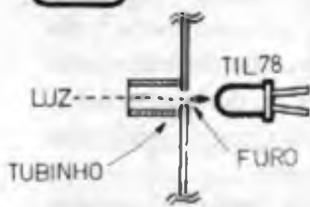
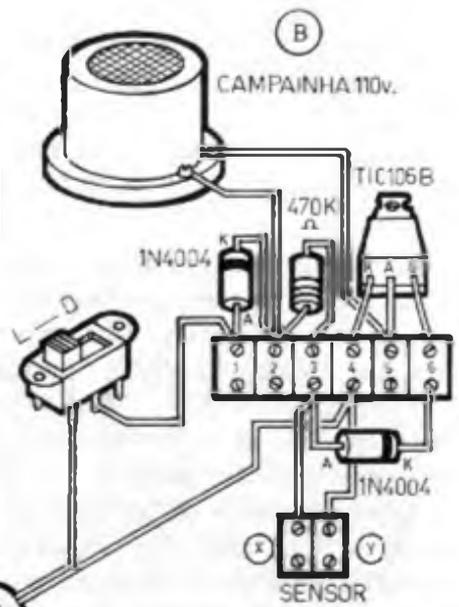
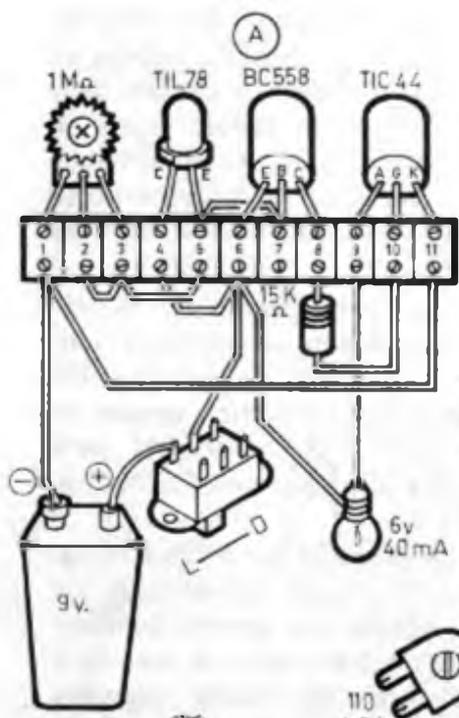
O "aluno" assíduo há de notar que, devido à característica própria do SCR de *se manter em condução*, mesmo depois que o "pulso de estímulo" cessar, elimina a necessidade da pequena lâmpada ter que, obrigatoriamente, iluminar a própria superfície sensora do FOTO-TRANSÍSTOR (como ocorria na ELETRO-VELA), para criar um "elo de realimentação" necessário à permanência da lâmpada em condição "acesa"...

O acendimento da lâmpada se dá porque a luz do fósforo, ao atingir o foto-transistor, coloca-o em condução, fazendo com que o BC558 receba suficiente corrente de base para também conduzir e, por sua vez, fornecer a corrente de *gate* requerida pelo SCR (através do resistor de $15K\Omega$) para entrar "em disparo", acendendo a lâmpada. Uma vez "autorizado", ainda que brevemente, pela presença do fósforo, o SCR não desliga mais, mantendo a lâmpada acesa, até que, momentaneamente (pelo rápido desligamento e "religamento" do interruptor de alimentação do circuito) deixe de receber polarização no anodo e catodo...

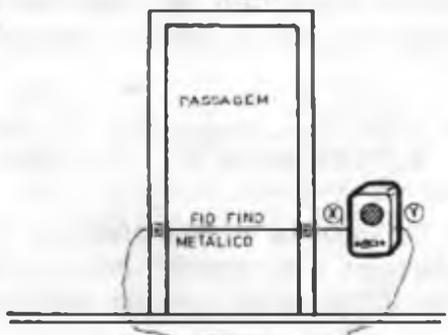
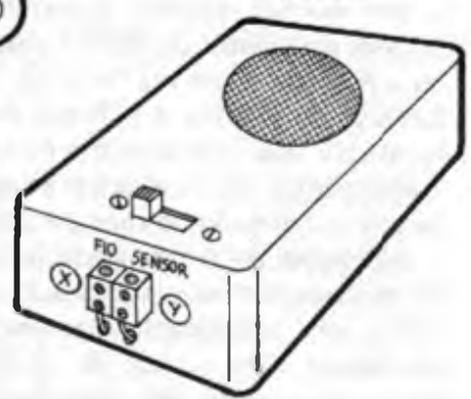
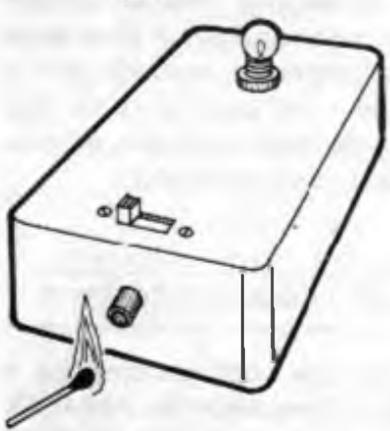
Alterações na sensibilidade geral do circuito poderão também ser conseguidas pela modificação do valor do resistor original de $15K\Omega$ (essa modificação experimental permitirá, inclusive, que se use *outros* SCRs — que não o TIC44 — no circuito, desde que, através do correto dimensionamento do resistor de *gate*, adequemos a corrente de disparo à necessidade do componente)...

EXPERIÊNCIA "B" ALARMA DE PASSAGEM COM SCR

O "esquema", o demonstrativo das peças, códigos e pinagens, o chapeado e as sugestões para a caixa e a instalação do ALARMA DE PASSAGEM, também estão nos mesmos desenhos 9 e 10



10



("compartilhados" pelas duas experiências, por razões de espaço...).

A lista de peças para essa segunda experiência, é a seguinte:

MATERIAL – EXPERIÊNCIA B

- Um SCR TIC106B.
- Dois diodos 1N4004.
- Um resistor de $470K\Omega$ x 1/4 de watt.
- Um interruptor simples (chave H-H ou "gangorra").
- Uma campainha residencial comum, para 110 volts C.A. (também chamada de "cigarra", e encontrável em casas de material elétrico ou de construção).
- Um "rabicho" completo (cabo de alimentação C.A., com tomada "macho" numa das pontas).
- Uma barra de conectores parafusados, com 6 segmentos, para servir de base às ligações do circuito.
- Outro pedaço de barra de conectores parafusados, com apenas 2 segmentos, para ligação do fio sensor externo.
- Fio condutor fino (pode ser fio cobre/esmaltado, n.º 32, ou ainda mais fino), em comprimento suficiente para "cobrir" toda a largura da passagem a ser controlada. (VER TEXTO).

Como sempre, recomenda-se, antes de iniciar a experiência, "tomar conhecimento visual" dos componentes, códigos e pinagens, através das informações contidas no desenho 9... Em seguida, faça as ligações, seguindo rigorosamente o "chapeado" (desenho 10). Como o circuito é alimentado diretamente pela rede C.A., é necessário grande cuidado na colocação dos componentes, para que não ocorram "curtos" perigosos entre seus pinos e terminais. É uma boa idéia isolar-se todas as partes metálicas das "pernas" das peças, com "espaguete" plástico, para maior segurança...

Conferidas todas as ligações (verifique, com grande atenção, as posições das "pernas" do SCR e dos terminais dos dois diodos...), o "aluno" pode "encaixotar" tudo, conforme sugere a ilustração 10. Recomenda-se o uso de caixa de material isolante (plástico ou madeira).

A instalação do sistema numa determinada passagem, está exemplificada também na ilustração 10. O fio fino sensor deve ser esten-

dido bem próximo ao chão (no máximo a 10 cm. do piso), de modo que, uma pessoa ao atravessar o local, forçosamente rompa o fio com seus próprios passos. As extremidades de tal fio devem ser ligados aos conetores "X" e "Y". Não esquecer de (no caso de usar o fio de cobre esmaltado sugerido na LISTA DE PEÇAS), raspar o isolamento do fio, nas duas pontas, sem o que ele não fará bom contato elétrico com o restante do circuito, ocasionando o constante disparo do alarma...

Depois de instalado, o "rabicho" do ALARMA DE PASSAGEM deve ser conetado à uma tomada domiciliar de C.A. (110 volts). **ATENÇÃO:** sempre que o circuito estiver conetado à C.A. não toque em nenhuma das suas partes metálicas, pois você pode tomar um "baita choque", que pode ser até *fatal*, em determinadas circunstâncias... Apenas manuseie o circuito, para alguma verificação ou correção de erros, com o "rabicho" DESLIGADO DA TOMADA DA PAREDE!

A "parte teórica" do funcionamento já foi explicada no exemplo "E" do desenho 7... Assim que o fio/sensor é rompido pela passagem do "intruso", deixa de haver polarização negativa no *gate* do SCR, e passa a haver polarização positiva, através do resistor de $470K\Omega$, fazendo com que o SCR "dispare", acionando a campainha. Notar que a C.A., embora retificada pelo diodo 1N4004, não é filtrada, pois não existe um capacitor eletrolítico no sistema. Assim, depois de disparado, o SCR "reage" apenas aos semi-ciclos positivos fornecidos pelo diodo, conforme mostra o exemplo "A" do desenho 7.

Ocorrendo algum problema de sensibilidade, o "aluno" poderá tentar saná-lo através da mudança do valor do resistor de $470K\Omega$ (dentro da faixa de $220K\Omega$ a $1M\Omega$).

Faça também, se quiser, outras experiências, retirando do circuito o diodo de proteção de *gate* (1N4004) e substituindo-o por um simples pedaço de fio... Verifique o que acontece se, por exemplo, for acrescentado um capacitor eletrolítico de "filtro", cujo pode ser de $10\mu F$ para cima, e com uma voltagem de trabalho compatível com a alta tensão presente (250 volts ou mais)... O terminal *positivo* desse capacitor deve ser ligado ao ponto (A) - ver o "esquema" no desenho 9 - e o *negativo* ao ponto (B). Alguns tipos de campainha ("cigarra"), podem não funcionar se alimentadas por corrente contínua muito "alizada", assim, se quiser, subs-

titua a dita cuja por uma lâmpada (110 volts - máximo 100 watts), com o que o ALARMA dará um aviso "visual" e não mais "sonoro"...

• • •

Como, nas duas experiências, a "base" para os circuitos é formada por barras de conectores parafusados, *todo* o material usado poderá ser reaproveitado em montagens ou experiências futuras, barateando as "coisas" para o "aluno"... A "essa altura do campeonato", o leitor que seguiu todas as "aulas", desde o início do nosso "curso", e já realizou montagens e experiências mostradas nas diversas "lições", já deve ter acumulado uma considerável "sucata", com muitos componentes e peças aproveitáveis... Se o "aluno" for do tipo "caprichoso", já terá, seguramente, classificado todo o seu material, em caixinhas ou mini-gaveteiros, devidamente etiquetados por tipo, valor e parâmetro dos componentes, constituindo esse "acervo", um importante subsídio para o desenvolvimento, tanto do aprendizado em si, quanto do hobby eletrônico...

• • •

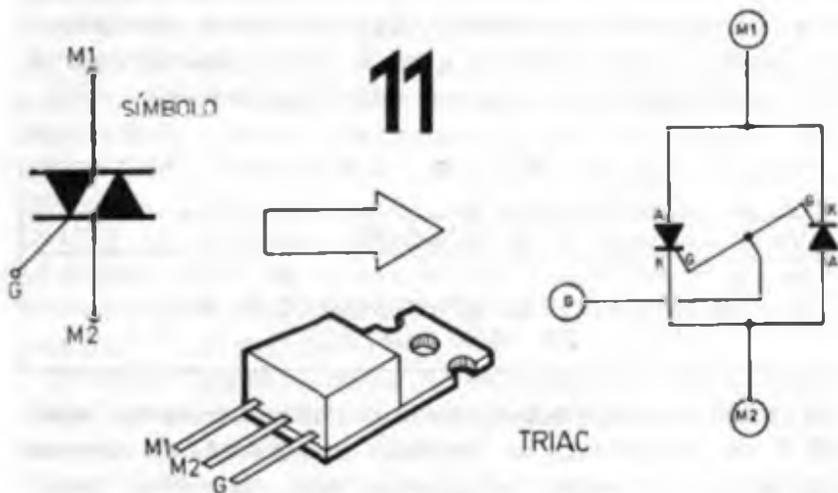
O TRIAC (T)

RETIFICADOR CONTROLADO DE SILÍCIO DE "MÃO DUPLA"

Conforme foi explicado na primeira parte da presente "aula", o SCR age, para efeitos do "sentido" da condução da corrente, como se fosse um diodo retificador, ou seja: a corrente só "passa" com o anodo *positivo* em relação ao *catodo*, já que, no sentido inverso, ela está permanentemente bloqueada (quer o SCR, através do seu *gate*, receba ou não a devida "autorização" para "ligar" ..). Essa característica restringe o uso do SCR quando aplicado em circuitos alimentados por C.A. principalmente quando é *necessário* que a carga receba corrente em todos os semi-ciclos (positivos e negativos...) Ao colocarmos, num circuito alimentado por C.A. e controlado por um SCR, uma lâmpada incandescente comum, por exemplo, esta acenderá (quando o SCR estiver "con-

duzindo" a meia força, uma vez que o seu filamento receberá corrente apenas durante os semi-ciclos *positivos* da Corrente Alternada...

Já, por exemplo, para o comando de certos tipos de motores, ou outras aplicações que só funcionam perfeitamente quando alimentadas pelos semi-ciclos positivos e negativos, devidamente alternados, um simples SCR não constitui ajuda prática... Em virtude disso, desenvolveu-se um Retificador Controlado de Silício de "mão dupla", capaz, portanto, de permitir a passagem da corrente em ambos os sentidos. Isso quer dizer que, em tal dispositivo, havendo tensão aplicada aos seus terminais extremos, de *qualquer polaridade*, e desde que o seu terminal de "autorização" (gate) receba o devido pulso de "ligamento", a corrente poderá fluir, pois o componente "não se preocupa" com o sentido do fluxo...

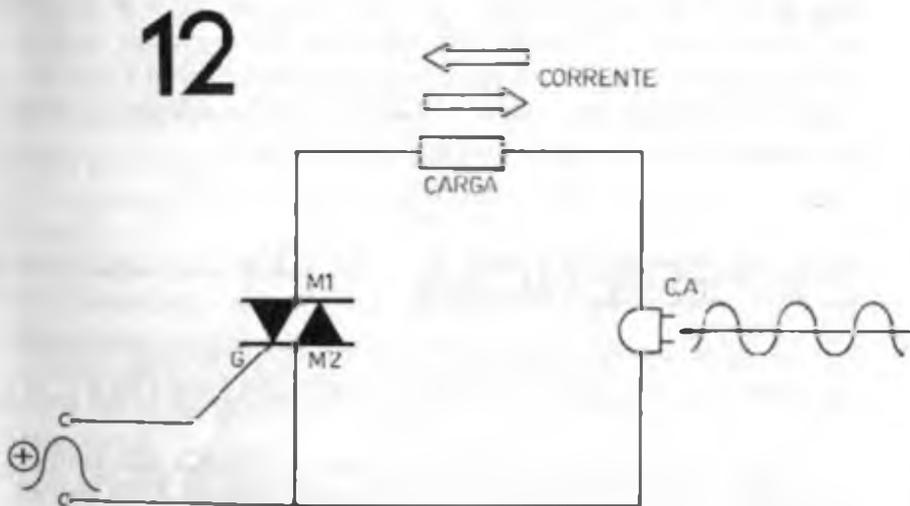


A esse componente deu-se o nome de TRIAC... Esse nome meio esquisito vem da junção (em inglês) dos termos "tiristor" (que é um dos nomes que se dá aos retificadores controlados de silício) e "A.C.", que é a abreviação de "Corrente Alternada"... Ou seja: o TRIAC é, basicamente, um *Retificador Controlado de Silício*

Para Trabalhar com Corrente Alternada! O desenho 11 mostra, à esquerda, o símbolo esquemático adotado para representar o componente nos diagramas de circuitos. Ao centro é mostrada a sua aparência externa mais comum, bem como a disposição e "nome" dado aos seus terminais... Notar que os terminais pelos quais a corrente "tanto entra quanto sai" (já que o dispositivo é de "mão dupla"...) são chamados de M1 e M2. O *gate* (que exerce função idêntica ao terminal de mesmo nome no SCR...) é, como ficou convençãoado, simbolizado pela letra G...

Na verdade, para que permita (quando "ligado") a passagem da corrente em ambos os sentidos, o TRIAC, "por dentro", é equivalente a dois SCRs ligados *em paralelo* porém "cada um olhando numa direção"... Os terminais de controle — G — são "juntados" para que ambos os SCRs possam ser autorizados através de um único contato externo...

Assim, como mostra o desenho 12, o TRIAC funciona da seguinte maneira: normalmente o componente fica intercalado entre a carga e a rede de alimentação C.A. e, ao receber, pelo seu terminal de *gate* (G) uma polarização positiva (em relação ao terminal M2), "entra em condução plena", permitindo a passagem da corrente pela carga nos dois sentidos, como mostram as setas... Para



que a corrente na carga permaneça, contudo, é necessário que a polarização positiva no *gate* também seja constante, isso porque, da mesma forma que ocorre com o SCR, o TRIAC "desliga" sempre que a tensão entre seus terminais M1 e M2 cair a "zero" (ainda que momentaneamente). Conforme já foi visto, na Corrente Alternada, à cada transição do semi-ciclo positivo para o seguinte semi-ciclo negativo (e no "vice-versa" também...), a tensão atravessa um "ponto zero", que ocasiona o desligamento do TRIAC... Assim se a polarização de *gate* (sinal de "autorização"...) não for mantida, o TRIAC apenas conduz durante um *semi-ciclo* da C.A. (seja o positivo, seja o negativo, já que o componente é de "mão dupla"), pois assim que ocorrer a "transição zero", o componente bloqueia...

Graças a essa especial característica, o TRIAC é muito empregado no controle de velocidade de motores alimentados por C.A., revelando-se de grande utilidade em aplicações profissionais e industriais já que através do correto "trem" de pulsos positivos no seu *gate* podemos fazer com que o componente conduza cada semi-ciclo apenas durante certa parte do tempo... Dessa maneira, podemos, por exemplo, ainda que entregando C.A. "legítima" à carga (com as devidas inversões de polaridade, 60 vezes por segundo por exemplo...). "cortar" pedaços desses semi-ciclos (esses pedaços dependerão, unicamente, do "momento" dentro da duração de cada semi-ciclo da C.A. em que "chegou" ao *gate* o pulso de "autorização"... Futuramente, veremos circuitos mais complexos que funcionam por tais princípios, quando falarmos sobre controles de potência em "aulas" específicas sobre aplicações práticas, ainda dentro do nosso "curso"... Aguardem...

EXPERIÊNCIA

P

COMANDO ESTROBOSCÓPICO DE POTÊNCIA COM TRIAC
(CONTROLA ATÉ 200 WATTS DE LÂMPADAS EM 110 V.C.A.)

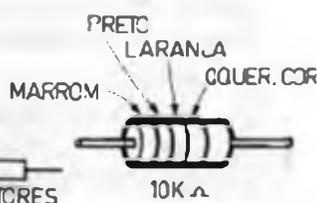
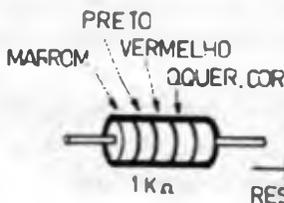
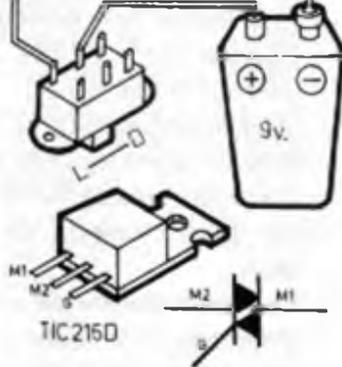
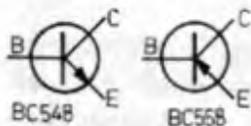
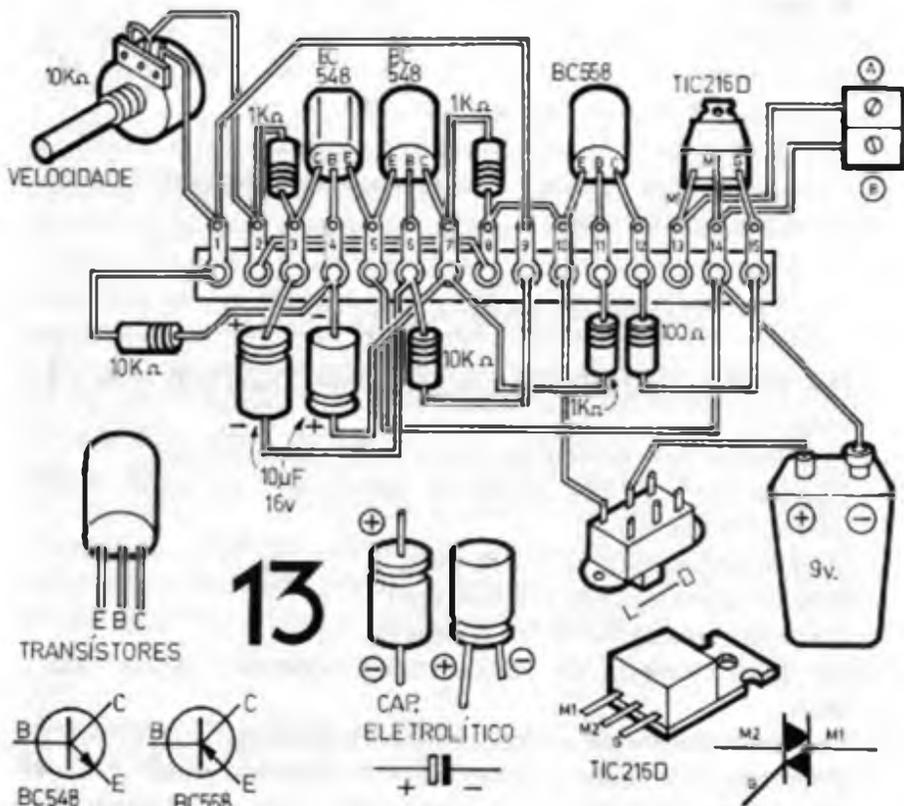
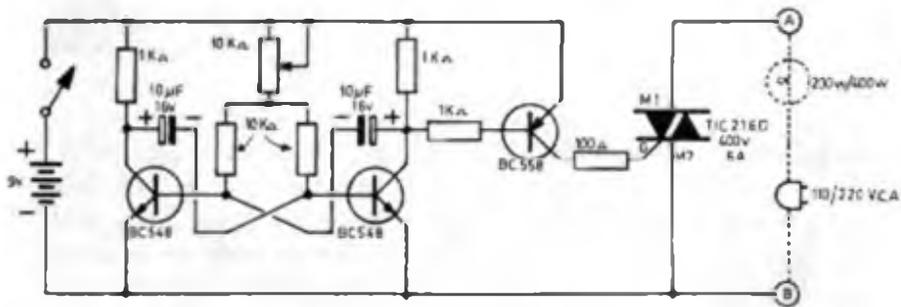
Interessantes aplicações práticas para os TRIACs são comuns nos comandos de lâmpadas incandescentes comuns (que devem, para plena eficiência, serem alimentadas com 110 ou 220 volts

C.A., da rede domiciliar, pois para isso foram projetadas...). O circuito da experiência com TRIAC, embora alimentado por baixa tensão (uma pequena bateria de 9 volts, ou pilhas comuns, perfazendo tal tensão...), através de um par de transístores e alguns componentes anexos, pode comandar um TRIAC de alta potência, o qual, por sua vez, aciona como carga uma ou mais lâmpadas incandescentes de alta luminosidade (até 200 watts em 110 volts), comandando o seu "piscamento" numa ampla faixa de velocidades... O conjunto gera, portanto, um bonito efeito visual de múltiplos aproveitamentos: controle de luzes de anúncios ou vitrinas, luzes estroboscópicas para bailinhos, discotéques, etc., controle de luzes de Árvores de Natal (que já não está tão longe assim, não é...?), lâmpadas de aviso para saída de veículos, etc.

Vamos, primeiro, detalhar as peças e a construção da "coisa" ... Ao final, falaremos mais sobre as aplicações e as possibilidades de modificação ou adaptação...

MATERIAL PARA A EXPERIÊNCIA

- Um TRIAC TIC216D (ou um equivalente, para 400 volts x 6 ampéres).
- Dois transístores BC548 (ou outro NPN, para uso geral).
- Um transístor BC558 (pode ser substituído por outro, PNP, para aplicações gerais).
- Um resistor de 100Ω x 1/4 de watt.
Três resistores de $1K\Omega$ x 1/4 de watt.
- Dois resistores de $10K\Omega$ x 1/4 de watt.
- Um potenciômetro de $10K\Omega$, com o respectivo "knob" (botão).
- Dois capacitores eletrolíticos de 10, F x 16 volts.
- Um interruptor simples (chave H-H ou "gangorra, mini).
- Uma bateria de 9 volts, com o respectivo "clip" (ou 6 pilhas pequenas, de 1,5 volts cada, com o respectivo suporte).
- Uma barra de terminais soldáveis (ponte de terminais), com 15 segmentos.
- Um pedaço de barra de conetores parafusados (tipo "Weston", "Sindal", ou similar), para a conexão de saída do COMANDO ESTROBOSCÓPICO, com 2 segmentos.



RESISTORES

— Uma caixa média, para abrigar o circuito. De preferência, o “container” deve ser plástico, facilitando a resolução de problemas de isolação...

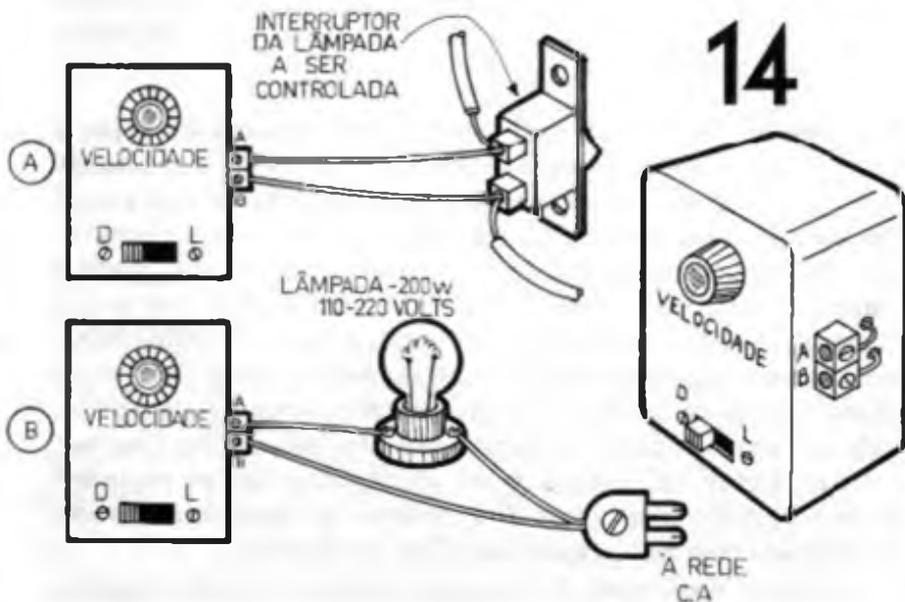
O desenho 13 “dá uma geral” na montagem, mostrando as peças em suas aparências, códigos e pinagens, o “esquema” e o “chapeado”... Como sempre, durante as ligações, recomenda-se muita atenção aos terminais do TRIAC, transístores e capacitores eletrolíticos, pois tais componentes têm “pernas” com “nome” certo e “posição” certa para serem ligados ao circuito... Lembre-se de que qualquer inversão acarretará o não funcionamento do COMANDO, além da eventual inutilização de componentes... Parte do circuito estará, quando em funcionamento, conetada à rede C.A., portanto, todo cuidado é pouco na correta isolação, evitando-se “curtos” entre as “perninhas” metálicas dos vários componentes, protegendo-os, de preferência, com fita isolante ou espaguete plástico. Atenção também à polaridade das pilhas ou bateria...

Terminada e conferida a montagem, instale o circuito na caixa, verificando, mais uma vez, se não há contatos espúrios que possam “causar fumaça”... Para boa segurança, procure utilizar, no potenciômetro, um “knob” plástico, além de optar também por um interruptor (chave H-H ou “gangorra”) com botão plástico de atuação...

Os conetores parafusados A e B constituem a saída do comando, e a sua conexão à lâmpada (ou lâmpadas...) controlada, deverá ser feita de acordo com o diagrama (em linhas tracejadas) que se vê junto ao “esquema” do circuito (alto do desenho 13, à direita)

INSTALAÇÃO E FUNCIONAMENTO

No desenho 14, o “aluno” vê uma sugestão de como pode ficar a caixa do COMANDO, com o potenciômetro de controle, o interruptor do circuito e os conetores de saída (A-B). Se o leitor pretender, por exemplo, comandar com o circuito uma lâmpada já existente na instalação elétrica da sua residência, nada mais fácil! Basta interligar (com dois pedaços de fio isolado), os conetores A e B com os dois “polos” do interruptor da parede que, normalmente, controla tal lâmpada, como mostra o desenho 14... Os fios originalmente ligados ao interruptor *devem ficar lá*, pois de suas



ligações dependerá a conexão da lâmpada e da rede C.A. ao COMANDO ESTROBOSCÓPICO... Se, entretanto, o "aluno" pretender o comando de uma lâmpada "independente", especialmente acoplada ao circuito, a conexão deverá ser feita também como mostra o desenho 14, em sua parte inferior...

É bom notar os limites de potência do COMANDO... O circuito pode, indiferentemente, ser ligado a redes de 110 ou 220 volts. Em 110 volts, a potência máxima controlável é de 200 watts (embora o TRIAC "agüente" mais do que isso, esse limite evita o uso de dissipadores de calor, e faz com que o componente trabalhe "folgado", sem "esquentamentos"...). Já em 220 volts, tal limite fica, automaticamente, elevado para 400 watts... Esses "totais de watts" podem estar "concentrados" em uma só lâmpada, ou em várias, ligadas todas em paralelo, desde que a soma das wattagens individuais das lâmpadas não ultrapasse os limites recomendados... Assim, por exemplo, em 110 volts, podemos ligar ao COMANDO, duas lâmpadas de 100 watts ou 5 de 40 watts... Em 220 volts, algumas das opções possíveis são: 4 lâmpadas de 100 watts, 10 lâmpadas de 40 watts ou até, por exemplo, oitenta lampadinhas, daquelas pequenas, de 5 watts cada, usadas em ornamentações,

Árvores de Natal, etc. É importante lembrar também que, a voltagem de trabalho da lâmpada ou lâmpadas, deverá ser compatível com a tensão da rede (lâmpadas de 110 volts para redes de 110 V.C.A. e de 220 volts para redes de 220 V.C.A.).

Ao ser conectado à rede e às lâmpadas controladas, basta acionar o interruptor do COMANDO ESTROBOSCÓPICO para que as lâmpadas comecem a "pisca".... A velocidade do "pisca-pisca" (frequência), pode ser controlada, à vontade, através da atuação do potenciômetro de $10K\Omega$...

O "aluno" assíduo já deve ter notado que o "coração" do circuito de comando, que gera os pulsos para "autorização" do funcionamento do TRIAC, é formado por um MULTIVIBRADOR ASTÁVEL, muito semelhante aquele do BICHO ZOIÚDO (1a. "aula"), apenas que, ao invés de controlar LEDs, através de um terceiro transistor de "reforço", controla o próprio TRIAC... Cada vez que o "efeito gangorra" do multivibrador astável faz com que o BC548 da direita "ligue", este fornece corrente de base para o BC558 o qual, por sua vez, através do resistor de 100Ω , entrega ao terminal G do TRIAC o pulso positivo de corrente que "autoriza" o componente a fornecer à sua carga (lâmpada), a corrente total de funcionamento...

A experiência também é muito interessante pelo fato do circuito utilizar alimentação dupla, ou seja: uma parte (transistores) funciona sob baixa tensão, fornecida pela bateria ou pilhas e outra parte (TRIAC e lâmpadas), é alimentada pela rede (110 ou 220 volts C.A.).

Se o "aluno" pretender alterar o "regime de velocidades" do COMANDO, poderá fazê-lo pela substituição do potenciômetro ou dos dois (simultaneamente) resistores de $10K\Omega$ a ele acoplados... Valores ôhmicos maiores nesses componentes, *reduzirão* as velocidades "disponíveis" pelo controle... Já valores menores, ocasionarão uma "aceleração" geral na velocidade das piscadas...

JÁ
NAS
BANCAS

• **Informática**
Eletrônica Digital

"TABELINHA" DE TRIACs (I)

Assim como ocorre com os SCRs, os TRIACs também são produzidos, industrialmente, com parâmetros máximos diversos de corrente e de tensão, que devem, em qualquer aplicação, serem respeitados, para que o componente não se "queime"... Na tabelinha a seguir, o "aluno" encontrará alguns dos códigos mais comuns, ao lado do que eles "suportam"... Antes de finalizar, é bom lembrar também que, devido às suas características de alta potência, os TRIACs necessitam, de uma corrente de gate (IG) consideravelmente mais alta do que os SCRs (sempre na casa das dezenas de miliampéres).

TRIAC (código)	Máxima Tensão	Máxima Corrente
TIC216B	200V	6A
TIC216D (BT 138)	100V	6A
TIC226B	200V	8A
TIC226D	400V	8A
TIC236B	200V	12A
TIC236D	400V	12A
TIC253B	200V	20A
TIC253D	400V	20A

Pelos valores da tabela, o "aluno" terá, naturalmente, notado que não são produzidos TRIACs para potências baixas, estando todos os componentes desse tipo na faixa mais "brava" de potência. Notar, por exemplo que um TIC253D, "trabalhando" num circuito alimentado por 220 volts C.A. (o que para ele "é sopa", já que o seu parâmetro máximo de tensão situa-se em 400 volts...) pode controlar, como "carga", a considerável potência de 4.400 watts! É fácil chegar-se a tal cálculo, usando-se as fórmulas ensinadas lá na 1a. "aula"... Sabendo-se que a potência, em watts é igual ao produto da tensão, em volts, pela corrente, em ampéres, verificamos que:

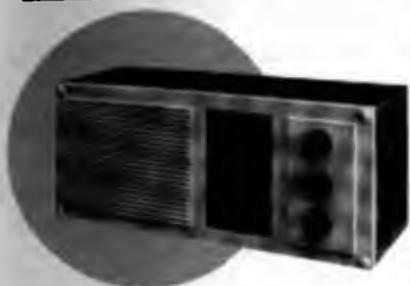
$$P = 220 \times 20$$

ou

$$P = 4.400 \text{ watts!}$$

Instituto Universal Brasileiro

O estudo por correspondência é a solução prática e objetiva para aqueles que não podem perder tempo! E nós, do INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO, nos orgulhamos de oferecer o que existe de mais moderno nessa modalidade de ensino.



MONTE SEU PRÓPRIO RÁDIO

E ainda conheça tudo sobre

RADIOTÉCNICA E TELEVISÃO

(PRETO E BRANCO E A CORES)



Este curso prepara técnicos em consertos e ajustes de receptores de rádio e televisão em preto e branco e a cores. Além dos elementos básicos de Rádio e TV, proporciona também uma completa instrução teórica, introduzindo o aluno nos fundamentos da Eletrônica.

Você aprenderá inicialmente a utilizar as leis, grandezas e unidades que se aplicam a todos os fenômenos da Radiotécnica. São conceitos fundamentais para a compreensão de todas as etapas posteriores do curso.

Finalizará a seguir tudo o que se relaciona com o funcionamento, ajustes, valores, defeitos, testes e aplicações de cada elemento nos diversos tipos de aparelhos eletrônicos existentes no mercado.

Durante o curso, você receberá inteiramente grátis: ferro de soldar, chave de fenda, chave de calibre, alicates de corte e ponte e todo o material para a montagem do seu radioreceptor.

OUTROS CURSOS MANTIDOS PELO INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO
 MECÂNICA GERAL • ELETRICIDADE • REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO
 TORNEIRO MECÂNICO • SUPLETIVO DE 1º GRAU • SUPLETIVO DE 2º GRAU
 DESENHO ARQUITETÔNICO • DESENHO ARTÍSTICO E PUBLICITÁRIO • DESENHO MECÂNICO

MADE O CUPOM ABAIXO OU ESCREVA NOS HOJE MESMO

IUB

INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO

A MAIOR E MAIS PERFEITA ORGANIZAÇÃO
 DE ENSINO POR CORRESPONDÊNCIA DO PAÍS
 1940-1983

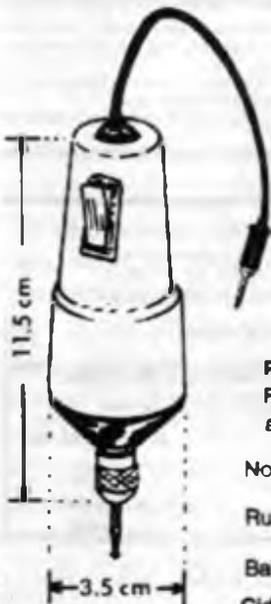
Ativ. nº 42 anos de experiência dedicados ao ensino.

BE 10 INSTITUTO UNIVERSAL BRASILEIRO			
Avenida Rio Branco, 78			
Ca. Postal 3058 - São Paulo - CEP 01000			
Número Especial - Preço especial em 1983/84 - Inscrição nº 12.120.000-0			
Nome _____			
Rua _____		Nº _____	
CEP _____	Bairro _____	Ca. Postal _____	
Cidade _____		Estado _____	

Isso quer dizer, por exemplo, que com o TIC253D (auxiliado pelo conveniente circuito "de apoio", para gerar os pulsos de comando...), podemos controlar, simultaneamente, 880 (isso mesmo: oitocentos e oitenta!) lâmpadas de 5 watts cada (em 220 volts), com o que poderemos "fabricar" imponentes conjuntos luminosos, do tipo apenas visto em anúncios ou em grandes discotéques...!

É bom lembrar, contudo, que ao fazemos um TRIAC (ou mesmo um SCR...) trabalhar próximo dos seus limites máximos, e por períodos de tempo muito prolongados, é necessária a sua proteção térmica através do conveniente dissipador de calor (grande área metálica estreitamente presa ao componente, que funciona como "radiador", dissipando o calor gerado pela operação sob altas correntes...). Para evitar a necessidade de tal dissipador, basta fazermos com que o componente trabalhe "folgado", ou seja, acionando cerca da metade da corrente máxima que é capaz de operar (como é o caso do TIC216D no circuito da experiência, verifiquem...).

Mini Furadeira para Circuito Impresso



Corpo metálico cromado, com Interruptor incorporado, fio com Plug P2, leve, prática, potente funciona com 12 Volts c.c. Ideal para o Hobbista que se dedica ao modelismo, trabalhos manuais, gravações em metais, confecção de circuitos impressos e etc..

Pedidos via reembolso postal.

**PUBLIKIT R. Major Ângelo Zanchi, 303
CEP 03633 - São Paulo - SP.**

Preço varejo: **Cr\$ 5.200,00** + despesas de porte.
Vendas no atacado, sob consulta.

Peça enviar-me pelo reembolso postal.....(quantidade)
Furadeira(s) pela qual pagarei Cr\$5.200,00 por peça, mais as despesas postais.

Nome:.....

Rua:..... Nº.....

Bairro:..... Cep:.....

Cidade:..... Estado:.....

BE 10

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.

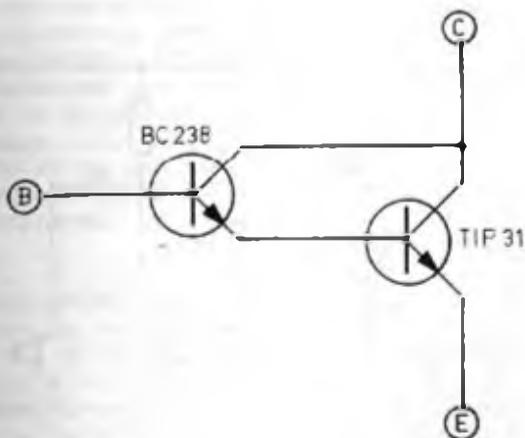
- Expor a dúvida ou consulta com a maior clareza possível (de preferência em texto datilografado ou em letra de forma, que aqui ninguém é farmacêutico...)
- Somente serão respondidas as cartas que contenham assuntos realmente relevantes e que possam interessar à maioria. Não serão respondidas dúvidas 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 ENDEREÇOS 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 espremer...
- 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 pretende tumultuar a aula, fazendo piadinhas fora de hora quando o assunto for sério e coisa 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 de a revista ser produzida com uma antecedência mínima de 90 dias, em relação à data em que aparece nas bancas, será inevitável algum erro nas respostas aqui no UMA DÚVIDA, 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 BÊ-A-BÁ...).

"Parece que houve um lapso de desenho na ilustração 8 - pág. 12, da 7a "aula"... Quando o "mestre" mostrou a configuração Darlington, embora os transistores do exemplo sejam tipo NPN, as "setas" dos símbolos estão viradas para dentro... Acho que estão invertidas..." - José Jodeilson Gomes de Andrade - Campina Grande - PB.

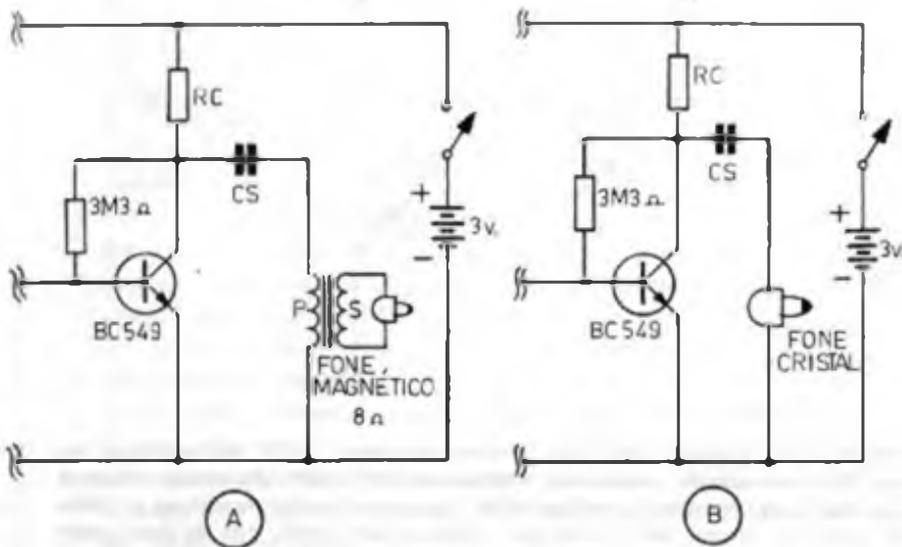
Valeu, José! Você merece o troféu "Olho de Lince" do mês... Realmente as setas dos símbolos saíram invertidas. Republicamos a ilustração com os símbolos devidamente corrigidos, e pedimos à turma que efetue a retificação nas suas "apostilas"... É provável que, naquela "aula", o "mestre" estivesse meio "invertido" (no bom sentido...), pelo que pede desculpas a todos...



DFS. 8
 PAG. 12
 7ª AULA

"Estou gostando bastante das "aulas", embora ache que o "curso" está um pouco lento... Tenho uma dúvida: comparando o esquema do MINI-AMPLI (montagem prática da 7a "aula") com as instruções teóricas sobre o acoplamento entre transistores (desenho 9 - pág. 14 - mesma "aula"), notei que a saída do MINI-AMPLI é obtida entre o coletor do segundo transistor e a linha do positivo da alimentação (através de um transformador), enquanto que, na parte teórica, recomenda-se "recolher" a saída, através de um capacitor, entre o coletor e a linha do negativo da alimentação. Mandei anexo um esquema do MINI-AMPLI, "redesenhado", e pergunto: não é assim que o circuito deveria ficar...?"
 - José Romeu Del Moro Robazzi - Ribeirão Preto - SP.

Quanto à "lentidão" do "curso", respeitamos a sua opinião, Zé Romeu, porém temos recebido também *muitas* cartas, pedindo que "botemos o pé no freio", pois "estamos correndo demais"... Como é absolutamente impossível agradar a "gregos e iroianos", preferimos adotar o "andamento" proposto pela maioria absoluta dos "alunos" (que é, *exatamente* , esse que estamos mantendo...). Vamos à sua dúvida, sobre o acoplamento da saída do MINI-AMPLI: a ilustração mostra, em (A) a sua idéia de como a saída do MINI-AMPLI deveria ser, baseada nas informações sobre os métodos de acoplamento mostrados na 7a "aula". Na verdade, Zé, você não está totalmente errado, pois uma configuração como você sugere *funciona* (embora não com plena eficiência...). Você deve se lembrar (foi abordado nas "lições" anteriores sobre os transistores...), que a corrente de saída do componente, após a amplificação, manifesta-se através do próprio resistor de coletor (RC). Conforme também já vimos lá na 1a "aula", quando falamos sobre a *Lei de Ohm* , as grandezas *corrente, resistência e tensão* são interdependentes. Assim, a *tensão* presente na junção do coletor do transistor com o seu resistor de carga é proporcional ao valor ôhmico de tal resistor e à corrente momentânea que o percorre ("fornecida" pelo transistor) de acordo com a fórmula $V = R \times I$. Ocorre então que o *sinal de saída* recolhido nesse ponto é constituído de *variações de tensão* que se manifestam através do capacitor de saída (CS). O conjunto de pequeno transformador de saída, acoplado a um fonte *magnético* de 8Ω (como é utilizado no circuito do MINI-AMPLI...), necessita de uma considerável corrente para funcionar a plena eficiência (lembrar que o fonte é *magnético* e que o magnetismo será proporcional à *corrente* que percorre o dispositivo, conforme vimos na 4a "aula"). Assim, é mais prático utilizar o *próprio* transformador de saída



(à cujo secundário está acoplado o fone...) como se fosse o resistor de coletor ou de carga (RC) do transistor! Isso foi feito no MINI-AMPLI. para que a intensidade final do som no fone fique a um nível bom, em termos de audição... Nesse caso, obviamente, o sistema de saída deve ficar entre o coletor do transistor e a linha do positivo da alimentação (pois é essa a polarização que deve receber o coletor de um transistor NPN, como é o caso do BC549 empregado no circuito...). Entretanto, se você "insiste" em "recolher" a saída entre o coletor do transistor e a linha do negativo da alimentação, poderá fazê-lo, porém obrigatoriamente substituindo o *transdutor* (fone), por um que funcione *transformando níveis de tensão em som* (e não *níveis de corrente em som*, como o faz o fone magnético...). Em (B), na ilustração, vemos o circuito teórico para esse caso. Deverá ser utilizado um *fone de cristal*, que funciona por princípios totalmente diferentes do magnético, e "reage" às variações de tensão presentes na junção do coletor do BC549 com o resistor de coletor (RC), através do capacitor de acoplamento (CS). Lembramos apenas que fones de cristal são, normalmente, *mais caros e mais difíceis de encontrar do que os magnéticos* (a escolha é sua...). Essa sua pequena dúvida (*gostamos que você a tivesse manifestado, pois serviu para esclarecer, tanto a você próprio como a outros "alunos" que tenham "encafilhado" a mesma questão...*) serviu para comprovar coisas que já temos deixado claras em "lições" anteriores, entre elas que: *embora existam, normalmente, vários métodos de se projetar um circuito no sentido de que execute uma determinada função, sempre há um sistema melhor do que os demais, e é esse que devemos adotar, para um rendimento "ótimo"*. Sempre que você se debrantar com "dúvidas" de este tipo, não desanime: use o método *experimental* (que, seguramente, vale tanto – ou mais – do que a simples teoria...), tentando, de várias maneiras, até obter o melhor desempenho... É por isso que, ao lado das explicações "técnicas", *sempre colocamos uma série de experiências práticas, para que os "alunos" possam "exercer" o que aprenderam e também descobrir "coisas" por si próprios (como você fez, aliás, ao propor a sua questão...)*.

"A revista está cada vez melhor, e todas as experiências são muito elucidiativas... Fiz a montagem sugerida na Sa. "aula", acoplando os LEDs à uma caixa acústica, e a "coisa" funcionou perfeitamente... Entretanto, vi em algumas caixas acústicas modernas, um sistema mais interessante, com vários LEDs, que não "piscam" junto com o som, porém acendem-se, em seqüência, conforme a intensidade do som, ou seja: com um som meio fraco, acendem 3 LEDs, por exemplo, uma maior intensidade faz com que acendam 4 ou 5 LEDs, um som ainda mais forte faz acender 6, 7 ou 8 LEDs, e assim por diante... Seria possível o BÉ-A-BÁ ensinar a construção de alguma coisa desse tipo...?" - Carlos Alberto Bento Garfinho - Rio de Janeiro - RJ.

A experiência mostrada na Sa. "aula" é denominada, tecnicamente, de "luz rítmica", e pode ser feita com um reduzido número de componentes, e sem qualquer complicação circuital, como você viu... Já o que você pede é chamado de "rítmica seqüencial" ou "barra de V.U. a LEDs", cujo efeito visual, embora bem mais "bonito", requer uma circuitagem bem mais complexa... Tenha um pouquinho de paciência. Carlos... Quando, em futuras "lições" do BÉ-A-BÁ, começarmos a falar sobre Circuitos Integrados, e "coisas" mais avançadas, publicaremos um circuito do tipo que você sugere...



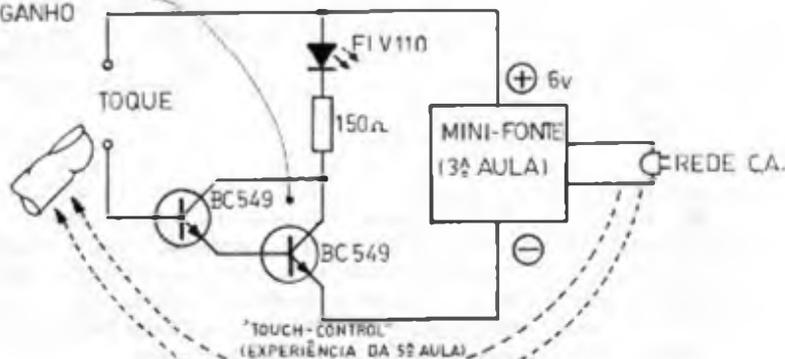
"Gostaria de saber se o circuito do BI-TESTE (INICIAÇÃO AO HOBBY 1a 6a. "aula"), originalmente alimentado pela rede C.A. (110 ou 220 volts) pode ser transformado, de alguma maneira, para funcionar sob alimentação de corrente contínua, 6 volts, por exemplo, fornecidos por 4 pilhas comuns... Que alterações ou acréscimos deveriam ser feitos ao circuito básico, no caso de haver essa possibilidade...?" - Jetro Teodósio da Silva - Mossoró - RN.

Embora a "transformação" que você deseja seja possível. Já, ela complicará desnecessariamente o circuito, tornando-o, por incrível que pareça, maior, mais caro e de operação mais complicada (com o uso de chaves para "inverter" a atuação do circuito nos testes de transistores PNP ou NPN, etc.). Ao adotarmos a alimentação pela rede C.A., fizemo-lo com o intuito de simplificar as coisas (embora existam casos em que uma simplificação praticamente exige o uso de alimentação a pilhas, esse não era o caso, no BI-TESTE...). Futuramente ensinaremos a construção de dispositivos de testes mais sofisticados, alimentados a pilhas, porém, inevitavelmente, bem mais complexos do que o BI-TESTE... Aguarde, e continue nos acompanhando...



"Fiz a experiência com LED, que acende comandado pelo toque do dedo (touch control), proposta na Sa. "aula", porém usel, na alimentação, ao invés das pilhas (4 de 1,5 volts, perfazendo 6 volts), a MINI-FONTE de 6 volts publicada na INICIAÇÃO AO HOBBY da 3a "aula"... Ocorreu, então, um fenômeno interessante: o LED acende, tanto quando o dedo toca, simultaneamente, os dois contatos de controle, como quando o dedo toca apenas um dos contatos - aquele que está diretamente ligado à base do primeiro BC549... Entretanto, alimentando o circuito com as pilhas, esse fenômeno não ocorre... Será que o "mestre" poderia explicar esse estranho (e interessante...) comportamento do circuito...?" - Manoel S. Gomes - Nova Iguaçu - RJ.

AMPLIFICADOR
DARLINGTON
DE ALTO GANHO



CAMPO ELETRO-MAGNÉTICO DE 60 Hz
DO CIRCUITO DE C.A. PARA O DEDO

O "feuômeu" por você descrito, Mané, não tem nada de misterioso (embora, à primeira vista, pareça mesmo um tanto "estranho"...). Vamos explicar: o "ocração" do circuito da experiência é formado por dois transistores interligados em configuração *Darlington* (ver 7a. "aula" – pág. 12, mais a oportuna advertência feita pelo seu colega, o José Jodeilson, aqui mesmo nesse *UMA DÚVIDA...*), formando um amplificador de altíssimo ganho, capaz de transformar a minúscula corrente que percorre o próprio dedo do operador ("vinda" do positivo das pilhas para a base do primeiro BC549...) na corrente relativamente intensa necessária ao acendimento do LED. Ao alimentar o circuito da experiência com a *MINI-FONTE*, você "criou" um *campo eletro-magnético* de 60 Hz em torno da "coisa", gerado (ver *OS EFEITOS MAGNÉTICOS DA CORRENTE* – 4a. "aula") pelo transformador e pela parte da fiação do circuito da *MINI-FONTE* percorrido pela Corrente Alternada. O dedo, então, funcionando como uma espécie de "antena", capta parte desse campo eletro-magnético... Levando-se em consideração que, bem ou mal, o dedo é um *condutor* (embora apresente considerável resistência ôhmica...), o circuito da experiência reage como se, na verdade, houvesse uma "ligação elétrica" (e *há realmente*, através da atuação do campo eletro-magnético...) à base do primeiro transistor, que assim recebe, através do dedo do operador, uma corrente extremamente pequena, é verdade, porém suficiente – graças ao elevado ganho de amplificação do circuito *Darlington* formado pelos dois BC549 – para, após a amplificação, acender o LED acoplado ao coletor do transistor "final". Embora "visualmente" o LED *acenda* tanto com o dedo tocando simultaneamente os dois contatos, quanto tocando apenas aquele ligado à base do primeiro transistor, o que *realmente* ocorre é o seguinte:

- Quando o dedo está tocando os *dois* contatos, o LED *acende mesmo, total e permanentemente*.
- Quando o dedo toca *apenas* o contato ligado à base do transistor, o LED "parece" aceso o tempo todo, mas não o está... Na verdade, o acendimento do LED ocorre 60

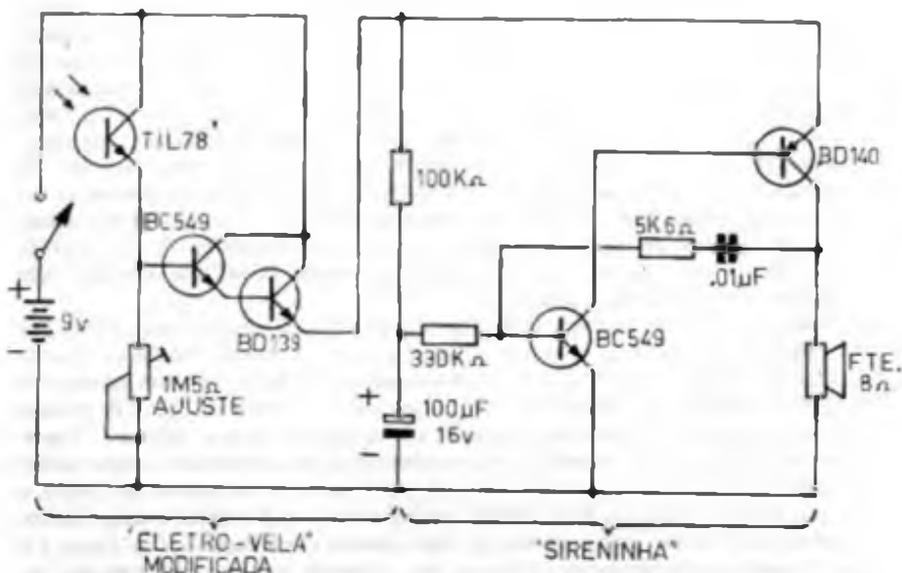
vezes por segundo, existindo também outras 60 "oportunidades", a cada segundo, em que o LED está completamente apagado! Acontece que, devido à grande rapidez do "acende-apaga" o seu olho (e o de todo mundo...) consegue "reter" apenas a informação fornecida pelo LED *enquanto aceso*, devido a um fenômeno chamado de "persistência retiniana", que ocorre no "zóio" de todo ser humano... Esse acende-apaga, aliás, ocorre forçosamente porque, como você e os demais "alunos" já viram na 3a. "aula", a corrente alternada *inverte* a sua polaridade, automática e constantemente (60 vezes por segundo, no caso da C.A. domiciliar...) e, como o transistor "de entrada" é um NPN, *apenas* quando o dito cujo receber polarização *positiva* na sua base, entrará em condução, excitando o segundo transistor, que, por sua vez, fornece a corrente para o acendimento do LED. Durante os ciclos *negativos* da C.A., captada pelo dedo e "injetada" na base do transistor, o primeiro BC549 fica "cortado" (não conduz), não permitindo o acendimento do LED.

O "fenômeno" não ocorre com o circuito da experiência alimentado pelas pilhas (por *essa* razão foi recomendado o uso de pilhas...) porque a Corrente Contínua fornecida por elas *não é capaz* de gerar o campo eletro-magnético oscilante (ocorrem apenas dois brevíssimos "pulsos" de campo eletro-magnético, nos momentos de ligar e de desligar as pilhas ao circuito...) e constante que possa ser captado pelo dedo e "injetado", diretamente, à base do primeiro transistor. Você pode utilizar esse interessante comportamento, ligando uma espécie de "antena", formada por 1 metro de fio comum de ligação, à base do primeiro transistor. Essa "antena" poderá captar com facilidade o campo eletro-magnético presente em todo ambiente em cujas paredes exista fiação de C.A. (como é o caso de *todos* os compartimentos aí da sua casa...), fazendo com que o LED acenda "sozinho" (sem *nenhum* dedo tocando *nenhum* contato...). Ao aproximar, inclusive, essa "antena" de um interruptor de parede (onde a presença do campo é mais forte do que no meio da sala, por exemplo...), você notará como o brilho do LED aumenta...



"Montei a SIRENINHA (INICIAÇÃO AO HOBBY da 2a. "aula") e a ELETRO-VELA (idem a 7a. "aula") e gostaria de saber se posso fazer uma adaptação, acoplando um ao outro os dois circuitos, de modo a obter uma espécie de "oscilador dependente da luz"... Será que a capacidade de corrente de saída da ELETRO-VELA será suficiente para acionar o circuito da SIRENINHA...? Haverá a necessidade de um "reforço", através de um transistor tipo Darlington, ou coisa assim, para realizar essa adaptação...?" - Alexandre Mastaler - São Paulo - SP.

A adaptação pode ser feita, sim, Xandel A capacidade de corrente de "saída" da ELETRO-VELA é mais do que suficiente para o acionamento da SIRENINHA (já que, originalmente, o circuito acionava uma lâmpada que consumia a nada desprezível corrente de 40 mA...). A ilustração mostra o esquema do acoplamento entre os dois circuitos: na SIRENINHA nada foi "mexido", ou seja, é o mesmo circuito básico da montagem... Já na ELETRO-VELA, aproveitamos apenas o "miolo" da coisa, desprezando o primeiro BC549 (que era utilizado apenas para o comando de "desligar" da ELETRO-VELA...) e retirando a lâmpada. O "aluno" esperto terá notado que, basicamente, o circuito todo da SIRENINHA ficou, simplesmente, *no lugar* da lâmpada original da ELETRO-VELA! Assim, sempre que o nível de luz que atingir o foto-transistor TIL78 alcançar a intensidade pretendida (ajustável através do "trim-pot" do 1M5Ω), este entrará em condução, acionando o "par Darlington" formado pelo BC549 e pelo BD139, o qual, por sua vez,



fornecerá (através do emissor do BD139) a corrente necessária para o acionamento da SIRENINHA, que começará a "berrar"... O "aluno" deve notar que, embora no circuito original da ELETRO-VELA a carga final (lâmpada) estivesse acoplada ao coletor do BD139, na adaptação ora sugerida, a nova carga (constituída pelo próprio circuito original da SIRENINHA...) está agora acoplada ao circuito de emissor do BD139. Na adaptação, não ocorre o "congelamento do funcionamento" (como acontecia na ELETRO-VELA...), ou seja: assim que o nível de luz sobre o foto-transistor cair novamente, o som pára, só voltando a aparecer se, novamente, a luz sobre o TIL78 atingir intensidade suficiente...



"Na Sa. "aula" - págs. 4 e 3, o "mestre" disse que a luz infra-vermelha é invisível... Entretanto, verifiquei que a lâmpada infra-vermelha usada por um massagista, meu conhecido (essa lâmpada pode ser encontrada em algumas lojas...) emite uma luz vermelha, bem visível... Como se explica isso...?" - Renato Hideo Doki - Bauru - SP.

Ocorre o seguinte. Hideo: a radiação infra-vermelha é *realmente* invisível, não podendo ser notada ou captada, diretamente, pelos nossos olhos humanos... A lâmpada que você viu, embora chamada de "lâmpada infra-vermelha", emite *também* radiação visível, na faixa do vermelho, ou seja: ela não emite *apenas* radiação infra-vermelha, ocorrendo também a "produção" de luz "comum", visível, na cor vermelha... Só para dar um exemplo interessante, quer saber de uma "fonte" de radiação infra-vermelha completamente invisível? O ferro de passar roupa aí da mamãe (ou da esposa, pois não sabemos se você já foi devidamente "curto-circuitado"...), quando ligado e aquecido, *emite*, em grande intensidade, radiação infra-vermelha (cuja frequência está bem próxima da radiação que chama-

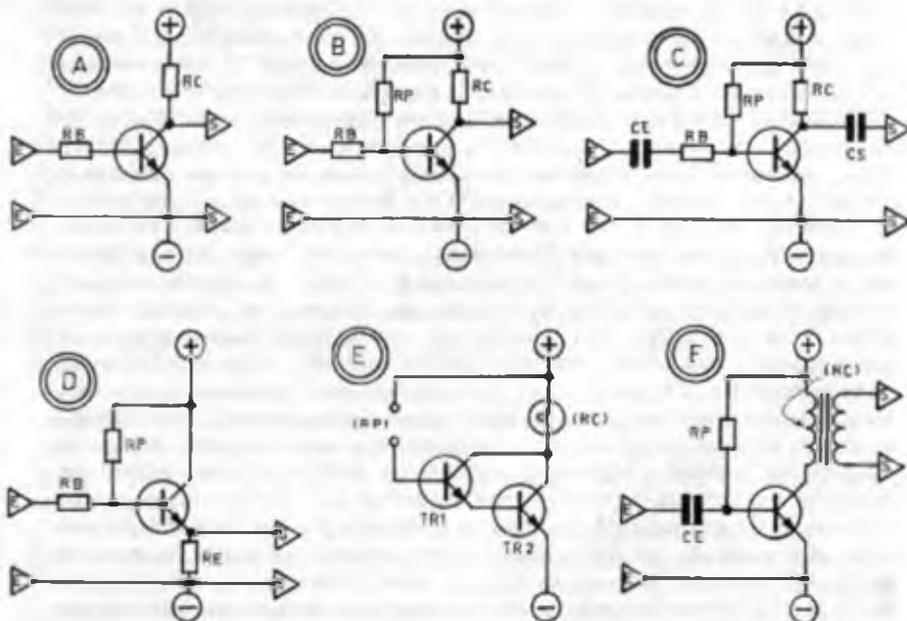
mos de calor, como você pode ver no gráfico da pág. 4 da 5a. "aula"... No entanto, de noite, com a luz do aposento desligada, você não *notará* nada (seus olhos não "verão" a radiação emitida pelo ferro de passar ligado e aquecido! Mesmo no "claro", se a radiação infra-vermelha fosse visível, você poderia diferenciar, com uma simples "zoiaça", um ferro ligado de um desligado (e isso *não ocorre*, causando muitas queimaduras em dedinhos de pessoas incautas...).



"As aulas do BÊ-A-BÁ estão "o fino"... Estudo engenharia elétrica na Universidade Federal de Uberlândia e a revista tem me ajudado muito (e também aos colegas...), pois, quando se estuda engenharia, certos aspectos puramente práticos são deixados de lado (embora tenhamos ótimos laboratórios...). Acreditem que é a primeira vez que me interesse em acompanhar uma revista, pela maneira clara e objetiva com que todos os assuntos são abordados, tornando-os acessíveis e agradáveis... Tenho lido alguns comentários da turma sobre o ritmo das aulas... Acho que está ótimo... Não devem acelerar a "colcha", para que tudo possa ser bem entendido e para que o "curso" continue leve e ao alcance de todos... O pessoal precisa ter calma... Também não acho que devam retardar, pois o "curso" se tornaria monótono... A seção FERRAMENTAS E COMPONENTES é o "ovo de Colombo" da revista e as demais seções, de teoria, prática, informação e o UMA DÚVIDA, estão excelentes... Depois da "batelação", a minha dúvida: tenho notado que em alguns circuitos que utilizam transistores, estão presentes todos os chamados componentes "auxiliares": resistor de coletor, de base, capacitores de entrada e de saída, etc... Porém, em alguns circuitos, "faltam", por exemplo, o resistor de coletor, ou o capacitor de saída... Gostaria de saber quando utilizam ou não tais componentes e como dimensioná-los, principalmente os capacitores..." - Dimas Pioli - Muzambinho - MG.

Inicialmente queremos agradecer pelos elogios, e pela divulgação que você está fazendo do BÊ-A-BÁ aí entre os colegas do Muzambinho, Dimas... Gostamos também que você (como a grande maioria da turma...) esteja satisfeito com o cronograma que imprimimos ao "curso" (nem "desbalada carreira", nem "passo de tartaruga"...). Agora vamos às suas dúvidas: se você acompanhou com atenção, principalmente as "aulas" 6 e 7, deve ter percebido que, embora o "circuito típico" com um transistor seja o mostrado em (A) na ilustração, com o resistor de base (RB) e o resistor de coletor (RC) devidamente colocados, *nem sempre* é essa a disposição do sistema conveniente para que obtenhamos o funcionamento desejado... O principal ponto que devemos observar ao tentar projetar ou "organizar" um circuito com transistor, por mais simples que seja, é: *o que queremos que o circuito faça e em qual "intensidade"...* Assim, no circuito (A), você já sabe que, se ligarmos a "ponta sobrança" do resistor (RB) ao positivo da alimentação, o transistor ficará polarizado no sentido de condução e amplificação e que, portanto, sobre o resistor de carga de coletor (RC), circulará uma corrente proporcionalmente maior do que a aplicada à base (dependendo, essa "proporcionalidade", entre outras coisas do ganho do transistor...). O circuito (A) é uma disposição típica, entretanto, se quisermos que o transistor já permaneça (mesmo antes de algum sinal ser aplicado à "ponta sobrança" de RB) em estado de polarização, devemos colocar no sistema o resistor de polarização (RP) que "proverá" a base do necessário nível de *positivo* para que o componente desenvolva uma corrente de coletor (através do resistor RC). Cada vez, então, que um sinal *positivo* for aplicado a RB, a corrente de coletor (que já existe, em virtude do transistor estar polarizado por RP...), simplesmente *aumentará*, em função do ganho de amplificação proporcionado pelo transistor. Os dois circuitos (A e B) estão "desenhados" para sinais de *entrada e saída* contínuos, ou seja: os sinais (tanto injetados na entra-

da, quanto recolhidos na saída) têm polaridade constante... Entretanto, se desejarmos aplicar (e recolher) sinais de *corrente alternada* (ver págs. 4, 5, 6 e 7 da 7a. "aula"...), para que o transistor reaja corretamente, devemos intercalar capacitores, tanto na entrada quanto na saída (como mostra a ilustração, em C). Conforme foi explicado na "lição" sobre os capacitores (2a. "aula"), esses componentes, embora permitam a "passagem" da corrente alternada, bloqueiam o trânsito para a corrente contínua, sendo, portanto, próprios para essa aplicação circuital... Além disso, os capacitores, em muitos casos, servem para "isolar" os transistores, APENAS PARA EFEITO DE CORRENTE CONTÍNUA, dos outros blocos de amplificação, etc., existentes "antes" e "depois" do dito cujo... Então veja que basicamente, o uso ou não dos capacitores de entrada e saída, depende do circuito estar sendo empregado na amplificação de corrente contínua ou corrente alternada. Já quanto ao valor de capacitância do componente (em *microfarads* ou seus sub-múltiplos), depende da *frequência* da corrente alternada que está sendo manejada (amplificada). Conforme você verificará numa boa "recordada" nas "aulas" 2 e 3. Capacitores de altos valores levam mais tempo para *carregar e descarregar* e portanto devem ser usados em circuitos onde os sinais são de alternância *lenta* (frequência *baixa*...). Por outro lado, se as frequências operadas pelo circuito forem altas, o tempo de carga e descarga dos capacitores deverá também ser proporcionalmente *curto* (o que obriga o uso de valores baixos de capacitância...). Vamos verificar agora, observando a ilustração em seu exemplo D a eventual "supressão" do resistor de coletor... Você já sabe que, quando um transistor recebe a conveniente polarização em sua base, entra em estado de *condução* baixando a sua *resistência interna* entre emissor e coletor, e permitindo, assim, a passagem de uma considerável corrente pelo circuito de coletor. Entretanto, como você também já estudou na 6a. "aula" (págs. 9, 10 e 11 de BÊ-A-BÁ n.º 6) a corrente de emissor é a soma das correntes de coletor e base, portanto, também proporcional à amplificação de corrente efetuada pelo transistor... Assim se, como mostra o exemplo D da ilustração, você intercalar um "resistor de carga" no emissor (ao invés de fazê-lo





ESCOLAS

INTERNACIONAIS

CURSOS DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL

NOSSOS CURSOS SÃO CONTROLADOS PELO
NATIONAL HOME STUDY COUNCIL

(a) Entidade norte-americana
para controle do ensino
por correspondência

p. 22-83

ELETRÔNICA, RÁDIO e TV

O curso que lhe interessa precisa de uma boa garantia!

As ESCOLAS INTERNACIONAIS, pioneiras em cursos por correspondência em todo o mundo desde 1891, investem permanentemente em novos métodos e técnicas, mantendo cursos 100% atualizados e vinculados ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia modernas. Por isso garantem a formação de profissionais competentes e altamente remunerados.

Não espere o amanhã!

Venha beneficiar-se já destas e outras vantagens exclusivas que estão à sua disposição. Junte-se aos milhares de técnicos bem sucedidos que estudaram nas ESCOLAS INTERNACIONAIS.

Adquira a confiança e a certeza de um futuro promissor.

Cursos rápidos, fáceis, eminentemente práticos, preparados pelos mais conceituados engenheiros de indústria internacionais da grande porte

MILHARES DE ESPECIALISTAS EM ELETRÔNICA BEM SUCEDIDOS



A teoria é acompanhada de 6 kits completos, para desenvolver a parte prática:

- kit 1 - Conjunto básico de eletrônica
- kit 2 - Jogo completo de ferramentas
- kit 3 - Multímetro de mesa, de categoria profissional
- kit 4 - Sintonizador AM/FM, Estéreo, transistorizado, de 4 faixas
- kit 5 - Gerador de sinais de Rádio Frequência (RF).
- kit 6 - Receptor de televisão.



PEÇA NOSSOS CATALOGOS GRÁTIS

EI Escolas Internacionais
Caixa Postal 6997 - CEP 01051
São Paulo - SP.

ENVIE CUPOM OU CARTA, HOJE MESMO!

É recebe, grátis, o livrato
Como Triunfar na Vida



ESCOLAS INTERNACIONAIS

Caixa Postal 6997 CEP 01051

São Paulo - SP.

Envie-me, grátis e sem compromisso, o magnífico catálogo completo e ilustrado do curso abaixo, com o livrato **Como Triunfar na Vida**.

Eletrônica

Nome.....
Rua.....
CEP..... Cidade..... Estado.....

BE 10

no coletor), também poderá "recolher" a saída através desse componente... "Quando" recolher a saída no coletor ou no emissor, é um problema que depende "do que" vem *depois* desse transistor, no circuito ao qual o mesmo esteja incorporado... Normalmente, a saída recolhida no coletor é de impedância mais alta do que a recolhida no emissor, assim, depende da resistência de entrada do próximo estágio, o projetista poderá optar pelo sistema mostrado em B ou em D. Existem também casos em que (aparentemente), os transistores de um circuito *não usam* os resistores "auxiliares" (como você diz...). Dá uma olhadinha no exemplo E da ilustração... No caso, apenas dois transistores estão interligados, sem quaisquer outros componentes "visíveis"... Entretanto, *está lá*: o resistor de coletor de TR1 e de TR2 ("representado" pela lâmpada), o resistor de base de TR2 (representado pelo próprio TR1), o resistor de emissor de TR1 (representado pela própria junção base/emissor de TR2) e assim por diante... No caso do exemplo, para que a lâmpada acenda, é necessário intercalar-se nos pontos marcados com RP um resistor de polarização (para a base TR1), que poderá (como já vimos na experiência da pág. 19 da 5a. "aula") ser até um *dado* encostado aos contatos... Notar que, no caso do exemplo, não poderíamos intercalar capacitores, nem na entrada e nem na saída do circuito, pois estes bloqueariam as corrente contínuas necessárias tanto ao acendimento da lâmpada (na saída) quando à polarização de entrada. Às vezes, ainda, precisamos usar a saída de um circuito transistorizado "diretamente" para excitar um dispositivo qualquer... O exemplo F mostra como podemos construir um circuito básico de amplificação de C.A. (áudio), onde, por necessidade de "bloqueio" de entrada, devemos colocar o capacitor CE, porém, como a saída é recolhida diretamente pelo *primário* de um transformador (que "age" como se fosse o resistor de coletor - RC - do transistor), não há a necessidade de usarmos o capacitor de saída (CS) e nem o resistor de coletor (cuja "função", como dissemos, é exercida pelo próprio primário do transformador...). Todos os exemplos mostrados foram baseados na configuração mais usada para amplificação com transistor, que é a de EMISSOR COMUM (ver pág. 6 da 7a. "aula"), porém nada impede que tais variações também sejam usadas nas outras configurações (COLETOR COMUM e BASE COMUM), dependendo das necessidades do circuito, do que "queremos que ele faça" e "em qual intensidade"... Em todo e qualquer caso, contudo, existe uma "porteira" que não pode ser ultrapassada, que é a dos *parâmetros máximos* de corrente e tensão dentro dos quais os transistores devem "trabalhar", conforme explicamos na 6a. "aula"... Deve ter dado para perceber, Dimas, que a "arte" de projetar circuitos, embora se baseie em requisitos puramente técnicos e teóricos, também depende *muito* de intuição, de "feeling" e de experimentação (sabe aquela história de que "na prática, a teoria é outra...?"). Assim, não existe (com aplicação prática no "dia-a-dia" da Eletrônica...) algo como um "manual de projetos", ou um "jeito", fixo e permanente de "fazer as coisas"! Tudo depende, como já dissemos e re-dissemos, *do que você quer que o circuito faça, e em qual intensidade...*

**PARA ANUNCIAR
E FAZER SEUS
ANUNCIOS**

LIGUE PARA

223 2037

➔

SO ELETRONICA

Kaprom

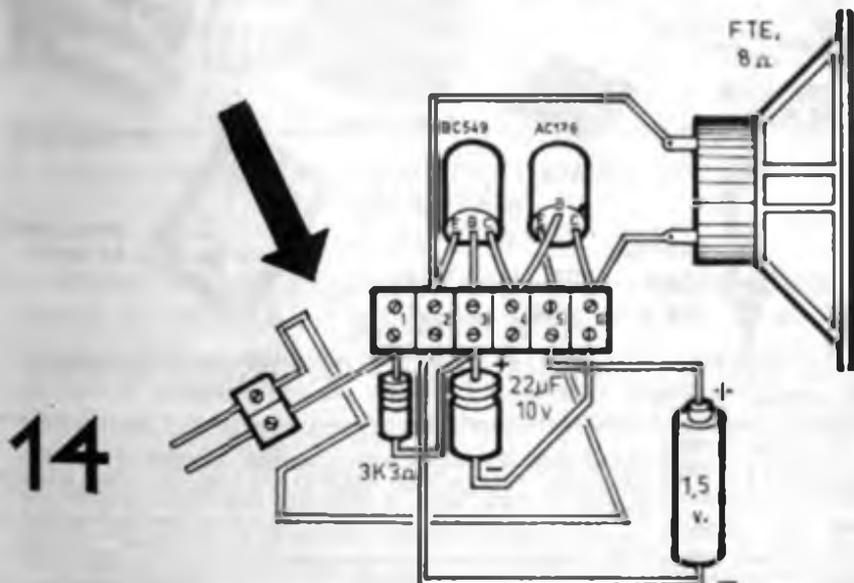
KAPROM PROPAGANDA E PROMOÇÕES S/C LTDA.

RUA DOS GUSMÕES, 353 - 29 - CJ. 26 - SÃO PAULO

O MESTRE "DANÇOU"...



De tanto respirar pó de giz, o "mestre" andou, ultimamente, com algumas "revertrezas", invertendo coisas aqui e ali... Na 3a. experiência da parte teórica da "lição" da Ra.



"aula" (pág. 27 do BE-A-BÁ n.º 8), uma das ligações do chapeado do circuito (referente ao UMÍDÓMETRO) saiu tocada... A "dançada" do "mestre" ocorreu numa das ligações do sensor do circuito que, ao invés de ser indicada com conexão ao segmento 5 da barra (positivo da alimentação), saiu com a conexão feita ao segmento 2 (negativo da alimentação). Assim, publicamos novamente o referido desenho, com a devida correção (indicada pela seta). A ilustração deve ser considerada em substituição ao desenho 14 da pág. 27 do BE-A-BÁ n.º 8...

O "mestre" pede desculpas à turma, e declara que *já está de pé, no canto, no fundo da classe, com o "chapéu de orelhas", como bem merece...* (E lá ficará até o mês que vem, de castigo...).

ATENÇÃO ATENÇÃO ATENÇÃO ATENÇÃO ATENÇÃO ATENÇÃO ATENÇÃO ATENÇÃO

Você que gosta de Eletrônica, chegamos para resolver o seu problema. Temos, ferramentas para Eletrônica, números atrasados desta revista e de outras, peças avulsas e conjuntos para montagens publicadas nesta revista.

ORIENTAÇÃO TÉCNICA GRATUITA

FEKITEL - Centro Eletrônico Ltda.

Rua Guaianazes, 416 - 1º andar - Centro - São Paulo - SP - CEP 01204 - tel.: 221-1728
aberto inclusive aos sábados.

Faça você mesmo a sua placa de Circuito Impresso com o Laboratório Completo CETEKIT-CK3



CORTADOR DE PLACA



PLACA



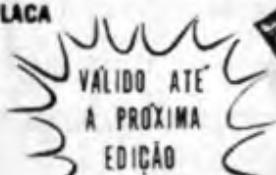
VASILHAME



PERFURADOR



CANETA COM TINTA



VÁLIDO ATÉ A PRÓXIMA EDIÇÃO



PERCLORETO DE FERRO

Faça GRÁTIS o curso "CONFEÇÃO DE CIRCUITO IMPRESSO"

Inscrições: 221-1728

SIM, desejo receber o CETEKIT CK3 pelo reembolso postal, pela qual pagarei Cr\$ 4.500,00 mais frete e embalagem!

Fekitel Centro Eletrônico Ltda.
RUA GUAIANAZES 416 1º ANDAR CENTRO S PAULO
CEP 01204 TEL 221-1728 ABERTO ATÉ 18h INCLUSIVE SÁBADO

NOME _____
ENDER _____ CEP _____
BAIRRO _____ CIDADE _____ ESTADO _____

Ferramentas & Componentes **I**



COMO CONFECCIONAR PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (2ª. PARTE)

Conforme tínhamos explicado na 1ª. parte da presente série (publicada no BÉ-A-BÁ n.º 9), com o aparecimento dos modernos componentes — mais especificamente dos semi-condutores (pequenos e necessitando de pouca energia para funcionarem...), na década de 50, as montagens eletrônicas sofreram grandes modificações e aperfeiçoamentos, “fugindo” dos tradicionais “chassis” de chapa metálica, grandes e pesados, e adotando o sistema de placas de Circuito Impresso (cujas características “técnicas” foram abordadas no FERRAMENTAS E COMPONENTES do BÉ-A-BÁ

n.º 9). Nesta 2a. parte, mostraremos a seqüência de operações para a confecção de uma placa com *lay-out* específico, para determinação da montagem...

V – INTRODUÇÃO

As placas de Circuito Impresso, embora já existam, comercial e industrialmente no Brasil, há uns 25 anos, ainda são pouco conhecidas de muitos hobbystas e estudantes, sendo poucos os que sabem manipulá-la corretamente. Provavelmente, todo esse "desconhecimento" se deve à inexistência de literatura própria, ou de abordagens mais completas nas publicações especializadas.

Com a intenção de auxiliar o estudante, "aluno" do BÊ-A-BÁ, divulgaremos, então, uma técnica simples e barata para a confecção da placa, destinada e recomendada, basicamente, para montagens esporádicas, como é o caso de kits, trabalhos escolares, experiências, testes, protótipos, etc.

VI – AS OPERAÇÕES

A seqüência de operações não difere muito da empregada nas grandes indústrias, para a fabricação em série. A diferença toda está apenas no grau de sofisticação dos aparelhos, pois enquanto as indústrias buscam produtividade (muitas unidades, feitas rapidamente, a um preço unitário relativamente baixo), os amadores e estudantes procuram a simplicidade, facilidade de manuseio, e também economia, é claro...

*Antes de começar a elaboração de uma placa específica qualquer, é preciso ter à mão o desenho (que chamamos também de *lay-out*) do circuito impresso que será traçado (reproduzido) sobre a placa. As boas publicações de Eletrônica, voltadas para o hobbysta e estudante, costumam publicar, junto a alguns artigos, esse *lay-out*, já em tamanho natural (como ocorre no BÊ-A-BÁ DA ELETRÔNICA e na DIVIRTA-SE COM A ELETRÔNICA...), o que facilita muito a vida do amador...*

A posse prévia do desenho é importante porque:

- a) Nos mostra o tamanho da placa virgem que deve ser adquirida ou recortada.
- b) Apresenta a conformação, o padrão e a largura das pistas.
- c) Indica a exata localização e dimensão das ilhas.
- d) Geralmente, também mostra a localização e o tamanho de furos para fixações e outros detalhes.

O desenho 1 mostra alguns exemplos de lay-outs específicos, de Circuitos Impressos, como costumam ser publicados pelas revistas especializadas...

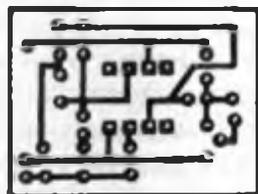
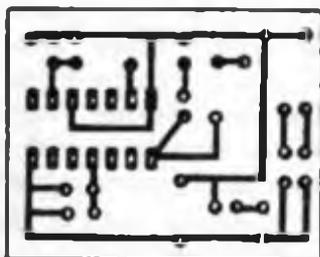
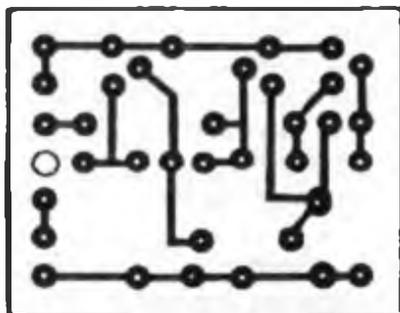
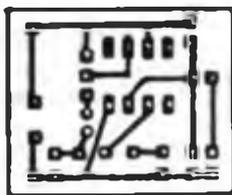
Uma vez obtido o desenho básico, existe uma seqüência de operações, que cuja ordem e observância dos detalhes dependerá o resultado final... Essa seqüência é a seguinte:

- 1 - corte
- 2 - limpeza
- 3 - traçagem
- 4 - corrosão
- 5 - "stripping"
- 6 - furação
- 7 - limpeza final
- 8 - (acabamentos).

Todo o "segredo" para uma boa placa, reside na observação e acompanhamento rigoroso de todos os itens dessas operações. Conforme já tínhamos dito na 1a. parte da presente série, para o hobbysta, o estudante e o amador, recomenda-se usar a placa de fenolite cobreado de face única, devido ao seu baixo custo e à grande facilidade de manipulação...

1 - CORTE

A primeira providência, numa confecção, é a de arranjar a placa do tamanho certo. Se a placa adquirida for (como ocorre muitas vezes...) maior do que o necessário, é preciso cortá-la. A maneira mais simples (e de excelentes resultados) para efetuar os cortes, é usando-se duas ferramentas especiais (muito baratas), chamadas de RÉGUA DUPLA e RISCADOR, já que, se você tentar simplesmente serrar a placa com uma serrinha tipo "tico-tico", verá como o



corte fica irregular, cheio de rebarbas, ocorrendo, por vezes, o trincamento da placa... O desenho 2 mostra as primeiras operações para o corte...

- A – Pelo lado cobreado da placa, marque, com lápis e régua, o tamanho desejado da placa (segundo, naturalmente, o lay-out no qual está se baseando...).*
- B – Prenda a placa na régua dupla. A placa fica entre os dois “braços” da régua. Apertando-se a “borboleta” de fixação os “braços” apertam a placa, que fica bem imobilizada.*
- C – Faça o risco, dando 3 ou 4 passadas, bem firmes, usando a régua como guia.*
- D – Sem soltar a placa da régua, vire-a e faça o risco também pelo lado não cobreado, dando 3 ou 4 passadas do riscador, bem firmes.*

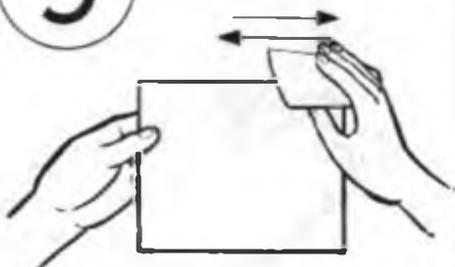
Uma vez efetuados os riscos, torna-se fácil destacar-se da placa original o “pedaço” previamente demarcado. Observar o desenho 3:

A**B****C****2****D**

GOMES?

- A – Segurando a régua-guia firmemente (a borda de uma mesa pode ajudar), force a placa, até que ela se parta. O corte deve ocorrer seguindo rigorosamente a riscagem feita.
- B – Destacado o pedaço que vai ser utilizado, com uma lixa, remova eventuais rebarbas (se o corte tiver sido feito com precisão, praticamente não existirão irregularidades nas bordas...).

Obviamente, existem outras maneiras “artesaniais” de se cortar a placa, mas todas elas, invariavelmente, dão resultados inferiores ao método descrito. Nas fábricas, adota-se o sistema de corte em guilhotina, com o prévio aquecimento da placa, para evitar “trinças”... Embora esse método seja excelente, é claro que o estudante

A**3****B**

GEMO

ou hobbysta não disporá dessas ferramentas "sofisticadas"... Assim a RÉGUA DUPLA e o RISCADOR são, na prática, equipamentos obrigatórios para quem quer fazer suas próprias placas...

2 - LIMPEZA

Antes de se efetuar a traçagem é preciso fazer uma limpeza rigorosa no lado cobreado da placa. Estando a placa recoberta por óxidos, ácidos ou gorduras, haverá grande dificuldade em se fazer a tinta da traçagem "pegar" sobre a placa, além de ocorrerem, posteriormente, graves defeitos na corrosão, gerando placas incompletas, com "falhas" ou "curtos" na pistagem... No desenho 4:

- A - Com um pedaço de palha de aço fina ("Bom Bril"), esfregue com força o lado cobreado, sempre em movimentos circulares, até que a superfície fique bem brilhante e limpa.*
- B - Uma vez feita tal limpeza, evite o contato dos dedos com a área cobreada. Os ácidos e gorduras contidas na transpiração humana (mesmo que os seus dedos aparentemente estejam bem secos e limpos...), "atacam" o cobre com extrema rapidez, formando camadas prejudiciais às operações seguintes da confecção.*
- C - Assim, manipule a placa, daí para a frente, segurando-a apenas pelas bordas.*

4



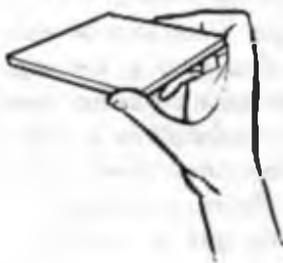
A

B

incorreto



correto



C

3 - TRAÇAGEM (OU IMPRESSÃO)

Impressão ou traçagem significa "desenhar" o padrão do circuito sobre o lado cobreado da placa. Na prática, existem várias opções para essa tarefa. Industrialmente, a impressão é feita por processos sofisticados de "silk-screen", entretanto, para as necessidades do estudante ou hobbyista, a traçagem "manual" é mais viável...

O elemento mais importante da traçagem é a TINTA, pois esta deve resistir aos ácidos da corrosão à que a placa vai ser submetida em seguida. Assim, tintas solúveis em água (como o nanquim, por exemplo) não servem para essa finalidade. A tinta própria é chamada de "ácido-resistente"... Outra característica desejável é que tal tinta seja de secagem rápida (muitos defeitos podem ocorrer com a utilização de tintas de secagem lenta, cujos filates podem escorrer, ou até ser alterados ou apagados, pelo simples contato

acidental da superfície cobreada e traçada com qualquer objeto...). Vamos, então, aos métodos mais práticos, ao alcance do estudante, para a traçagem:

a) *Caneta recarregável.*

A caneta recarregável é uma boa opção, pois é bastante econômica. Sendo recarregável, a tinta pode ser colocada apenas na hora da traçagem, evitando ressecamentos e entupimentos.

Obtém-se um traçado de bom aspecto e muito preciso. Entretanto, como a tinta é de secagem ultra-rápida (os traços secam em segundos...), surge um pequeno problema: às vezes a pena entope (pela secagem da tinta dentro do "caninho"...). A solução para esse problema é muito simples: introduz-se no furinho da pena um arame bem fino, previamente limpo com algodão embebido em solvente (acetona) e, em seguida, colocando a tampa traseira da caneta na boca, dá-se um sopro, bem forte... A tinta sairá, formando uma "bolinha" na ponta da pena. Em seguida, basta remover-se essa "bolinha" com o algodão cheio de acetona e começar a desenhá-la... Assim, sempre que a caneta se recusar a escrever, a primeira coisa que se deve fazer é esse "truque" do sopro (cuidado para não "sugar" em vez de soprar, que você vai encher a boca de tinta...).

Sempre que a caneta não estiver sendo utilizada, mesmo que por breves instantes, deve permanecer no seu suporte, que a mantém em pé, evitando o contato da ponta da pena com o ar, e não permitindo, assim, a secagem da tinta que gera o entupimento. O suporte é provido de um pequeno receptáculo no qual é colocado algodão embebido em solvente (acetona) para a limpeza da pena. Uma vez terminado o trabalho, toda a tinta ainda contida na caneta deve ser removida. Desmonta-se a caneta e lava-se as peças com solvente antes de guardar...

Sempre que, durante a traçagem, o "aluno" executar algum traço indevido (ou escorrer um pouco de tinta, fora da área que deva ser recoberta), as correções deverão ser feitas por "raspagem", usando-se estiletos ou pequenas faquinhas. Espera-se a tinta secar completamente e remove-se os defeitos, corrigindo-os, em seguida, se houver a necessidade, através de nova traçagem... As correções não podem ser feitas com o solvente pois, inevitavelmente,



CANETA



SUPORTE P/
CANETA



TINTA

5

te, outras áreas da placa serão atingidas, removendo vistas que estavam "certas"... O "sistema" que forma esse método da caneta recarregável está todo no desenho 5, vendo-se a própria caneta, o suporte e as embalagens que normalmente acondicionam a tinta para a reposição (não esquecer que, devido à rápida secagem da tinta em contato com o ar, essas embalagens também devem permanecer rigidamente fechadas...).

b) Caneta descartável.

Trata-se de um sistema mais moderno e, para aplicações esporádicas, mais barato do que a caneta recarregável. Uma espécie de bisnaga, semelhante a um tubo pequeno de creme dental, é provida de um bico plástico que funciona como pena para a traçagem. Isso quer dizer que a própria tampa da bisnaga constitui o artefato "escrevedor"... O seu funcionamento é bastante simples: basta segurar a bisnaga como se fosse uma caneta comum, com os dedos polegar, indicador e médio, e fazer uma leve pressão, para que a tinta saia. A variação na largura dos traços é obtida facilmente, controlando-se a pressão dos dedos sobre o corpo da bisnaga e variando-se a inclinação da "pena" em relação ao plano de trabalho... A caneta descartável utiliza uma tinta mais "grossa", e de secagem um pouco mais lenta (eliminando, então, os problemas inerentes à secagem ultra-rápida da outra caneta...), com excelente resistência ao ácido de corrosão... Mesmo sem que esteja completamente



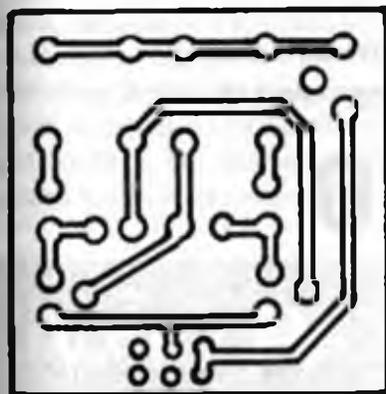
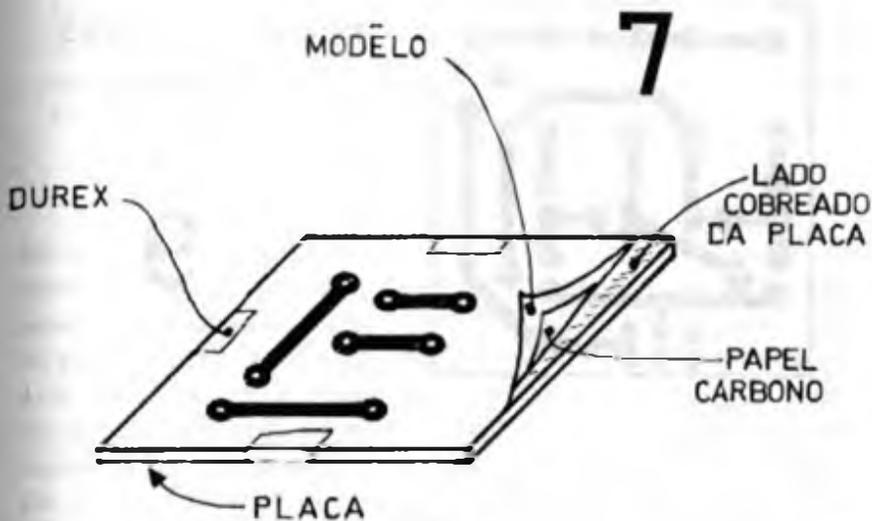
6

seca, a tinta da caneta descartável mantém essas boas características de resistência... A "cara" da caneta descartável está na ilustração 6.

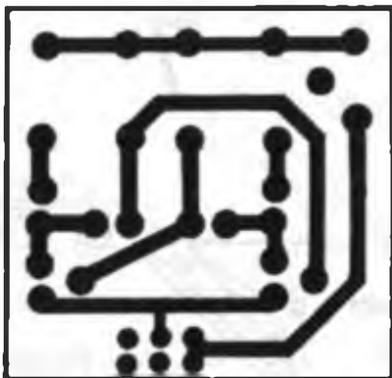
Esse sistema é recomendado para traços mais "robustos", devido à maior vasão de tinta. Normalmente, a caneta é adquirida com uma espécie de "agulha" que veda o furo da pena, e que também pode ser usada para a limpeza do furinho, quando se fizer necessária. Limpezas "externas" da pena podem ser feitas com algodão embebido em solvente. Como os traços gerados por esse tipo de caneta são mais espessos e "robustos", eventuais correções poderão ser feitas com um "cotonete" embebido em acetona (ou mesmo com o método da raspagem, utilizando-se estiletos ou faquinhas).

Conhecido o equipamento básico, vejamos agora como se "desenha" e se transfere o padrão das pistas e ilhas para o cobre da placa:

- Inicialmente, o modelo (recortado, xerocado ou "carbonado" da revista da qual o estudante esteja querendo reproduzir o projeto) deve ser fixado sobre a área cobreada da placa, com um pedaço de papel carbono intercalado (ver desenho 7). As bordas do "sanduíche" devem ser presas com pequenos pedaços de fita adesiva ("durex"), para que o conjunto não "ande", o que ocasionaria uma cópia "torta", e com as pistas deslocadas...*



- Com caneta esférogáfica ou lápis (calcando-se bem, para que a reprodução saia bem nítida), traça-se o contorno das pistas e ilhas, ficando o trabalho, sobre a área cobreada, como mostra o desenho 8.
- Destacando o papel/modelo e o carbono (e evitando-se sempre tocar a superfície cobreada com os dedos), faz-se a traçagem e o "enchimento" das áreas (pistas e ilhas), ficando o resultado final como mostra o desenho 9.



PISTAS E ILHAS PREENCHIDAS

9



PREENCHENDO
AS PISTAS

10

- São importantes alguns "macetes" durante o recobrimento das áreas com a tinta... Se a caneta utilizada é do tipo recarregável (tinta de secagem "relâmpago"), a "coisa" deve ser feita por etapas relativamente pequenas (em termos de área...), traçando-se um pedaço do contorno, com cerca de 1cm., e preenchendo-se essa pequena área logo em seguida. Sempre em pequenas etapas de cerca de 1cm., o trabalho sai muito rápido e seguro, pois não há tempo para a tinta secar e atrapalhar o deslizamento da caneta. A caneta deve ser segura bem em pé (a tinta sai por gravidade, se você deitar a caneta o fluxo é interrompido...) e deve-se correr a pena num só sentido, evitando-se repassar a pena sobre

Áreas já "tintadas" (enquanto a tinta estiver "mole", isso é possível, mas logo que ela seca, o que ocorre com grande rapidez, a tendência da pena é arrancar a tinta anteriormente depositada, estragando o trabalho...).

Na próxima "aula" da presente série, ensinaremos os "macetes" da corrosão e do preparo final da placa. Durante essa corrosão, o que acontece é a remoção ou eliminação de todo o cobre "excedente" na placa, ou seja, toda a superfície *não recoberta* pela tinta protetora (que determina a posição das pistas e ilhas) ficará limpa, sem a sua película cobreada, permanecendo o metal apenas nas áreas protegidas pela tinta durante a traçagem... Não esquecer que a corrosão só será possível se a placa for cuidadosamente limpa com "Bom-Bril" *antes* da traçagem. Outros problemas que devem ser evitados, através do correto manuseio da placa, são: marcas de dedos, correções mal feitas, borrões, etc. Muita coisa pode ser evitada, fazendo-se a primeira limpeza apenas *imediatamente antes* de se efetuar a traçagem, e promovendo-se a corrosão também imediatamente, já que até a pequena umidade contida na atmosfera pode gerar camadas de oxidação sobre as áreas do cobre não protegidas pela tinta, o que acarretará o surgimento de "manchas cobreadas" nessas áreas, após a corrosão...

NÃO PERCA ESTA OFERTA ÚNICA!

GRATIS – GRATIS – GRATIS – GRATIS – GRATIS – GRATIS
CURSOS DE: CONFEÇÃO DE CIRCUITOS IMPRESSOS,
SOLDAGEM E MONTAGEM

INFORMAÇÕES E INSCRIÇÕES FONE (011) 221-1728



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 BÉ-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 explicadas 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

Monto amplificadores de baixa e alta potência. Interessados escrever para -
Eduimar Costa Muniz - Rua Armando
Aguilar, 94 - Jucutuquara - 29100 -
Vitória - ES.

• • •

Tenho revistas de Eletrônica para ven-
der - Eduardo Antônio Raga Luccas -
Av. das Saudades, 135 - 09300 - Mauá
- SP.

• • •

Troco (ou vendo) algumas revistas de
Eletrônica - José Inácio da Silva - Pra-
ça Aristides Lobo, 72 - 58000 - João
Pessoa - PB.

• • •

Gostaria de trocar (ou vender) várias re-
vistas de Eletrônica, da Editora Pittipal-
di e outras - Alexandre de Jong - Rua
Antônio Júlio dos Santos, 28 - Bairro
Morumbi - 05661 - São Paulo - SP.

• • •

Tenho, para vender, uma coleção com-
pleta de DCE - Adriano Barbosa da Sil-
va - Travessa Marta Pacheco, 61 - Bair-
ro dos Novais - 58000 - João Pessoa -
PB.

• • •

Vendo injetores de sinais, fontes regula-
veis e placas de Circuito Impresso para
estas montagens - Cláudio Cardoso de
Menezes - Rua Luísa Marcelina Chalb,
307 - Jardim Cidália - 04651 - São
Paulo - SP.

Vendo um amplificador de 30 watts,
caixa acústica, micro-calculadora, Circui-
tos Integrados, transistores e várias revis-
tas de Eletrônica. Bom preço para o lote
todo - Artur Domingues Diniz - Rua
Frans Venack, 54 - Vila Nova Galvão
- 02280 - São Paulo - SP

• • •

Vendo (ou troco) apostilas de curso de
Eletrônica por correspondência. Tam-
bém quero entrar em contato com Clubi-
nhos de Eletrônica - José Gomes da Sil-
va - Rua Internacional, 84 - Jardim das
Nações - 09900 - Diadema - SP.

• • •

Compro ou troco Circuito Integrado
LM3909. Também quero transar corres-
pondência, componentes, esquemas, etc.
- Magno César Magnani - Av. Tiraden-
tes, 132 - 87100 - Maringá - PR.

• • •

Interesso-me por trocar, vender ou com-
prar revistas e componentes. Também
gostaria de me comunicar com Clubi-
nhos. Quem tiver informações sobre um
"ferro-velho" onde se possa adquirir pe-
ças de Eletrônica, comunique-se comigo
- Nelson José Nichele Júnior - Rua
Teixeira Coelho, 107 - apto. 11 - Bair-
ro Batel - 80000 - Curitiba - PR.

• • •

Vendo componentes eletrônicos (faço
aquisições sob encomenda) para os ami-
gos distantes - Ricardo Hino - Rua
Albuquerque Pinheiro, 36 - Itaim Pau-
lista - 08170 - São Paulo - SP.

• • •

Vendo diversos números avulsos de DCE,
e um miliamperímetro 0-1mA - Valdir
Tadeu da Cunha Góis - Rua Rego Lo-
pes, 98 - 20520 - Rio de Janeiro - RJ.

CLUBINHOS

Fuadei o HOBBYTRÔNICO, um clube para troca de cartas e circuitos. Interessados em associar-se, escrever para - Marcuse Medeiros de França - Av. Seridó, 331 - 59300 - Caicó - RN.

Os interessados em fazer parte do CLUBINHO DOS GÊNIO EM ELETRÔNICA (troca de esquemas, componentes, idéias e sugestões), devem entrar em contato com o "gênio não muito genial" - Magno César Magnani - Av. Tiradentes, 192 - 87100 - Maringá - PR.

Estamos formando, aqui em Brasília, um grupo de estudos (reuniões semanais) para juntos aprendermos e esclarecermos as dúvidas sobre as "aulas" do BÊ-A-BÁ. Interessados (residentes no Distrito Federal), comunicar-se com - Cláudio Pinheiro de Abreu - SQN 405 - Bloco "J" - apto. 202 - 70000 - Brasília - DF - Fone: 274-4996.

Somos dois "irmãos eletrônicos" e gostaríamos de trocar correspondência com CLUBINHOS e demais acompanhantes desse maravilhoso "curso" da BÊ-A-BÁ - Edison e Ronald Lucas - Caixa Postal n.º 37 - CEP 89885 - São Carlos - SC.

Gostaria de formar um CLUBINHO para trocar componentes, montar aparelhos e trocar idéias sobre Eletrônica. Interessa-

dos podem escrever para - Marcello Campos Valverde - CLUBE DO TRANSÍSTOR - Rua Maranhão, 238 - casa 5 - Meier - 20720 - Rio de Janeiro - RJ.

Comunico a fundação do C.E.A. (CLUBE ELETRÔNICO ALFA), destinado à troca de correspondência, pesquisa, hobby, "rança" de revistas, livros, componentes, etc. Futuros sócios, escrevam para - Álvaro R. R. Pereira - Rua São Paulo, 2053 - Vila Célia - 79100 - Campo Grande - MS.

Comunicados de 09/06/83 e 05/07/83 do CLUBE ELETRO-GUDY: estamos lançando o concurso do "Projeto Mais Simples e de Grande Utilidade Para o Lar". O regulamento será dado por carta, aos interessados. Podem participar todos os "alunos" e hobbystas brasileiros, portugueses, técnicos, professores e pessoal de outros CLUBINHOS. Procuraremos divulgar o assunto aqui mesmo, na HORA DO RECREIO. O CLUBE ELETRO-GUDY também dispõe de sócios que executam "serviços" para iniciantes, como: confecção de placas de Circuito Impresso, fornecimento de peças, reparos, montagens e assistência aos projetos publicados em DCE e BÊ-A-BÁ. Escrevam para CLUBE ELETRO-GUDY - Rua 21 de fevereiro, 362 - 89885 - São Carlos - SC.

NOTA DO "MESTRE" - O ELETRO-GUDY é um dos CLUBINHOS mais ativos, sempre escrevendo para a seção, promovendo idéias interessantes como essa do "concurso"... Conforme temos afirmado, a HORA DO RECREIO está, permanentemente, à disposição da turma, para a divulgação de atividades desse tipo. Uzem e abusem...

BRINDE DE CAPA

Muitas das montagens publicadas aqui no BÉ-A-BÁ, sejam puramente experimentais (no acompanhamento das "lições" teóricas), sejam práticas ou definitivas (na seção INICIAÇÃO AO HOBBY), são baseadas na técnica de construção em barra de terminais soldáveis ("ponte" de terminais). Paralelamente, alguns circuitos têm a sua construção proposta em barras de conectores parafusados (que é uma técnica que permite o total reaproveitamento dos componentes, própria, assim, para os circuitos puramente comprobatórios ou experimentais...). Esses dois sistemas apresentam grande semelhança entre si, no seu "ordenamento" de ligações (embora o primeiro exija ligações soldadas, e o segundo não...), já que ambos apresentam um conjunto "linear" de contatos (que costumamos, para simplificar, chamar de "segmentos", nas nossas lições e descrições...), que podem (e devem) ser numerados pelo "aluno", e aos quais devem ser conectados (por solda, ou pela pressão de parafusos), os terminais de componentes, fios de interligação, etc.

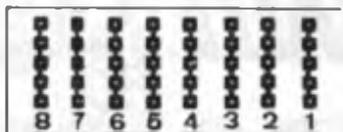
Conforme o "aluno" também já sabe, existe uma outra técnica para as montagens, que é a do Circuito Impresso (cujos "truques" de confecção e utilização estão sendo ensinados pelo Prof. Y. Kanayama, na série da seção FERRAMENTAS E COMPONENTES...). Essa técnica permite grande redução final no tamanho das montagens, pois os componentes podem ficar bem "pertinho", uns dos outros, eliminando-se grande parte (ou a totalidade...) da fixação...

O presente BRINDE DE CAPA (cujo *lay-out*, em tamanho natural, o "aluno" pode ver na ilustração...) é um autêntico "cruzamento" dessas três técnicas: embora os contatos, eletricamente, sejam feitos na forma de circuito impresso (película de cobre depositada sobre um substrato isolante de fenolite...), o "ordenamento" das ligações é exatamente igual ao usado nos sistemas de barra de conectores parafusados ou "ponte" de terminais... Cada uma das 8 barrinhas verticais (que estão numeradas de trás para a frente, pelo simples motivo de que os componentes devem ser colocados do outro lado, "retificando-se", assim, a ordem dos segmentos...) corresponde a um dos conectores parafusados de uma barra tipo "Weston" ou "Sindal", ou a um dos segmentos de uma "ponte" de terminais soldáveis... Notar que cada segmento, assim constituído, apresenta 5 "ilhas", permitindo, portanto, a ligação de até 5 terminais de componentes ou fios de interligação...

O sistema, muito propriamente, é chamado de "PLACA UNIVERSAL" ou "PLACA PADRONIZADA", pois se presta, sem qualquer modificação em seu *lay-out*, à montagem de inúmeros circuitos diferentes...

Para o aproveitamento do BRINDE, após a sua retirada da capa, com cuidado para não danificar a revista (um pouco de álcool poderá ajudar a saltar

Lado cobreado natural



o adesivo, se ele estiver muito seco e "persistente"...), o "aluno" deverá executar a furação de todas as "ilhas", usando um perfurador manual (aquele que parece um grampeador de papel) ou uma "mini-drill" (furadeira minia-tura, própria para Circuitos Impressos). Em último caso, a furação também poderá ser feita com um "punção" de ponta bem fina, e martelo. Para que não ocorram rachaduras ou trincas na placa, é conveniente aquecê-la antes dessa operação, mergulhando-a, por alguns minutos, em água fervente...

A utilização final da PLACA UNIVERSAL é, como já foi explicado, basicamente idêntica à dos conectores parafusados ou "ponte" de terminais, usando-se os "números guia" junto a cada segmento para a ordenação das ligações, evitando erros ou inversões...

Notar que, *imediatamente* antes de utilizar a PLACA UNIVERSAL em alguma montagem, o "aluno" deve efetuar uma rigorosa limpeza nas áreas cobreadas, esfregando um pouco de algodão embebido em acetona (para retirar gorduras e eventuais camadas de adesivo) e, em seguida, passando palha de aço fina ("Bom Bril"), até que o cobre fique bem brilhante e limpo (o que eliminará oxidações e sujeiras mais "bravas"...). Feita a limpeza, as áreas cobreadas não mais devem ser tocadas com os dedos...

Os componentes, naturalmente, deverão ter seus terminais inseridos pelo lado não cobreado e, posteriormente, soldados pelo lado cobreado (visto no desenho).

Quanto ao circuito propriamente, fica a inteiro critério do "aluno" (para isso a placa é "universal"...), podendo ser incorporado à PLACA, até projeto de inteira criação do próprio leitor (a seção O "ALUNO" ENSINA lá está, para provar o quanto a turma é inventiva e sabe também "caminhar por suas próprias pernas"...).

Muitas das montagens já publicadas (e que aparecerão no futuro...), poderão ser implementadas na PLACA UNIVERSAL... Se o "aluno" quiser, inclusive, poderá aproveitar para praticar os conhecimentos adquiridos na série do "cursinho" de Circuito Impresso (seção FERRAMENTAS E COMPONENTES), e reproduzir o BRINDE, fabricando várias PLACAS UNIVERSAIS, a serem utilizadas em quantas montagens queira...

INICIAÇÃO 80 HOBBY

P



RAPIDIM (UM JOGO ELETRÔNICO FÁCIL DE CONSTRUIR, PARA VOCÊ DISPUTAR COM SEUS AMIGOS A RAPIDEZ DOS SEUS REFLEXOS!)

Normalmente, pelo estilo das "aulas" do BÉ-A-BÁ, a montagem mais "pesada" sempre aparece aqui, no INICIAÇÃO AO HOBBY... Excepcionalmente, nesta 10a. "aula", como as próprias experiências descritas junto à parte teórica da "lição" (ZENERs, SCRs e TRIACs) já constituem montagens razoavelmente complexas (embora fáceis de serem realizadas...), além de serem em grande número, optamos por mostrar no INICIAÇÃO um projeto bem simples, pensando também em incentivar os "alunos" iniciantes, que só agora tenham entrado no "curso"...

Entretanto, embora simples, o projeto do RAPIDIM interessará também, temos certeza, aos "alunos veteranos", que já frequentaram as 10 "aulas"... Basicamente, o dispositivo serve para indicar, eletronicamente, com grande precisão, "quem agiu primeiro", reagindo a um "estímulo" pré-combinado qualquer... O jogo apresenta duas manoplas individuais, cada uma dotada de um botão (interruptor de pressão) e que comandam, respectivamente, dois indicadores luminosos (pequenas lâmpadas). Normalmente, ao ser ligado o RAPIDIM, ambas as lâmpadas estão apagadas. Cada um dos dois disputantes fica de posse de uma das manoplas, com o "dedo pronto" para acionar o seu interruptor de pressão... A partir, então, de um "estímulo" externo (como uma ordem de "JÁ", por exemplo...), os contendores pressionam seus botões individuais, com a maior rapidez de que forem capazes... Através do acendimento de uma (e sempre apenas uma) das lâmpadas, o RAPIDIM indica, com precisão, qual dos participantes agiu primeiro, mesmo que a diferença de reação e reflexos das duas pessoas tenha sido apenas de milésimos de segundo!

Embora possa ser jogado como uma "unidade autônoma" (um jogo em si próprio...), o RAPIDIM mostra mais utilidade como "jogo de apoio" para disputas como "quem sabe a resposta" "quem respondeu primeiro", e coisas assim... As indicações e resultados mostrados pelo RAPIDIM são absolutamente *infracutíveis*, ou seja: não há maneira de "fajutar" o resultado, ou trapacear de qualquer modo, como explicaremos ao final... As peças são poucas e não muito caras... Para atender aos "calouros", mostramos a montagem no sistema de barra de terminais, porém, usando os conhecimentos que também estão sendo adquiridos nas nossas "aulas", na série presentemente publicada no FERRAMENTAS E COMPONENTES ("cursinho" de CIRCUITO IMPRESSO...) o "aluno" não encontrará a menor dificuldade em *transplantar* a construção para uma técnica mais "miniaturizante", aproveitando, inclusive, para praticar o que está aprendendo sobre CIRCUITOS IMPRESSOS...

LISTA DE PEÇAS

- Dois SCRs TIC44 ou equivalentes (como as exigências de tensão e correntes são baixas, qualquer SCR capaz de manejar cerca de 30 volts, sob 0,5 ampere, poderá ser usado, "sem susto"...).
- Dois resistores de $10K\Omega \times 1/4$ de watt.
- Duas lâmpadas *mini*, para 6 volts x 40 miliampéres.
- Dois "push-buttons" (interruptores de pressão), tipo Normalmente Aberto.
- Um interruptor simples (chave H-H ou "gangorra", mini).
- Uma barra de terminais soldáveis (ponte de terminais), com 7 segmentos.
- Uma bateria de 9 volts (a "quadradinha"), com o respectivo "clip", ou 6 pilhas pequenas de 1,5 volts cada, com o respectivo suporte.

DIVERSOS

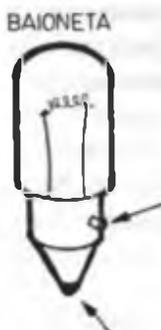
- Fio fino e solda para as ligações.
- CAIXAS: o "coração do circuito pode ficar numa caixa plástica bem pequena (do tamanho da nossa "velha amiga", a saboneteira), já as manoplas poderão ser improvisadas facilmente com dois tubos de medicamentos, vazios, é claro (tubos de "Cebion" servem direitinho (principalmente para quem já sarou da gripe...)).
- Cola de *epoxy* para a fixação das lampadinhas (isso evitará a necessidade de soquetes, etc.).
- Parafusos e porcas, na medida 3/32", para fixações diversas (ponte de terminais, braçadeira de prender as pilhas ou bateria, chave H-H, etc.).
- Caracteres decalcáveis ou auto-adesivos (tipo "Letraset"), para a marcação e "decoração" externa do RAPIDIM.

CONHECENDO OS COMPONENTES (DESENHO 1)

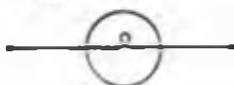
Pelo menos durante esse nosso primeiro ano de "curso", procuraremos *sempre* "mastigar" bem as informações sobre os compo-



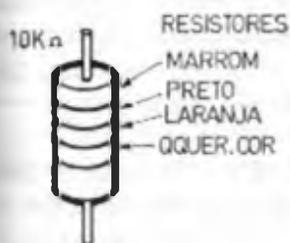
TIC44



LÂMPADA



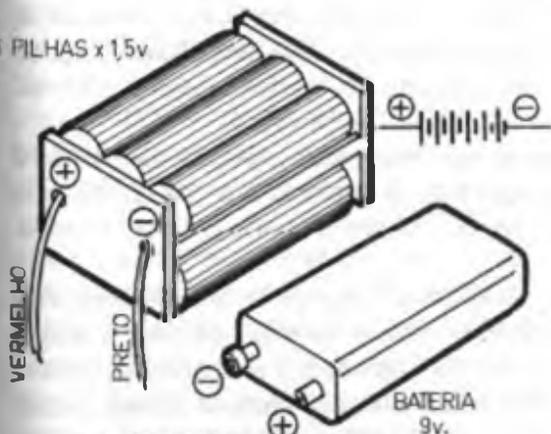
1



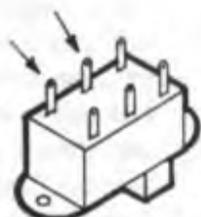
RESISTORES



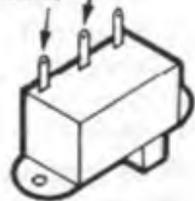
6 PILHAS x 1,5v



ALIMENTAÇÃO



CHAVES



entes, em seus aspectos externos, identificação de terminais, etc., para que os "alunos calouros" não encontrem dificuldades nas montagens... No futuro, contudo, com o inevitável (e desejável...) aperfeiçoamento do nível da "turma", restringiremos esse tipo de informações aos componentes "novos", ou ainda não abordados em "lições" anteriores... Por enquanto, contudo, a "moleza" continua... Aproveitem enquanto é tempo... Vamos ver, então, um por um, os componentes (segundo o desenho 1...).

– SCR TIC44 – "Por fora", nenhuma diferença apresenta em relação à "casca" de um transistor comum, de baixa potência... É importante, então, prestar muita atenção para não confundí-lo com outro componente semicondutor qualquer. Notar a disposição (ordem) dos pinos. Eventualmente, dependendo do fabricante e da procedência, e – principalmente – no caso de equivalentes, a ordem dos terminais *pode* ser diferente da mostrada. É bom conferir a identificação das "pernas" com o balconista, no momento da compra, para evitar erros ou inversões (ver FERRAMENTAS E COMPONENTES da 2a. "aula"...).

– LÂMPADA 6 VOLTS x 40 MILIAMPÈRES – Trata-se de uma lâmpada pequena, normalmente usada em lanternas de pilhas ou como "piloto" (indicadora de "ligado") em aparelhos e dispositivos. Podem ser encontradas em três "modelos" básicos, todos mostrados no desenho (que também indica, através das *setinhas*, os pontos de contato aos quais devem ser ligados, por solda, os fios que levam ao circuito...). É importante que as lâmpadas sejam para 6 volts, porém, quanto à corrente, pode haver certa tolerância (lâmpadas que precisam de corrente entre 10 e 60 miliampères, podem ser usadas no RAPIDIM...).

– RESISTORES – Apenas dois são usados, ambos de $10K\Omega$. O desenho 1 mostra a aparência, o símbolo e o código de cores (indicativo do valor ôhmico do componente), tubo "mastigadinho"...

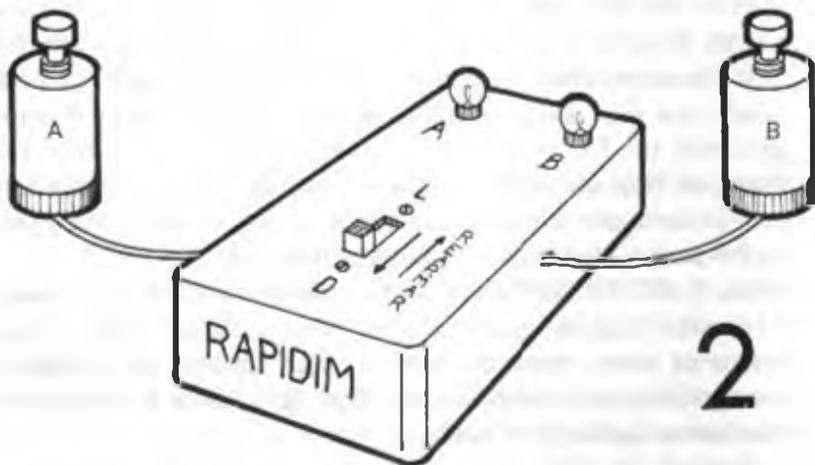
– "PUSH-BUTTONS" – Esses interruptores de pressão devem ser os componentes individuais "menos baratos" de toda a montagem... Se o "aluno" pretender uma pequena economia, poderá substituí-los por "botões de campanha" comuns (desses usados na entrada das residências). Os "botões de campanha", embora

mais rústicos e de maior tamanho (o que reduz, inevitavelmente, a miniaturização do conjunto...), não passam de *interruptores de pressão normalmente abertos*, podendo ser utilizados no circuito, sem problemas...

- FONTE DE ALIMENTAÇÃO – O circuito do RAPIDIM precisa de 9 volts C.C., que podem ser obtidos tanto de uma bateria “quadradinha” de 9 volts (notar a identificação da polaridade dos seus terminais) quanto de um conjunto de 6 pilhas pequenas de 1,5 volts cada, no respectivo suporte. Nos dois casos, os fios que saem do suporte ou do “clip” já estão com suas polaridades identificadas pelas cores “tradicionais” (*vermelho* para o positivo e *preto* para o negativo...).
- CHAVE INTERRUPTORA – O “aluno” poderá usar chaves H-H tanto “duplas” quanto “simples”... O desenho mostra, em ambos os casos, quais os terminais que deverão ser conetados aos circuitos, bem como as “posições” do LIGA e do DESLIGA, relativas ao botão de atuação...

CAIXAS (APARÊNCIA “EXTERNA” DO RAPIDIM...)

Para que uma montagem definitiva fique com aspecto agradável, o mais “perto” possível de uma “imagem profissional”, nós sempre recomendamos ao “aluno” que dê grande atenção ao acabamento e ao “acondicionamento” dos circuitos... O desenho 2 sugere o aspecto final do RAPIDIM (exatamente como ficou o *nosso* protótipo...). A “caixa/base”, que deverá conter o circuito propriamente (SCRs, lâmpadas, resistores, pilhas, etc.) não precisa ser muito grande. Como foi dito na LISTA DE PEÇAS (DIVERSOS), uma simples saboneteira plástica, medindo cerca de 9 x 6 x 4 cm., poderá conter tudo, com facilidade e “elegância”... As furações para as lâmpadas e para a chave H-H são fáceis (consultar “aulas” anteriores, sobre o assunto...). A chave é presa com parafusos e porcas, e as lâmpadas podem ser fixadas aos seus furos (cujos diâmetros devem ser compatíveis, para que os componentes não fiquem “jogando”, nem “entrem rasgando”...) com um pouco do adesivo de *epoxy*... A confecção das manoplas também é fácil, bastando realizar-se furos redondos no fundo dos dois tubos (de “Cebion”), encaixando-se neles os “push-buttons”, que são fixados

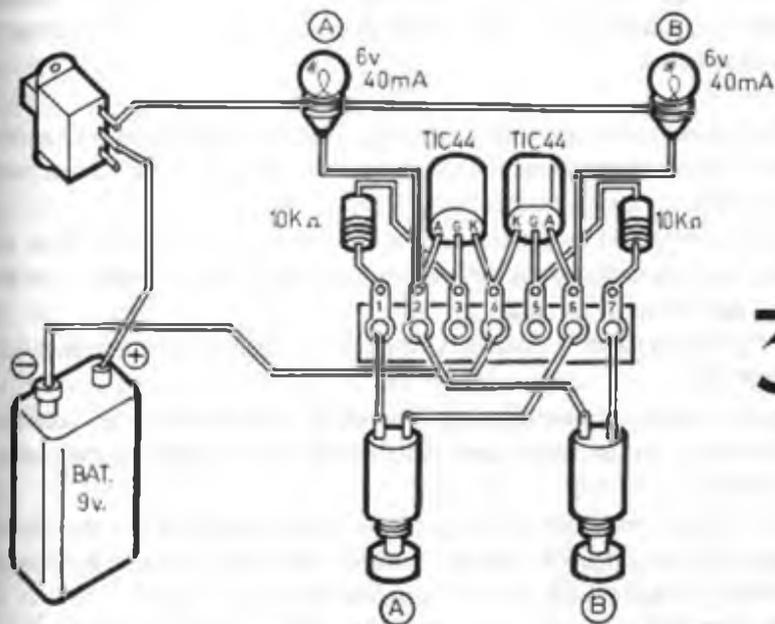


pelo próprio sistema de rosca e porca que os acompanham... A interligação "elétrica" das duas manoplas com o "coração" do RAPIDIM pode ser feita com cabo paralelo fino, em comprimento suficiente (cerca de 50 cm. para cada manopla...), também como mostra o desenho 2...

MONTANDO...

O "chapeado" do RAPIDIM está no desenho 3. A simplicidade é *tão* grande, que de pouco adianta enchermos vocês de "patatis-patatás", já que o "visual diz tudo"... O único ponto que merece certo cuidado é o do correto posicionamento dos dois SCRs em relação aos segmentos da barra... Lembrar que, em caso de equivalência, os terminais A, G e K *podem* estar em outra ordem, devendo então ser "reposicionados", para coincidirem com os terminais "certos" da ponte... Os números de 1 a 7 atribuídos aos segmentos da ponte de terminais, podem ser marcados a lápis sobre a própria barra, funcionando então como "guias" para as

ligações... Esse sistema é de grande validade para o estudante e iniciante, pois evita erros e inversões graves... Atenção também à polaridade das pilhas ou bateria...



Confira tudo direitinho e, finalmente, "encaixote" tudo nas "casca", conforme mostra o desenho 2...

Ligue o interruptor geral. Nenhuma lâmpada deve acender. Pressione o botão da manopla A. Isso deve fazer com que a lâmpada A acenda (permanecendo a B apagada...). Experimente, em seguida, pressionar o botão B... Verifique que a lâmpada A ficou "congelada" em sua condição de acesa, e por mais que se aperte o botão B (ou novamente o botão A), a condição *não se altera*... Para "rearmar" o circuito, *desligue e ligue* (fazendo o "vai-vem" indicado pelas duas setinhas mostradas no desenho 2 ao lado da palavra "REARMAR"...) o interruptor geral... As lâmpadas deverão apagar (ambas)... Experimente, agora, pressionar *primeiro* o botão B, fazendo com que a lâmpada correspondente (B) acenda (apenas *ela*...). Verifique a impossibilidade de acender a lâmpada A, pres-

sionando o botão respectivo, enquanto o RAPIDIM não for novamente rearmado (pelo "zigue-zague" no interruptor geral...).

Acreditamos que já deu para todos perceberem o funcionamento da "coisa" (até os mais "tapadinhos"...). Vamos, então, exemplificar a aplicação do RAPIDIM numa disputa de "perguntas e respostas":

- Elabora-se uma série de perguntas, sobre determinado assunto. Essa série de perguntas fica de posse de um "juiz" (que será, também, o "perguntador"...).
- Cada um dos dois participantes (os "respondedores"), deve deter, em sua mão, uma das manoplas, mantendo um dedo "pronto" para premir o botão...
- O "perguntador" ("juiz") faz a primeira pergunta e, em seguida, diz "JAI".
- A esse sinal convencionado, os dois "respondedores" tentam apertar os seus respectivos botões, no menor espaço de tempo possível...
- Por menor que seja a diferença de reação, *apenas um* dos participantes conseguirá "chegar antes". A *sua* lâmpada acenderá, indicando sua condição de "respondedor prioritário".
- Se aquele que venceu na "velocidade", responder corretamente à pergunta formulada, GANHARÁ UM PONTO...
- Porém, se o "apressadinho" tiver sido apenas o mais rápido na reação (fazendo a *sua* lâmpada acender), mas errar a resposta à questão, o PONTO SERÁ COMPUTADO PARA O OPONENTE...
- Ou seja: nesse tipo de jogo, o "cara" deve ser RÁPIDO e SABIDO... Se for *só* rápido, "dança"... Se for *apenas* sabido, também "dança"...

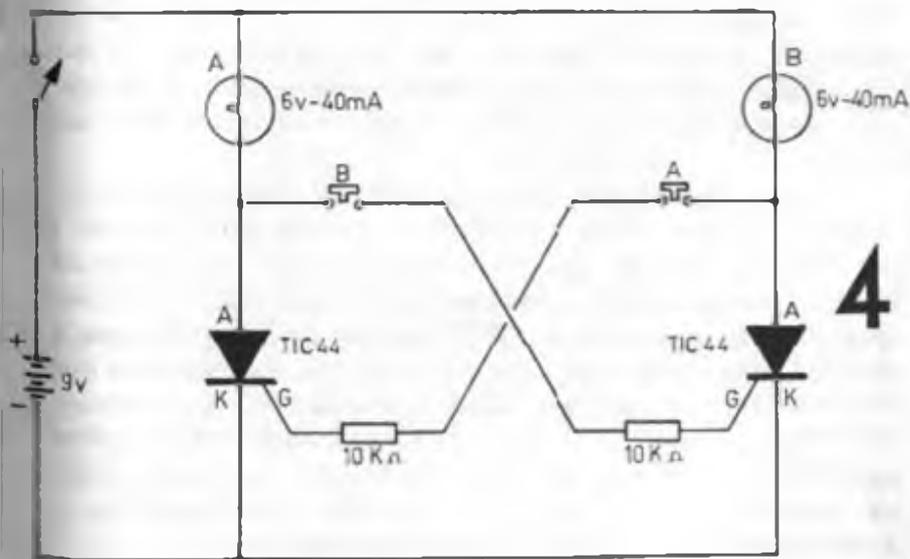
Muitas outras variações ou adaptações a esse sistema básico poderão ser "inventadas" pelo "aluno", usando sempre o RAPIDIM como um indicador de velocidade de reação ou reflexo...

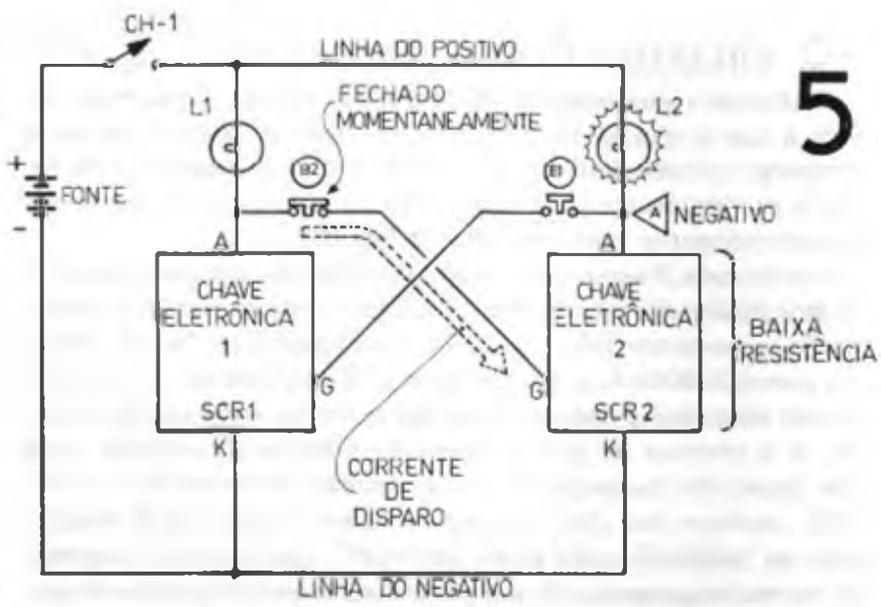
O circuito – Como funciona



O diagrama esquemático do RAPIDIM está no desenho 4, em toda a sua simplicidade (é interessante, para o "aluno" iniciante, comparar, detalhadamente, o desenho 4 com o desenho 3, verificando as "equivalências visuais" entre os símbolos e as aparências dos componentes, bem como as suas ligações...).

No desenho 5 vemos, em diagrama de blocos, o mesmo circuito. Vamos fazer uma rápida análise no seu funcionamento, à luz do que já aprendemos sobre os SCRs, lá no começo da "aula"... Cada um dos dois SCRs funciona como uma "chave eletrônica", ou seja: apenas permitirá a passagem livre da corrente, entre anodo e catodo, se o terminal de gate receber uma polarização positiva, ainda que breve, de "autorização"... Ao ligarmos inicialmente o RAPIDIM, nenhum dos dois gates está recebendo polarização positiva (pois os botões B1 e B2 estão "abertos"), assim, as duas lâmpadas permanecem apagadas, já que estão colocadas no circuito de anodos dos SCRs, os quais, por sua vez, estão em estado de "não condução"... Suponhamos agora que alguém pressiona, brevemente, o botão B2... A "chave eletrônica" representada pelo SCR da direita recebe então a "autorização", vinda do positivo da fonte, passando pelo interruptor CH1, pela própria lâmpada L1 (que no caso,





age como se fosse uma simples "resistência"...), pelo botão B2 (momentaneamente fechado) e, finalmente, atingindo o terminal G do SCR2... Assim que o SCR2 recebe tal "autorização", entra em condução plena, ou seja: sua resistência interna baixa, drasticamente, permitindo o acendimento da lâmpada L2. Essa situação (SCR2 conduzindo e L2 acesa), permanece, mesmo depois do botão B2 ser novamente "aberto", pois, como já vimos na parte teórica, o SCR tem o poder de "congelar" o seu estado de "condução", mesmo depois da polarização positiva ser removida do seu gate...

E se for apertado, em seguida, o botão B1? Nada acontecerá... Vejamos por que: como o SCR2 está em estado de "condução", sua resistência interna está muito baixa (muitas vezes menor do que a resistência da própria lâmpada L2)... Com essa baixa (quase nula) resistência interna, o SCR2 está, na prática, colocando o ponto A "em curto" com a linha do negativo, assim, sempre que B1 for pressionado (estando SCR2 "em condução" e, conseqüentemente, L2 "acesa"...), a única coisa que conseguiremos é aplicar polarização negativa ao terminal G de SCR1... Como para pulsos de "autorização" negativos, o SCR "nem liga" (sem trocadilho...), a chave eletrônica 1 (SCR1) não entra "em condução"...

Viram só como a situação fica "congelada", com a lâmpada acesa indicando, sempre, o respectivo botão premido em primeiro lugar? O único jeito de rearmar o circuito (apagando as duas lâmpadas) é "cortando" (ainda que momentaneamente...), a alimentação, o que podemos fazer, facilmente, com um "desliga/liga" em CH1...

Experimente agora "reproduzir" todo esse raciocínio, considerando o botão B1 como o primeiro a ser apertado, e verifique como será L1 a acender, de nada adiantando "apertamentos" posteriores em B2, pois a situação não se alterará (a menos que o circuito seja, pela segunda vez, "rearmado")...

Como deve ter dado para perceber, não há a menor possibilidade de fraude ou "trapaça"... O circuito, simplesmente, não permite que "larapiantes fraudulentistas" o enganem!



Complete sua coleção



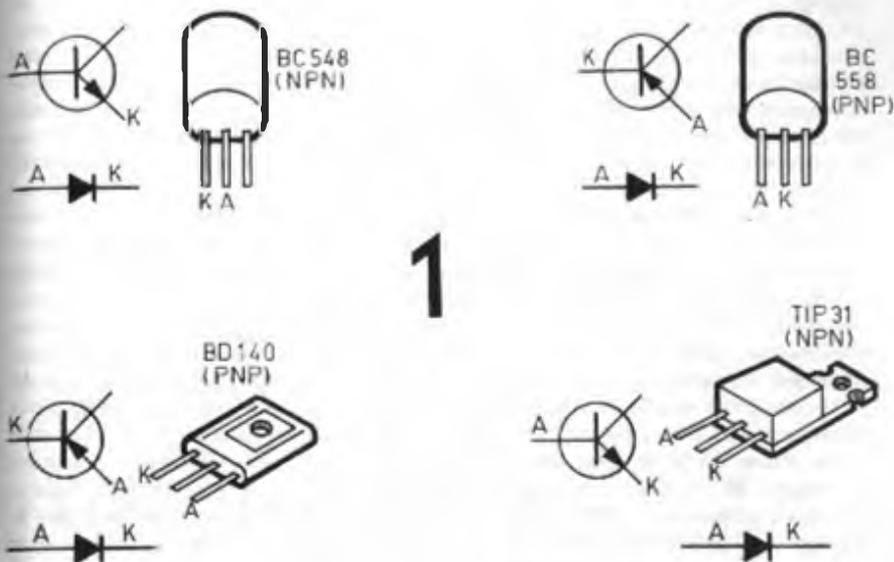
PEÇA OS NÚMEROS ATRASADOS AO NOSSO
DEPARTAMENTO DE REEMBOLSO POSTAL

O "ALUNO" ENSINA...



Aqui são publicadas (após a natural seleção e "simplificação", pois o espaço não é muito grande e as colaborações são em grande quantidade...) as melhores ideias enviadas pelos "alunos", que consideremos devam ser compartilhadas com o restante da "turma"... Os regulamentos básicos para a participação são os mesmos das seções **UMA DÓVIDA...** e **HORA DO RECREIO**, ou sejam: *endereçar corretamente a correspondência, citando nome e endereço completos do remetente; mandar todos os esboços e textos da forma mais clara e legível possível (aqui não tem nenhum Champollion para ficar decifrando hieróglifos...), e, de preferência, avisar, já no próprio envelope, que a correspondência se destina ao O "ALUNO" ENSINA...* Os leitores podem também comunicar-nos suas impressões sobre a seção, pois ela só permanecerá se for bem aceita pela maioria, como sempre tem ocorrido no nosso "curso"...

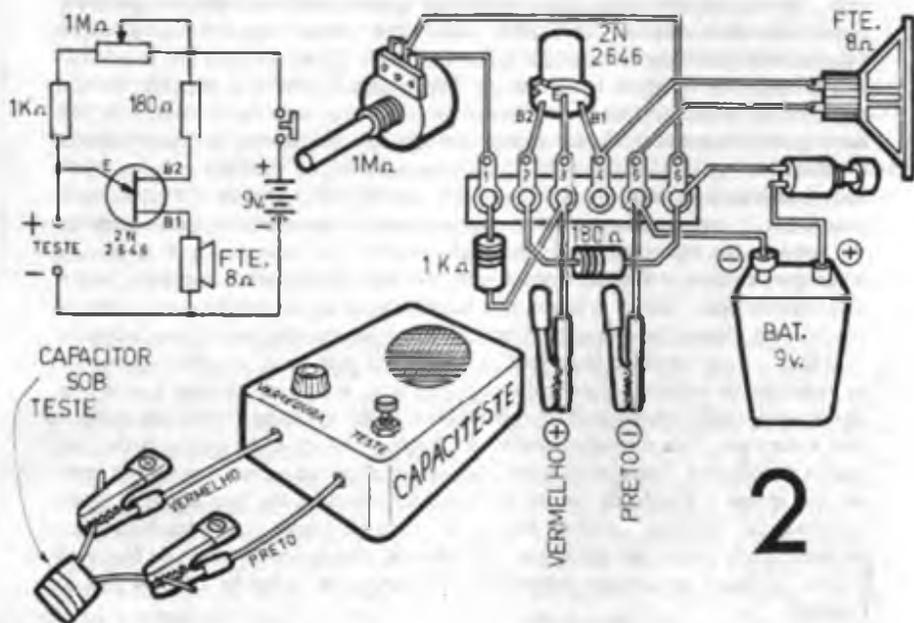
- 1 - A ideia que o "aluno" Paulino C. Rochetti, de São Paulo - SP, mandou para O "ALUNO" ENSINA... é uma boa prova de como a turma está assimilando bem os conceitos teóricos e práticos aprendidos aqui mesmo no BÊ-A-BÁ... Observando com atenção as explicações dadas na 6a. "aula", que mostraram como a *estrutura interna* dos transistores bipolares é equivalente a dois diodos interligados (págs. 7 a 11 de BÊ-A-BÁ n.º 6), o Paulino experimentou, em algumas montagens simples, usar apenas dois terminais de um transistor, para "ver se o bicho trabalhava *mesmo* como um diodo"... Não deu outra! Embora esse seja um "truque" já muito conhecido dos veteranos, *valeu* a forma totalmente intuitiva e experimental pela qual o Paulino chegou à conclusão que pretende partilhar com os colegas: a ideia é simples, consistindo em usar um transistor comum como se fosse um diodo, sempre que esse último for neces-



1

sário numa montagem qualquer, experimental ou prática (ou até mesmo definitiva...) e que, nesse exato momento, não haja um diodo disponível na bancada do "aluno" (para cúmulo do azar, esse probleminha costuma ocorrer nos fins de semana, quando as lojas estão fechadas, impossibilitando a aquisição de "emergência" do diodo requerido...). A ilustração 1 mostra como podem ser aproveitados como diodos, alguns dos transistores mais comuns, tanto PNP como NPN, sempre aproveitando a junção base/emissor para exercer a função "quebra-galho"... É bom lembrar que os parâmetros máximos de voltagem e corrente do "diodo improvisado" irão depender do tipo de transistor usado no "truque"... Transistores de pequena potência (como o BC548 ou o BC558 ilustrados) "darão" diodos também com parâmetros de baixa potência (equivalentes ao 1N4148 ou 1N914, por exemplo). Já, se fizermos o "improvisado" com transistores de alta potência (como é o caso do BD140 ou do TIP31, também mostrados...), conseguiremos *diodos* com parâmetros mais elevados, principalmente de *corrente* (ou seja: equivalentes do diodo 1N4001, por exemplo...). É importante notar que, embora o Paulino tenha usado, nas suas experiências, sempre a junção base/emissor para "fazer" o diodo, isso também pode ser conseguido com a junção base/coletor (basta observar o diagrama estrutural interno dos transistores bipolares — lição 6 — para ver como isso é fácil...). Só não "dá para fazer" um diodo usando-se os terminais de emissor e coletor do transistor pois, nesse caso, *sempre* haverá pelo menos uma junção interna polarizada inversamente, em qualquer sentido que apliquemos a corrente. Para o aproveitamento do "truque" do Paulino também podem ser usados transistores "semi-inutilizados", ou seja: que tenham apenas a ligação de emissor, ou apenas a ligação de coletor internamente rompidas ou "queimadas"... Esses componentes "pernitas", embora não possam mais ser usados como transistores, geralmente ainda podem ser utilizados como diodos, através dos terminais de base e do "outro" (emissor ou coletor, dependendo de qual tenha "sobrado"...). Boa sacada, Paulino!

2 — Outro "aluno" que assimilou muito bem os conceitos mostrados nas "aulas" do BÉ-A-BÁ foi o Mário Emer Jr., do Rio de Janeiro - RJ, que bolou um útil aparelho para testar capacitores, baseado num circuito *muito* simples, com apenas um TUI e mais três ou quatro componentes! O Mário chamou o aparelho de CAPACITESTE (notaram que até o "nosso" jeito de dar nome às montagens, ele "pegou"...?) e, segundo ele, embora o dispositivo não seja um "capacímetro" (aparelho capaz de medir a capacitância dos componentes sob teste) é um excelente provador prático, ou a verificação da condição de capacitores, ou seja: se o "bicho está funcionando ou não" (na verdade, o que mais interessa ao "aluno" durante alguma experiência...). A ilustração 2 mostra tudo que os "colegas de turma" do Mário precisam saber para reproduzir sua ideia: o "esquema", o "chapeado" (em ponte de terminais) e até uma sugestão de como pode ficar a caixa final do aparelho... Tudo muito prático e direto. O circuito básico do CAPACITESTE é um simples oscilador com TUI (transistor unijunção, estudado na 9a. "aula", no qual um pequeno alto-falante substitui o resistor normalmente intercalado entre o terminal B1 do componente e a linha do negativo da alimentação (o som fica audível, embora não muito alto...) e o capacitor normalmente intercalado entre o terminal E e a linha do negativo está "faltando"! Assim, quando o "aluno" *enfia* um capacitor qualquer nesse "buraco" (onde *deve* haver o capacitor original do circuito...), o CAPACITESTE oscila, emitindo um sinal audível através do alto-falante, porém APENAS SE O CAPACITOR COLOCADO ESTIVER BOM! Se não for ouvido som nenhum, é sinal de que o capacitor testado já "miou" (está aberto ou em curto). Notar que o CAPACITESTE pode provar capacitores numa ampla faixa de valores (desde alguns décimos de microfarads até vários microfarads). Quando forem testados capacitores eletrolíticos, deverá ser respeitada a polaridade das garras "jacaré" destinadas aos terminais do componente (vermelho para o positivo e preto para o negativo, como é praxe...). O potenciômetro de $1M\Omega$ executa a importante função de "varredura", ou seja: através do seu acionamento (girando-se, lenta-



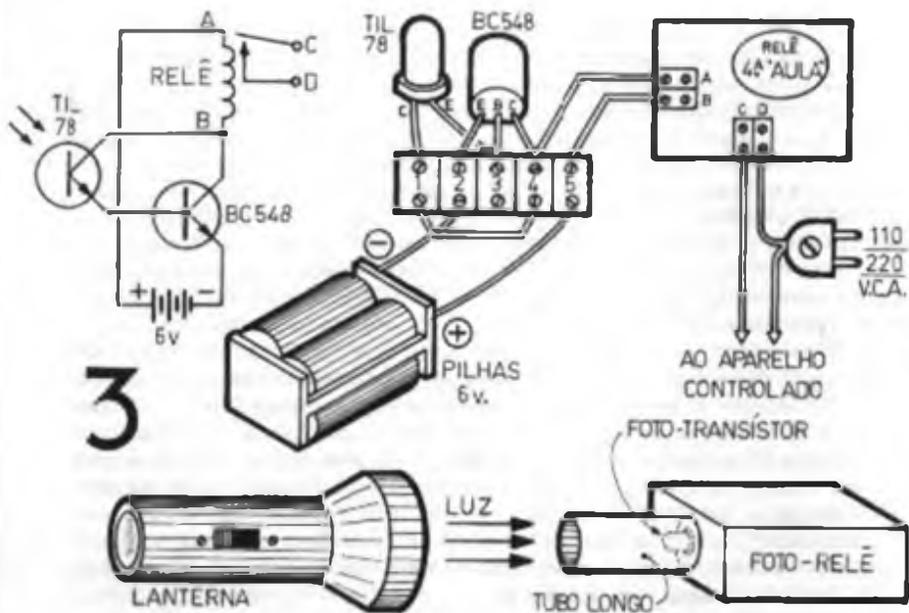
mente, o eixo de um extremo a outro...) podemos fazer com que o sinal emitido pelo alto-falante se situe numa frequência "confortável" e bem audível... Sem o potenciômetro (substituindo-o por um resistor fixo, por exemplo), quando fossem efetuados testes de capacitores de valores *multo baixos*, a frequência de oscilação ficaria tão elevada, que *nada escutaríamos*; por outro lado, no teste de capacitores de valores elevados (eletrolíticos, principalmente...), a oscilação seria *multo lenta* (apenas um "tóc... tó...", grandemente "espaçado"...), o que poderia dar a impressão de que o CAPACITESTE não estivesse "reagindo", ou que estivesse indicando um capacitor "queimado"... A sequência, então, para a realização de um teste, é a seguinte: conecta-se as garras "jacaré" aos terminais do componente a ser testado (atenção à polaridade, no caso de eletrolíticos...). Aperta-se o botão de "TESTE" e, ao mesmo tempo, gira-se o potenciômetro de "VARREDURA", de um extremo a outro (não muito rápido, para que possam ser notadas as eventuais variações na tonalidade emitida pelo alto-falante...). Se um tom de áudio qualquer for ouvido durante a varredura (em qualquer ponto do ajuste do potenciômetro), o capacitor sob teste estará BOM... Se *nenhum* tom for ouvido, durante toda a varredura, o capacitor está "pifado"! Embora, (como o próprio Mário advertiu...), o aparelho não seja um "capacímetro" (não pode medir com exatidão "quantos microfarads tem o componente sob teste"...), com um pouco de prática, e por pura comparação, o "aluno" não terá nenhuma dificuldade em "reconhecer", através da tonalidade emitida, a capacitância aproximada do componente testado. Se, por exemplo, o potenciômetro de VARREDURA for mantido em sua posição média, um capacitor de .022 F conectado às garras de teste fará com que o circuito emita um som *duas vezes mais agudo* do que aconteceria com um capacitor de .047 F (sempre presumindo que ambos esses capacitores estejam bons...) e assim por diante! A idéia do Mário é muito boa, e serve para mostrar que até para projetar *aparelhos de teste* (que apenas *aparentemente* devem ser "s sofisticados"...), "por conta própria", basta ao "aluno" uma boa dose de atenção, assimilação dos conceitos e um pouco de intuição e inventividade... Não é um "bicho de sete cabeças"...



3 - Realmente, o nível dos "alunos" do BÊ-A-BÁ (a julgar pelas idéias mostradas no presente O "ALUNO" ENSINA...) está de *excelente para ótimo*. O Paulo Makiyama, de Curitiba - PR, que adota o correto sistema de *sempre tentar conjugar e fazer "combinar"* os conceitos emitidos em várias "lições", com a intenção de criar circuitos mais complexos, chegou a uma interessante "sábada", usando tudo o que aprendeu nas seguintes "aulas":

- Aula 6 - parte teórica e prática do transistor como amplificador.
- Aula 4 - parte experimental e prática dos efeitos magnéticos da corrente - o relê.
- Aula 7 - montagem prática do INICIAÇÃO AO HOBBY - a função do foto-transistor na ELETRO-VELA.

Usando com muita habilidade e inteligência essas três "apostilas", o Paulo criou um FOTO-RELÊ, ou seja: um dispositivo capaz de comandar (ligar e desligar), à distância, outros aparelhos, mesmo que esses últimos sejam alimentados diretamente pela rede C.A. de 110 ou 220 volts. Trata-se, então, de um verdadeiro controle remoto, acionado pela luz (uma simples lanterna de mão constitui o acionador do controle...). A ilustração 3 mostra a idéia em detalhes... O circuito básico é muito simples, formado apenas por um foto-transistor TL78 e um transistor bipolar comum (BC548, BC549, etc.). Ambos estão ligados em configuração *Darlington* (ver também a 7ª



3

"aula") de modo a obter um alto ganho de amplificação, com o BC548 "multiplicando" a sensibilidade do TIL78. A carga de coletor desse "super-foto-transistor" é, nada mais, nada menos, do que o "nosso" velho relê, já construído nas experiências da 4a. "aula". Assim, sempre que o conveniente nível de iluminação atingir a superfície sensora do TIL78, esse entrará em condução, "alimentando" a base do BC548, o qual, por sua vez, também entrará em condução plena, desenvolvendo no enrolamento do relê uma corrente substancial, capaz de gerar o campo magnético necessário ao fechamento dos contatos (terminals C e D do relê). Esses contatos podem comandar (funcionamento como um interruptor) qualquer dispositivo, tanto alimentado a pilhas, quanto ligado diretamente à rede C.A. (como mostra o "chapeado", na ilustração 3). Além da ideia básica, o Paulo fez uma série de experiências "extras", também relatadas em sua correspondência (é a letrinha minúda que você tem, Paulo!):

- A sensibilidade do relê original da 4a. "aula" (pág. 14 de BÊ-A-BÁ n.º 4) pode ser aumentada, enrolando-se *mais* espiras do que as 100 ou 200 recomendadas naquela "lição". Com cerca de 350 espiras de fio n.º 32, o Paulo diz ter conseguido, além de melhor sensibilidade no relê, um menor consumo de pilhas quando o mesmo está acionado (o que é lógico, pois *mais* fio significa *mais* resistência, e, pela "velha" Lei de Ohm, *menos* corrente "chupada" das pilhas...).
- O Paulo também experimentou o circuito básico da idênta com um relê "comercial", com bobina para 6 volts. Com isso, naturalmente, o tamanho final do FOTO-RELÊ ficará bem reduzido (os relês "comerciais" são "desse tamanho"....), podendo a "coisa" toda ser embutida numa caixinha muito pequena (numa saboneteira plástica, até...).
- Para que a sensibilidade do foto-transistor ao feixe luminoso atuador (proveniente de uma simples lanterna de mão, como também mostra o desenho 3...) fique bem "aguda" e direcional, de modo que o FOTO-RELÊ não tenha o seu desempenho atrapalhado pela própria luminosidade ambiente, é recomendável a colocação do

TTL78 dentro de um tubo, longo e estreito (feito de material opaco, é claro...). Nessa disposição, apenas um feixe de luz rigorosamente apontado para a "boca" do tubo será capaz de acionar o comando.

O próprio Paulo reconhece que a idéia básica pode ser ainda ampliada e melhorada, mas assegura que conseguiu um funcionamento conveniente em todas as experiências que fez. Se alguém conseguir "incrementar" o FOTO RELÉ do Paulo, basta mandar a "invenção" aqui para o O "ALUNO" ENSINA (a seção foi criada *exatamente* para isso: melhorar ainda mais o intercâmbio entre os alunos, para que todos possam compartilhar do mútuo desenvolvimento...

NOTA: Embora confiemos na honestidade de todos os "alunos" do BÉ-A-BÁ, lembramos que as idéias enviadas para O "ALUNO" ENSINA... devem ser *originais* ou seja: "não vale" ficar copiando, descaradamente, boas idéias publicadas em outras das excelentes revistas de Eletrônica existentes por aí, e depois enviar aqui para a seção, tentando dar uma de "ensinador" quando, na verdade, tratar-se de um autêntico "chupador" (com todo o respeito...).

ADQUIRA JÁ A SUA

DIVIRTA-SE COM A
ELETRÔNICA