

# ELETRÔNICA

Teste e Identificação de Transistores

Chave de Toque Mágica

Oscilofone Eletrônico

Década Resistiva



**SUPER 4**

um receptor  
para o hobista  
e o principiante

Revista

# ELETRÔNICA

Nº 95  
AGOSTO  
1980



diretor  
administrativo:

EDITORA  
SABER  
LTDA

Élio Mendes  
de Oliveira

diretor  
de produção:

Hélio  
Fittipaldi

diretor  
técnico:

Newton  
C. Braga

gerente de  
publicidade:

J. Luiz  
Cazarim

serviços  
gráficos:

W. Roth  
& Cia. Ltda.

distribuição  
nacional:

ABRIL. S.A. -  
Cultural e  
Industrial

diretor  
responsável:

Élio Mendes  
de Oliveira

Revista Saber  
ELETRÔNICA é  
uma publicação  
mensal  
da Editora  
Saber Ltda.

REDAÇÃO  
ADMINISTRAÇÃO  
E PUBLICIDADE:  
Av. Dr. Carlos de  
Campos, nº 275/9  
03028 - S. Paulo - SP.  
Tel.: 93-1497

CORRESPONDÊNCIA:  
Endereçar à  
REVISTA SABER  
ELETRÔNICA  
Caixa Postal, 50450  
03028 - S. Paulo - SP.

## sumário

Super 4 .....	2
Década Resistiva .....	14
Oscilofone Eletrônico .....	21
Chave de Toque Mágica .....	32
Rádio Controle .....	43
Seção do Leitor .....	51
Teste e Identificação de Transistores .....	55
Separador de Sinais para AM-FM-PX .....	61
Curso de Eletrônica - Lição 43 .....	65

Capa - Foto do protótipo do  
SUPER 4

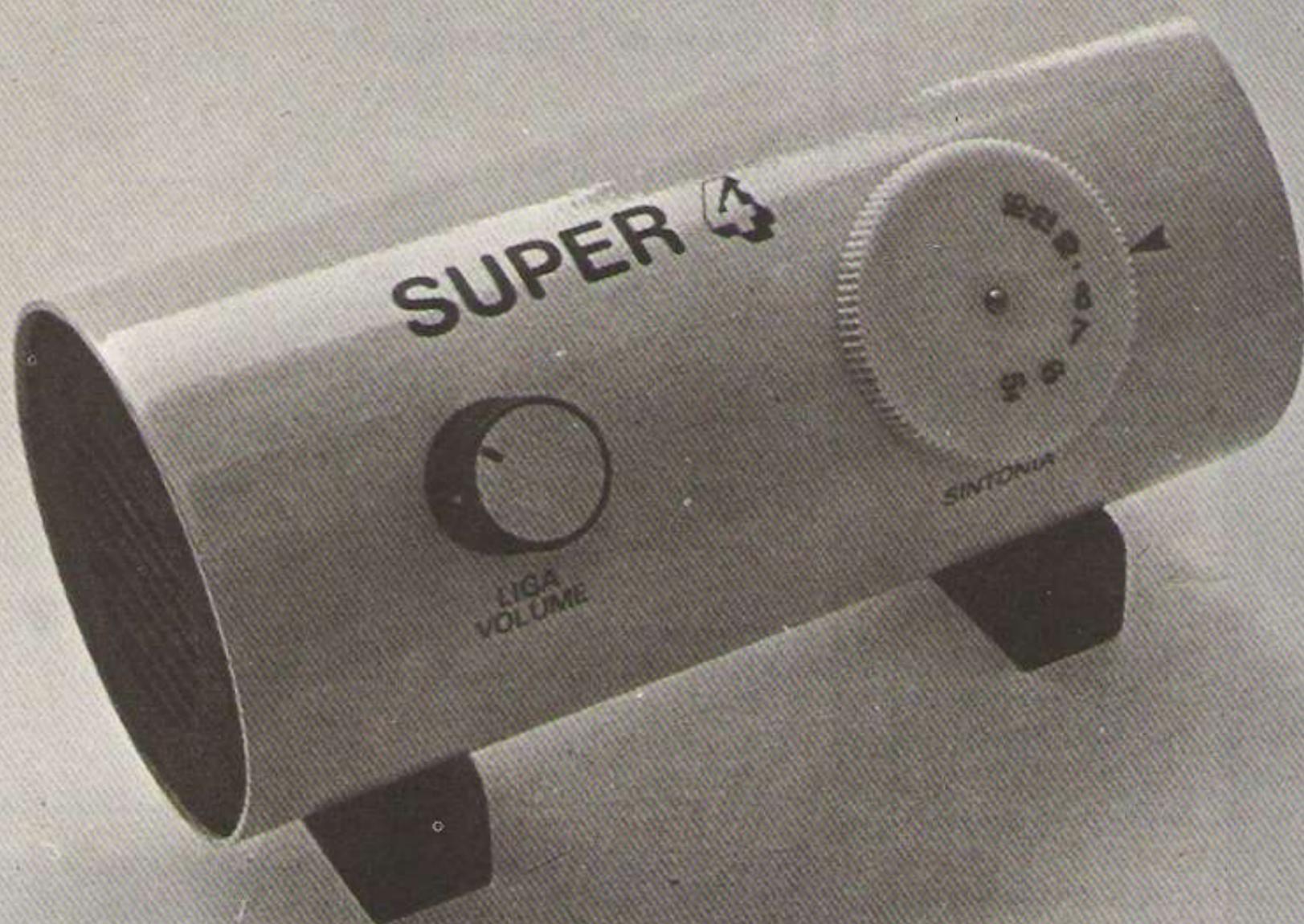
Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.

É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, bem como a industrialização e/ou comercialização dos aparelhos ou idéias oriundas dos mencionados textos, sob pena de sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.

NÚMEROS ATRASADOS: Pedidos à Caixa Postal 50.450-São Paulo, ao preço da última edição em banca, mais despesas de postagem. SOMENTE A PARTIR DO NÚMERO 47 (MAIO/76).

# SUPER 4

um receptor para o hobista  
e o principiante



*Não é fácil aliar a sensibilidade de um rádio comercial à simplicidade de montagem e ajustes exigida num projeto para estudantes e principiantes. O radinho que propomos neste artigo, apesar de sua simplicidade, surpreende pela sensibilidade e pelo desempenho, com um ótimo volume para as estações locais sem a necessidade de qualquer antena. Se o leitor deseja um bom radinho para montar e de desempenho que não fique muito longe de um tipo comercial aceite nossa sugestão.*

Newton C. Braga

Os rádios comerciais para a faixa de ondas médias apresentam, em geral, desempenhos excelentes quando comparados a qualquer rádio de montagem simples ao alcance do estudante e do principiante. Ao contrário do que muitos pensam, a dificuldade maior que se encontra para montar um rádio de tipo comercial não está na obtenção dos componentes ou na necessidade de técnicas especiais para se obter um conjunto compacto. A maior dificuldade reside na necessidade de uma série de ajustes que devem ser feitos segundo técnica e sequência bem definida e utilizando-se inclusive instrumentos especiais.

Como o estudante e o amador novato não têm acesso fácil a tais instrumentos e não raro lhes falta a habilidade necessária a realização dos ajustes de ouvido, vê-se que a simples cópia ou descrição de tais projetos é sempre problemática podendo levar os menos avisados a resultados desastrosos.

Além disso, observamos que as técnicas de produção em massa de tais rádios fazem com que seus preços no mercado sejam tão baixos que no total podem mesmo ser inferiores ao que pagaríamos pelas peças separadas necessárias a sua montagem.

É por este motivo que sempre que falamos em rádios para principiantes optamos por versões simplificadas que, mesmo com desempenho inferior ao de um rádio comercial satisfazem as principais necessi-

dades dos estudantes e hobistas ou seja:

- Usam componentes de baixo custo em quantidade que não excede em custo ao preço de um rádio comercial.
- Não precisam de ajustes difíceis.
- Satisfazem a necessidade que muitos sentem de montar por si só seu próprio rádio.

Mas, até onde um rádio simples que não tenha os mesmos recursos dos tipos comerciais pode ter um desempenho satisfatório?

Um radinho simples pode ser seletivo, sensível até certo ponto e apresentar mesmo uma qualidade de áudio satisfatória desde que cuidadosamente projetado e é isso que pretendemos mostrar aos leitores com este projeto.

Levamos então ao leitor um radinho que mesmo tendo apenas 4 transistores, e não empregando técnicas especiais, ainda assim apresenta excelente sensibilidade, boa seletividade e volume comparável a um rádio transistorizado comum.

Simple de montar e alimentado por uma bateria de 9 V este rádio tem um consumo de corrente muito baixo o que implica em grande durabilidade para sua fonte de energia. O radinho pode ser montado numa caixa elaborada pelo próprio leitor, com os materiais de que dispuser.

## COMO FUNCIONA

Na figura 1 temos um diagrama simplificado deste receptor por onde analisaremos seu funcionamento.

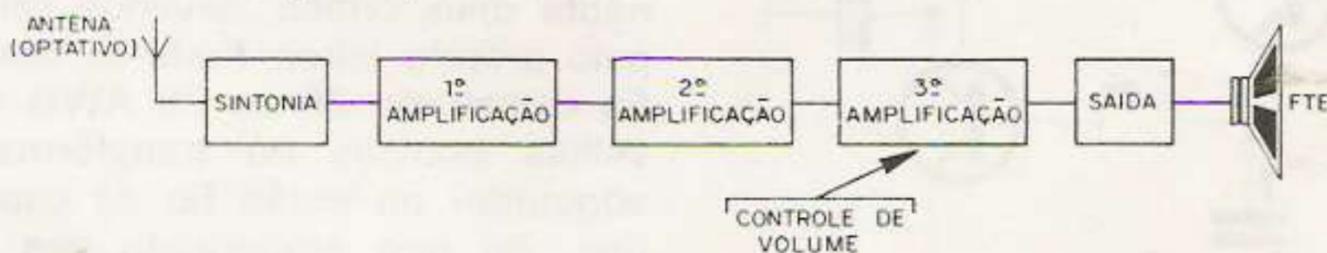


FIGURA 1

O primeiro bloco representa a etapa de sintonia que é formada por uma bobina e um capacitor variável. A escolha destes dois componentes é importante porque deles dependerá a sensibilidade, a seletividade e a faixa de frequências sintonizada pelo radinho. Assim, sugerimos ao leitor que confeccione esta bobina com cuidado seguindo rigorosamente nossas especificações e que procure um capacitor variável que tenha as características pedidas no texto.

O que este circuito faz portanto é separar o sinal da estação que queremos ouvir dos sinais das outras estações de sua localidade que chegam ao mesmo tempo ao rádio.

Para as estações locais mais fortes o radinho não precisa de antena mas mesmo assim é incluído no projeto um ponto de ligação para uma antena externa que permitirá a captação de estações mais fracas se o leitor morar em local distante das mesmas. Uma antena de 5 ou 6 metros ou

mesmo um pedaço de fio esticado podem perfeitamente permitir a captação destas estações distantes durante à noite, principalmente, com bom volume no alto-falante. Lembramos aos leitores que em locais muito isolados, distantes mais de 100 km das estações, só mesmo durante à noite é que se pode ter uma boa recepção das mesmas. (figura 2)



FIGURA 2

A segunda etapa mostrada no circuito consta basicamente de um transistor que além de fazer a detecção do sinal de RF também o amplifica de modo que na sua saída temos um sinal de áudio correspondente ao som da estação já com boa intensidade.

O sinal de áudio retirado desta etapa passa para uma etapa de amplificação que é formada pelo segundo transistor do circuito. Veja que o sinal é retirado do emissor do primeiro transistor sendo então levado à base do segundo transistor, conforme mostra a figura 3.

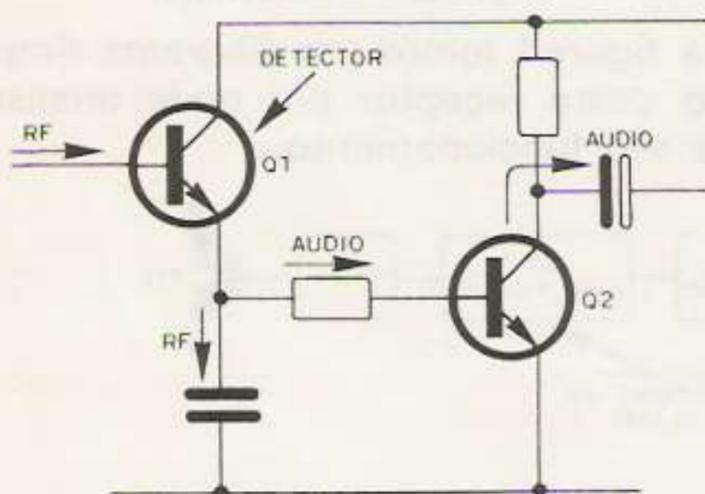


FIGURA 3

Amplificado nesta segunda etapa o sinal é levado à terceira etapa de amplificação do rádio onde também temos o controle de volume. Este controle de volume (conjugado ao interruptor geral) consiste num potenciômetro que determina a quantidade do sinal amplificado na etapa anterior que passa para a etapa seguinte.

O sinal obtido nesta etapa de amplificação ainda não tem intensidade suficiente

para excitar um alto-falante. Temos então mais uma etapa de amplificação de sinal que é a etapa de saída que tem por elemento básico o quarto transistor do circuito.

O sinal entra pela base do transistor e é retirado de seu coletor sendo aplicado ao enrolamento primário de um transformador de saída.

No enrolamento secundário deste transformador é ligado o alto-falante que é o elemento final do circuito. Nele os sinais elétricos são transformados em som. A alimentação para todas as etapas ativas deste rádio vêm da bateria de 9V.

## OS COMPONENTES

Conforme citamos na introdução este rádio se diferencia dos tipos comerciais por diversos aspectos sendo o primeiro o que se refere a não necessidade de ajustes, e o segundo pelo baixo custo dos componentes usados.

Se bem que os componentes sejam comuns e possam mesmo em alguns casos serem aproveitados de aparelhos velhos que o leitor possua alguns cuidados devem ser tomados em relação a alguns outros, principalmente os que devem ser elaborados pelo próprio montador como a bobina de antena.

Daremos então algumas indicações sobre os componentes usados para que o leitor não tenha dúvidas em relação a sua obtenção.

a) Bobina: este sem dúvida, é o componente mais crítico, devendo ser enrolado pelo próprio leitor. Pode-se usar no caso fio esmaltado 26 ou 28 AWG (obtido de velhas bobinas ou transformadores ou adquirido) ou então fio de capa plástica fina, do tipo empregado nos aparelhos transistorizados. Este fio fino permite a realização de uma bobina com aproximadamente 11 voltas por centímetro.

Esta bobina, conforme mostra a figura 4 é feita sobre um bastão de ferrite de aproximadamente 1 cm de diâmetro com pelo menos 12 cm de comprimento. (O tamanho do bastão pode variar de 12 à 25 cm, sem problemas e os bastões maiores são melhores).

Para confeccionar a bobina enrole então 80 voltas de fio, fazendo uma derivação, e depois de 10 a 15 voltas a mais. Se usar

Os rádios comerciais para a faixa de ondas médias apresentam, em geral, desempenhos excelentes quando comparados a qualquer rádio de montagem simples ao alcance do estudante e do principiante. Ao contrário do que muitos pensam, a dificuldade maior que se encontra para montar um rádio de tipo comercial não está na obtenção dos componentes ou na necessidade de técnicas especiais para se obter um conjunto compacto. A maior dificuldade reside na necessidade de uma série de ajustes que devem ser feitos segundo técnica e sequência bem definida e utilizando-se inclusive instrumentos especiais.

Como o estudante e o amador novato não têm acesso fácil a tais instrumentos e não raro lhes falta a habilidade necessária a realização dos ajustes de ouvido, vê-se que a simples cópia ou descrição de tais projetos é sempre problemática podendo levar os menos avisados a resultados desastrosos.

Além disso, observamos que as técnicas de produção em massa de tais rádios fazem com que seus preços no mercado sejam tão baixos que no total podem mesmo ser inferiores ao que pagaríamos pelas peças separadas necessárias a sua montagem.

É por este motivo que sempre que falamos em rádios para principiantes optamos por versões simplificadas que, mesmo com desempenho inferior ao de um rádio comercial satisfazem as principais necessi-

dades dos estudantes e hobistas ou seja:

- Usam componentes de baixo custo em quantidade que não excede em custo ao preço de um rádio comercial.
- Não precisam de ajustes difíceis.
- Satisfazem a necessidade que muitos sentem de montar por si só seu próprio rádio.

Mas, até onde um rádio simples que não tenha os mesmos recursos dos tipos comerciais pode ter um desempenho satisfatório?

Um radinho simples pode ser seletivo, sensível até certo ponto e apresentar mesmo uma qualidade de áudio satisfatória desde que cuidadosamente projetado e é isso que pretendemos mostrar aos leitores com este projeto.

Levamos então ao leitor um radinho que mesmo tendo apenas 4 transistores, e não empregando técnicas especiais, ainda assim apresenta excelente sensibilidade, boa seletividade e volume comparável a um rádio transistorizado comum.

Simple de montar e alimentado por uma bateria de 9 V este rádio tem um consumo de corrente muito baixo o que implica em grande durabilidade para sua fonte de energia. O radinho pode ser montado numa caixa elaborada pelo próprio leitor, com os materiais de que dispuser.

## COMO FUNCIONA

Na figura 1 temos um diagrama simplificado deste receptor por onde analisaremos seu funcionamento.

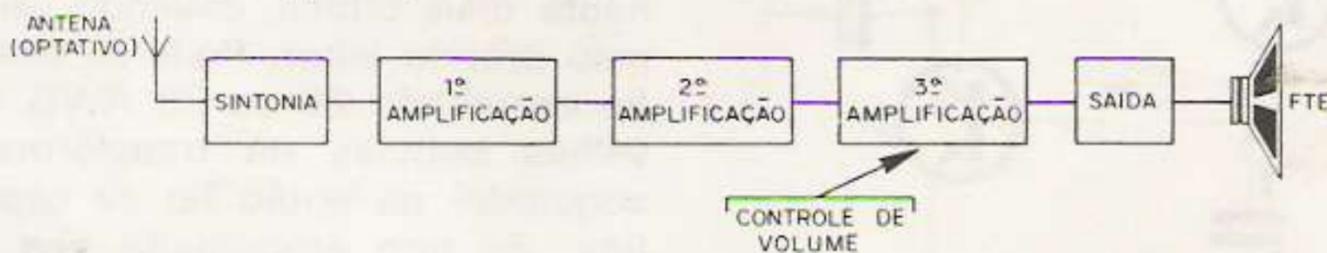


FIGURA 1

O primeiro bloco representa a etapa de sintonia que é formada por uma bobina e um capacitor variável. A escolha destes dois componentes é importante porque deles dependerá a sensibilidade, a seletividade e a faixa de frequências sintonizada pelo radinho. Assim, sugerimos ao leitor que confeccione esta bobina com cuidado seguindo rigorosamente nossas especificações e que procure um capacitor variável que tenha as características pedidas no texto.

O que este circuito faz portanto é separar o sinal da estação que queremos ouvir dos sinais das outras estações de sua localidade que chegam ao mesmo tempo ao rádio.

Para as estações locais mais fortes o radinho não precisa de antena mas mesmo assim é incluído no projeto um ponto de ligação para uma antena externa que permitirá a captação de estações mais fracas se o leitor morar em local distante das mesmas. Uma antena de 5 ou 6 metros ou

mesmo um pedaço de fio esticado podem perfeitamente permitir a captação destas estações distantes durante à noite, principalmente, com bom volume no alto-falante. Lembramos aos leitores que em locais muito isolados, distantes mais de 100 km das estações, só mesmo durante à noite é que se pode ter uma boa recepção das mesmas. (figura 2)



FIGURA 2

A segunda etapa mostrada no circuito consta basicamente de um transistor que além de fazer a detecção do sinal de RF também o amplifica de modo que na sua saída temos um sinal de áudio correspondente ao som da estação já com boa intensidade.

O sinal de áudio retirado desta etapa passa para uma etapa de amplificação que é formada pelo segundo transistor do circuito. Veja que o sinal é retirado do emissor do primeiro transistor sendo então levado à base do segundo transistor, conforme mostra a figura 3.

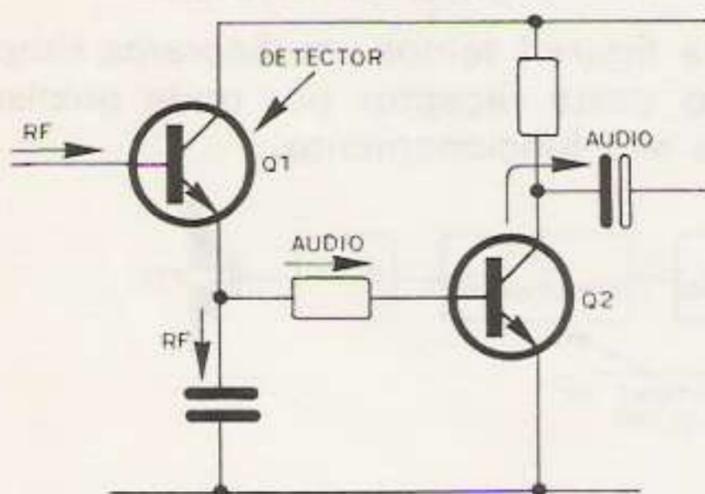


FIGURA 3

Amplificado nesta segunda etapa o sinal é levado à terceira etapa de amplificação do rádio onde também temos o controle de volume. Este controle de volume (conjugado ao interruptor geral) consiste num potenciômetro que determina a quantidade do sinal amplificado na etapa anterior que passa para a etapa seguinte.

O sinal obtido nesta etapa de amplificação ainda não tem intensidade suficiente

para excitar um alto-falante. Temos então mais uma etapa de amplificação de sinal que é a etapa de saída que tem por elemento básico o quarto transistor do circuito.

O sinal entra pela base do transistor e é retirado de seu coletor sendo aplicado ao enrolamento primário de um transformador de saída.

No enrolamento secundário deste transformador é ligado o alto-falante que é o elemento final do circuito. Nele os sinais elétricos são transformados em som. A alimentação para todas as etapas ativas deste rádio vêm da bateria de 9V.

## OS COMPONENTES

Conforme citamos na introdução este rádio se diferencia dos tipos comerciais por diversos aspectos sendo o primeiro o que se refere a não necessidade de ajustes, e o segundo pelo baixo custo dos componentes usados.

Se bem que os componentes sejam comuns e possam mesmo em alguns casos serem aproveitados de aparelhos velhos que o leitor possua alguns cuidados devem ser tomados em relação a alguns outros, principalmente os que devem ser elaborados pelo próprio montador como a bobina de antena.

Daremos então algumas indicações sobre os componentes usados para que o leitor não tenha dúvidas em relação a sua obtenção.

a) Bobina: este sem dúvida, é o componente mais crítico, devendo ser enrolado pelo próprio leitor. Pode-se usar no caso fio esmaltado 26 ou 28 AWG (obtido de velhas bobinas ou transformadores ou adquirido) ou então fio de capa plástica fina, do tipo empregado nos aparelhos transistorizados. Este fio fino permite a realização de uma bobina com aproximadamente 11 voltas por centímetro.

Esta bobina, conforme mostra a figura 4 é feita sobre um bastão de ferrite de aproximadamente 1 cm de diâmetro com pelo menos 12 cm de comprimento. (O tamanho do bastão pode variar de 12 à 25 cm, sem problemas e os bastões maiores são melhores).

Para confeccionar a bobina enrole então 80 voltas de fio, fazendo uma derivação, e depois de 10 a 15 voltas a mais. Se usar

fio esmaltado, raspe o fio com uma faca nos pontos de soldagem para garantir um perfeito contacto elétrico.

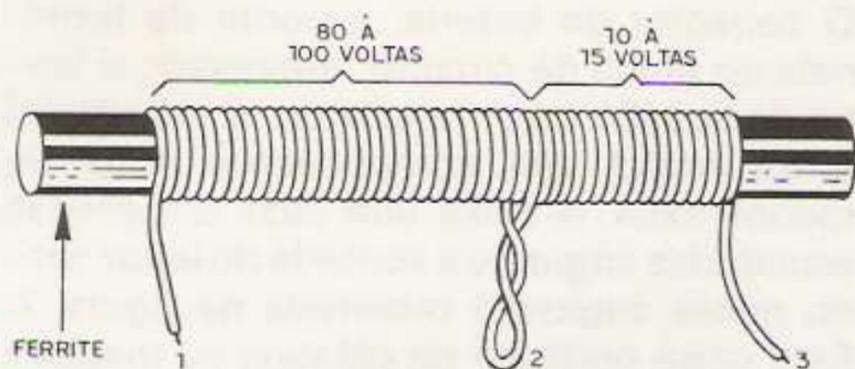
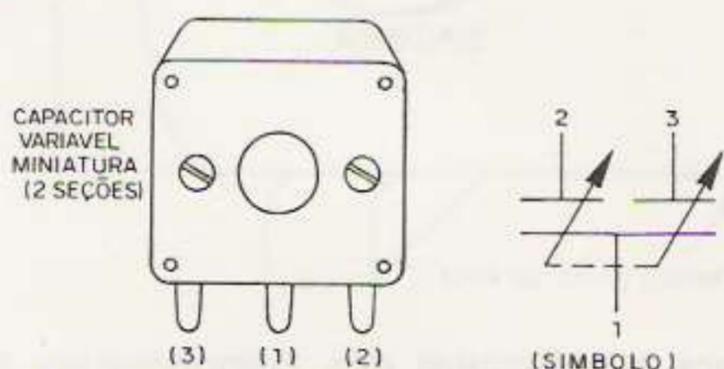


FIGURA 4

b) Variável: o capacitor variável usado nesta montagem admite uma tolerância muito grande de valores. O tipo originalmente usado é o miniatura de rádio portátil, conforme mostra a figura 5, o qual pode inclusive ser aproveitado de rádios abandonados. Se o leitor não fizer questão de uma montagem compacta pode também usar um variável grande conforme mostra a figura 6. Neste caso, o variável pode ser de 1 ou 2 seções, sendo utilizada apenas uma delas no segundo caso. Este variável pode ser de 260 à 410 pF, sem problemas de funcionamento no rádio.



NO PROJETO PODEM SER USADAS AS DUAS SEÇÕES OU UMA SÓ.

FIGURA 5

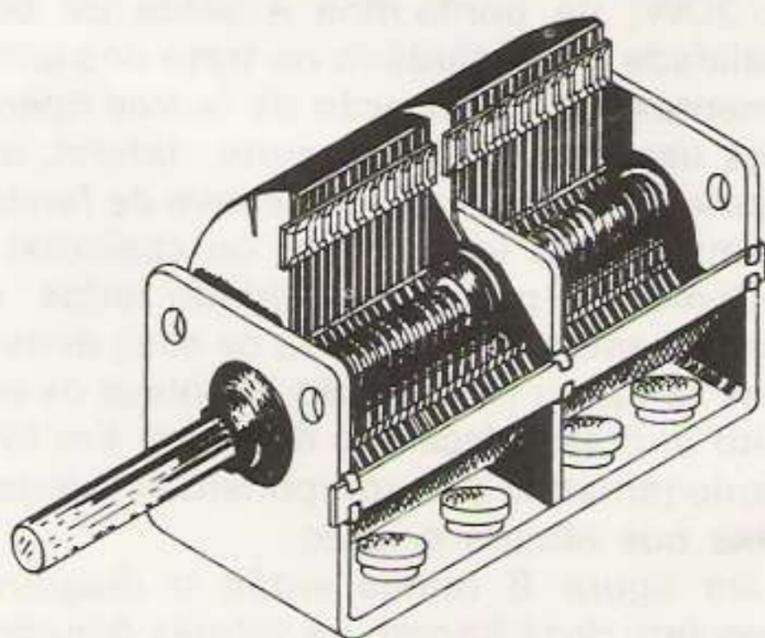


FIGURA 6

Cuidado para não usar variáveis de FM que por sua capacitância menor não per-

mitem uma boa cobertura da faixa de ondas médias.

c) O transformador de saída é também um componente importante desta montagem pois deste componente dependerá a qualidade de som e o volume obtido. Deve ser usado um transformador miniatura para 10 ou 20 mW (transistores OC71 ou equivalentes) com uma impedância de primário superior a 200 ohms. O secundário deste transformador deve ser de 8 ohms, ou seja, de acordo com o alto-falante usado. Você pode aproveitar neste caso um transformador de saída de rádio transistorizado velho, observando que ele estará ligado ao alto-falante. Cuidado para não usar por engano um transformador driver que não serve no caso.

d) Transistores: os transistores empregados na montagem do protótipo são do tipo BC548 mas são diversos os equivalentes diretos que podem ser usados. São eles os BC547, BC238, BC237, etc.

Existem entretanto equivalente de invólucros diferentes que podem ser usados desde que o leitor identifique seus terminais. Dentre os tipos desta categoria citamos os BC107, BC108 e todos os NPN de uso geral de silício.

e) O potenciômetro usado como controle de volume é de 10k com chave, tipo que é utilizado nos rádios comerciais transistorizados e que portanto não oferece dificuldade para ser conseguido. O leitor pode mesmo aproveitar este componente de velhos rádios.

Se tiver um potenciômetro sem chave, pode utilizar para ligar e desligar o rádio uma chave separada.

f) O alto-falante usado no protótipo é do tipo miniatura de 5 ou 6 cm com impedância de 8 ohms, já que a caixa usada na montagem é bastante reduzida. Se o leitor não fizer questão de tamanho para o rádio, pode usar um alto-falante maior, obtendo com isso inclusive melhor qualidade de som. Um alto-falante de 10 cm por exemplo, permite obter excelente volume e qualidade de som.

g) Os resistores usados são todos de 1/8W com tolerância de 10%, mas resistores de maior dissipação e mesmo com outras tolerâncias podem também ser usados já que o circuito não é crítico. O leitor

pode inclusive aproveitar estes resistores de velhos rádios.

h) Capacitores: dois tipos de capacitores são usados neste rádio. Os de valor inferior a  $1 \mu\text{F}$  podem ser de cerâmica ou de poliéster com tensão de trabalho mínima de 50V, sendo seus valores marcados diretamente em seus invólucros ou dados por códigos de cores. Os eletrolíticos devem ter uma tensão mínima de trabalho de 9V, e seus valores são os citados na lista de material. O leitor também pode aproveitar estes componentes de velhos aparelhos desde que verifique antes seu estado já que principalmente os eletrolíticos são os mais sujeitos a deterioração pelo tempo.

i) Temos finalmente os componentes acessórios que admitem diversas variações em função da montagem escolhida. O conector da bateria, a ponte de terminais ou placa de circuito impresso, o borne de ligação da antena externa (se usada) e os knobs são componentes mais ou menos fixos. A caixa tem suas dimensões escolhidas segundo a vontade do leitor sendo nossa sugestão mostrada na figura 7. Esta caixa pode ser de plástico ou madeira sendo as dimensões para um alto-falante de 5 cm.

Para um alto-falante maior evidentemente, as dimensões da caixas devem ser alteradas.

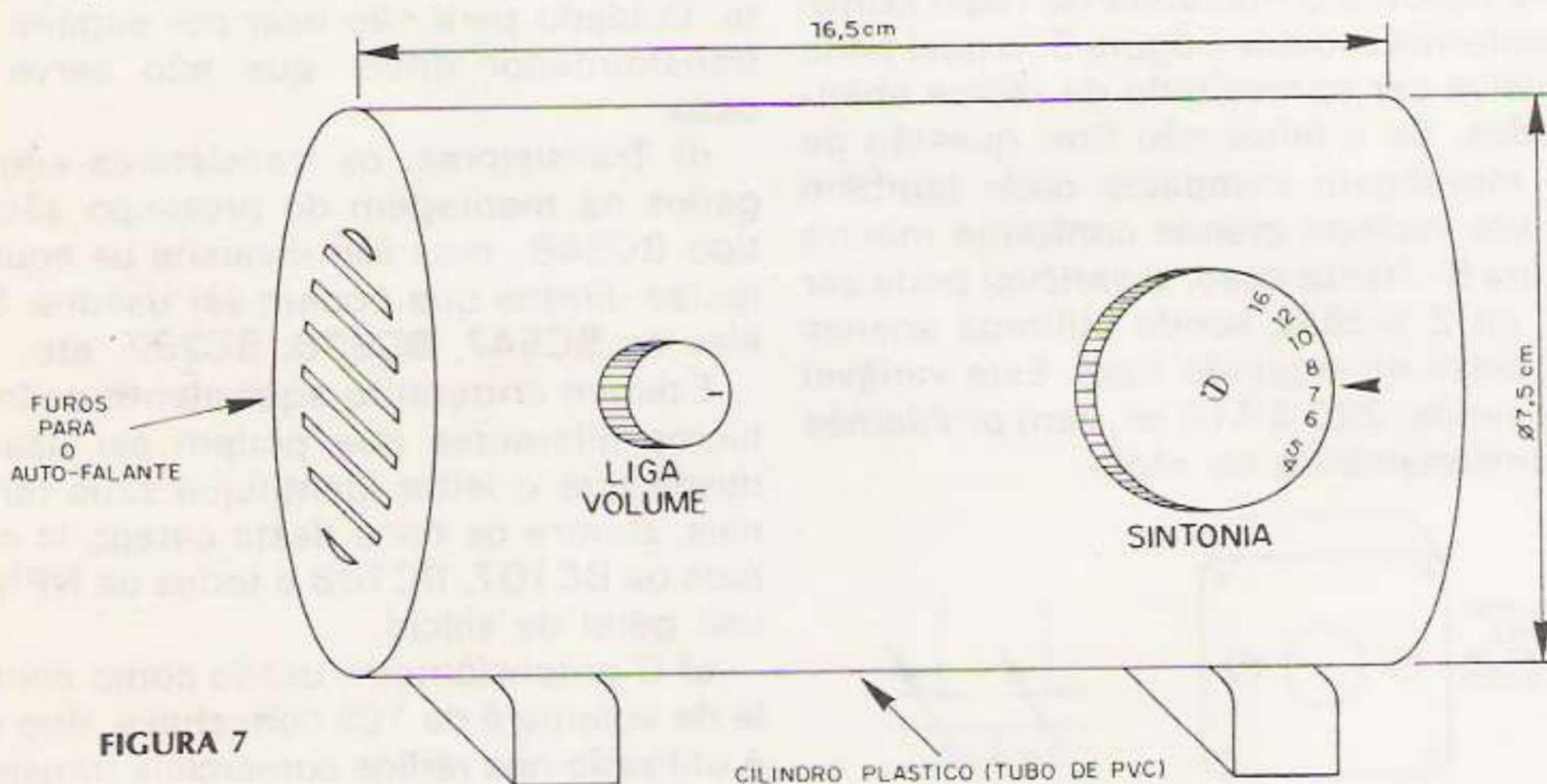


FIGURA 7

Fios, solda, porcas e parafusos completam o material usado.

## MONTAGEM

Em função dos recursos de cada leitor, damos duas versões para a montagem deste rádio.

Para os que sabem confeccionar placas de circuito impresso e possuem o laboratório para isso, temos a versão que permite o menor tamanho possível para o rádio. Para os que não tem muitos recursos e que dispõem apenas de um ferro de soldar além de outras ferramentas auxiliares, a versão recomendada é em ponte de terminais. Com esta versão o tamanho do rádio não será tão pequeno mas mesmo assim ele poderá ser instalado em uma caixa de 15 x 5 x 7 cm aproximadamente, sem problemas.

Para a soldagem dos componentes na placa de circuito impresso ou na ponte de terminais use um ferro pequeno (máximo de 30W) de ponta fina e solda de boa qualidade. Para ajudá-lo no trato dos componentes e na realização de outras operações use um alicate de corte lateral, um alicate de ponta fina, uma chave de fendas e uma lâmina (de barbear ou canivete).

Comece o projeto adquirindo todos os componentes, e em função de suas dimensões se optou pela versão em placa de circuito impresso faça seu desenho. Em função do tamanho dos componentes monte a caixa que alojará o rádio.

Na figura 8 temos então o diagrama completo do rádio com os valores dos componentes usados e sua identificação. Na figura 9 temos a versão em ponte de terminais com a disposição dos componentes. Siga rigorosamente esta disposição, prin-

principalmente no que se refere ao comprimento dos fios pois pelo contrário podem ocorrer

oscilações no circuito que afetarão seu funcionamento.

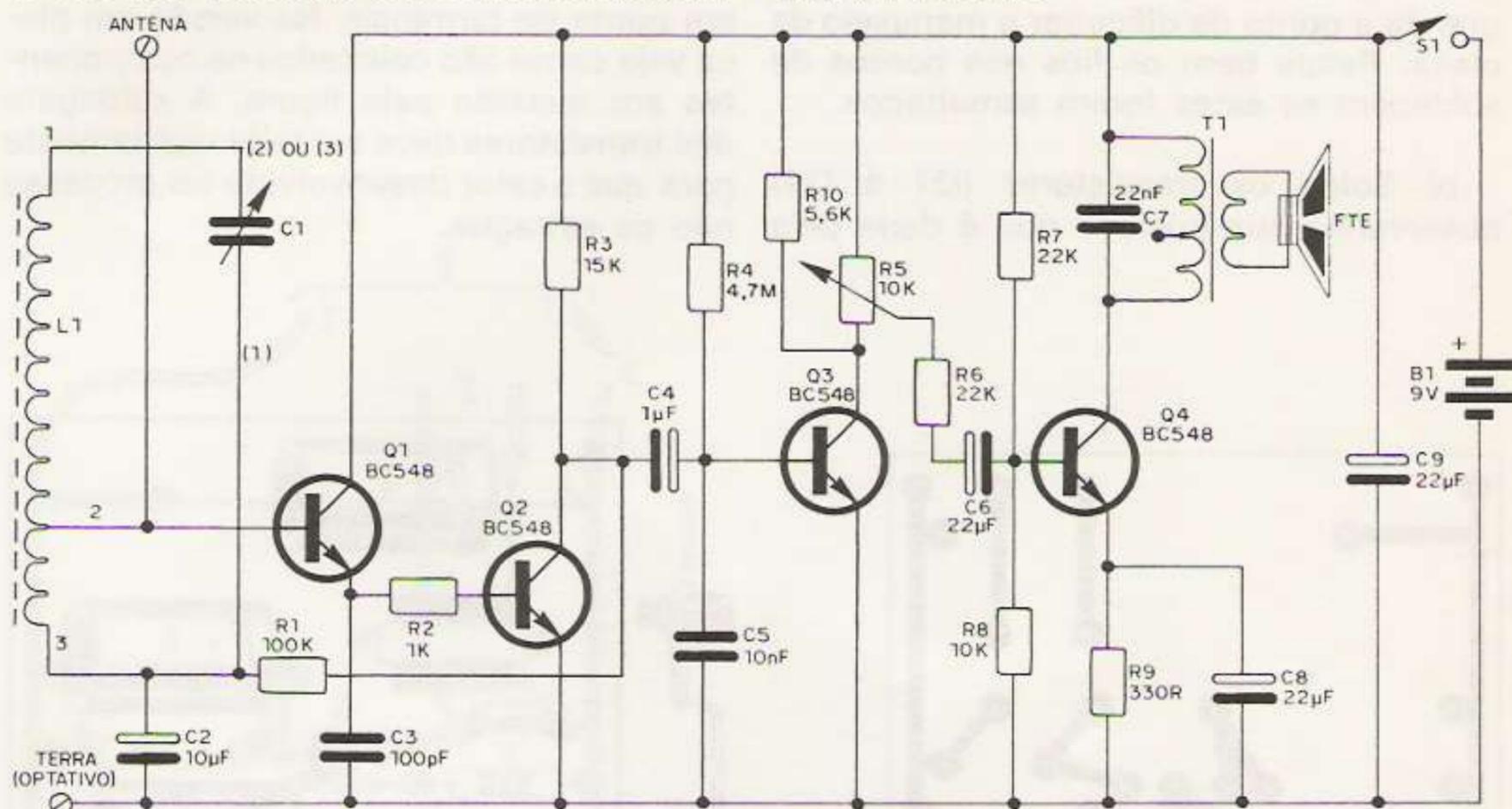


FIGURA 8

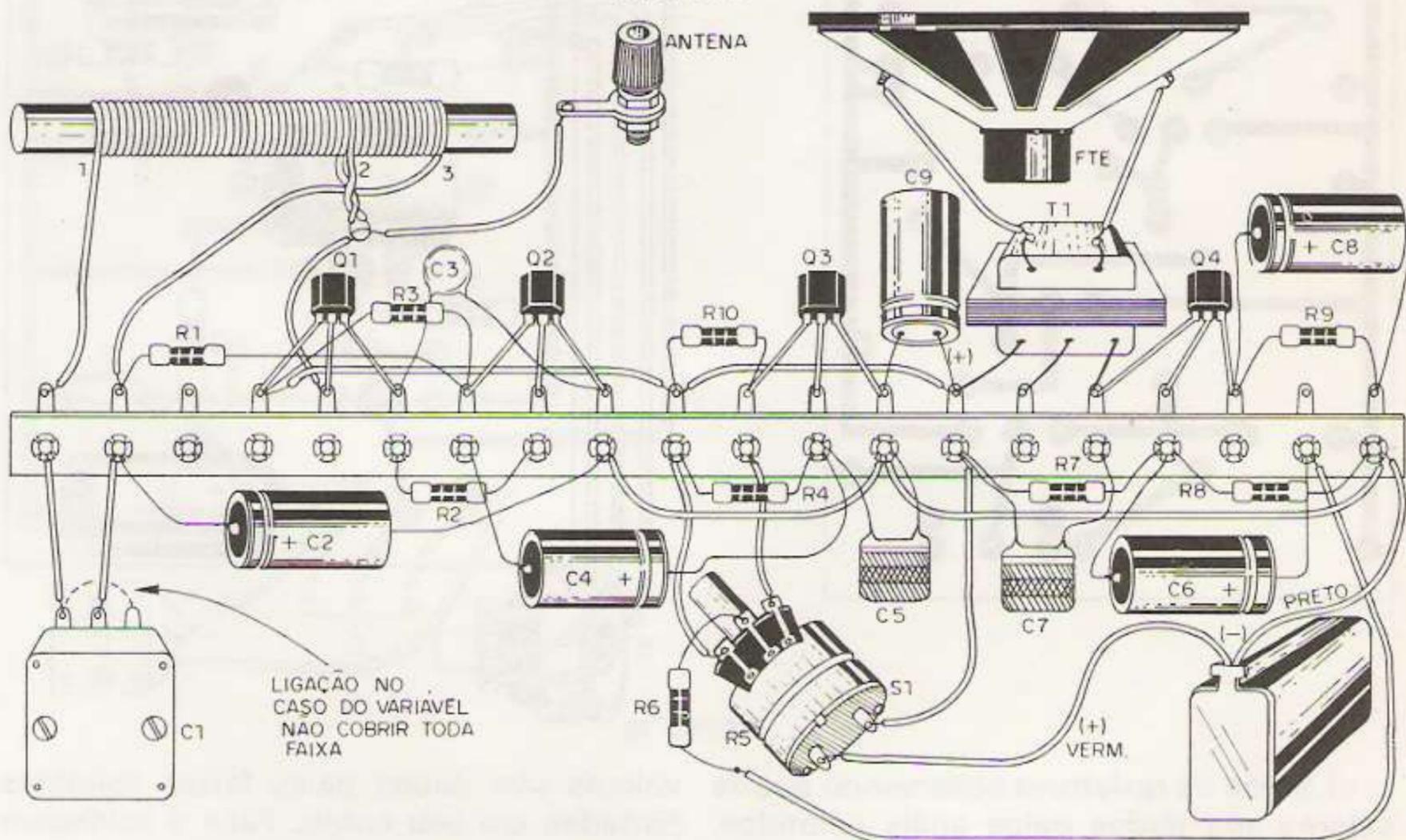


FIGURA 9

Na figura 10 temos a placa de circuito impresso em tamanho natural por onde o leitor deve basear-se para sua confecção.

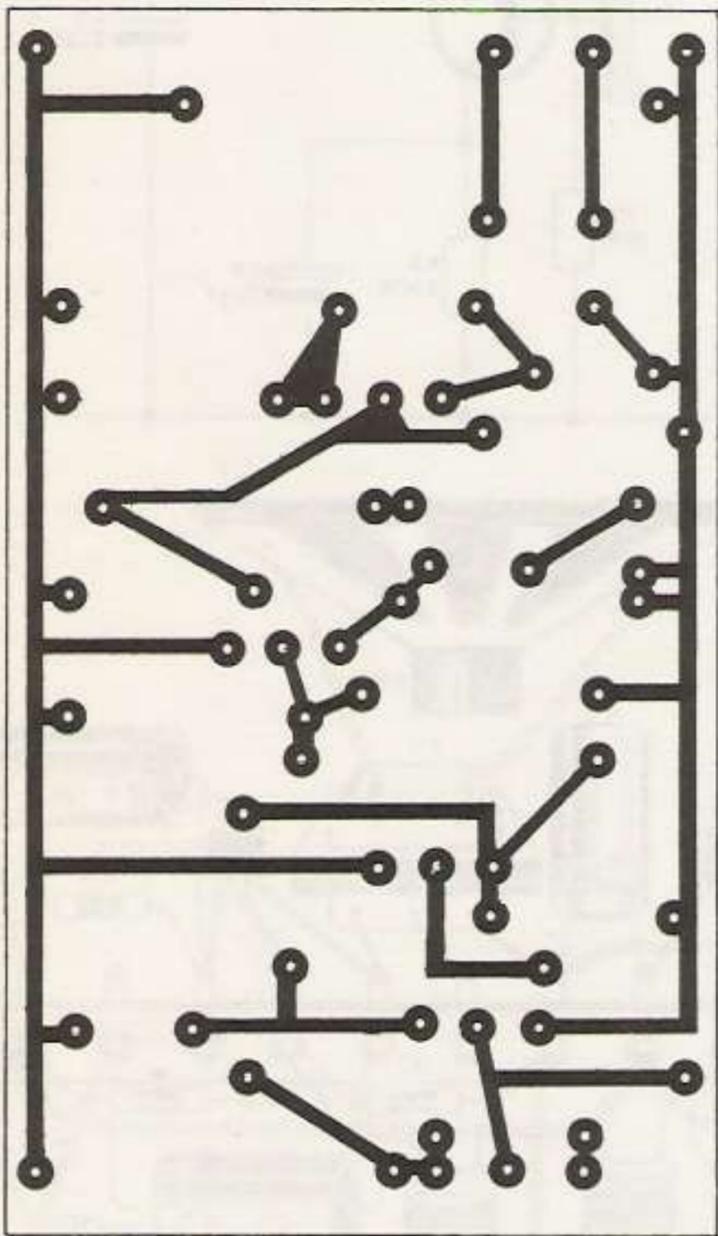
A sequência de operações para a montagem que sugerimos garantirá aos menos experientes um desempenho perfeito para o seu rádio. Observe que alguns componentes têm polaridade certa para ligação,

ou seja, possuem polos positivos e negativos que devem ser ligados de modo correto. Uma inversão destes componentes pode prejudicar o funcionamento do rádio.

a) Em primeiro lugar monte a bobina segundo as instruções dadas na parte referente a obtenção do material e solde seus terminais na ponte se esta for sua versão.

Se sua versão for em placa deixe a soldagem da bobina por último por ser esta grande a ponto de dificultar o manuseio da placa. Raspe bem os fios nos pontos de soldagem se estes forem esmaltados.

b) Solde os transistores (Q1 à Q4) observando sua posição que é dada pela



parte chata de seu invólucro. Esta parte chata fica voltada para cima na montagem em ponte de terminais. Na versão em placa veja como são colocados os componentes em questão pela figura. A soldagem dos transistores deve ser feita rapidamente para que o calor desenvolvido no processo não os estrague.

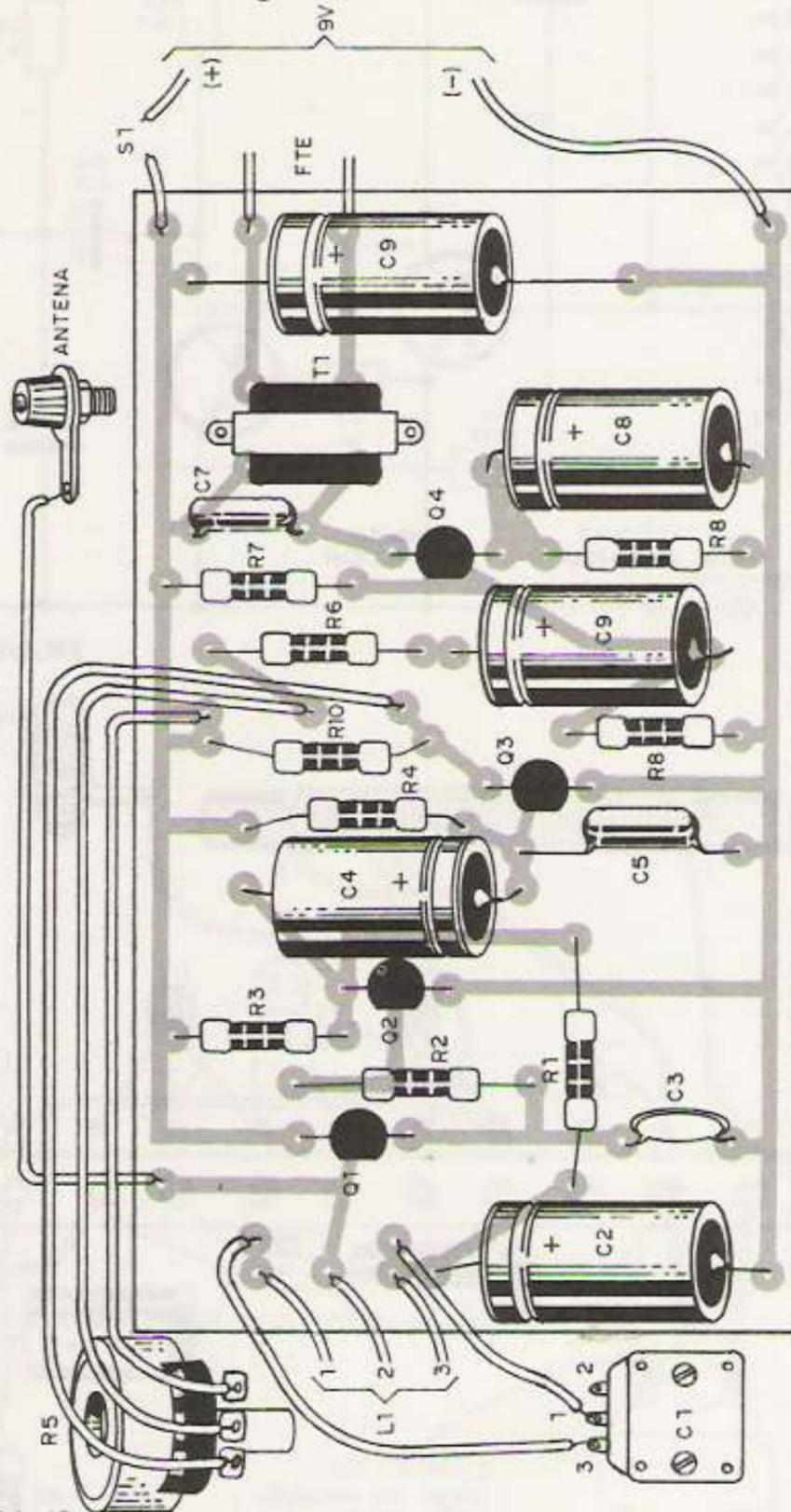


FIGURA 10

c) Solde os resistores observando que os valores são dados pelos anéis coloridos. Veja na lista de material a cor de cada resistor tomando cuidado para não fazer trocas ou inversões que poderiam prejudicar o funcionamento do rádio. Os resistores não são polarizados ou seja, não é preciso observar a posição dos anéis.

d) Solde os capacitores cerâmicos, ou de poliéster observando seus valores segundo a lista de material. Veja que no caso dos capacitores de poliéster seus

valores são dados pelas faixas coloridas pintadas em seu corpo. Faça a soldagem destes componentes rapidamente já que o calor do ferro pode facilmente danificá-los. Estes componentes também não são polarizados.

e) Solde os capacitores eletrolíticos observando que estes componentes são polarizados. Veja no corpo do componente a marcação de seu polo (+) ou (-) fazendo a sua montagem segundo o desenho para haver correspondência de polaridade. Sol-

de-os rapidamente porque o calor em excesso também pode afetá-los.

f) Se sua montagem for em ponte de terminais a próxima etapa será a realização das interligações com fios entre alguns pontos da ponte. Estas interligações devem ser feitas com fio rígido ou flexível de capa plástica os mais diretos possíveis. Fios muito longos nestas interligações podem fazer com que o rádio oscile aparecendo então no alto-falante ruídos que prejudicam seu funcionamento. Procure manter tanto os fios como os terminais dos componentes do mesmo modo que o mostrado na figura.

g) Tanto para a montagem em ponte como em placa a próxima etapa consiste na fixação do capacitor variável, do alto-falante e do potenciômetro na caixa. A fixação destes componentes dependerá de seu tipo e também do material usado na confecção da caixa. Para o potenciômetro a fixação é simples pois pode ser usada a porca de seu eixo.

No caso do variável, se por meio de parafusos sua fixação se torna difícil o leitor pode usar cola. No caso do alto-falante temos três possibilidades: uso de parafusos com porcas; braçadeiras ou então sua colagem direta no painel.

h) Com os componentes do item anterior fixados podemos fazer sua interligação à ponte ou placa de circuito impresso usando para esta finalidade fio flexível fino de capa plástica. Estes fios devem ser os mais curtos possíveis, principalmente no caso do variável, mas não devem impedir a movimentação ou acesso as peças.

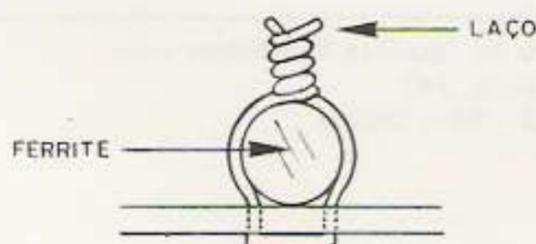
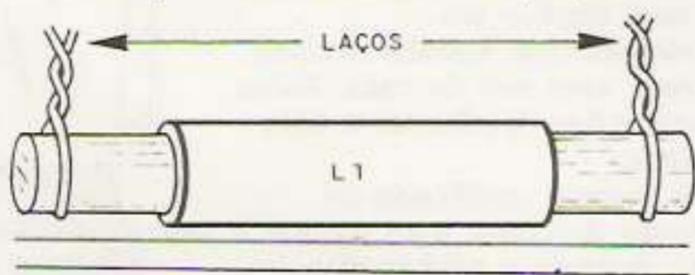


FIGURA 11

i) A fixação da ponte de terminais ou placas de circuito impresso pode ser feita na tampa traseira por meio de porcas e

parafusos e a bobina segura em posição por meio de laços feitos com fios comum. (figura 11)

j) Termine a montagem com as ligações do conector da bateria e da ligação da antena externa.

Antes de colocar o conector na bateria, confira todas as ligações principalmente dos transistores verificando se todos recebem alimentação e se existe percurso para o sinal.

Estando tudo em perfeita ordem você pode fazer uma prova de funcionamento no seu radinho.

## PROVA E USO

Se na sua cidade existirem estações fortes você não precisará de antena externa para a prova e para o uso. Se você morar longe de estações será conveniente usar uma antena externa. Esta pode variar entre um simples pedaço de fio de 4 ou 5 metros esticado e ligado na entrada do rádio até um fio maior suspenso com isoladores entre dois mastros com 10 ou mais metros.

Ligue o rádio após colocar a bateria no conector e abra todo o volume.

Gire o variável até sintonizar a estação de sua localidade. Se a estação entrar fraca, mude de posição o rádio até obter melhor volume. Veja que a posição da bobina de ferrite em relação a estação influi na sensibilidade.

Se a estação for muito forte pode haver saturação do circuito o que será caracterizado por uma pequena distorção do som. Neste caso bastará que o leitor desloque o variável ligeiramente para fora da sintonia para obter a melhor qualidade de som.

Alguns problemas podem ocorrer em vista de montagem deficiente ou de componentes fora de especificações. Estes são os seguintes:

1. O rádio não cobre toda a faixa de ondas médias ou mesmo não sintoniza mais do que 1 ou 2 estações mesmo na sua cidade havendo muitas delas. Verifique se o variável não é excessivamente pequeno não cobrindo toda a faixa. Para fazer esta prova basta ligar em paralelo com ele capacitores de 100 à 470 pF verificando se isso causa mudanças de comportamento. Troque o variável se dispuser de outro para prova.

2. O rádio apita, oscila emitindo ruídos pelo alto-falante. Este problema se deve a realimentações. Procure encurtar os comprimentos dos fios de interligação entre os componentes e mesmo os terminais de alguns componentes.

3. O rádio toca muito baixo. Este problema se deve ao transformador de saída

impróprio, com impedância de primário muito baixa prejudicando a sensibilidade.

4. O rádio não pega as estações da faixa inferior (perto de 540 kHz) mesmo com um variável normal. Neste caso você deve aumentar o número de voltas da bobina.

### LISTA DE MATERIAL

Q1, Q2, Q3, Q4 - transistores BC548 ou equivalentes

L1 - bobina de antena (ver texto)

T1 - transformador de saída para transistores (ver texto)

FTE - alto-falante de 8 ohms 5 à 10 cm

C1 - capacitor variável miniatura para ondas médias

C2 - 10  $\mu\text{F}$  x 12 V - capacitor eletrolítico

C3 - 100 pF - capacitor cerâmico

C4 - 1  $\mu\text{F}$  x 12 V - capacitor eletrolítico

C5 - 10 nF ou 0,01  $\mu\text{F}$  - capacitor cerâmico ou de poliéster

C6 - 22  $\mu\text{F}$  x 12 V - capacitor eletrolítico

C7 - 22 nF ou 0,022  $\mu\text{F}$  - capacitor de poliéster ou cerâmica

C8 - 22  $\mu\text{F}$  x 12 V - capacitor eletrolítico

C9 - 220  $\mu\text{F}$  x 12 V - capacitor eletrolítico

R1 - 100k x 1/8W - resistor (marrom, preto, amarelo)

R2 - 1k x 1/8W - resistor (marrom, preto, vermelho)

R3 - 15k x 1/8W - resistor (marrom, verde, laranja)

R4 - 4,7M x 1/4W - resistor (amarelo, violeta, verde)

R5 - 10k - potenciômetro com chave

R6, R7 - 22k x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, laranja)

R8 - 10k x 1/8W - resistor (marrom, preto, laranja)

R9 - 330R x 1/8W - resistor (laranja, laranja, marrom)

Diversos: ponte de terminais ou placa de circuito impresso, conector para bateria de 9V, caixa, parafusos, porcas, fios, solda, terminal antena/terra, knob para o potenciômetro, bastão de ferrite, fio esmaltado, etc.

## Monte seu próprio negócio e GANHE MUITO DINHEIRO!

### CURSO TELETRONIC – TV A CORES

Atualize-se.

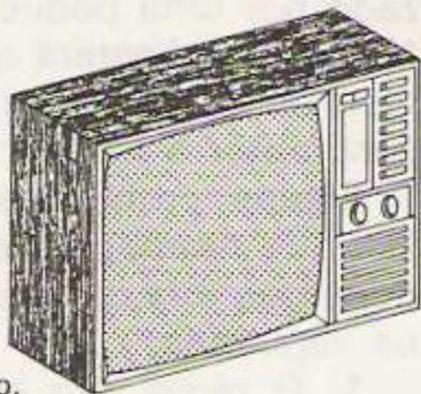
O curso Teletronic é baseado nas principais marcas, com esquemas e ilustrações de ajuste e calibração.

Em pouco tempo você é técnico em TV a cores.

A oportunidade para você

aumentar sua renda

Solicite folheto informativo.



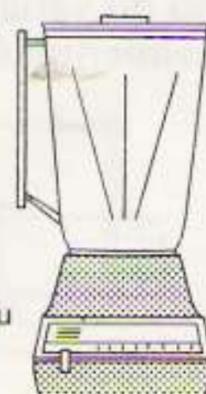
### CURSO TELETRONIC – ELETRODOMÉSTICOS

Aprenda a consertar eletrodomésticos.

Basta saber ler e em pouco tempo você será técnico em

eletrodomésticos. Receba o curso completo, sem sair de casa. Todas as explicações detalhadas e bem ilustradas.

Depois, com o certificado de conclusão do curso, é só montar o seu próprio negócio e ganhar dinheiro. Escreva-nos ainda hoje.



IPDTEL – Instituto de Pesquisas e Divulgação de Técnicas Eletrônicas Ltda.

Rua Dr. Augusto de Miranda, 747

C. Postal 11916 - CEP 01000 - SP - Capital

Peço que me enviem, inteiramente grátis:

Folheto informativo do curso de Técnico em TV a cores

Folheto informativo do curso de Técnico em Eletrodomésticos

Nome .....

Endereço ..... CEP .....

Cidade ..... Estado .....

Credenciado pelo Conselho Federal de Mão-de-Obra nº 192.

# década resistiva



*Voce tem em sua bancada resistores de todos os valores possíveis para fazer experiências com seus projetos? Se a sua resposta é negativa eis aqui um simples projeto que, usan-*

*do poucos resistores combinados permite obter qualquer resistência entre 1 e 999 999 ohms com facilidade.*

Newton C. Braga

É claro que nenhum leitor pode ter um estoque de 999 999 resistores de valores diferentes somente para experimentar em seus circuitos de modo a obter o melhor funcionamento possível. Do mesmo modo, sabemos que não é tarefa simples ter que soldar e dessoldar dezenas de vezes um resistor experimental até se obter o de valor que permite um melhor funcionamento, principalmente se a montagem for em placa de circuito impresso pois neste caso, depois de algumas soldagens a placa tende a ter o cobre desprendido, estragando-se.

Com o circuito que propomos ao leitor temos a possibilidade de obter qualquer resistência entre 0 e 999 999 ohms para

experiências que permitam encontrar um valor ideal para um circuito.

A resistência apresentada pelo circuito é obtida por meio de chaves comutadoras sendo a leitura do seu valor feita diretamente pela posição dessas chaves, com a maior facilidade.

Como a "década resistiva" é um aparelho totalmente passivo, ou seja, não precisa de alimentação, seu uso é tremendamente simples, muito mais simples do que a experimentação direta de resistores diretamente num circuito.

Para o técnico que se vê sempre as voltas com resistores com marcação apagada; para o projetista que precisa estabelecer experimentalmente o melhor valor de

um resistor para o desempenho perfeito de seu aparelho; para o amador, estudante e mesmo profissional que gosta de fazer suas experiências práticas e que sente dificuldade em obter os melhores valores de resistências de polarização e carga, eis aqui um aparelho que não pode faltar em sua bancada.

### COMO FUNCIONA

Para obtermos resistências de 0 à . . . 999kohms em passos de 1 ohm, ou seja, variando a resistência de 1 em 1 ohm, não precisamos na realidade, de 999 999 resistências diferentes. (figura 1)

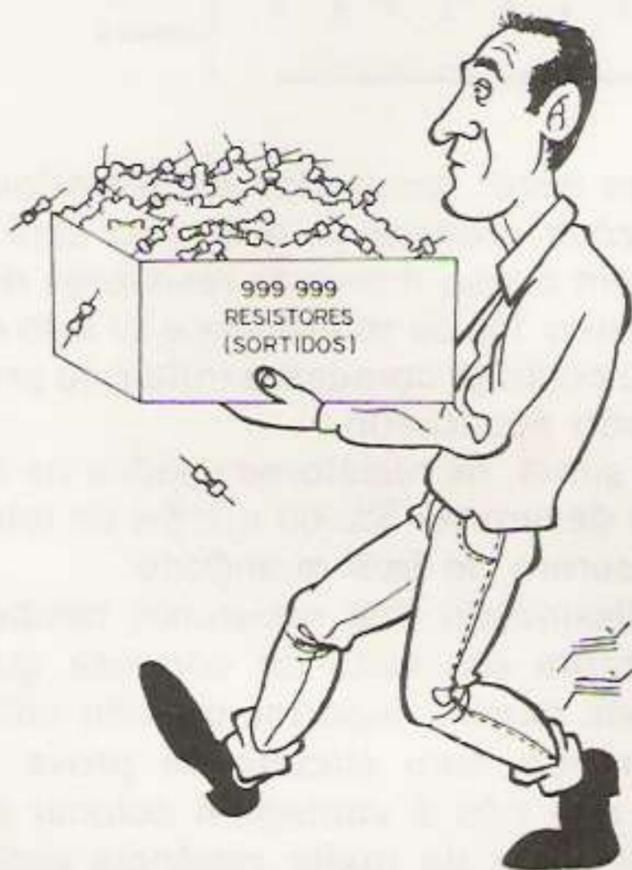


FIGURA 1

Com a ajuda de chaves seletoras de 10 posições podemos usar o sistema de décadas de tal modo que os resistores podem ser combinados exatamente como os algarismos de um número permitindo assim que, pela sua posição tenhamos um peso diferente na resistência final obtida.

Assim, se conforme mostra a figura 2 ligarmos na primeira chave resistores de 1 ohm, para cada passo da chave ligaremos um resistor a mais no circuito e teremos 1 ohm a mais na resistência entre os extremos deste circuito. Na posição 0 a chave estará ligada diretamente e a resistência será 0 ohm; na posição 1 a chave colocará no circuito uma resistência e teremos 1 ohm de resistência; na posição 2 serão colocadas duas resistências e teremos 2 ohms. Sucessivamente podemos colocar até 9 resistências, obtendo-se assim a

variação de 0 a 9 ohms com esta chave.

Se então tivermos uma segunda chave, conforme mostra a figura 3, ligada em série com a primeira mas colocando resistências de 10 ohms no circuito teremos uma possibilidade de variação maior.

Do mesmo modo, se esta segunda chave estiver na posição 0 teremos uma resistência nula; se a chave estiver na posição 1 teremos 10 ohms; na posição 2, 20 ohms e assim por diante até 90 ohms na última posição.

Como as duas chaves estão ligadas em série, a resistência obtida no total será a soma das resistências fixadas pelas chaves.

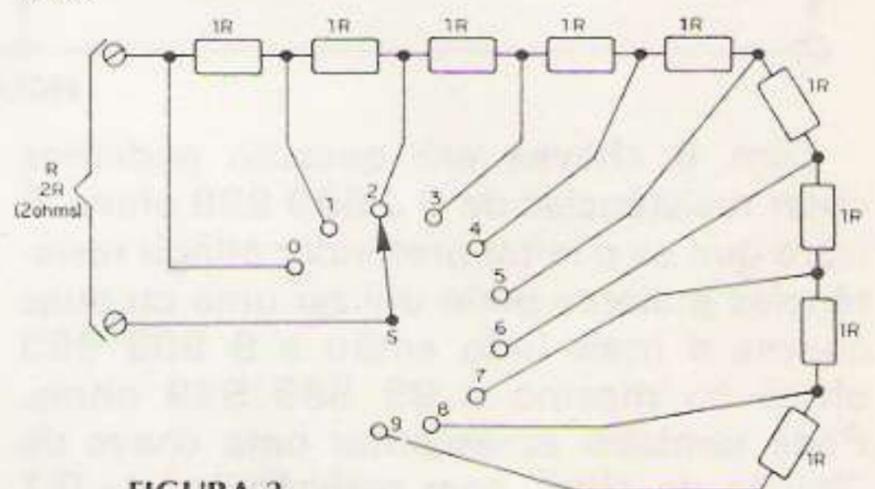


FIGURA 2

Se a primeira chave, que pode ser chamada das unidades ou X1 estiver na posição 2, e a segunda chave que pode ser chamada das dezenas ou X10 estiver na posição 5, teremos uma resistência de 53 ohms no circuito.

Perceba o leitor que pela combinação das posições das duas chaves podemos obter resistências de 0 à 99 ohms.

Para obtermos resistências maiores numa faixa de variação mais ampla portanto, temos de acrescentar mais chaves. A chave das centenas ou X100 terá resistências de 100 ohms em cada passo; a chave dos milhares ou X1k terá resistências de 1k em cada passo; a chave das dezenas de milhares terá resistências de 10k e finalmente a chave das centenas de milhares ou X100k terá resistências de 100k.

Se a posição das chaves for então:

X100k	5
X10k	3
X1k	2
X100	0
X10	0
X1	0

A resistência apresentada pela "caixa" será de 532 000 ohms ou 532k.

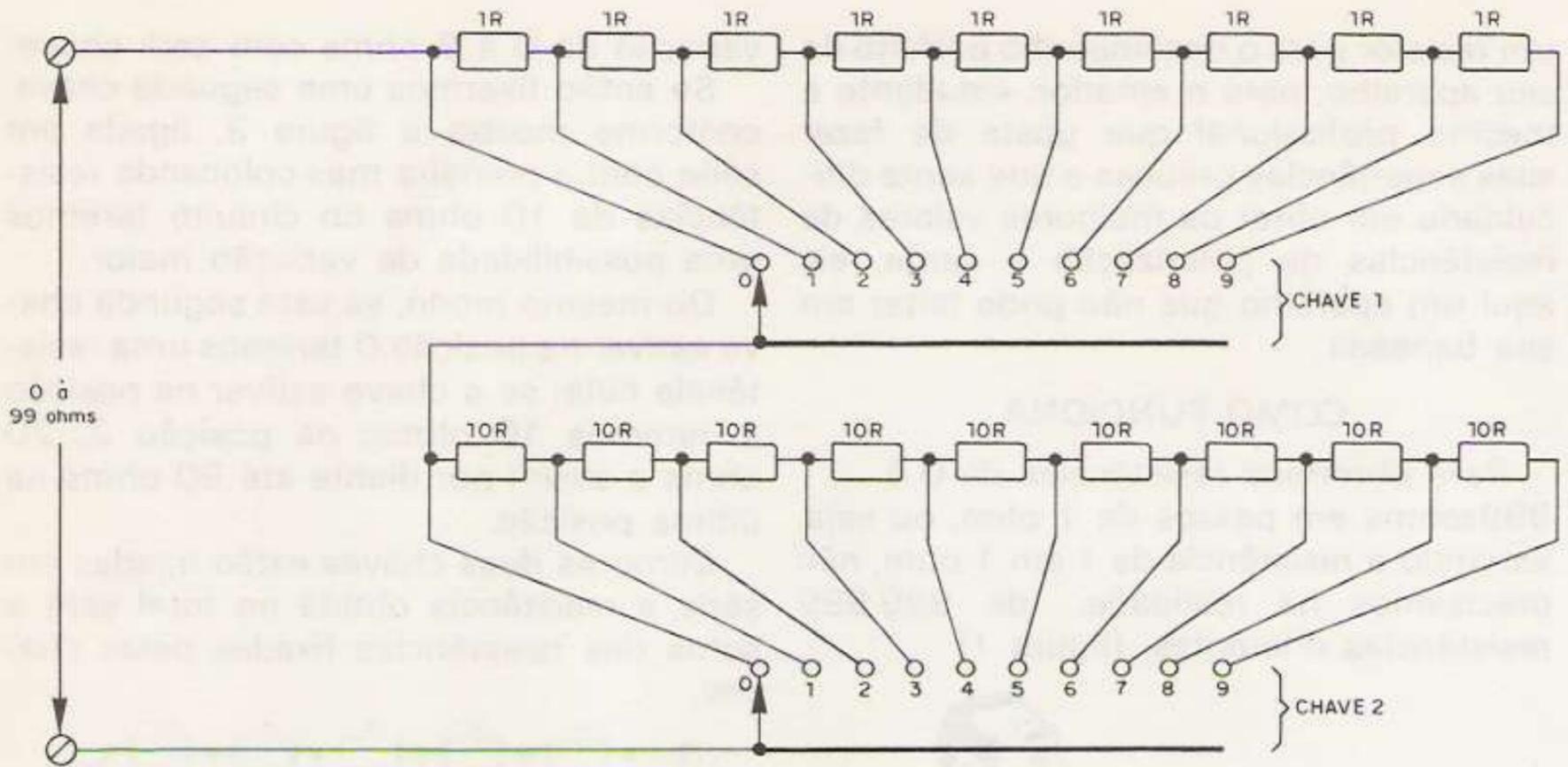


FIGURA 3

Com 6 chaves em questão podemos obter resistências de 0 à 999 999 ohms. É claro que se o leitor pretender atingir resistências maiores pode utilizar uma ou duas chaves a mais indo então a 9 999 999 ohms ou mesmo à 99 999 999 ohms. Pode também acrescentar uma chave de "fração de ohm" com resistências de 0,1 ohm mudando o passo de 1 ohm para 0,1 ohm obtendo então resistências de 0 ohm à 999 999,9 ohms.

### OBTENÇÃO DO MATERIAL

Em princípio a montagem de uma caixa de resistência é bastante simples, mas um ponto importante deve ser mencionado em relação a obtenção dos componentes: da qualidade e da tolerância dos resistores usados dependerá a precisão da resistência obtida.

Para as aplicações comuns os resistores usados normalmente tem tolerâncias de 10% ou 20%. Estas tolerâncias não se aplicam a uma caixa de resistências já que isso comprometeria a leitura na posição das chaves.

Se usarmos resistências de 10% e a resistência fixada for por exemplo, 93 254 ohms, a cifra 3 254 não tem valor nenhum pois é totalmente incerta em nosso caso pois 10% de 93 254 ohms representam muito mais do que 3 254 ohms!

Para as aplicações profissionais as caixas de resistências devem ter resistores com tolerâncias de 5%, 2% ou mesmo 1%. Para o experimentador 5% já é o suficiente

para se obter resultados satisfatórios nas aplicações práticas já que, não será fácil obter em nosso mercado resistores de 2% ou mesmo 1% de tolerância e se isso ocorrer seu custo já começará influir no projeto de modo acentuado.

Em suma, os resistores usados na montagem devem ter 5% ou menos de tolerância e serem de boa qualidade.

A dissipação dos resistores também é importante em vista da corrente que os mesmos devem suportar quando em funcionamento num circuito de prova. Veja então que não é vantagem colocar todos os resistores da maior potência possível, pois existirão alguns que não vão precisar operar no seu limite.

Os resistores do início de escala são os que em geral precisam ter maior dissipação e essa indicação é dada na lista de material.

As chaves podem ser rotativas de 1 pólo x 10 posições as quais podem ser encontradas com facilidade em nosso mercado.

Para a montagem pode ser usada uma caixa de qualquer material, se bem que os leitores que costumam fazer experimentações em circuitos de áudio devam preferir caixas metálicas. Ligadas à massa ou chassi do aparelho em experimentação estas caixas funcionam como blindagem evitando assim a captação de zumbidos.

### MONTAGEM

Comece preparando a caixa que pode ter as dimensões sugeridas na figura 4.

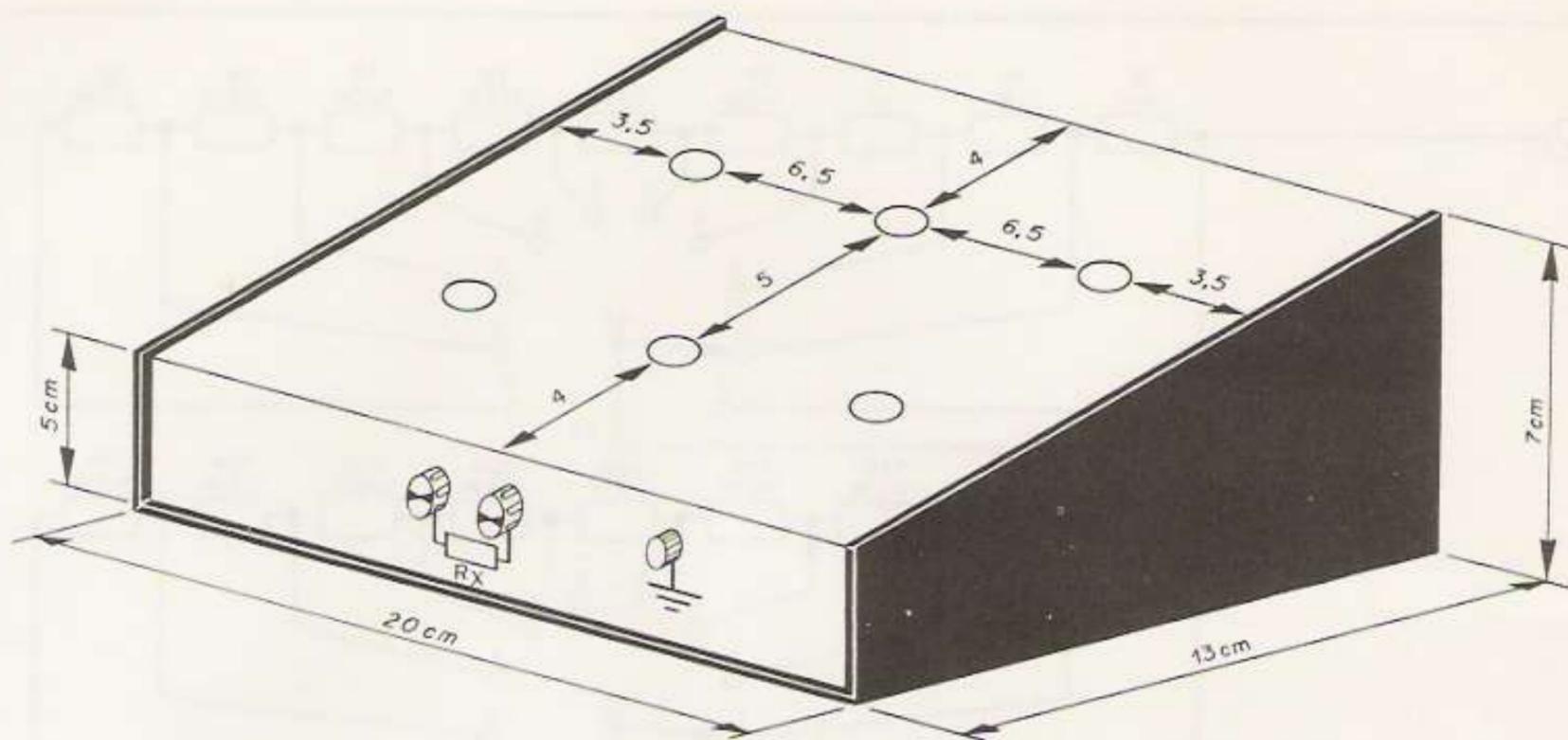


FIGURA 4

Faça a furação das 6 chaves, dos dois bornes de ligação das resistências e também do borne de ligação à massa se sua caixa for de metal.

Fixe as chaves em posição, tomando cuidado para alinhá-las segundo a marcação do painel. (esta marcação pode ser feita com símbolos auto-adesivos, por exemplo).

De acordo com o diagrama da figura 5, solde os resistores nas chaves observando suas dissipações. Veja que o resistor colocado no circuito na primeira posição de cada chave é o de maior dissipação. Temos então resistores de 2W, 1W e 1/2W. Veja na figura 6 como devem ser soldados estes componentes.

Como os resistores são ligados diretamente às chaves seguros por seus próprios terminais não será preciso usar ponte de terminais, placa de circuito impresso ou qualquer outro recurso.

Terminada a montagem dos resistores, faça a interligação das chaves usando fio flexível de capa plástica (cabinho), e também a ligação aos bornes.

Os fios devem ser diretos e sua soldagem deve ser perfeita para que maus contactos não venham introduzir resistências extras no circuito afetando assim o funcionamento da caixa.

Terminada a montagem você pode verificar facilmente seu funcionamento com a ajuda de um multímetro. Basta ligar o multímetro aos bornes e fixar uma determinada resistência pelas chaves. O multímetro

na escala de resistências conveniente deve marcar o valor fixado.

#### COMO USAR A DÉCADA RESISTIVA

Para usar a "década resistiva" existem diversas possibilidades em função do que o leitor pretender.

A primeira possibilidade é mostrada na figura 7. Nela pretende-se determinar o melhor valor para R1 que permita um funcionamento da etapa de saída de um pequeno amplificador.

Basta ligar ao ponto indicado os bornes da caixa e então experimentalmente alterar-se a resistência apresentada até se obter o valor desejado. Depois é só desligar a caixa e colocar no circuito um resistor fixo de valor comercial o mais próximo do obtido experimentalmente.

Por exemplo, se você obteve experimentalmente 11 500 ohms, o valor mais próximo usado será de 12k.

A segunda possibilidade é mostrada na figura 8 em que a caixa de resistências é usada numa ponte de wheatstone para se determinar uma resistência desconhecida. O indicador de nulo pode ser seu próprio multímetro na escala mais baixa de tensão e a fonte de energia uma bateria de 3 ou 6 V (pilhas comuns).

Os resistores R1 e R2 devem ter exatamente o mesmo valor, de preferência sendo usados tipos de 5% de tolerância ou "casados".

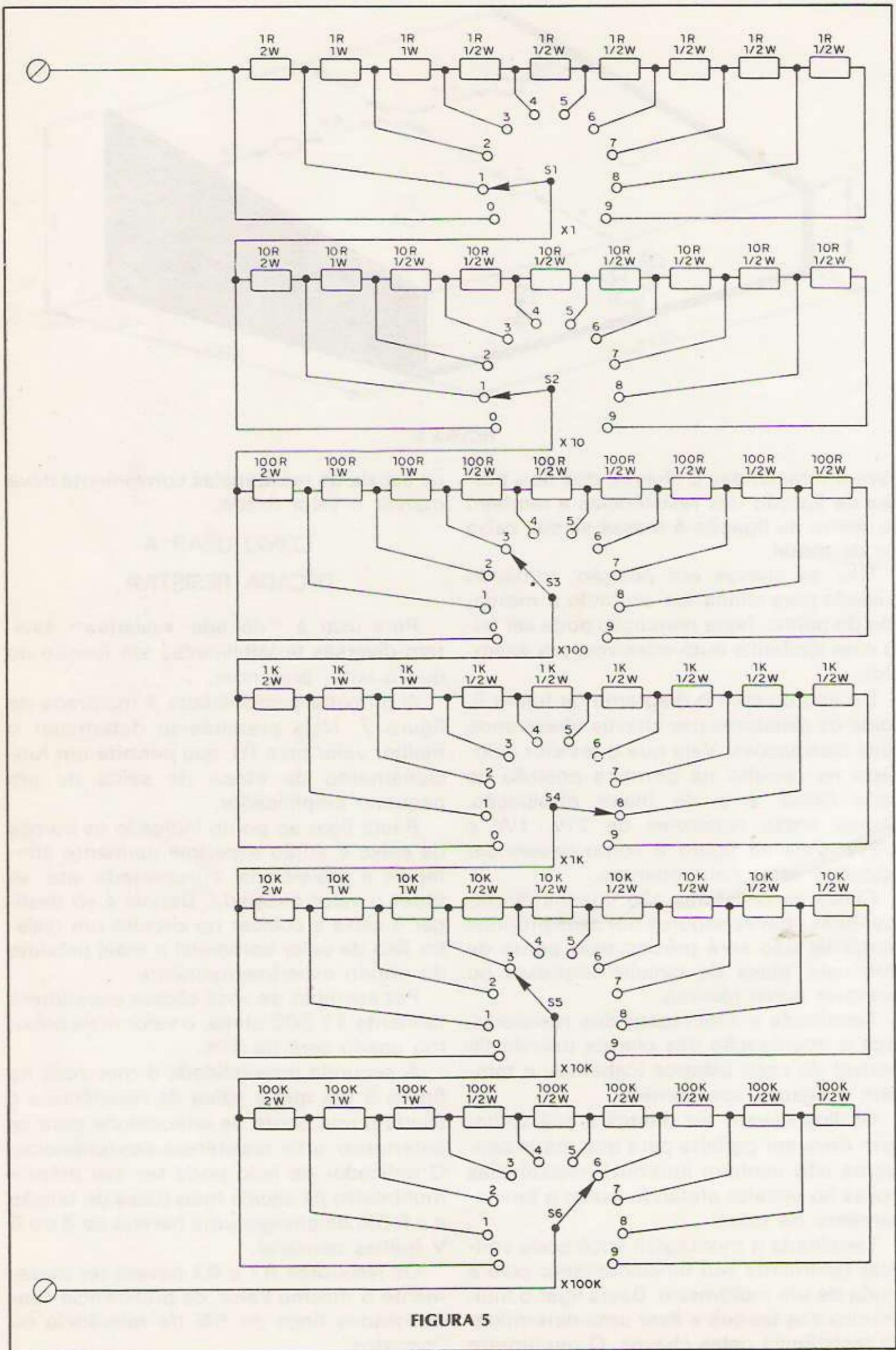


FIGURA 5

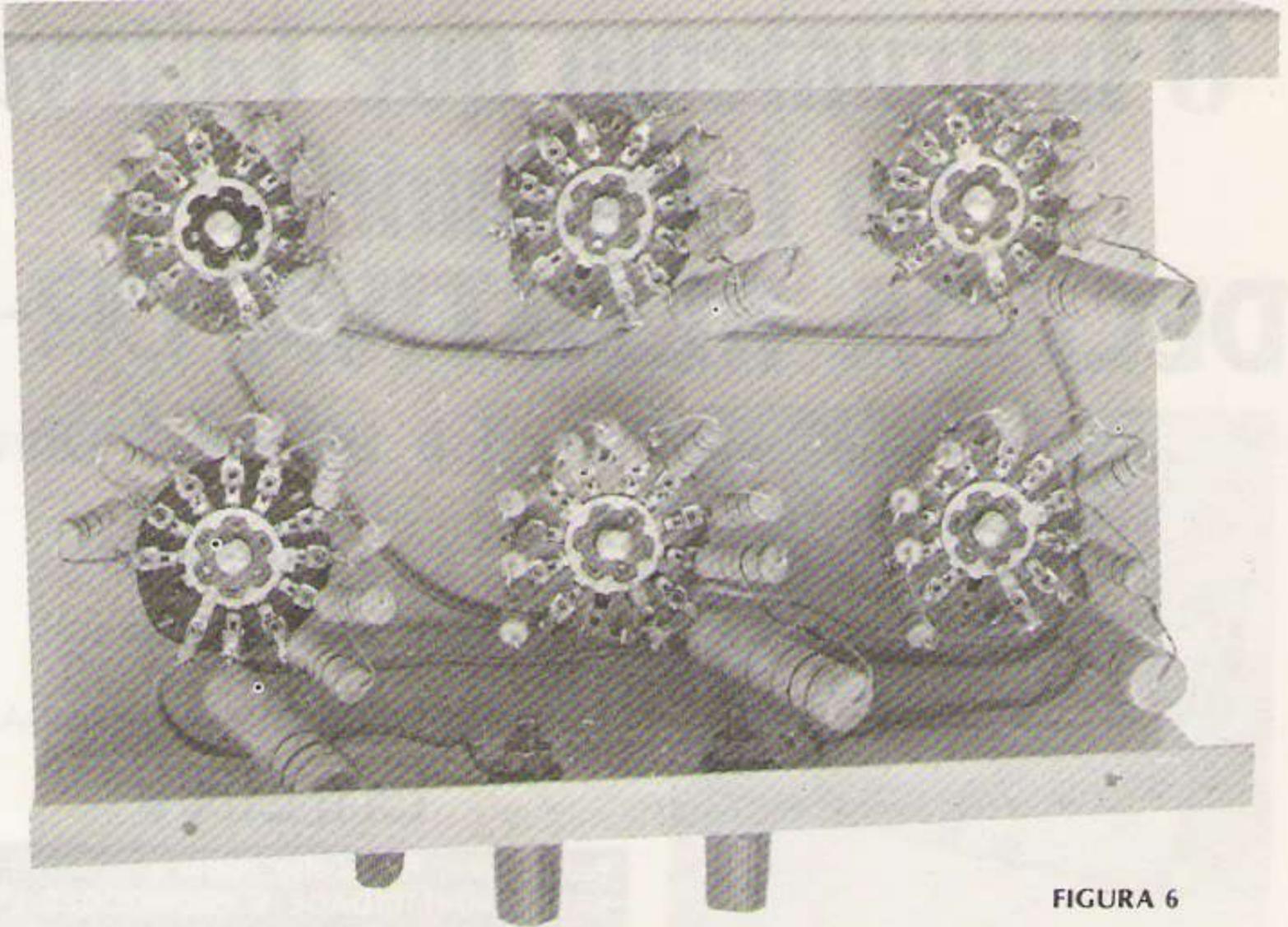


FIGURA 6

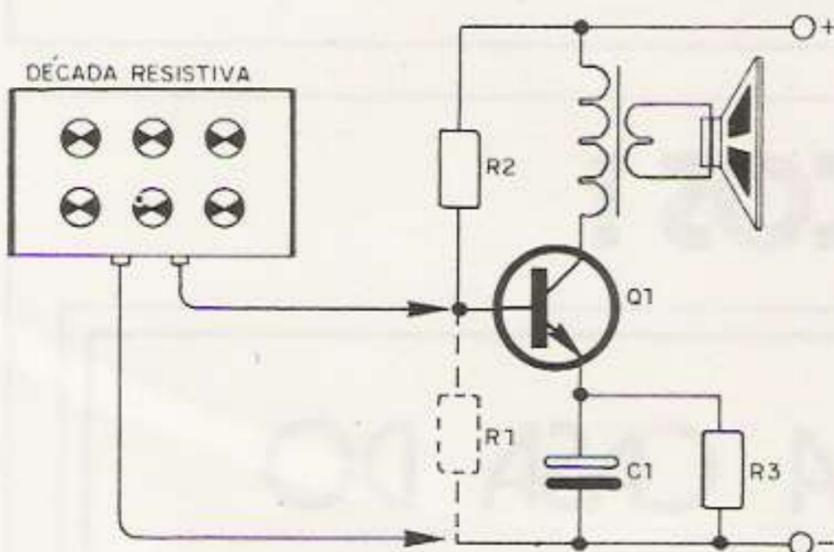


FIGURA 7

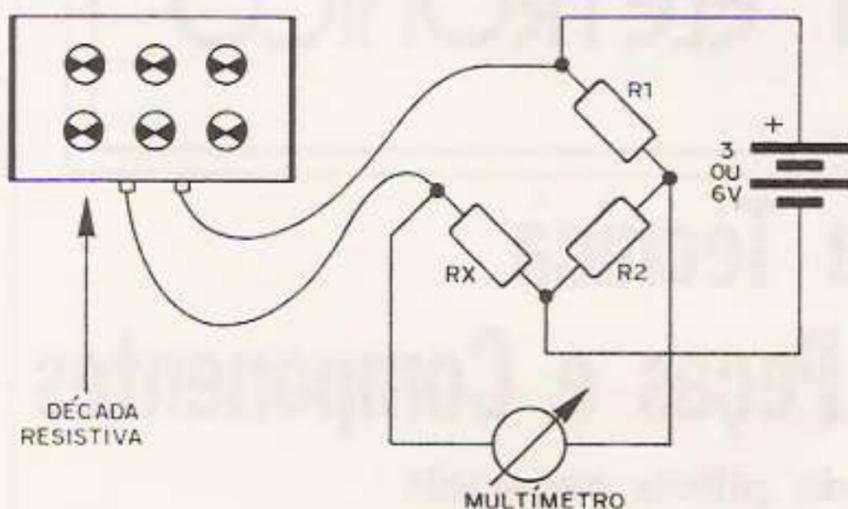


FIGURA 8

Para maior precisão use resistores de até 100 ohms em R1 e R2 para medir resistências de até 200 ohms; resistores

de 1k para medidas de 200 ohms até 2k; de 10k para medidas de 2k até 20k; de 100k para medidas até 100k.

O procedimento é o seguinte: coloque o resistor de valor desconhecido no ponto indicado na figura 8 e ajuste a caixa de resistências até que o multímetro indique 0 (nulo). Quando isso acontecer a resistência apresentada pela caixa será a mesma que o resistor desconhecido tem.

#### LISTA DE MATERIAL

6 chaves de 1 pólo x 10 posições - rotativas  
2 bornes isolados

#### Resistores:

1 ohm: 1 de 2W - 2 de 1W e 6 de 1/2W - 5% (marrom, preto, dourado, dourado)

10 ohms: 1 de 2W - 2 de 1W - 6 de 1/2W - 5% (marrom, preto, preto, dourado)

100 ohms: 1 de 2W - 2 de 1W - 6 de 1/2W - 5% (marrom, preto, marrom, dourado)

1k: 1 de 2W - 2 de 1W - 6 de 1/2W - 5% (marrom, preto, vermelho, dourado)

10k: 1 de 2W - 2 de 1W - 6 de 1/2W - 5% (marrom, preto, laranja, dourado)

100k: 1 de 2W - 2 de 1W - 6 de 1/2W - 5% (marrom, preto, amarelo, dourado)

Diversos: fios, solda, caixa para montagem, borne de ligação à terra, knobs para as chaves, etc.

# OSCILOFONE ELETRÔNICO



Newton C. Braga

*O simples instrumento musical que descrevemos não exige, de seu montador, habilidade além do normal para ser concluído e apenas bom ouvido e um pouco de treino para ser tocado. Utilizando poucos componentes, sua montagem é extremamente simples e seu som interessante pode agradar bastante as crianças que desde cedo manifestam certa vocação musical. A alimentação feita por pilhas, e a utilização de um pequeno amplificador incorporado, tornam-no perfeitamente portátil.*

O nome "oscilofone" é dado tendo-se em conta a maneira como os sinais deste instrumento são obtidos. Temos um oscilador de áudio (circuito que produz correntes cujas frequências correspondem aos sons) que pode ser controlado por uma haste de modo a cobrir determinada faixa do espectro audível.

Apertando-se um pequeno interruptor no instrumento geramos o som e movimentando a haste podemos variar a frequência deste som produzindo um efeito de vibrato e ainda trocar de notas executando-se assim a peça musical desejada.

O instrumento, conforme pode-se ver pelo desenho de abertura do artigo, tem um formato que lembra bastante o de uma guitarra e seu manuseio é semelhante.

Mesmo tendo um amplificador incorporado, se o leitor desejar maior intensidade de sinal pode ligar a saída de seu oscilofone a um amplificador externo.

## COMO FUNCIONA

O circuito de nosso oscilofone é extremamente simples podendo portanto ser montado e entendido mesmo pelos que nunca antes empunharam sequer um ferro de soldar.

Para estes principiantes explicamos com palavras simples o princípio de funcionamento.

Para produzir sons num alto-falante precisamos fazer circular por este alto-falante uma corrente elétrica que tenha características especiais. Esta corrente deve variar

na mesma frequência que os sons que devem ser produzidos e ainda deve possuir as características que determinam também o timbre deste som. A nota reproduzida, ou seja, a altura do som é dada pela frequência da corrente, enquanto que o timbre é dado pela forma de onda da corrente, ou seja, pelo tipo de variações que ela tem, conforme mostra a figura 1.

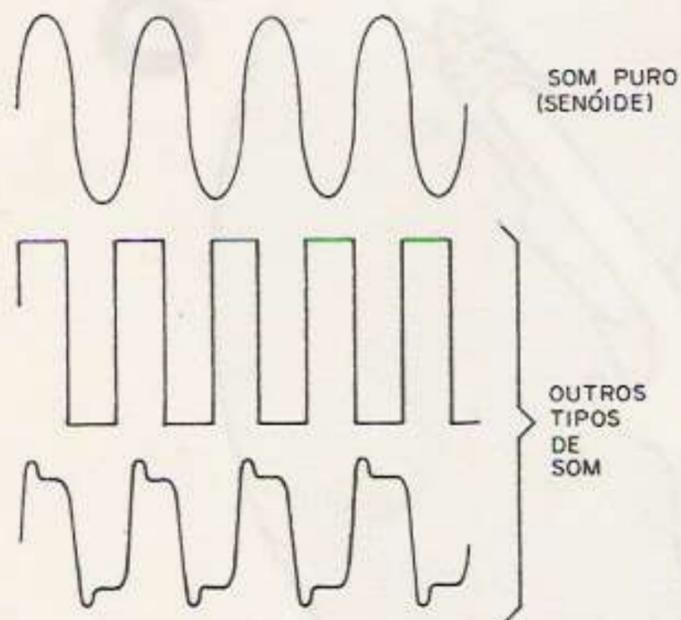


FIGURA 1

Se quisermos montar um instrumento musical, além do alto-falante que é o elemento reproduzidor de sons, devemos ter os circuitos que geram os sinais correspondentes aos sons, e se estes sinais forem fracos, além disso, um amplificador.

Tudo isso nos leva ao diagrama de blocos de nosso instrumento mostrado na figura 2.

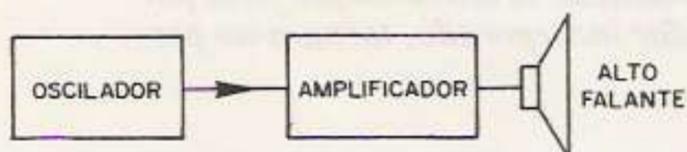


FIGURA 2

O primeiro bloco representa o circuito oscilador que tem por função gerar os sinais de frequências correspondentes às notas musicais, sendo usados neste circuito diversos componentes eletrônicos com funções bem definidas.

Pelo tipo de componentes usados e pelo modo como são ligados, o circuito oscilador recebe uma denominação especial: "oscilador de relaxação".

Seu funcionamento elétrico ocorre do seguinte modo:

O elemento ativo ou componente básico deste oscilador é um transistor unijunção, um componente que funciona como uma chave que liga e desliga conforme a "car-

ga" existente no seu terminal de emissor. Quando este terminal está submetido a uma tensão baixa ele permanece desligado, mas quando a tensão atinge certo valor, ele liga automaticamente, deixando a corrente passar com facilidade.

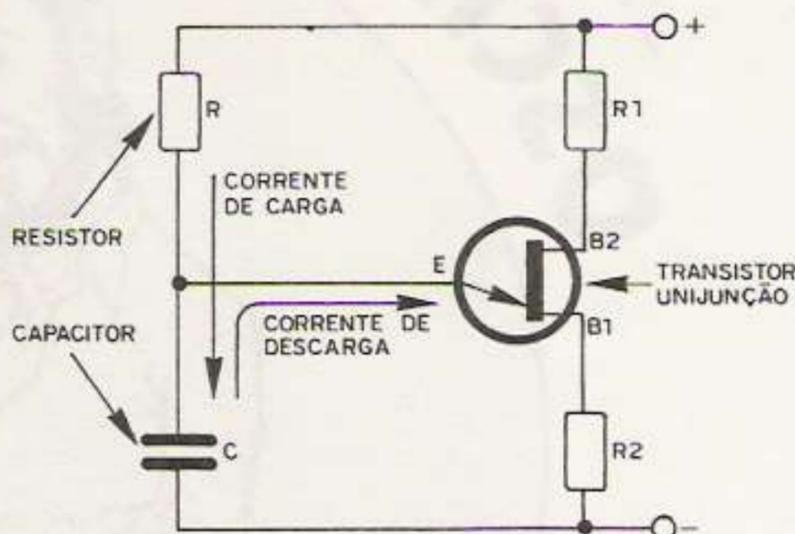


FIGURA 3

Temos então na figura 3 o diagrama básico do oscilador em que os componentes usados são representados por seus símbolos. Para os leitores que nada sabem sobre o que fazem os componentes em questão podemos de modo simples dizer que:

— Os resistores são componentes que oferecem uma certa "oposição" a passagem de corrente determinando assim "quanto" de corrente passa num circuito.

— Os capacitores são componentes que se "carregam" com eletricidade. A carga que eles armazenam depende de seu valor dado em microfarads ( $\mu\text{F}$ ).

Quanto maior for o valor de um capacitor em  $\mu\text{F}$  maior é a carga que ele pode armazenar.

Veja então o leitor que neste circuito temos ligados um resistor (R) e um capacitor (C) e entre eles o emissor (E) do transistor unijunção.

Quando ligamos a corrente neste circuito, esta corrente passando pelo resistor R começa a carregar o capacitor C numa velocidade que vai depender justamente dos valores destes componentes.

Com a carga do capacitor o transistor que está ligado a ele (E) começa a "perceber" uma variação de tensão. Chega então o momento em que a carga do capacitor chega a um valor que faz o transistor "ligar". Quando isso acontece, toda a carga do capacitor vai para o transistor, descarregando este componente. O transistor desliga então, e um novo ciclo de carga começa.

Veja que, com a carga temos a corrente circulando num sentido, e com a descarga a corrente circula no sentido oposto. Esta é justamente a chamada corrente alternada que faz o som quando aplicada a um alto-falante. A frequência do som será determinada pela velocidade com que o capacitor carrega-se e descarrega-se. Se o capacitor e o resistor forem pequenos, a carga será rápida, e o som agudo. Se o capacitor for grande a carga será lenta e o som grave.

Infelizmente a intensidade da corrente que este circuito produz é muito pequena para poder alimentar um alto-falante e produzir bom som. Por este motivo, no emissor do unijunção (E), ligamos a entrada de um amplificador para podermos ter som muito mais forte. (figura 4).

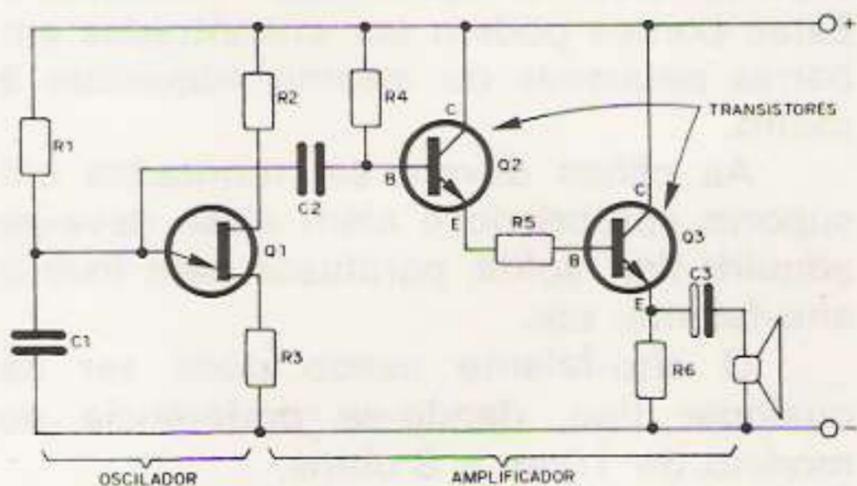


FIGURA 4

Como fazer o mesmo circuito oscilador produzir as diferentes notas musicais?

Conforme explicamos a velocidade da carga e descarga do capacitor depende não só do valor deste componente como também do valor do resistor (R) que é ligado a ele.

Mantendo C fixo mas variando R podemos então fazer com que diferentes velocidades de carga e descarga sejam conseguidas e com isso frequências correspondentes as notas musicais. Para variar R é muito simples.

Existem componentes eletrônicos denominados potenciômetros cujo aspecto é mostrado na figura 5 que nada mais são do que resistores variáveis ou seja, dispositivos que apresentam uma resistência que pode ser mudada quando viramos o seu eixo. O leitor naturalmente já viu este tipo de componente: ele é usado no controle de volume de seu rádio, de seu amplificador, nos controles de tonalidades de aparelhos de som, etc.

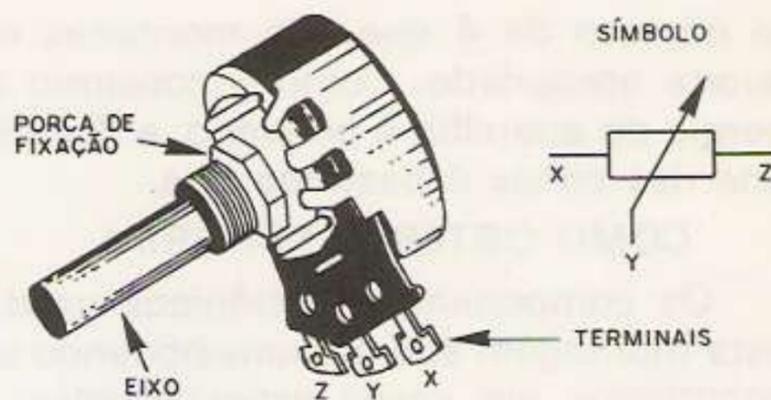


FIGURA 5

Pois bem, ligando o potenciômetro R no circuito do oscilador, conforme mostra a figura 6, e prendendo em seu eixo uma haste que permita sua movimentação rápida, em função desta movimentação mudamos a frequência do sinal produzido e portanto a nota musical.

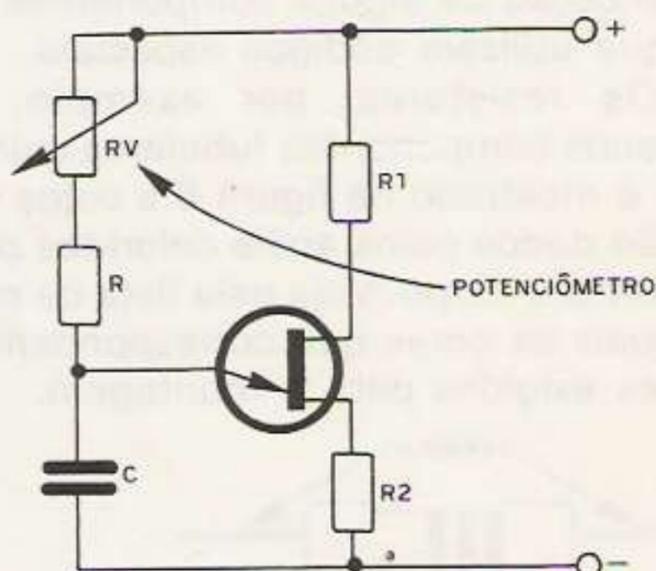


FIGURA 6

Para facilitar a afinação um segundo resistor variável é acrescentado conforme mostra a figura 7. Trata-se de um trim-pot, um resistor que tem seu valor alterado quando giramos um cursor por meio de uma chave de fenda.

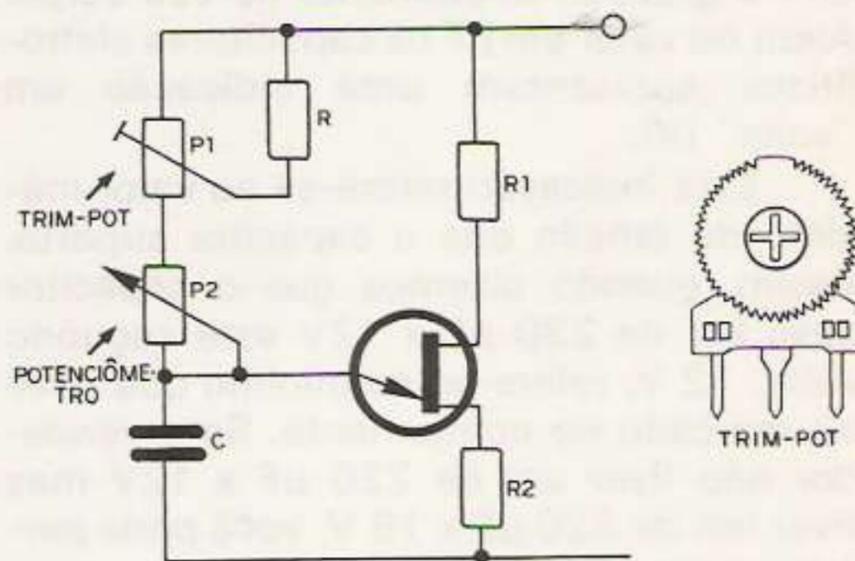


FIGURA 7

Como qualquer circuito eletrônico, este não pode criar energia a partir do nada. Assim, a fonte de energia para sua alimentação consiste em pilhas comuns

em número de 4 que são montadas em suporte apropriado. Como o consumo de energia do aparelho é pequeno, a durabilidade das pilhas é bastante boa.

### COMO OBTER O MATERIAL

Os componentes eletrônicos usados nesta montagem são comuns podendo ser encontrados em casas especializadas. O leitor que não tenha experiência em eletrônica deve no entanto ter o máximo de cuidado com a aquisição de tais componentes já que existem diversos tipos que admitem equivalentes mas em alguns casos podem ser vendidos componentes que realmente não correspondem. Do mesmo modo o leitor deve estar atento para a identificação de alguns componentes usados que utilizam códigos especiais.

Os resistores, por exemplo, são pequenos componentes tubulares cujo formato é mostrado na figura 8 e cujos valores são dados pelos anéis coloridos pintados em seu corpo. Veja pela lista de material quais as cores que correspondem aos valores exigidos para a montagem.

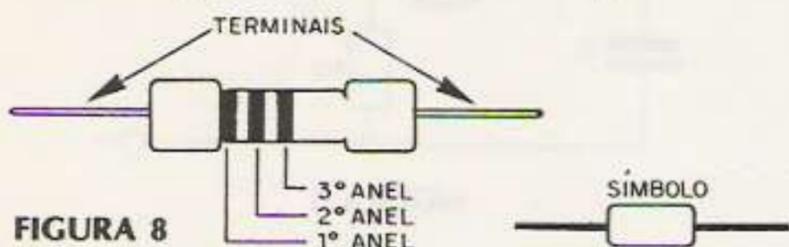


FIGURA 8

Para os capacitores existem diversas opções pois diversos são os tipos encontrados.

Se o capacitor for do tipo denominado "eletrolítico" seu valor em microfarads ( $\mu\text{F}$ ) é gravado diretamente no seu corpo. Além do valor em  $\mu\text{F}$  os capacitores eletrolíticos apresentam uma indicação em "volts" (V).

Esta indicação refere-se ao valor máximo de tensão que o capacitor suporta. Assim, quando dizemos que o capacitor deve ser de  $220 \mu\text{F} \times 12\text{V}$  este segundo valor, 12 V, refere-se ao mínimo que deve vir marcado no componente. Se o vendedor não tiver um de  $220 \mu\text{F} \times 12\text{V}$  mas tiver um de  $220 \mu\text{F} \times 16\text{V}$ , você pode perfeitamente levar este componente sem medo de problemas.

No caso dos capacitores de poliéster metalizado, o valor é dado pelas faixas coloridas em seu corpo. A ordem de leitura das faixas é mostrada na figura 9.

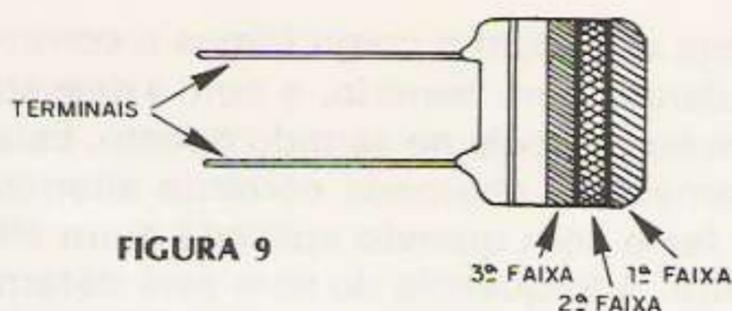


FIGURA 9

O potenciômetro pode ser encontrado com facilidade em qualquer loja podendo ser do tipo com eixo plástico ou de metal. Para o segundo caso no entanto, precisando cortar o eixo para fixar a haste, deve-se usar uma serra apropriada, enquanto que no primeiro caso até mesmo uma faca serve.

Diversos são os componentes adicionais que são usados, como por exemplo as pontes de terminais que servem para suporte dos componentes eletrônicos. Estas pontes podem ser encontradas em barras pequenas ou mesmo adquiridas à metro.

As pilhas devem ser montadas em suporte apropriado e além disso deve-se adquirir fios, solda, parafusos para fixar o alto-falante, etc.

O alto-falante usado pode ser de qualquer tipo, dando-se preferência ao modelo de 10cm x 8 ohms.

A parte mecânica da montagem não exige muito do leitor:

Deve-se recortar em madeira a parte frontal do instrumento, conforme o desenho (figura 10), e na sua parte posterior, fixar uma caixa onde serão instalados os componentes eletrônicos.

### MONTAGEM DA PARTE ELETRÔNICA

Com a finalidade de garantir um perfeito contacto elétrico e boa sustentação mecânica usa-se o processo de solda na fixação dos componentes.

O leitor deve então usar na montagem da parte eletrônica um soldador de pequena potência (máximo 30W) e comprar solda de boa qualidade (solda para transistores 60/40).

Como ferramentas adicionais deve possuir um alicate de corte lateral, um alicate de ponta e chave de fenda. Para descascar as pontas dos fios use o próprio alicate ou então uma lâmina afiada.

Na figura 11 é dado então o circuito eletrônico de nosso instrumento.

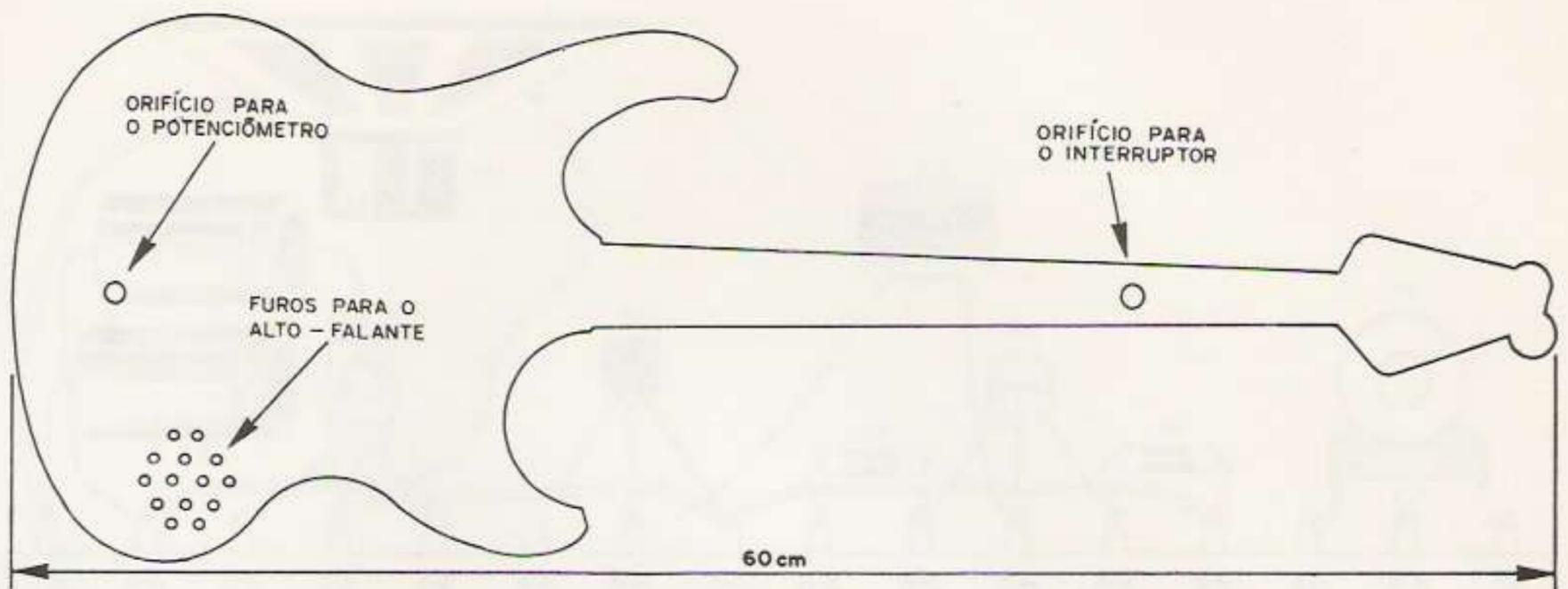


FIGURA 10

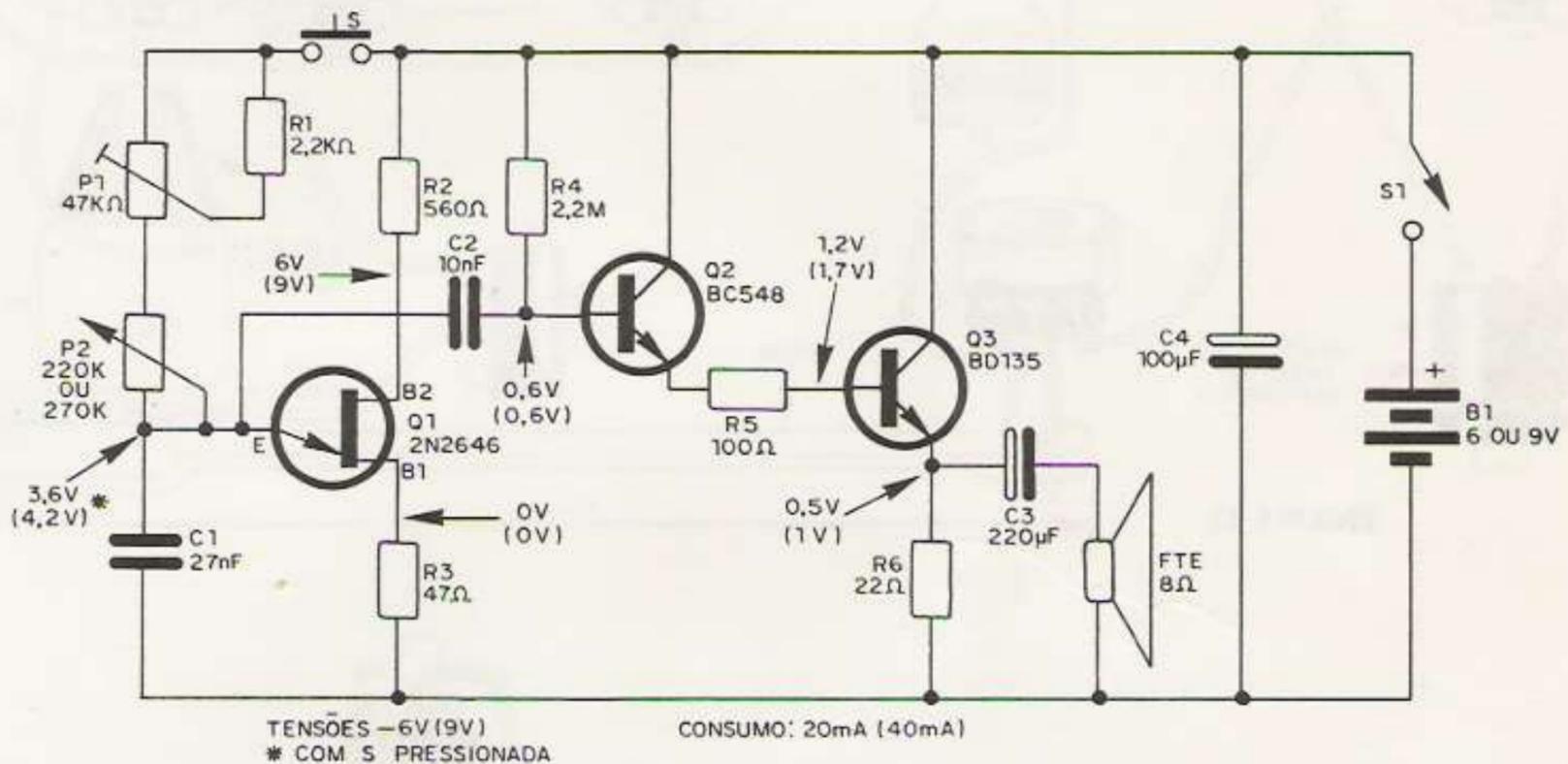


FIGURA 11

Para a montagem em ponte de terminais o leitor deve acompanhar a figura 12 em que a disposição dos componentes é mostrada. Veja que existe uma total correspondência entre esta figura e a figura 11.

Para os leitores que tiverem facilidade em confeccionar placas de circuito impresso damos a nossa sugestão na figura 13.

Visando facilitar ao máximo a montagem pelo leitor damos algumas observações sobre a sequência de operações e os cuidados com os componentes.

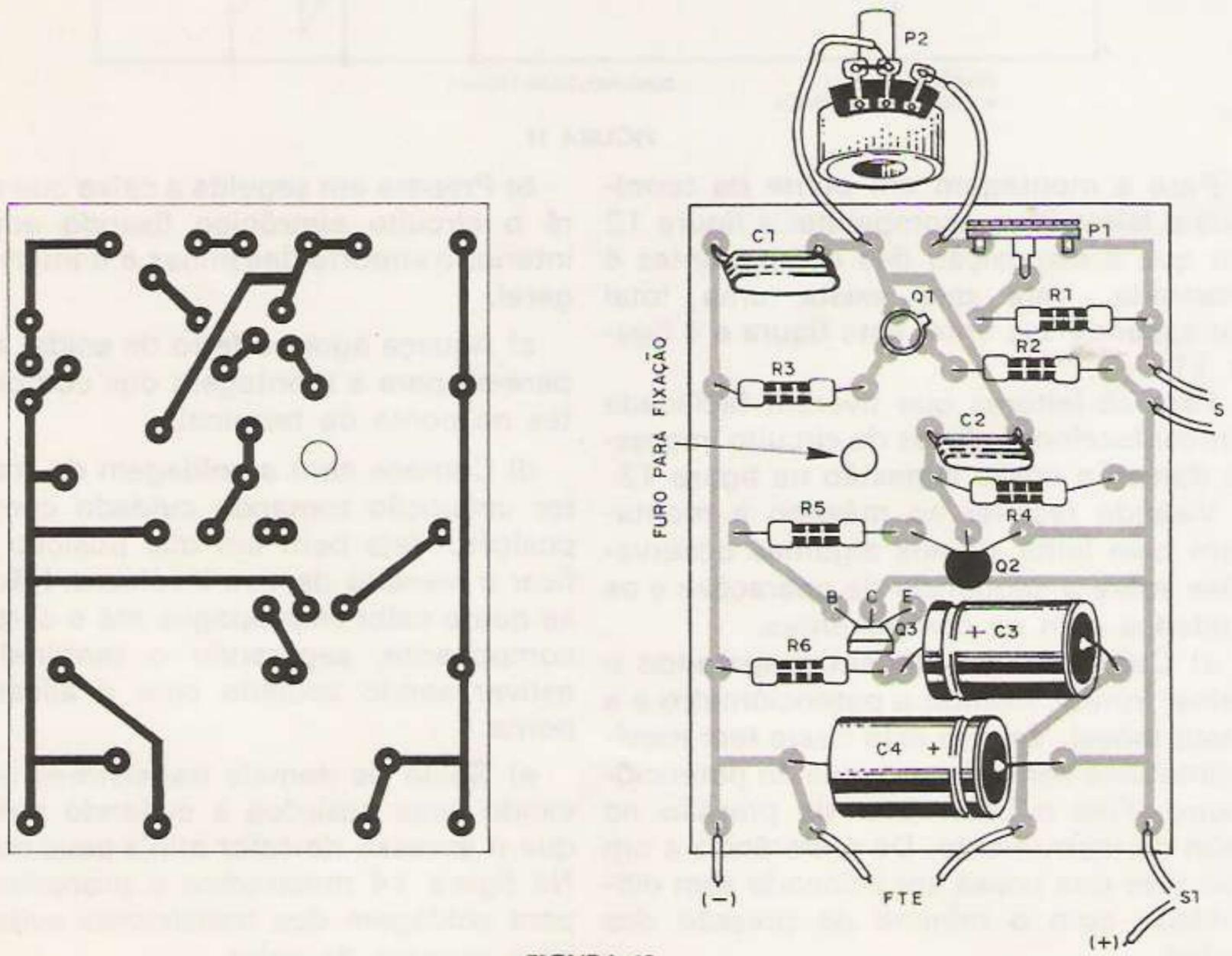
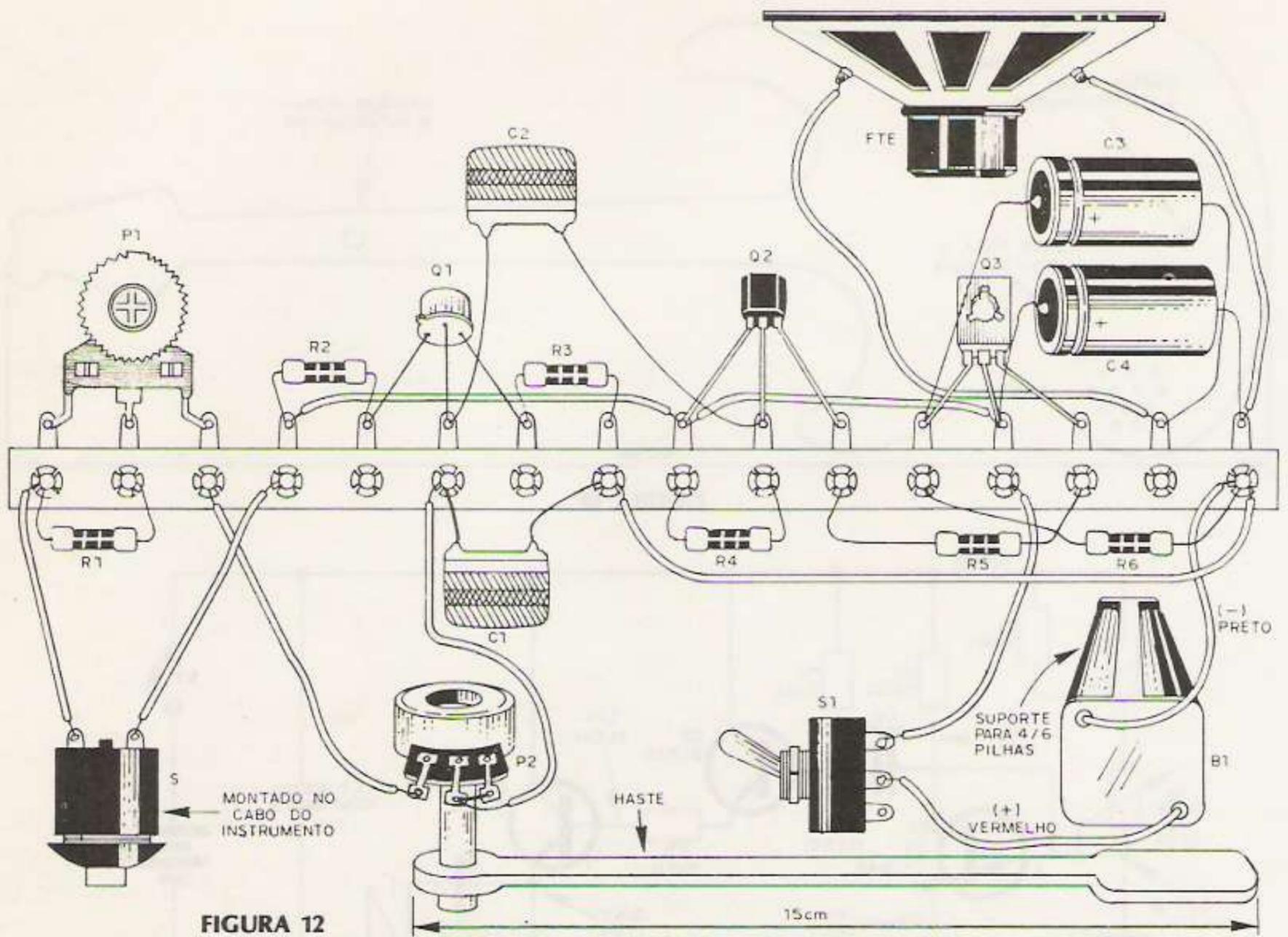
a) Comece a montagem preparando o painel frontal, fixando o potenciômetro e a haste móvel. Veja se esta haste tem movimento livre sem forçar o eixo do potenciômetro. Fixe o interruptor de pressão no cabo do instrumento. Dê preferência a um tipo leve que possa ser acionado sem dificuldade com o mínimo de pressão dos dedos.

b) Prepare em seguida a caixa que alojará o circuito eletrônico fixando em seu interior o suporte das pilhas e o interruptor geral.

c) Aqueça agora o ferro de soldar e prepare-se para a montagem dos componentes na ponte de terminais.

d) Comece com a soldagem do transistor unijunção tomando cuidado com sua posição. Veja bem em que posição deve ficar o ressaltado de seu invólucro. Não deixe que o calor se propague até o corpo do componente, segurando o terminal que estiver sendo soldado com o alicate de ponta.

e) Solde os demais transistores observando suas posições e evitando também que o excesso de calor atinja seus corpos. Na figura 14 mostramos o procedimento para soldagem dos transistores evitando-se o excesso de calor.



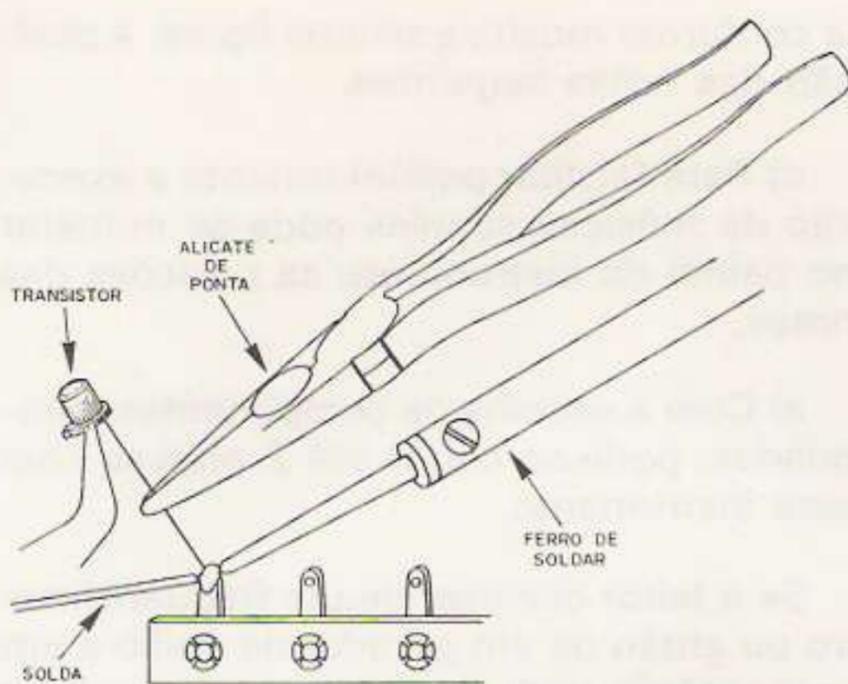


FIGURA 14

f) Solde os resistores observando seus valores pelos códigos de cores. Corte seus terminais em tamanho que permita uma fixação perfeita, ou seja, nem muito longos nem muito curtos, alcançando bem os terminais que devem ser soldados.

g) Para a soldagem dos capacitores, dois são os cuidados que você deve ter: observar os valores principalmente nos casos dos que vierem especificados pelos códigos de cores, e a polaridade para os eletrolíticos, ou seja, ver bem o lado que deve ficar voltado o pólo (+) e o (-) marcados nos invólucros.

h) As interligações entre os componentes são feitas por meio de fios.

Corte pedaços de fio rígido ou flexível de capa plástica nos comprimentos exigidos para cada ligação e descasque apenas 0,5 cm das suas pontas para a soldagem. Os fios não devem ser nem muito curtos nem muito longos, e na soldagem seja rápido para evitar que o calor excessivo derreta a capa plástica.

i) Com todos os componentes da ponte de terminais soldados, faça a sua ligação ao alto-falante, ao suporte de pilhas, ao interruptor de pressão e ao interruptor geral. Use fios de comprimento que permita livre movimento da ponte em caso de sua retirada.

j) o trim-pot tem duas possibilidades de montagem. Pode ser soldado diretamente na ponte de terminais da maneira indicada na figura 12, ou então, se o leitor preferir pode fixá-lo no painel frontal, em sua parte posterior, deixando um orifício de acesso para a afinação.

Completada a montagem, com a soldagem de todos os componentes e sua interligação, antes de fixar a ponte na caixa e o alto-falante em sua posição final, você pode fazer uma prova de funcionamento.

### PROVA DE FUNCIONAMENTO

Confira cuidadosamente todas as ligações e a colocação dos componentes, verificando se não existem peças mal soldadas, soltas ou mesmo colocadas invertidas. Veja também se não existem curto-circuitos ou seja, ligações acidentais entre dois pontos que não deveriam estar ligados.

Estando tudo em ordem, coloque as pilhas no suporte e ligue o interruptor geral.

Em seguida, pressione o interruptor de pressão S.

O aparelho deve emitir imediatamente um som que corresponde a qualquer nota musical, dependendo da posição da haste.

Mova a haste no sentido de variar este som, deixando ao mesmo tempo o interruptor pressionado.

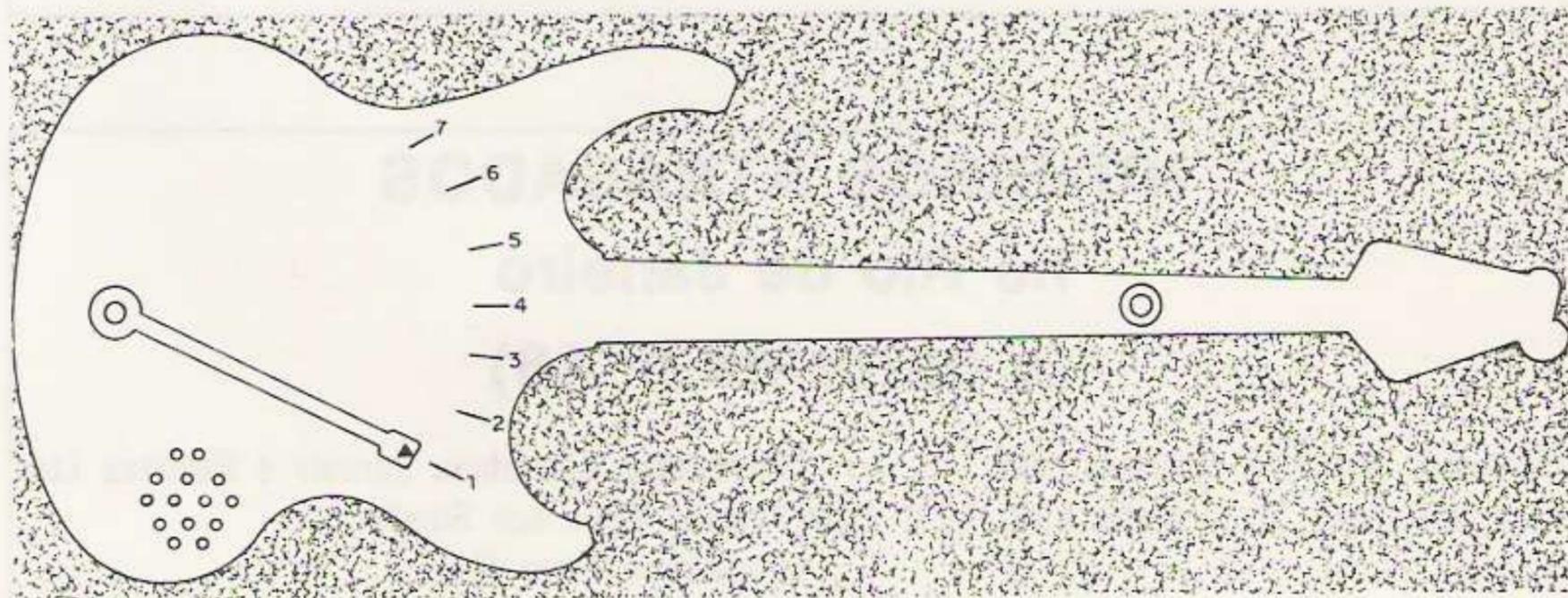


FIGURA 15

Se não houver emissão de som algum, com uma chave de fenda ou mesmo com os dedos ajuste o trimpot ao mesmo tempo que mantém ligado o interruptor S no cabo do instrumento.

Uma vez verificado o funcionamento proceda do seguinte modo para a afinação:

a) Coloque a haste toda para baixo conforme mostra a figura 15 e aperte o interruptor S.

b) Ajuste o trim-pot para que haja a emissão da nota mais baixa (grave) que o leitor desejar.

c) Depois, movendo sucessivamente para posições mais elevadas e apertando o interruptor de pressão marque numa esca-

la conforme mostra a mesma figura, a posição das notas seguintes.

d) Para facilitar posteriormente a execução de músicas simples pode-se numerar no painel do instrumento as posições das notas.

e) Com a escolha de componentes apropriados, pode-se cobrir até 2 oitavas com este instrumento.

Se o leitor dispuser de um frequencímetro ou então de um gerador de áudio e um osciloscópio pode proceder a ajuste mais perfeito da escala do instrumento.

Para ligar o instrumento num amplificador de maior potência o sinal deve ser retirado do circuito da maneira indicada no próprio diagrama em linhas pontilhadas.

#### LISTA DE MATERIAL

Q1 - 2N2646 - transistor unijunção

Q2 - BC548 ou BC238 - transistor NPN de silício para uso geral

Q3 - BD135, BD137 ou BD139 - transistor NPN de potência (1A)

P1 - trim-pot de 47 k

P2 - potenciômetro linear comum de 220K ou 270K

R1 - 2,2k x 1/4W - resistor (vermelho, vermelho, vermelho)

R2 - 560R x 1/4W - resistor (verde, azul, marrom)

R3 - 47R x 1/4W - resistor (amarelo, violeta, preto)

R4 - 2,2M x 1/4W - resistor (vermelho, vermelho, verde)

R5 - 100R x 1/4W - resistor (marrom, preto, marrom)

R6 - 22R x 1/4W - resistor (vermelho, vermelho, preto)

C1 - 27 nF - capacitor de poliéster metalizado (vermelho, violeta, laranja)

C2 - 10 nF - capacitor de poliéster (marrom, preto, laranja)

C3 - 220 µF x 12 V - capacitor eletrolítico

C4 - 100 µF x 12 V - capacitor eletrolítico

FTE - alto-falante de 8 ohms

S - interruptor de pressão (botão de campanha)

SI - interruptor simples (liga-desliga)

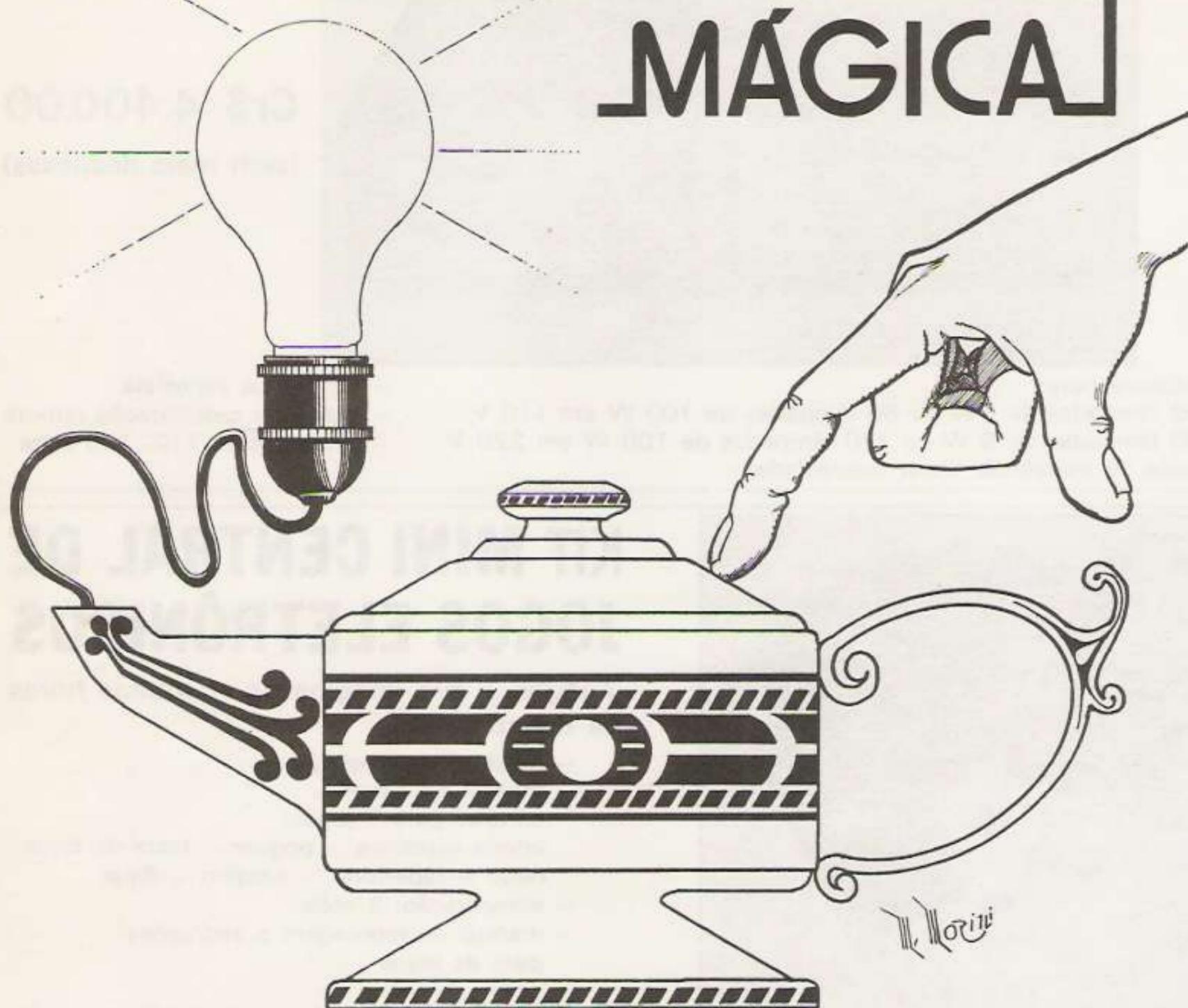
Diversos: suporte para 4 ou 6 pilhas pequenas ou médias, ponte de terminais, fios, solda, madeira para confecção da caixa e do painel, haste de madeira, parafusos e porcas, etc.

## NÚMEROS ATRASADOS no Rio de Janeiro (a partir do nº 46)

Fittipaldi Jornais e Revistas Ltda  
Rua São José, 35 - Lojas 126, 127, 128  
Centro

Rodoviária Guanabara Jornais e Revistas Ltda  
Avenida Francisco Bicalho, 1  
Rodoviária Novo Rio

# CHAVE de TOQUE MÁGICA



*Com este circuito muito simples (sem relê) embutido na parede ou instalado na base de um abajur você pode acender uma lâmpada com um leve toque dos dedos num elemento sensível metálico (que pode ser a própria armação do abajur) e depois apagá-la com outro toque (no mesmo elemento ou em outro). O uso de SCRs de potência elevada permite a alimentação da unidade em redes de 110V ou 220V aguentando cargas de até 100 watts.*

Interruptores sensíveis ao toque são montagens bastante atraentes cuja execução é tremendamente facilitada pelo uso de semicondutores especiais cujas características elétricas permitem o controle de cargas elevadas, sem a necessidade de relês e apresentando ainda grande sensibilidade.

O nosso circuito é bastante simples pois todos os componentes com facilidade podem ser alojados numa caixa pequena o bastante para servir de base para um abajur ou então embutidos na parede.

Como o fio de disparo aos elementos sensíveis pode ser estendido, o leitor pode encontrar diversas utilidades para este circuito além das sugeridas:

- Pode usá-lo como sistema de alarme de toque, disparando à distância uma lâmpada quando algum objeto escolhido for tocado.

- Pode indicar a presença de pessoas numa sala adjacente quando estas tocarem na maçaneta da porta.

- Pode servir de alarme contra ladrões, quando o elemento sensível é ligado à janela por meio de um friso metálico.

É claro que, no abajur, o interruptor apresenta características muito interessantes: fazendo do elemento sensível a própria estrutura metálica durante à noite, você não precisará ficar apalpando no escuro até encontrar o interruptor (o que geralmente acontece só depois do relógio, copo d'água e outras coisas irem para o chão!...) pois bastará encostar nele para a lâmpada acender imediatamente e assim permanecer, até que um toque seguinte o desligue. (figura 1)

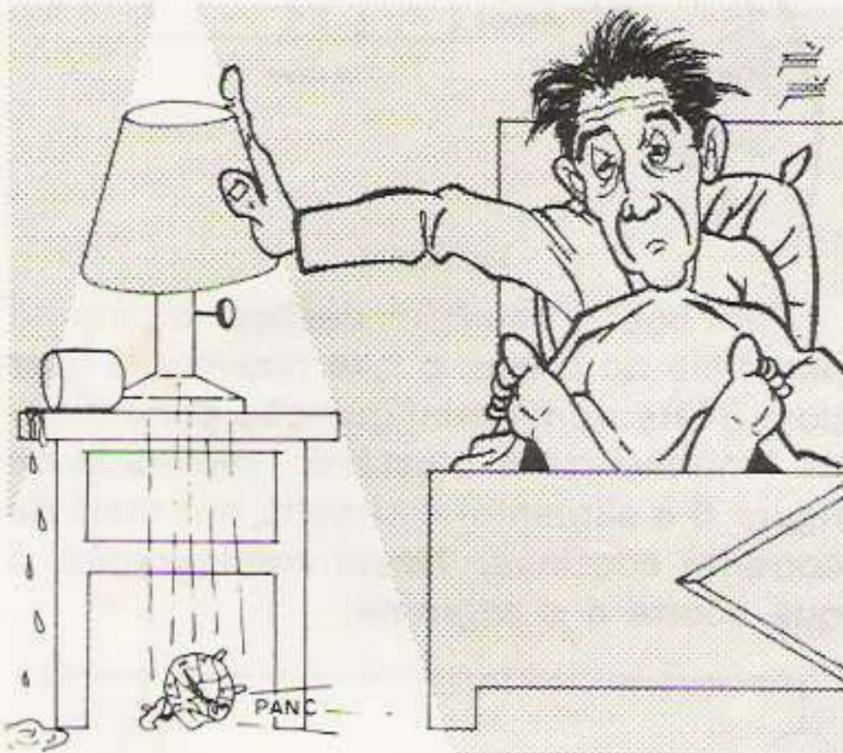


FIGURA 1

Como este circuito usa poucos componentes que não oferecem nenhuma dificuldade de manuseio ou obtenção e são ainda de baixo custo, os leitores, mesmo não habilitados, seguindo as figuras e instruções que as acompanham não terão dificuldades em colocá-lo em funcionamento.

### O CIRCUITO

Antes de analisar o princípio de funcionamento deste interruptor de toque, devemos alertar os leitores para a diferença entre os circuitos denominados "capacitivos" e este que apresentamos.

Os interruptores capacitivos são circuitos que operam geralmente com osciladores os quais são alterados na sua frequência pela aproximação de um objeto ou pessoa porque esta atua como uma placa de um capacitor, disparando então um relê que aciona uma carga.

Os interruptores de toque operam por

uma pequena corrente que geralmente circula entre o circuito e a terra quando a pessoa encosta no elemento sensível. Esta corrente circula porque, por melhor que seja o isolamento dos sapatos ou do tapete, sempre existe uma pequena fuga para a terra, quer seja por estes materiais, como pelo próprio ar ambiente em vista de sua umidade. Esta corrente, da ordem de micro-ampères é entretanto suficiente para acionar o circuito, disparando-o. (figura 2)

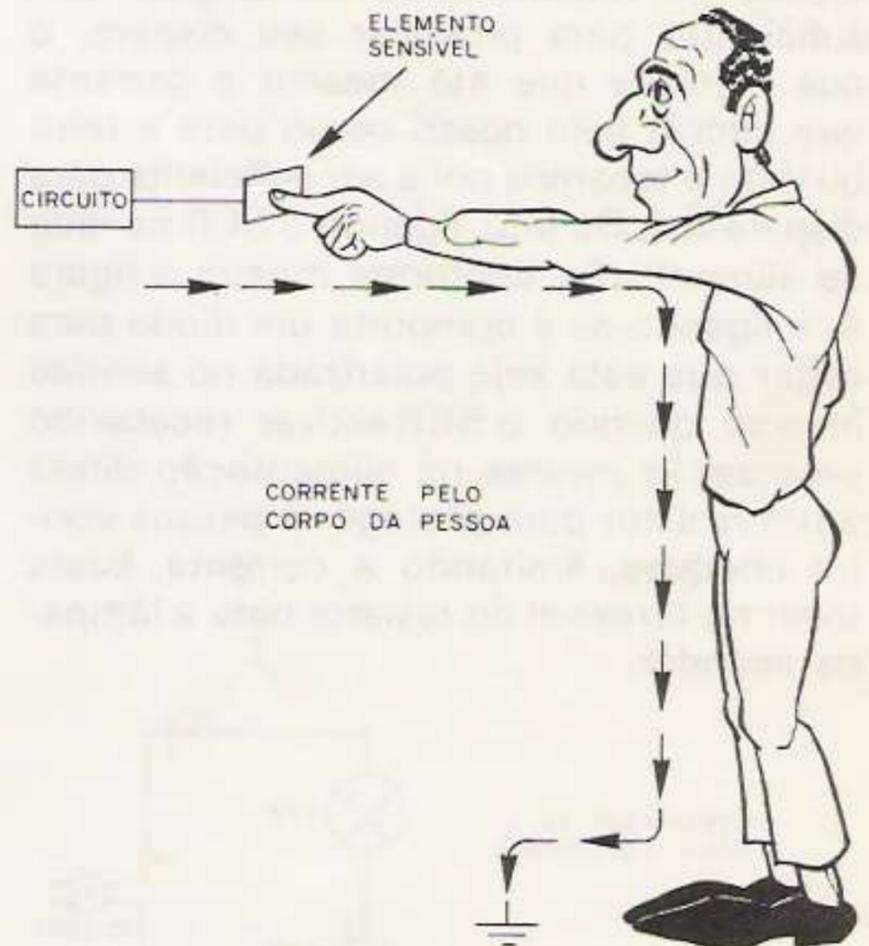


FIGURA 2

Perceba o leitor então que enquanto o interruptor capacitivo opera pela aproximação, o interruptor de toque exige que se encoste nas placas sensíveis.

Onosso interruptor de toque tem por elemento básico um componente denominado SCR (diodo controlado de silício) que opera da seguinte maneira:

O SCR é na verdade um diodo, ou seja, um dispositivo que conduz a corrente num único sentido, mas isso só acontece depois que um pulso de disparo positivo é aplicado num eletrodo denominado comporta (gate).

Assim, se ligarmos entre o anodo e o catodo uma fonte de alimentação e uma carga (que pode ser uma lâmpada), inicialmente a lâmpada estará apagada até o instante que um pulso de disparo seja aplicado à comporta mudando então o estado do circuito. (figura 3)

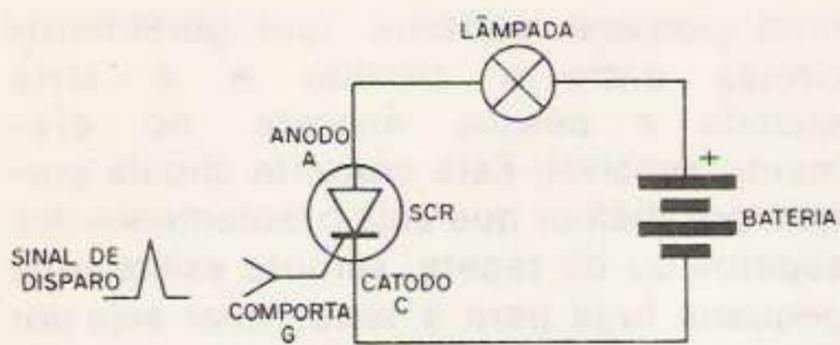


FIGURA 3

Para o caso de SCRs como o C106, TIC106 ou MCR106 que são os recomendados nesta montagem, correntes da ordem de milionésimos de ampère são suficientes para provocar seu disparo, o que significa que até mesmo a corrente que circula pelo nosso corpo para a terra quando o tocamos pode ser suficiente para dispará-los. De fato, ligando o SCR na rede de alimentação, conforme mostra a figura 4, e ligando-se à comporta um diodo para evitar que esta seja polarizada no sentido inverso quando o SCR estiver recebendo polarização inversa na alimentação direta e um resistor para proteger a pessoa contra choques, limitando a corrente, basta tocar no terminal do resistor para a lâmpada acender.

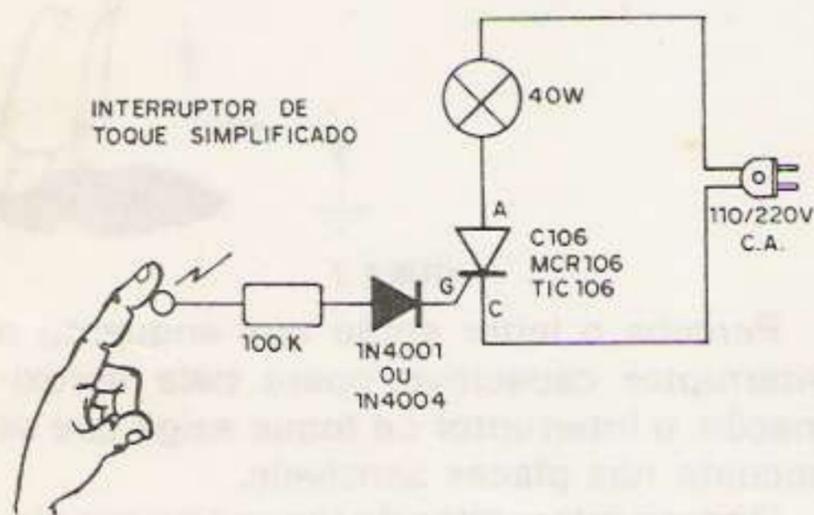


FIGURA 4

Entretanto, este circuito apresenta algumas dificuldades devidas ao próprio comportamento elétrico do SCR.

a) Se alimentado com corrente alternada, a lâmpada só acende durante o intervalo de tempo em que segurarmos o elemento sensível. Ao soltarmos, ela apaga porque o SCR desliga na passagem de um semiciclo para outro quando a tensão de alimentação cai a zero.

b) Se alimentarmos com corrente contínua pura (retificando a corrente da rede, por exemplo), uma vez que toquemos no elemento sensível o SCR dispara e a lâmpada acende, mas esta assim permanece

indefinidamente, mesmo se dermos outros toques. Para desligar o SCR temos de utilizar um interruptor de pressão em paralelo com o SCR para momentaneamente reduzir sua alimentação à zero, quando então ele desliga (figura 5).

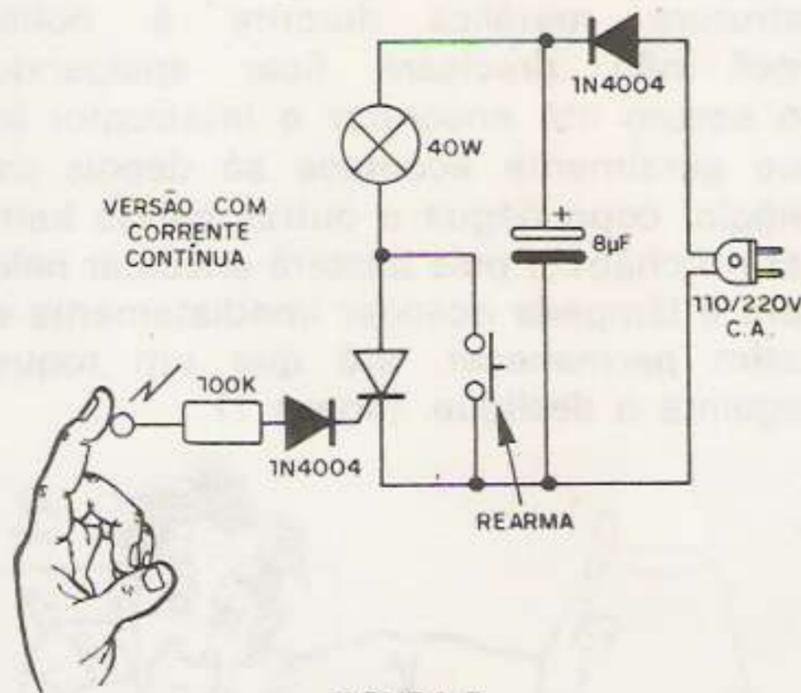


FIGURA 5

Para ligar e também desligar o circuito por meio de toque, o que fazemos é usar dois SCRs numa configuração denominada "multivibrador biestável" mostrada na figura 6 e alimentar o circuito por meio de corrente contínua. Nesta configuração o que ocorre é o seguinte:

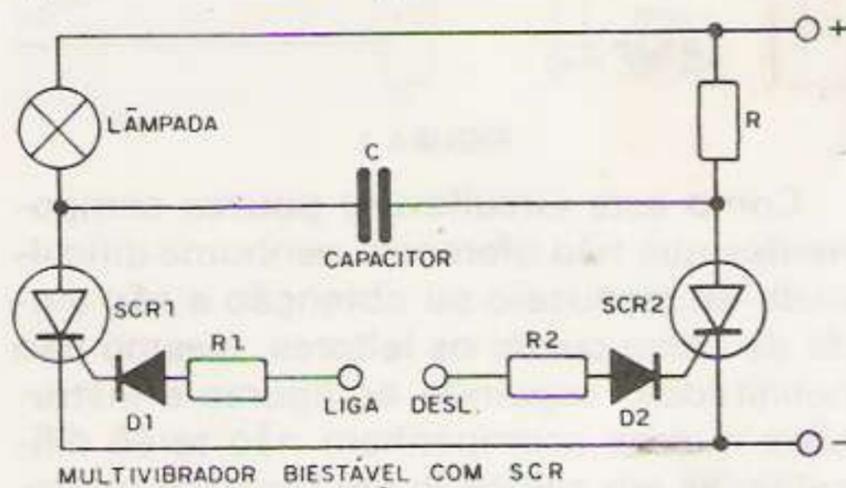


FIGURA 6

I) Imaginemos que inicialmente a lâmpada esteja apagada ou seja, o SCR1 do circuito da figura 6 se encontra "desligado"

II) Dando um toque no elemento sensível ligado à comporta do primeiro SCR este imediatamente passa ao seu estado de condução assim permanecendo mesmo depois, porque o circuito é alimentado por corrente contínua. Nestas condições, o capacitor C2 se encontra carregado com a armadura do lado do SCR2 positiva em relação ao lado do SCR1.

III) Para desligar, damos então um toque no elemento sensível que se encontra

tra ligado à comporta do SCR2. (Este SCR inicialmente também estará desligado).

Com o disparo deste SCR o que acontece é que o capacitor se descarrega, curto-circuitando momentaneamente o SCR1. Isso tem como consequência uma queda de tensão nos terminais deste componente suficientemente grande para desligá-lo. A lâmpada apagará então, e o SCR2 passará ao estado de condução, assim permanecendo.

IV) Depois da descarga, o capacitor se carrega novamente, mas agora com a armadura do lado de SCR1 positiva em relação a do lado do SCR2.

Isso significa que, quando dermos um novo toque no elemento sensível do SCR1 ele voltará a disparar e o capacitor se descarregará curto-circuitando agora SCR2 que então desligará. O circuito voltará ao seu estado inicial com a lâmpada acesa e SCR2 desligado.

V) Para desligar basta um novo toque no elemento sensível de SCR2 e o ciclo pode seguir indefinidamente, sempre com a condição que somente um dos SCRs estará conduzindo a corrente em cada momento, mas nunca os dois ao mesmo tempo.

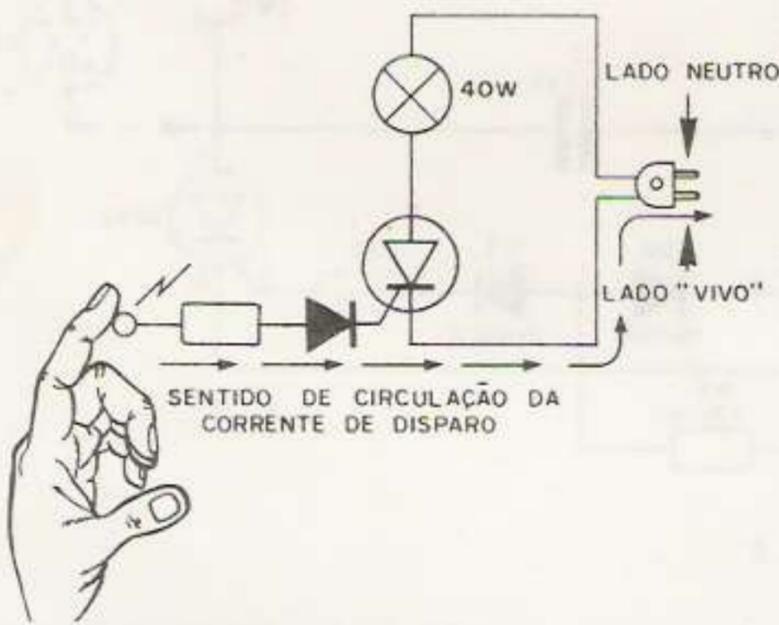


FIGURA 7

É claro que pode ser usado um único elemento sensível que ao mesmo tempo esteja ligado à comporta de SCR1 e de SCR2, mas o circuito pode eventualmente tornar-se mais crítico porque a diferença de sensibilidade dos SCRs encontrados no comércio pode ser bem grande. O leitor no caso deverá fazer algumas experiências no sentido de determinar com exatidão quais são os valores de resistências que devem ser usados nos elementos de disparo (Rx).

Os SCRs usados no nosso circuito original admitem uma corrente máxima de 4 A, mas como o circuito deve ser alimentado por corrente contínua, exige-se o emprego de um diodo na entrada. O diodo que recomendamos admite somente uma corrente de 1 A o que significa que a corrente máxima do circuito fica limitada a este valor. Para a rede de 110 V temos então uma potência máxima de 100 W e para a rede de 220 V uma potência máxima de 200 W.

Como os SCRs tem uma sensibilidade muito grande, conforme dissemos, os mesmos poderão ser disparados pelo simples toque dos dedos de uma pessoa mesmo que esta se encontre sobre um tapete ou com sapatos de sola de borracha, etc. Não haverá perigo algum de choque porque o resistor ligado em série com os elementos sensíveis limitam de tal maneira a corrente circulante pela pessoa que ela sempre estará abaixo do valor necessário para causar algum tipo de sensação desagradável.

O único cuidado a ser tomado é com o isolamento dos demais pontos do circuito que estão diretamente ligados à rede e com a posição da tomada que deve ser experimentada para que o lado neutro fique correto, ou seja, de modo que a corrente de disparo circule entre a pessoa e a terra e não ao contrário, o que não possibilitaria o funcionamento do circuito. (figura 7)

Como a sensibilidade é muito grande, fios longos até os elementos sensíveis podem causar o disparo aleatório da unidade.

## MONTAGEM

Para esta montagem as ferramentas que o leitor necessitará são: ferro de soldar de pequena potência (máximo 30 W), solda de boa qualidade, alicate de corte, alicate de ponta e chaves de fenda. É claro que adicionalmente deve ter os recursos para montar ou adaptar a unidade no abajur ou embutí-la na parede.

Damos duas possibilidades de montagem do circuito eletrônico: em placa de circuito impresso que é a recomendada para os casos em que o máximo de miniaturização é desejado, e em ponte de terminais indicada para os principiantes que não

possuam experiência ou recursos para trabalhar com placas de CI.

Na figura 8 temos o circuito completo de nossa Chave de Toque Mágica em suas duas versões: em (I) a versão para acionamento por dois elementos sensíveis que é menos crítica, e em (II) a versão para acio-

namento por um único elemento sensível, que é mais crítica pois exige que experimentalmente sejam encontrados os valores de Rx que proporcionem o melhor funcionamento em função das diferenças de características entre os dois SCRs. (Na versão final use dois trim-pots de 100k)

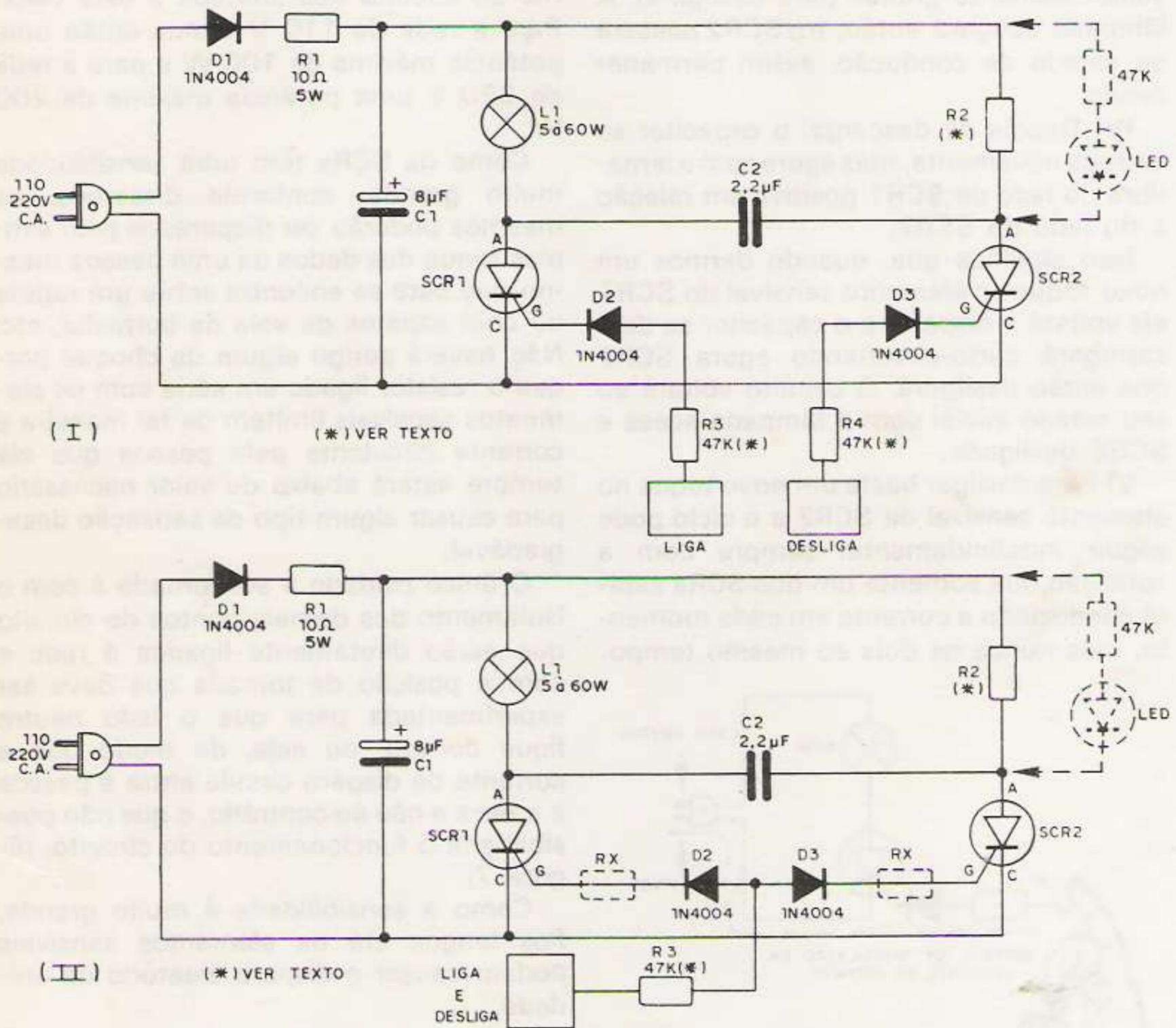


FIGURA 8

A montagem em ponte de terminais para as duas versões é mostrada na figura 9. Na segunda versão, os resistores adicionais não são mostrados, pois se houver um perfeito casamento de características dos SCRs eles não precisam ser usados. Se forem usados, serão ligados em série com os diodos na comporta de cada SCR.

Na figura 10 temos a placa de circuito impresso para as duas versões sendo que nestas são previstos os locais de ligação dos resistores adicionais para a segunda versão.

A montagem não é absolutamente crítica, a não ser em relação ao comprimento dos cabos de ligação aos elementos sensíveis de que falaremos oportunamente.

#### Seqüência de ligações para a montagem

(1) Comece soldando o diodo D1, observando cuidadosamente sua posição. Existem dois tipos de invólucros possíveis para este componente que são mostrados na figura 11.

(2) Solde em seguida R1, deixando seus terminais com pelo menos 2 cm de com-

primeto se for usada a ponte de terminais. Este componente não tem polaridade.

(3) Solde os SCRs observando cuidadosamente sua posição. Para os SCRs do

tipo MCR106 ou TIC106, a parte metálica deve ficar voltada para baixo, enquanto que para os C106 oriente-se pelo lado chanfrado que deve ficar para a direita, conforme mostra a figura 12.

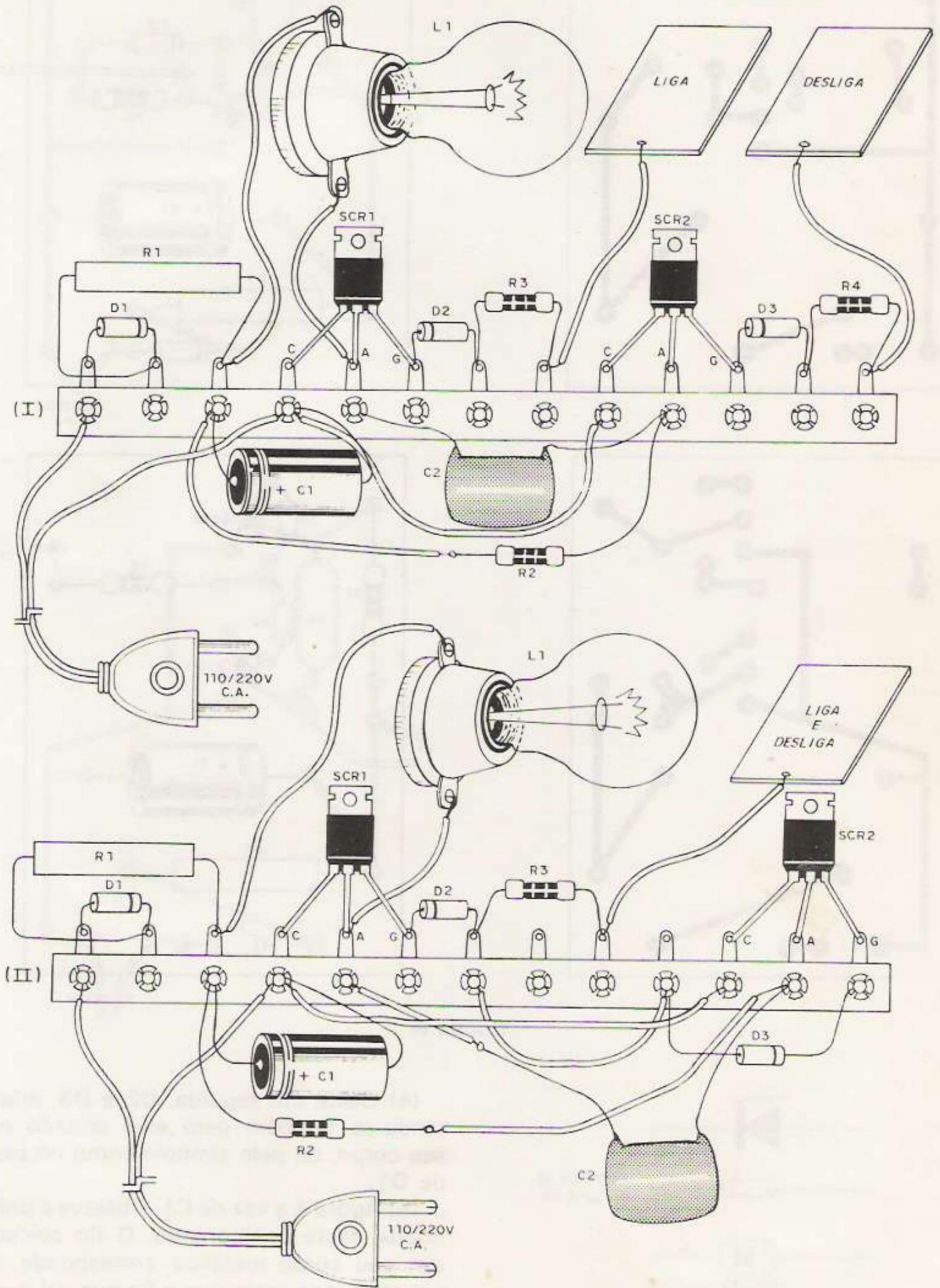


FIGURA 9

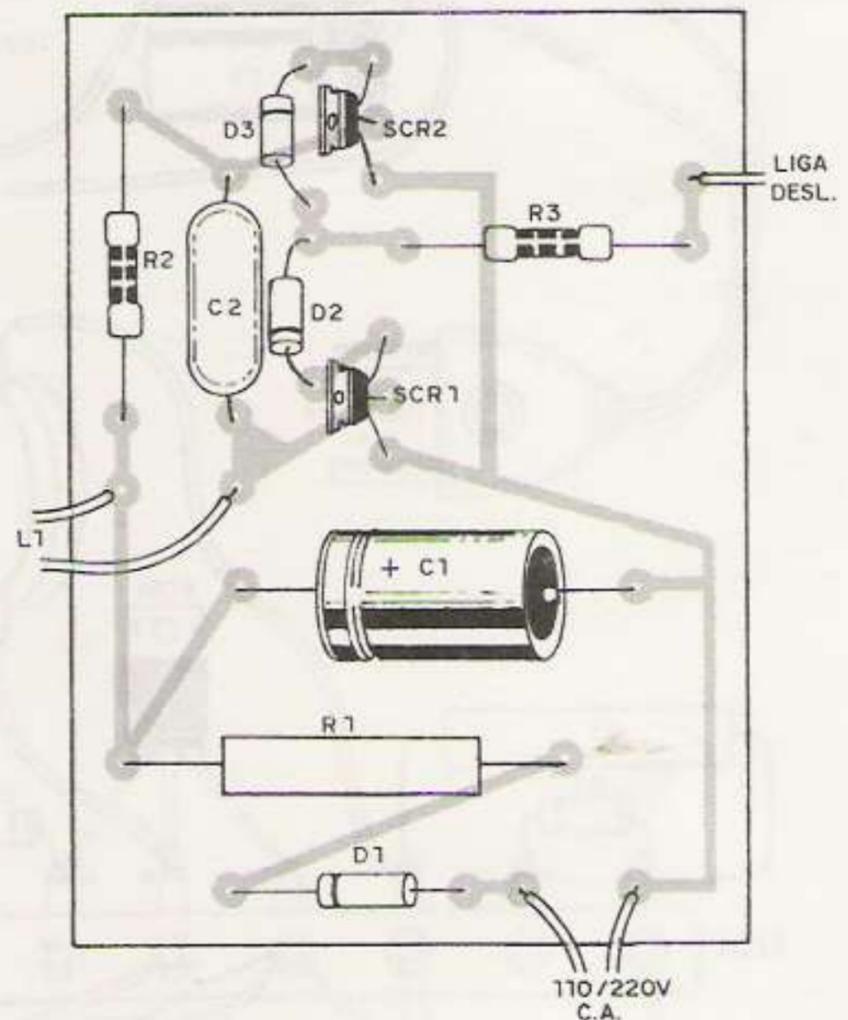
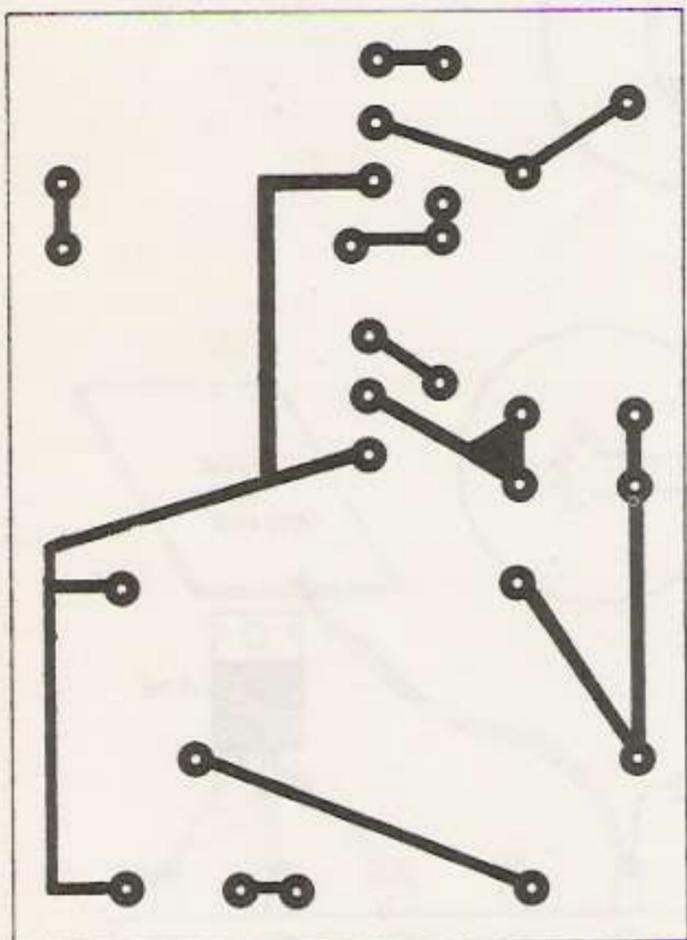
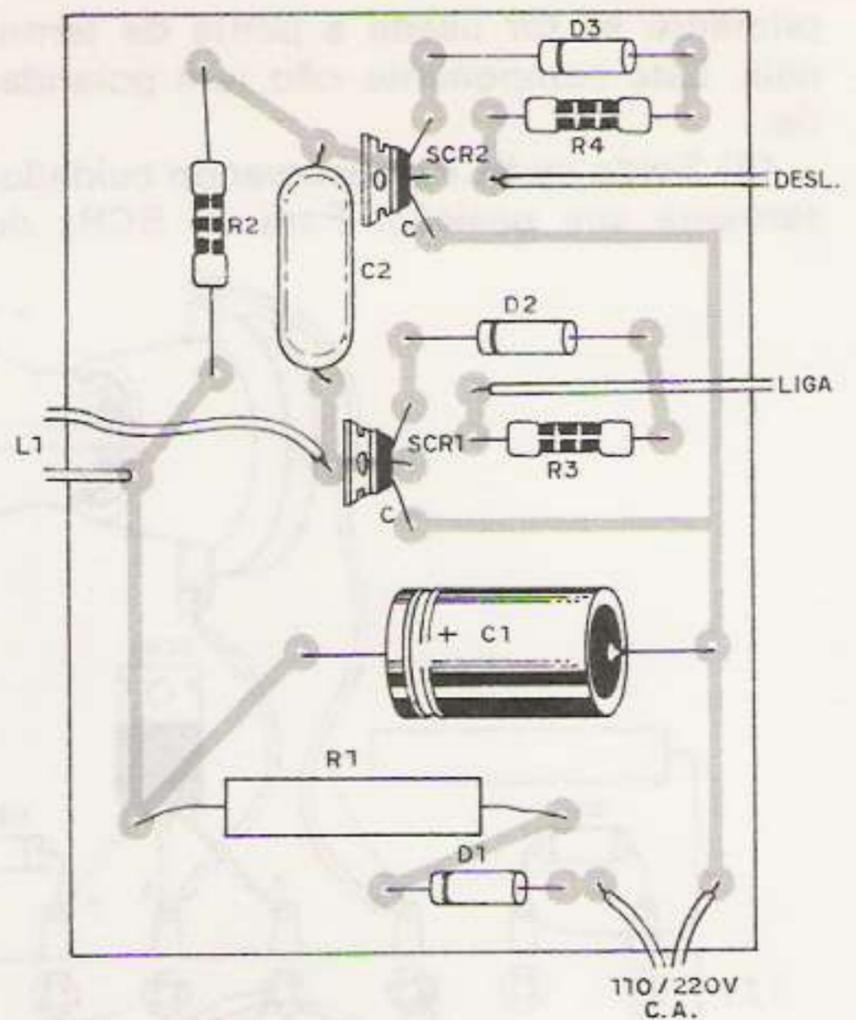
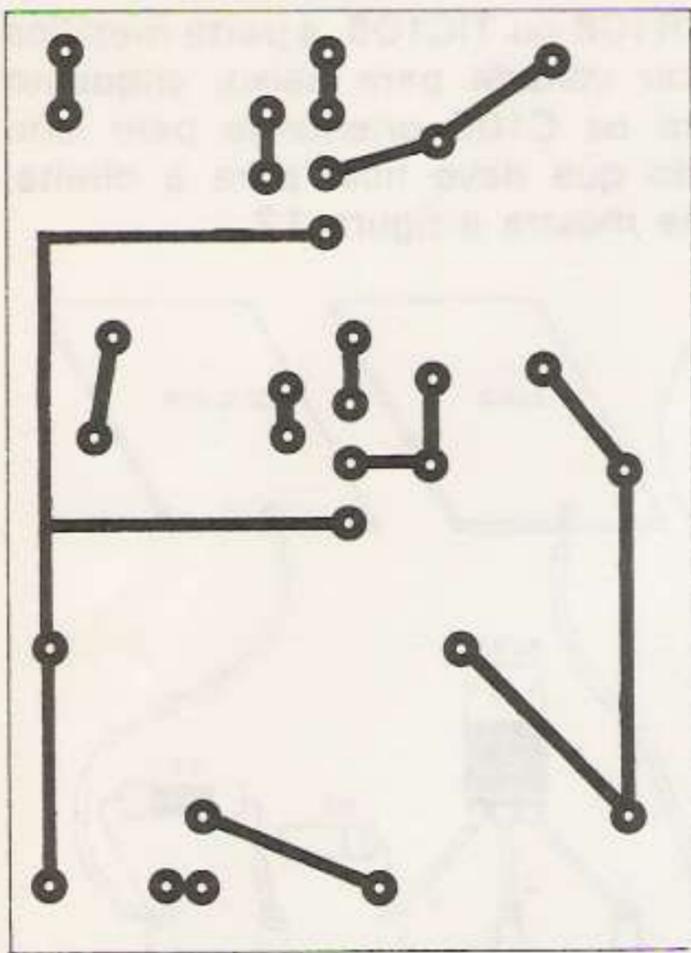


FIGURA 10

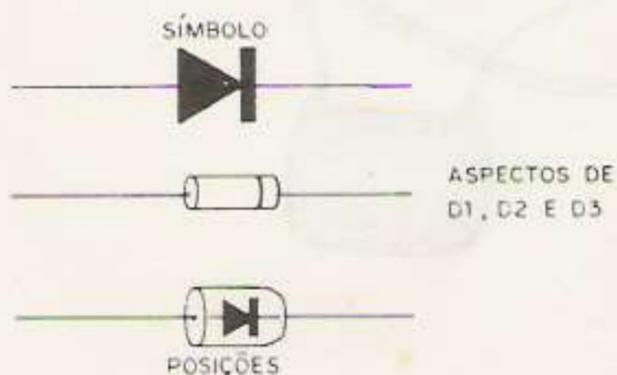
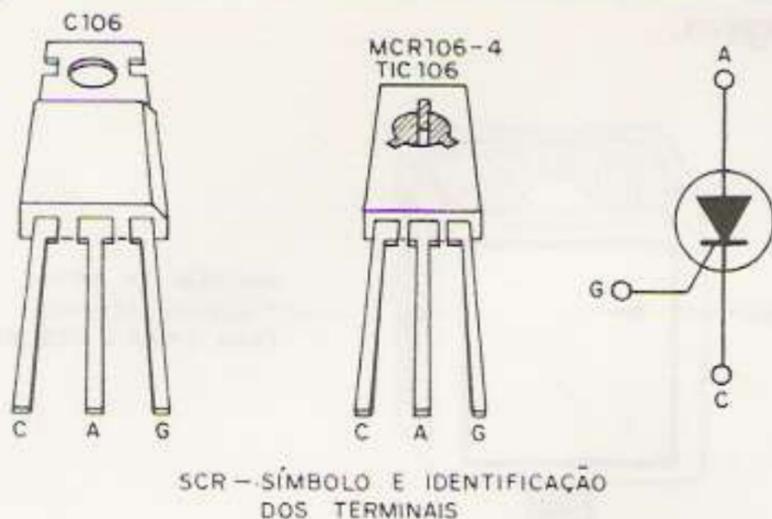


FIGURA 11

(4) Solde em seguida, D2 e D3, orientando-se também pelo anel pintado em seu corpo, ou pelo símbolo como no caso de D1.

(5) Agora é a vez de C1. Observe a polaridade deste componente. O fio soldado em seu corpo metálico corresponde ao negativo, enquanto que o fio que vai a um terminal na tampa preta corresponde ao

pólo positivo. Cuidado, pois, se houver inversão o componente poderá queimar causando um curto circuito no aparelho.



SCR - SÍMBOLO E IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS

FIGURA 12

(6) Solde em seguida C2. Este componente não tem polaridade. Na sua escolha certifique-se de que a sua tensão de trabalho seja no mínimo de 250 V se a rede for de 110 V e de pelo menos 400 V se a rede for de 220 V.

(7) Solde em seguida os resistores R2, R3 e R4. Em especial observe que R2 deve dissipar pelo menos 5 W de potência e seus terminais devem ser mantidos longos na montagem em ponte para haver dissipação de calor. Esses componentes podem ser ligados de qualquer lado já que não são polarizados. Guie-se apenas pelos anéis coloridos de R3 e R4 para saber seu valor.

(8) Complete a montagem fazendo as interligações na ponte com fio encapado, e ligando o cabo de alimentação.

(9) O suporte da lâmpada e o elemento sensível podem ser provisoriamente ligados para uma prova do circuito. O fio que vai ao elemento sensível não deve ter mais do que 20 cm.

Completada a montagem da parte eletrônica, antes de pensar na instalação definitiva numa caixa o leitor pode prová-lo verificando a eventual necessidade de alterar o valor de R2 que é o único componente que pode causar algum problema de instabilidade de funcionamento para a versão I e na necessidade de alterar Rx para a versão II.

### PROVA E AJUSTE

Terminada a montagem provisória, confira todas as ligações e, estando tudo em ordem, coloque uma lâmpada de no máximo 100 W no soquete e ligue a unidade à tomada.

### Importante

Se a lâmpada não acender toque no elemento sensível correspondente ao acendimento, e se acender toque no elemento para apagá-la. Se nada acontecer, inverta a posição da tomada, conforme sugere a figura 13.

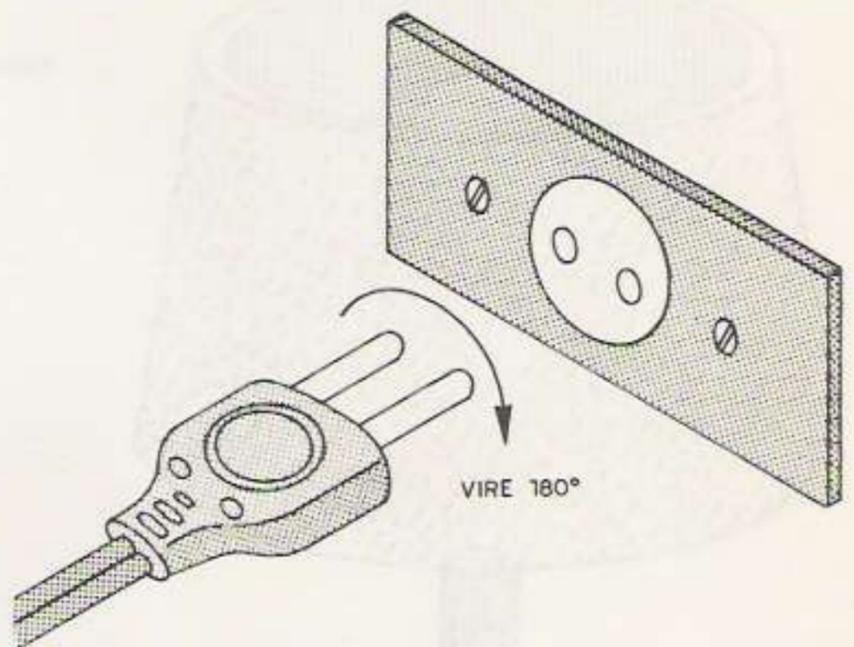


FIGURA 13

O circuito na versão deve agora funcionar satisfatoriamente.

Se houver mais facilidade em acender do que apagar, ou vice-versa na versão I, pelos toques alternados, altere o valor de R2. Partindo do valor básico de 4,7k você pode reduzi-lo até 1k, de modo a obter o comportamento desejado. Observamos que, quanto maior for o valor deste componente, menor será o consumo da lâmpada quando desligada, já que na sua posição de apagada, o segundo SCR permanece em condução consumindo uma pequena corrente (essa corrente corresponde uma potência de no máximo 5W para um valor de 1k; para 4,7k essa potência é da ordem de apenas 1W).

Se na versão (II) houver dificuldade em fazer a lâmpada apagar, reduza experimentalmente R2 até um valor mínimo de 1k, e se houver necessidade experimente usar em Rx resistores de valores entre 10k e 100k.

Para as duas versões, se não houver necessidade de alterar o valor de R2, originalmente de 4,7 k ohms, o leitor pode experimentar valores maiores, diminuindo assim o consumo da unidade quando desligada. (§)

(§) Referimo-nos à posição em que a lâmpada permanece apagada mas o circui-

to conectado à rede, quando então há um pequeno consumo de corrente. (menor que 5 W)

Se tudo correr bem, o leitor pode pensar

em sua instalação definitiva num abajur ou embutida na parede. Na figura 14 damos algumas sugestões para este tipo de montagem.

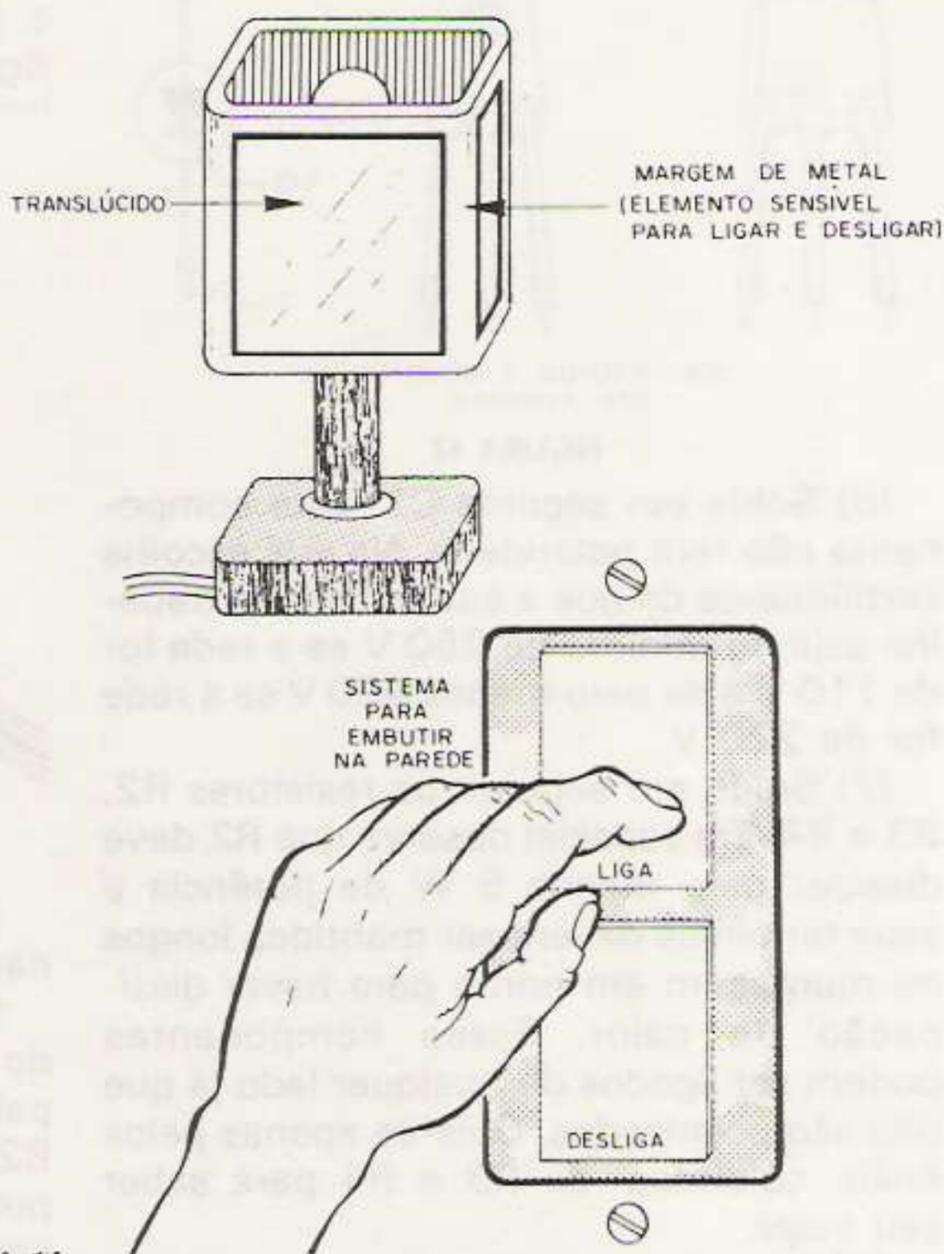
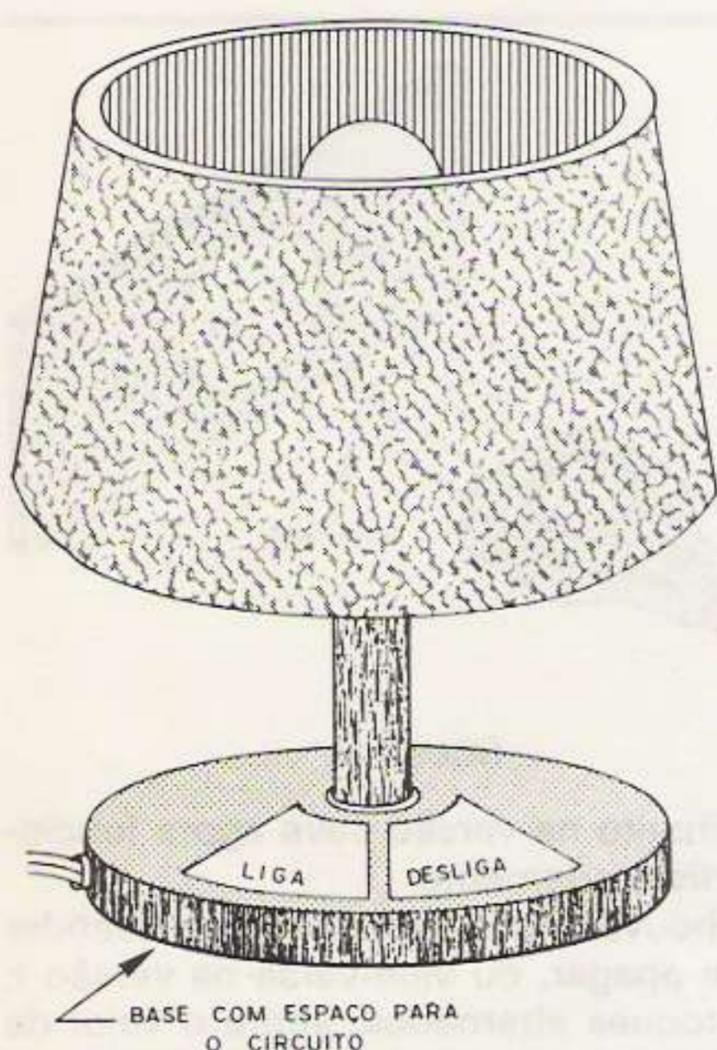


FIGURA 14

Nos casos em que o fio de ligação ao elemento sensível tiver mais de 30 cm de comprimento podem surgir problemas de disparo aleatório pela captação de correntes induzidas. Neste caso, um controle de sensibilidade, conforme mostra a figura 15 pode ser usado. O mesmo tipo de controle se aplica se a placa de metal que forma o elemento sensível passar de 20x20 cm.

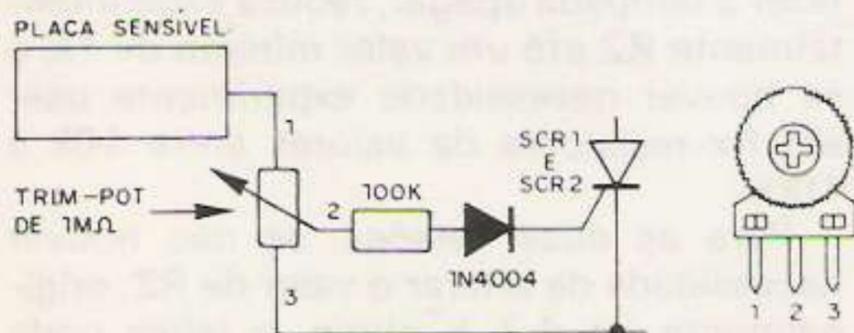


FIGURA 15

A placa que forma o elemento sensível pode ser de qualquer metal: folha de cobre, folha de alumínio, um pedaço de

placa de circuito impresso virgem, latão, etc.

Se o controle de sensibilidade ainda não resolver o problema de instabilidade, faça a ligação à placa por meio de fio blindado.

**Observações:**

a) Se o leitor quiser poderá ligar em paralelo com R2 um led e um resistor de 47k, conforme indica o diagrama para as duas versões. Este led permanecerá aceso quando a lâmpada apagar.

b) Na figura 16 damos a nossa versão para a lâmpada de toque mágica usada como luz de cabeceira. A caixa que foi usada como base tem 7 x 4 x 13,5 cm e é de plástico. Um efeito muito interessante pode ser obtido se as palavras "liga" e "desliga" forem gravadas no cobre da placa de circuito impresso que forma o elemento sensível.

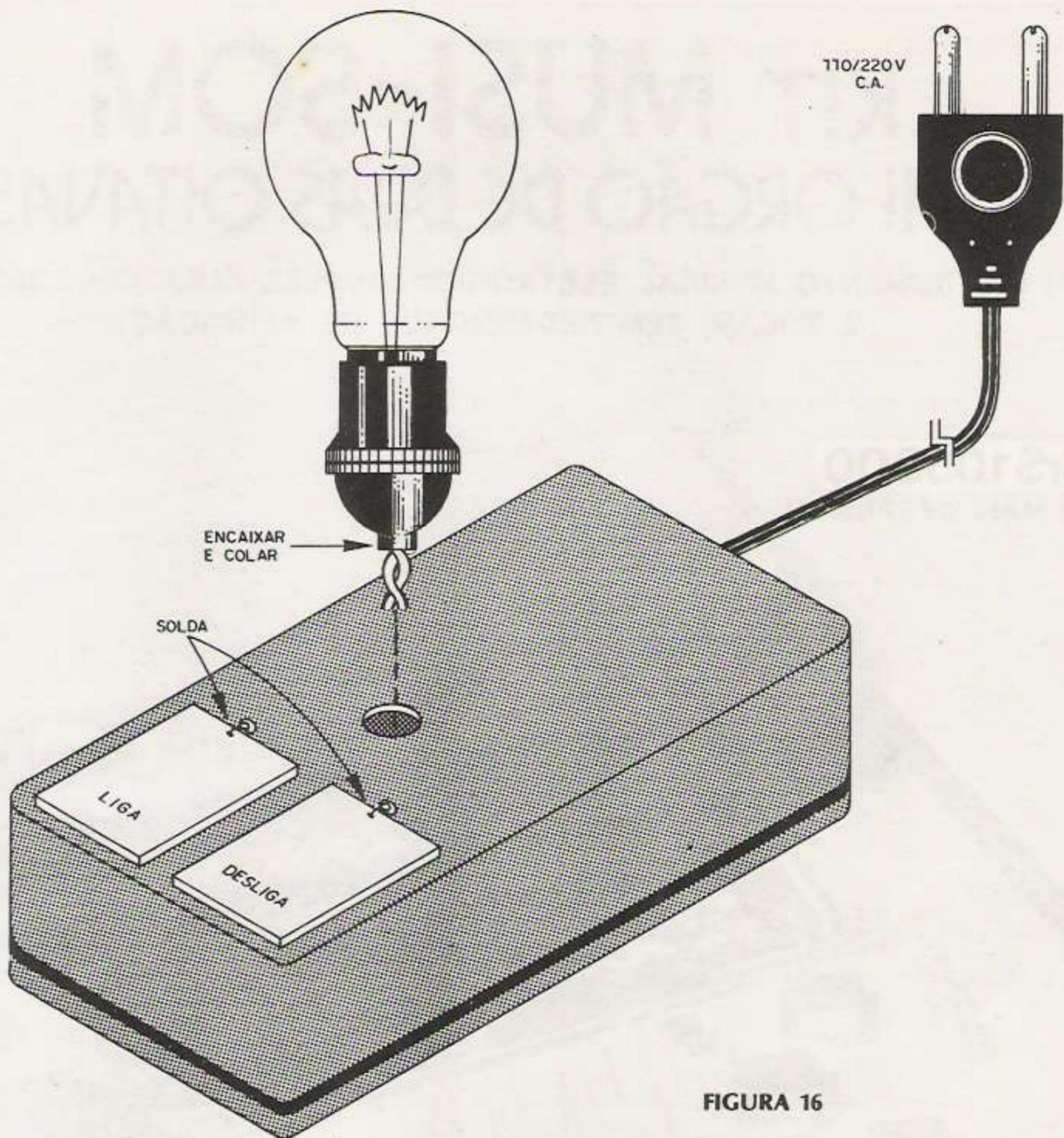


FIGURA 16

### LISTA DE MATERIAL

(para as duas versões)

SCR1, SCR2 - C106, MCR106, TIC106 - para 200 V se a rede for de 110V e para 400 V se a rede for de 220 V - diodo controlado de silício.

D1, D2, D3 - 1N4004, BY127 - diodo retificador para 1 A x 400 V ou mais, ou então qualquer equivalente

C1 - Capacitor eletrolítico de 8  $\mu$ F (ou 16  $\mu$ F) para uma tensão de pelo menos 250 V se a rede for de 110 V e pelo menos 450 V se a rede for de 220 V

C2 - 1,5 ou 2,2  $\mu$ F - capacitor de poliéster para uma tensão de 250V se a rede for de 110V e

pelo menos 400 V se a rede for de 220 V

R1 - 10 ohms x 5 W - resistor de fio

R2 - 4,7 k ohms x 10 W - resistor de fio (adquirir também um de 2,2 k e um de 1 k ohms para experimentar o que proporciona melhor funcionamento)

R3, R4 - 100 k ohms x 1/8 W - resistor (marrom, preto, amarelo)

Neste caso, também diversos valores podem ser experimentados, sendo o mínimo de 47k.

Diversos: ponte de terminais ou placa de circuito impresso, fios, solda, placa sensível, trim-pot de 100k para Rx, etc.



# RADIO SHOP

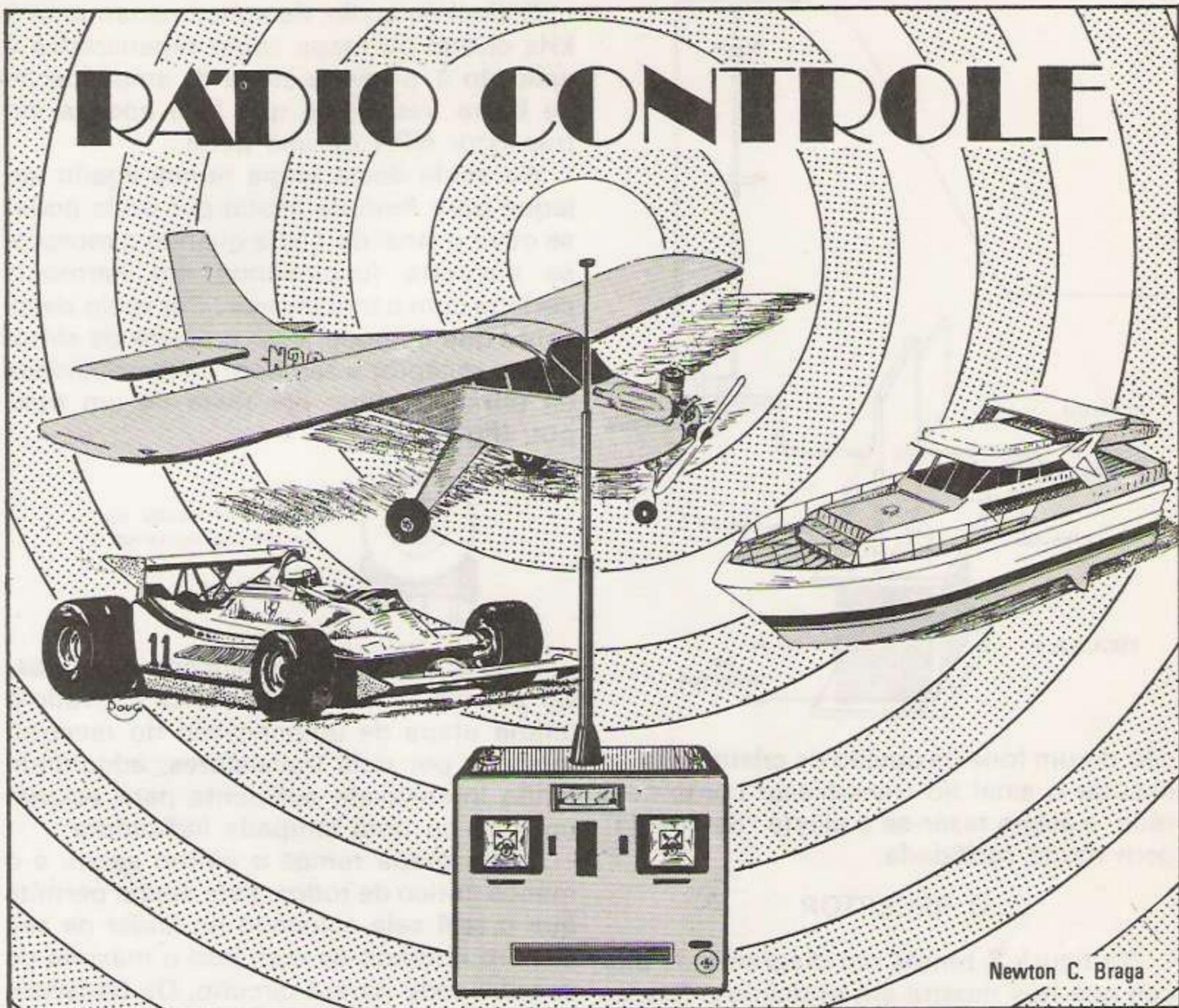
O SUPERMERCADO DE ELETRÔNICA

MATRIZ: R. Vitória, 339 - Tel.: 221-0213, 221-0207 - S. Paulo - SP

FILIAL: Av. Visc. de Guarapuava, 3.361 - Tel.: 232-3781 - Curitiba - PR

**ABERTA ATÉ 20 hs - SÁBADOS ATÉ 18 hs**

# RÁDIO CONTROLE



*Sistema Monocanal Modulado em Tom - segunda parte - O receptor*  
*Na Revista anterior, nesta seção, descrevemos a montagem do pequeno transmissor para este sistema, com um alcance da ordem de 50m. Neste número descreveremos a montagem do receptor correspondente, de grande sensibilidade e de muito fácil montagem e ajuste.*

O sistema que estamos descrevendo em nossa seção Rádio Controle opera com um único canal modulado em tom e tem um alcance de aproximadamente 50 metros em campo aberto, podendo ser usado para diversas finalidades como por exemplo na abertura de portas de garagem, no disparo a distância de máquinas fotográficas, projetores de slides, sistemas de aviso e também para controlar brinquedos simples como barcos e carros. O uso deste sistema em aviões não se aplica em vista de somente dispor-se de um único canal. Com limitações pode-se adaptar o sistema em planadores com controle pelo sistema de escape (figura 1).

A frequência de operação do receptor é a mesma do transmissor descrito, ou seja, aproximadamente .72 MHz, o que quer dizer que ele também pode operar com outros transmissores modulados em tom que estejam na mesma frequência. A utilização de um transmissor mais potente que o descrito permite um maior alcance para o sistema.

Como planejamos um sistema ideal para o principiante o que o caracteriza é a simplicidade. Assim, o receptor usa apenas 4 transistores e tem apenas 3 ajustes não críticos que podem ser feitos sem a necessidade de qualquer aparelho especial. Uma saída "monitor" permite a liga-

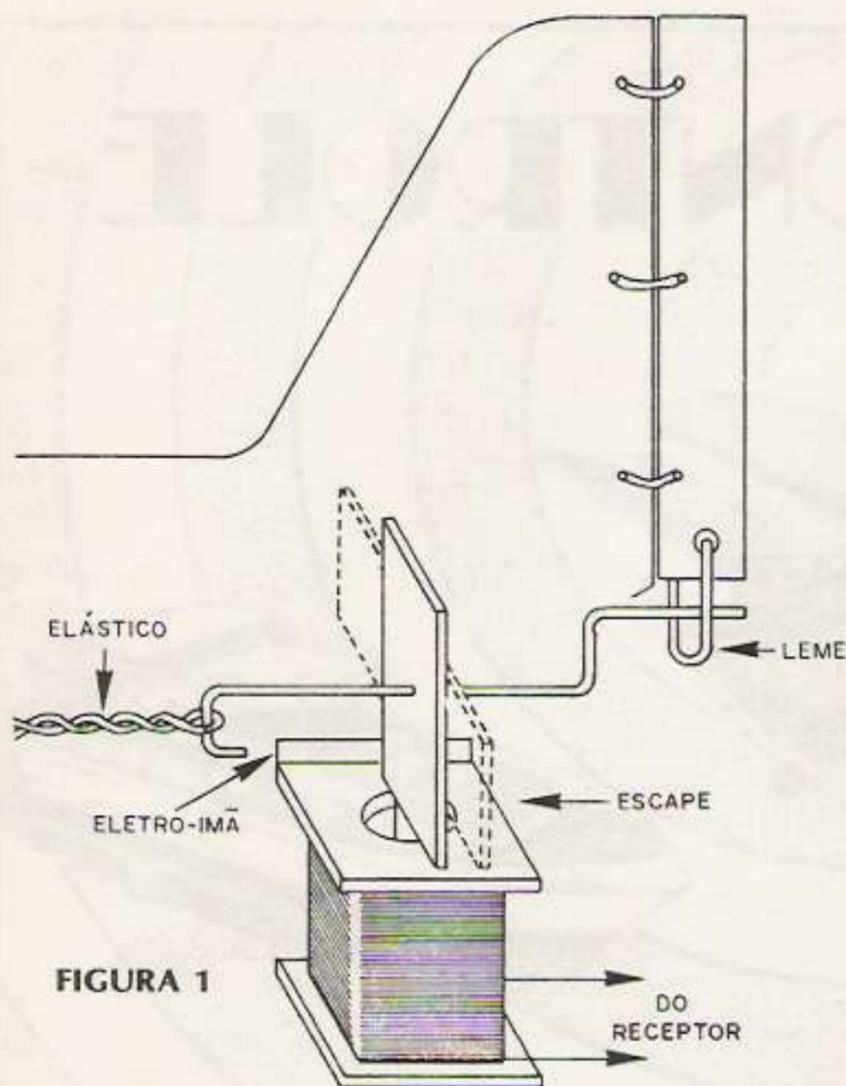


FIGURA 1

ção de um fone de ouvido de cristal para se escutar o sinal do transmissor como num rádio e assim fazer-se o ajuste "de ouvido" com muita facilidade.

### O RECEPTOR

Na figura 2 temos um diagrama de blocos que nos mostra em princípio o funcionamento do receptor.



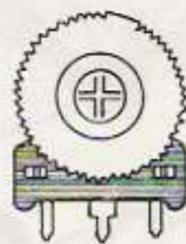
FIGURA 2

A primeira etapa do circuito é o detector super-regenerativo de grande sensibilidade que tem por responsabilidade captar o sinal emitido pelo transmissor e fornecer na sua saída somente o sinal de áudio que o modula.

A parte mais importante deste circuito é a de sintonia formada pelo capacitor ajustável e pela bobina que deve ser ressonante na frequência do transmissor. O capacitor ajustável consiste portanto no primeiro ajuste do receptor, o ajuste da frequência de recepção e a bobina para um funcionamento perfeito deve ter exatamente as mesmas características recomendadas no texto.

O sinal de áudio, de aproximadamente 1 kHz obtido da etapa super-regenerativa é aplicado à primeira etapa de amplificação de baixa frequência que leva apenas um transistor NPN de uso geral.

Na saída desta etapa temos ligado um jaque para fone de cristal por onde pode-se ouvir o sinal de 1 kHz quando o receptor se encontra funcionando em harmonia perfeita com o transmissor. Por meio deste som é que se pode fazer o ajuste da sintonia do receptor e também da sensibilidade da primeira etapa por meio de um trim-pot. (figura 3).



TRIM - POT USADO NO AJUSTE DO RECEPTOR

FIGURA 3

O sinal de áudio amplificado após passar por um diodo que o retifica é levado a última etapa de amplificação do receptor formada por dois transistores, adquirindo então intensidade suficiente para acionar um relê ou uma lâmpada indicadora.

Nesta etapa temos o último ajuste e o menos crítico de todos. Este ajuste permite que o relê seja colocado no limiar de seu disparo obtendo-se com isso o máximo de sensibilidade para o circuito. Os transistores usados nesta etapa também são do tipo para uso geral NPN ligados de modo a formar um amplificador Darlington.

Estes transistores permitem obter uma corrente de acionamento da ordem de 50 mA de modo que esta deve ser a sensibilidade mínima para o relê ou circuito de carga.

Relês de 6 V com correntes máximas de 50 mA poderão então ser disparados pelo sistema o que nos dá uma resistência mínima de enrolamento de 120 ohms para este componente. Oportunamente ensinaremos como fazer a prova de acionamento do relê e verificação de sua possibilidade de operação no sistema.

A alimentação do circuito é feita com uma única bateria de 9V que permite uma boa autonomia de funcionamento em vista do seu consumo relativamente baixo.

### OS COMPONENTES

Nenhum componente desta montagem é crítico, mas o leitor deve ter cuidado

com a sua obtenção de modo que as características sejam as exigidas pelo projeto, pois desvios acentuados podem prejudicar totalmente o seu funcionamento.

Como muitos dos leitores que se propõem a realização deste projeto não têm muita experiência em compra de componentes eletrônicos daremos algumas indicações básicas de como proceder na sua aquisição.

1. Os resistores podem ser de 1/4 ou 1/8W o que é dado pelo seu tamanho (os de 1/4 são um pouco maiores que os de 1/8W) e os valores que devem ser seguidos rigorosamente são dados pelos anéis coloridos. Estes anéis são em número de 3 ou 4 conforme a tolerância. Importante para o leitor é apenas observar que os três primeiros anéis sigam as cores pedidas na lista de material.

2. São usados dois tipos de capacitores nesta montagem: eletrolíticos e de cerâmica.

Os eletrolíticos têm duas marcações: valor e tensão de trabalho.

O valor é ponto principal que o leitor deve observar na sua compra, sendo este dado em uF (microfarads) ou em alguns casos "mfd". A tensão deve apenas ter um valor mínimo a partir de 12 V (volts).

Os capacitores cerâmicos são do tipo para 50V com valores dados em uF ou pF. A marcação destes componentes pode variar segundo a procedência devendo o leitor tomar o máximo de cuidado na hora da compra.

3. Os transistores são do tipo BF494 para Q1 e BC548 ou BC238 para os outros. Para o BF não recomendamos a utilização de qualquer equivalente a não ser que o leitor saiba identificar seus terminais.

4. Os trim-pots são componentes de ajuste de valores comuns. O valor recomendado é 47k mas na sua falta o leitor pode inclusive utilizar trimpots de 39k ou 100k, sem problemas.

5. O diodo deve ser de germânio como o 1N60 ou 1N34. Como este componente não é crítico, equivalentes podem ser usados sem problemas.

6. Trimer: este é o componente de ajuste. Em princípio os tipos comuns de base de porcelana ou plástico, não impor-

tando o valor. servem, já que na maioria dos casos abrangem uma faixa de capacitâncias de 1:10.

7. Bobina: esta deve ser enrolada pelo leitor. Pormenores serão dados na fase seguinte correspondente à montagem. O leitor deverá conseguir fio esmaltado 18 AWG ou então usar fio rígido comum de ligação com capa plástica.

8. Choque de RF. Este é outro componente que deve ser feito pelo leitor. Conforme mostra a figura 4 este componente é obtido com um resistor de 100k x 1/2W no qual se enrolam de 40 à 60 voltas de fio esmaltado fino. As pontas do fio são descascadas e soldadas nos terminais dos resistores.

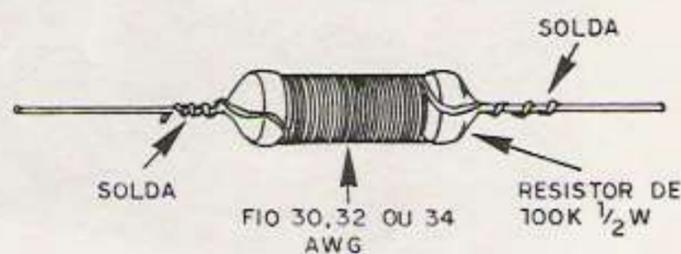


FIGURA 4

O fio esmaltado para fazer este choque pode ser conseguido de bobinas ou transformadores velhos desde que não estejam queimados caso em que o fio em lugar de seu aspecto marrom brilhante estará enegrecido.

9. O relê é o componente mais crítico da montagem devendo, de preferência só ser adquirido depois de montado o aparelho e testado. Só assim o leitor poderá verificar com facilidade o seu funcionamento se não usar um dos tipos recomendados na lista. Para o tipo recomendado na lista não haverá problema. Em suma, cuidado com este componente já que não é qualquer um que funciona nesta função.

Os demais componentes como suporte de pilhas, bateria, antena telescópica, ponte de terminais, caixa para montagem, etc, podem ser conseguidos da maneira que o leitor julgar mais conveniente.

## MONTAGEM

Na figura 5 temos a foto do protótipo montado numa ponte de terminais a qual foi fixada numa base de circuito impresso tipo universal sem o cobre. Este protótipo aciona a lâmpada de prova que é dada para fazer o ajuste antes da colocação definitiva do relê em seu lugar.

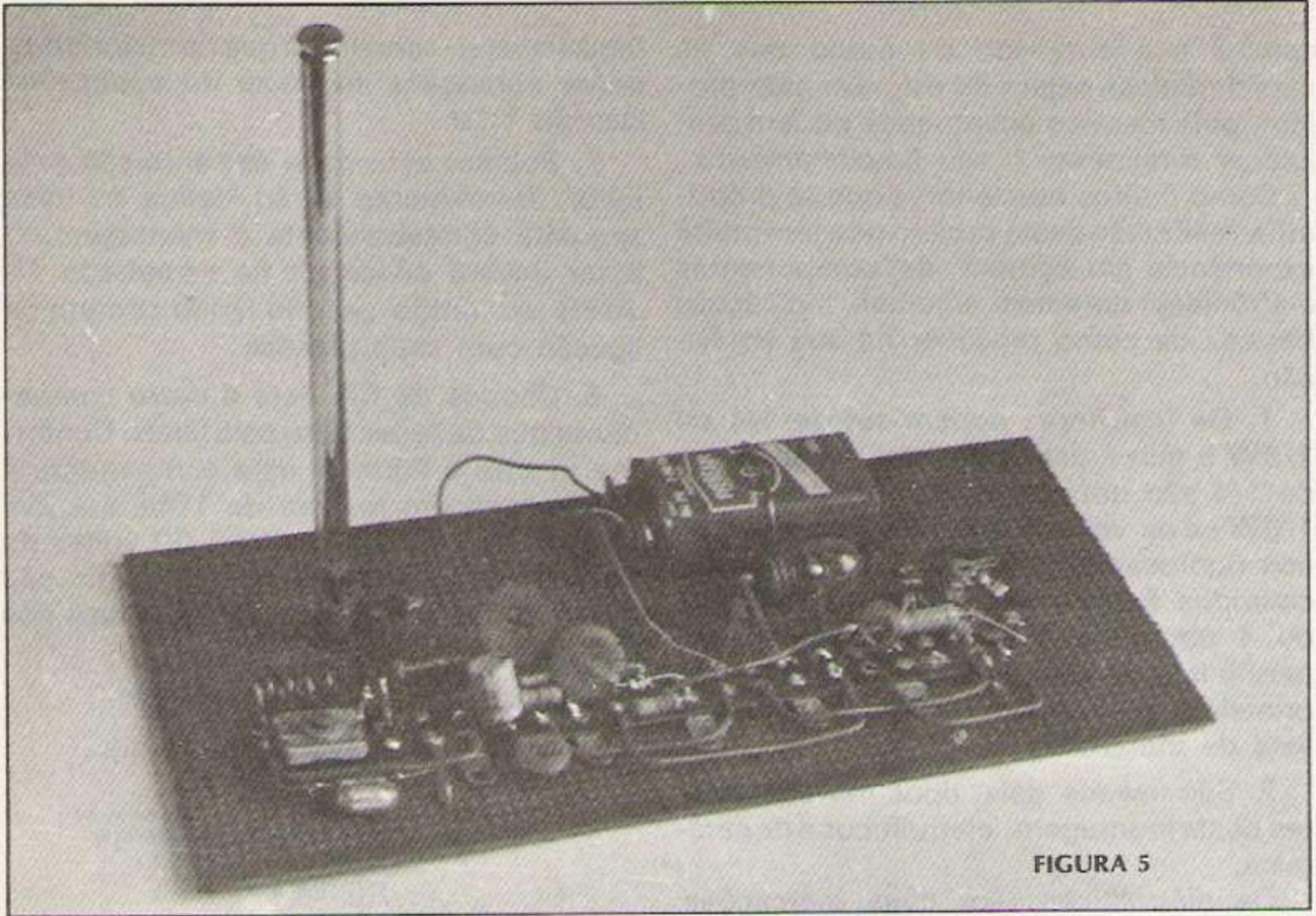


FIGURA 5

Veja pela foto que a montagem em ponte é bem compacta com os fios de interligações entre os componentes curtos, assim como os terminais dos componentes. É muito importante que o leitor que faça a montagem em ponte siga esta disposição para garantir um perfeito funcionamento do aparelho.

Os que tiverem material e habilidade para realizar a montagem em placa de

circuito impresso poderão optar por esta versão obtendo assim um conjunto mais compacto.

Na figura 6 é então dado o circuito completo do receptor com os valores dos componentes.

Na figura 7 temos a versão em ponte de terminais e na figura 8 a versão em placa de circuito impresso.

Os principais cuidados que devem ser tomados na montagem são os seguintes:

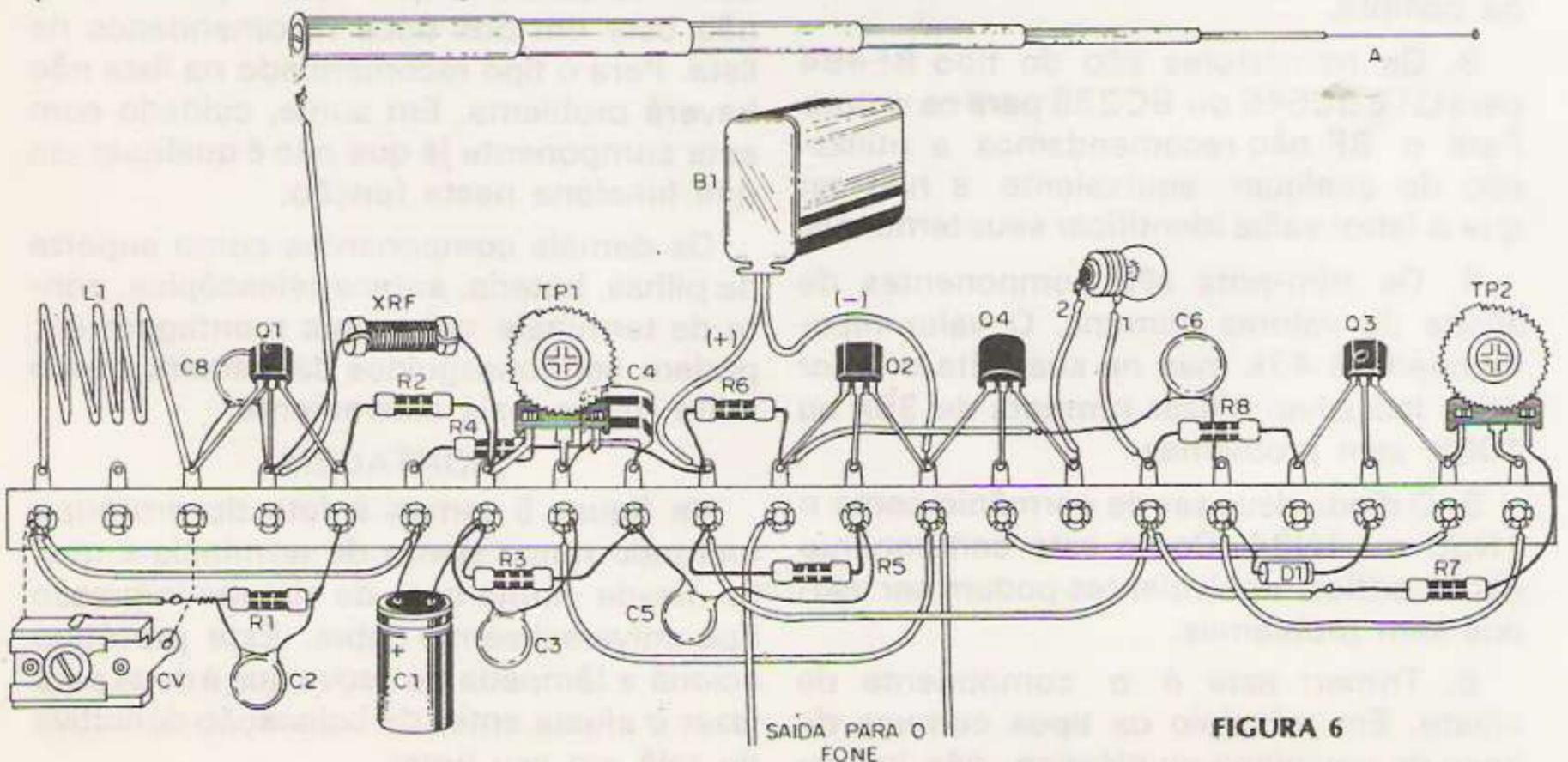


FIGURA 6

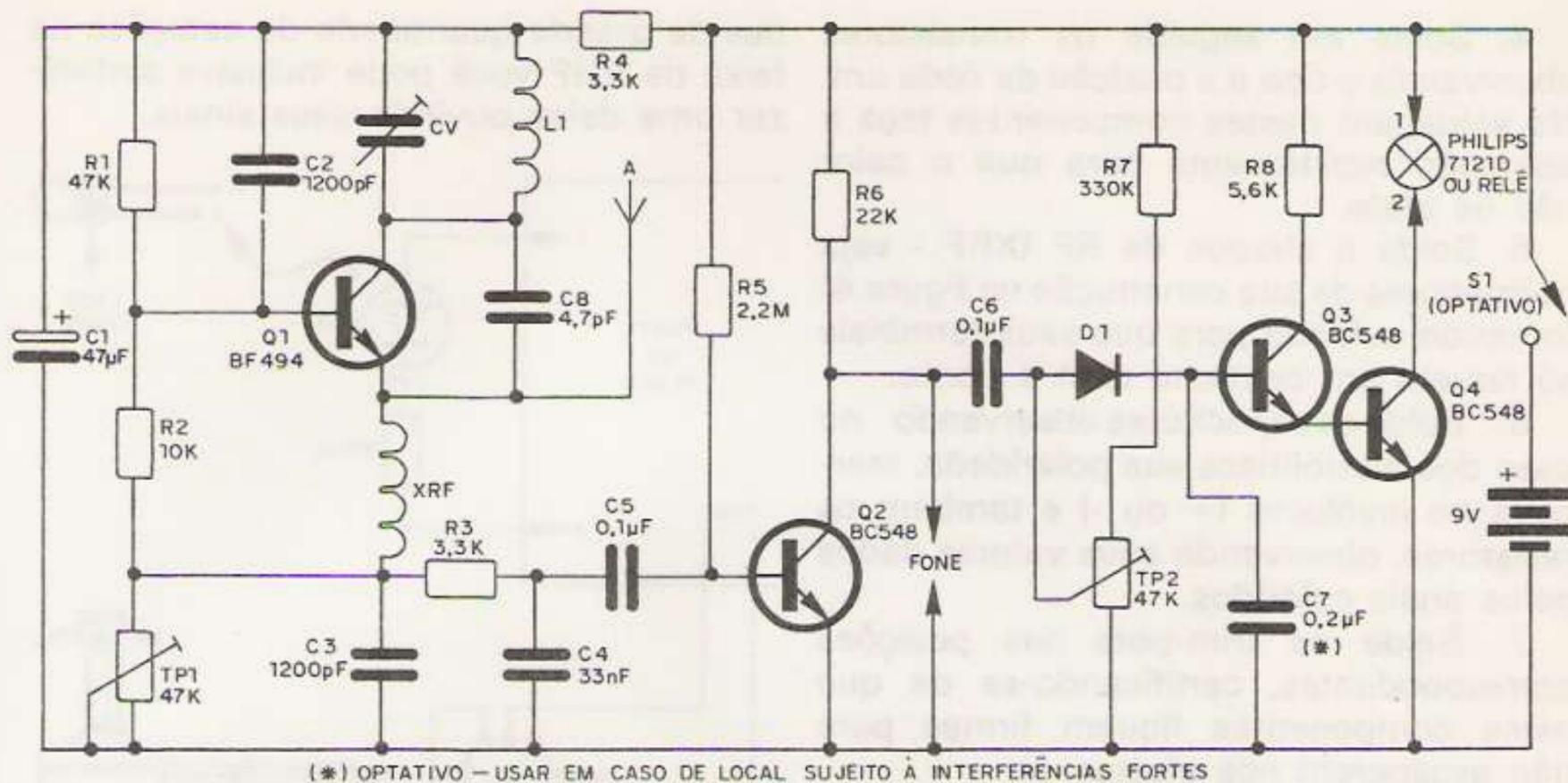


FIGURA 7

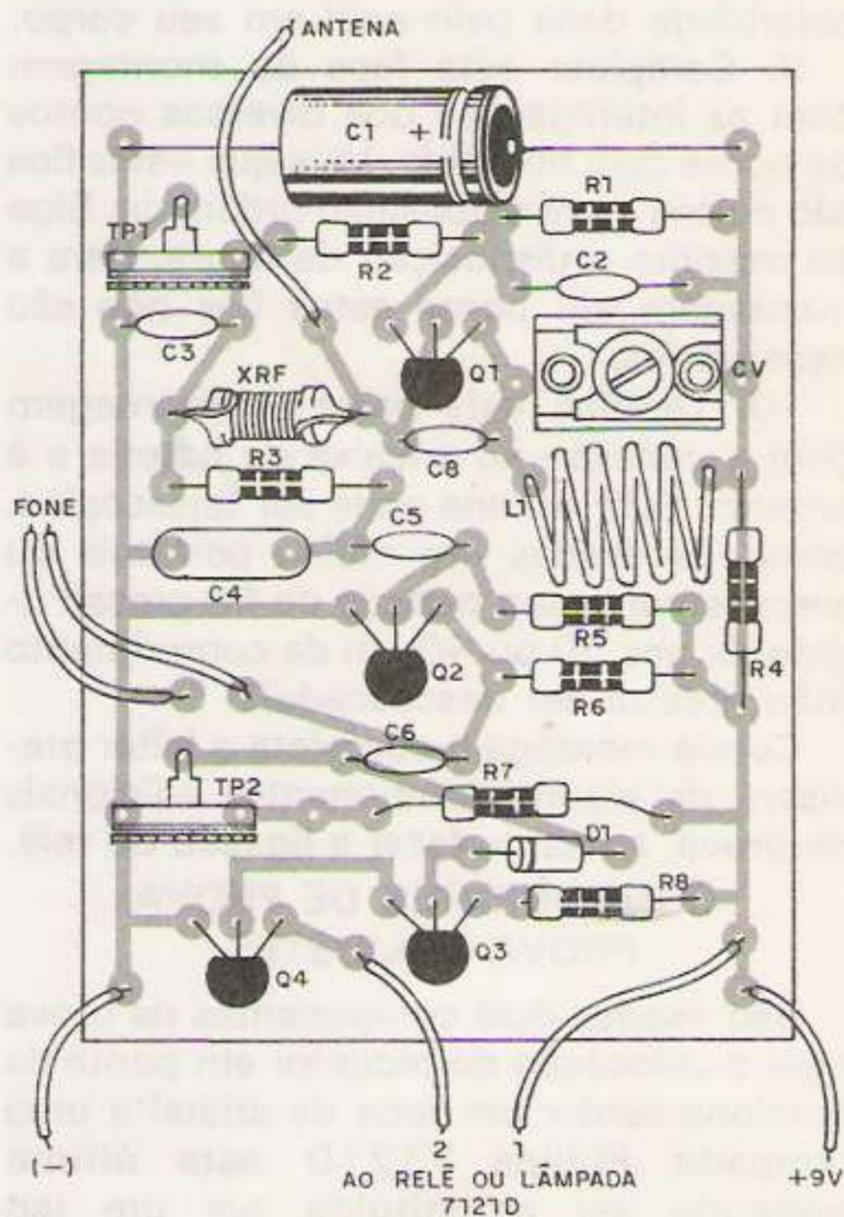
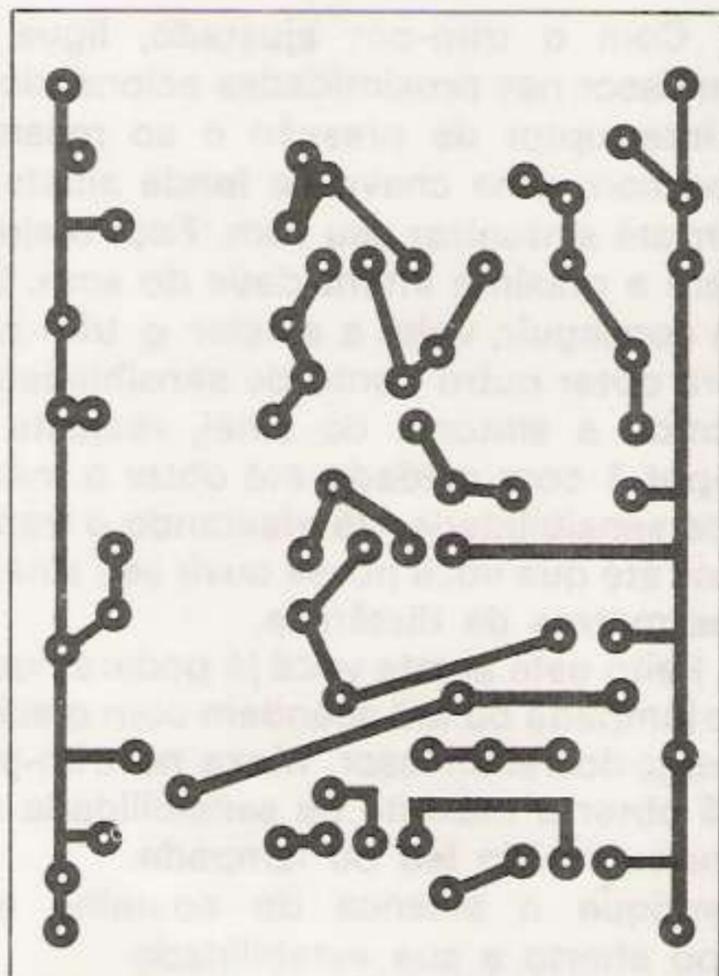


FIGURA 8

1. Comece a montagem cortando a ponte de terminais no tamanho indicado na figura. Faça esta operação com cuidado usando o alicate de corte lateral. Se optou pela montagem em placa de circuito impresso prepare-a pelo modo que souber.

2. Solde o trimer observando a posição de suas armaduras. Observe que a placa

móvel fica ligada ao terminal da ponta da ponte de terminais.

3. Solde a bobina L1 que consiste em 5 voltas de fio esmaltado com um diâmetro entre 0,8 e 1 cm separadas por uma distância entre 1 e 2 mm. Use um lápis comum para enrolar esta bobina. Raspe bem as pontas do fio se este for esmaltado para fazer sua soldagem na ponte.

4. Solde em seguida os transistores observando o tipo e a posição de cada um. Na soldagem destes componentes faça a operação rapidamente para que o calor não os afete.

5. Solde o choque de RF (XRF - veja pormenores de sua construção na figura 4) tomando cuidado para que seus terminais só fiquem em contacto com a ponte.

6. Solde os capacitores observando no caso dos eletrolíticos sua polaridade, marcada no invólucro (+ ou -) e também os resistores, observando seus valores dados pelos anéis coloridos.

7. Solde os trim-pots nas posições correspondentes, certificando-se de que estes componentes fiquem firmes para não escaparem nos ajustes.

8. Na soldagem do diodo, observe sua polaridade dada pelo anel em seu corpo.

9. Complete esta fase da montagem com as interligações dos diversos pontos da ponte com fio rígido. Veja que estes fios são curtos e em disposição ordenada. Siga ao máximo a disposição da figura. Para a montagem em ponte estes fios não são necessários.

10. Termine esta parte da montagem com a conexão ao encaixe da bateria e à antena. Esta antena pode ser telescópica, como as usadas em rádios portáteis ou simplesmente um pedaço de fio grosso rígido de uns 30 ou 40 cm de comprimento (não precisa ser descascado).

Com a montagem completa o leitor precisará de alguns componentes adicionais de prova, antes de fazer a ligação do relê.

#### COMPONENTES DE PROVA PROVA E AJUSTES

São usados dois componentes de prova para a colocação do receptor em ponto de funcionamento: um fone de cristal e uma lâmpada Philips 7121D esta última podendo ser substituída por um led comum e um resistor de 100 ohms.

Na figura 9 é dado o modo de ligação destes componentes para o ajuste do receptor, o qual é feito do seguinte modo:

1. Coloque a bateria de 9 V no conector e gire o trim-pot 2 até que a lâmpada ou led apague completamente.

2. A seguir coloque o fone no ouvido e ajuste o primeiro trim-pot até somente ouvir um chiado. Se você morar em cida-

des de grande quantidade de estações na faixa de VHF você pode inclusive sintonizar uma delas ouvindo seus sinais.

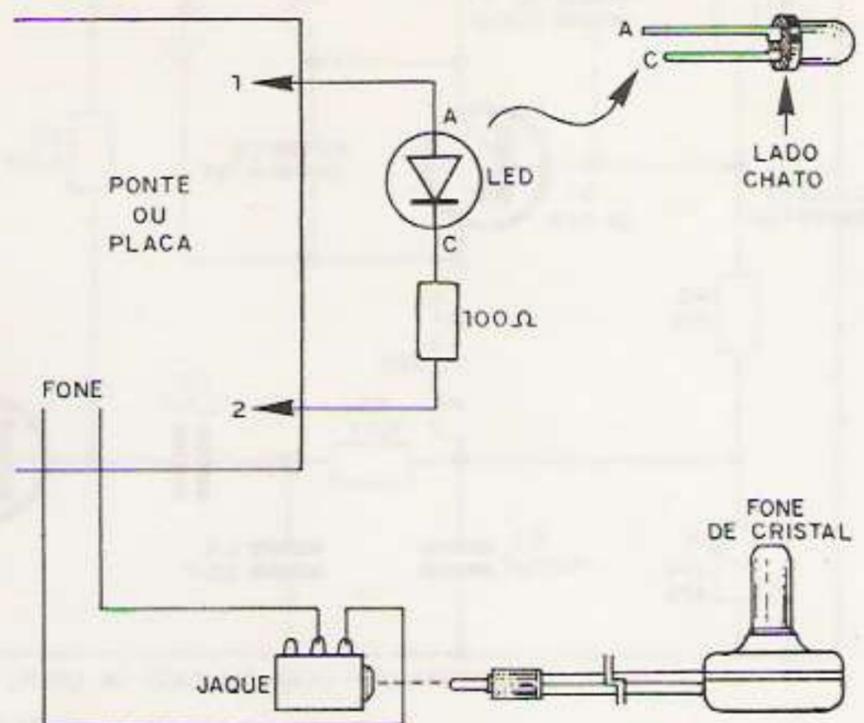


FIGURA 9

3. Com o trim-pot ajustado, ligue o transmissor nas proximidades acionando o seu interruptor de pressão e ao mesmo tempo com uma chave de fenda ajuste o trimer até sintonizar seu som. Faça o ajuste para a máxima intensidade do som. Se nada conseguir, volte a ajustar o trim-pot 1 para obter outro ponto de sensibilidade.

Obtida a sintonia do sinal, reajuste o trim-pot 1 com cuidado até obter o máximo de sensibilidade. Vá afastando o transmissor até que você possa ouvir seu sinal a vários metros de distância.

4. Feito este ajuste você já poderá notar que a lâmpada ou led acendem com o acionamento do transmissor. Mexa no trim-pot 2 até obter o máximo de sensibilidade no acionamento do led ou lâmpada.

Verifique o alcance do aparelho em campo aberto e sua estabilidade.

Se problemas ocorrerem suas causas e origens podem ser as seguintes:

a) O sinal não é sintonizado apesar de haver chiado no fone e até mesmo a captação de estações. Veja a bobina, alterando seu número de espiras para mais ou menos até conseguir a sintonia do transmissor.

b) Nada é ouvido no fone. Veja a ligação do transmissor BF, o estado do choque de RF e principalmente o capacitor entre o emissor e o coletor de Q1. Seu valor é 4,7 pF devendo estar marcado no mesmo 4p7 ou 4,7p.

c) Sinal é ouvido no fone mas a lâmpada ou led não acende. No primeiro caso veja a polaridade do diodo, invertendo-o de posição se necessário, e no segundo, além da posição do diodo, veja a polaridade do led.

Com o aparelho ajustado e provado você pode experimentar o relê ligando-o em lugar da lâmpada ou led.

Ao acionar o transmissor o relê deve fechar seus contactos o que será percebido pelo ruído que ele faz. Se isso não acontecer é porque o relê não tem sensibilidade devendo ser substituído.

Os leitores podem experimentar reed-relês que além de pequenos são muito sensíveis. Lembrem-se que a bobina deve ter pelo menos 120 ohms de resistência e a tensão de acionamento deve ser no máximo de 6 V.

As diversas possibilidades de utilização do par transmissor-receptor que descrevemos serão explicadas no próximo número de nossa revista nesta mesma seção. Por enquanto o leitor pode divertir-se brincando de acionar sua lâmpada ou relê à distância ou ligando alguns aparelhos ao relê para seu acionamento remoto.

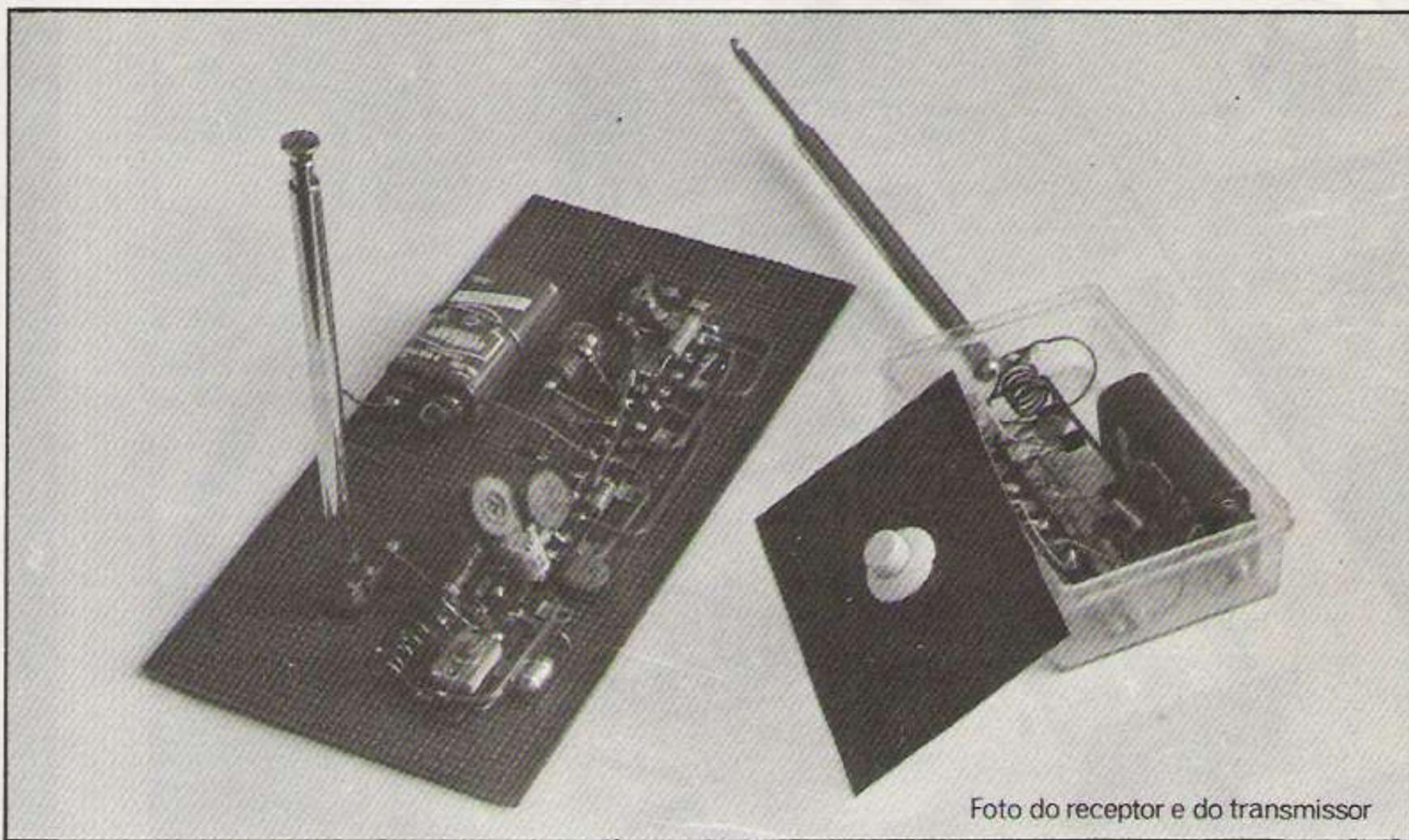


Foto do receptor e do transmissor

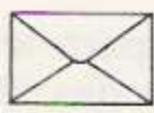
#### LISTA DE MATERIAL

Q1 - BF494 ou equivalente - transistor para RF  
 Q2, Q3, Q4 - BC548 ou BC238 - transistor NPN de silício  
 D1 - 1N60 ou 1N34 - diodo de germânio  
 TP1, TP2 - trim-pots de 47k  
 L1 - bobina de antena (ver texto)  
 XRF1 - choque de RF em resistor de 100k - ver texto  
 Cy - trimer comum  
 C1 - 47  $\mu$ F x 12 V - capacitor eletrolítico  
 C2, C3 - 1 200 pF - capacitor cerâmico  
 C4 - 33 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster  
 C5, C6 - 0,1  $\mu$ F - capacitor cerâmico  
 C7 - 0,2  $\mu$ F ou 220 nF - capacitor cerâmico ou de poliéster (optativo)  
 C8 - 4,7 pF (4p7) - capacitor cerâmico  
 R1 - 47k x 1/8W - resistor (amarelo, violeta, laranja)

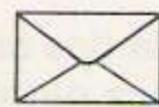
R2 - 10k x 1/8W - resistor (marrom, preto, laranja)  
 R3, R4 - 3,3k x 1/8W - resistor (laranja, laranja, vermelho)  
 R5 - 2,2M x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, verde)  
 R6 - 22k x 1/8W - resistor (vermelho, vermelho, laranja)  
 R7 - 330k x 1/8W - resistor (laranja, laranja, amarelo)  
 R8 - 5,6k x 1/8W - resistor (verde, azul, vermelho)

Diversos: conector para bateria de 9V, antena telescópica, ponte de terminais ou placa de circuito impresso, lâmpada Philips 7121D para a prova, fios, solda, fone de cristal, etc.

Obs: o relê usado deve ser do tipo Schrack ZA 020 006 ou ZK 020 006



# SEÇÃO DO LEITOR



*Nesta seção publicamos projetos enviados por nossos leitores, sugestões e respondemos à perguntas que julgamos de interesse geral, assim como esclarecimentos sobre dúvidas que surjam em nossos projetos. A escolha dos projetos a serem publicados, assim como das cartas que são respondidas nesta seção fica a critério de nosso departamento técnico estando a revista desobrigada de fazer a publicação de qualquer carta ou projeto que julgue não atender a finalidade da mesma.*

## APROVEITAMENTO DE COMPONENTES VELHOS

São muitos os leitores que dispõem de velhos aparelhos eletrônicos fora de funcionamento tais como rádios, gravadores, televisores, amplificadores, etc, e que gostariam de desmontá-los para aproveitar o material nas montagens descritas pela revista Saber Eletrônica.

O aproveitamento de componentes usados é possível desde que estes estejam comprovadamente em bom estado, e esta é justamente a dificuldade maior que o leitor encontra: a sua comprovação.

Em princípio, resistores são os componentes que podem ser aproveitados em maior quantidade pois desde que não apresentem sinais evidentes de alteração de valor (superfície chamuscada ou queimada) podem ser usados em qualquer montagem.

Para os capacitores, o problema, é um pouco mais grave. Os capacitores de papel, principalmente e outros tipos também estão sujeitos a absorção de umidade que tem por consequência o aparecimento de fugas que em alguns casos impede sua utilização em aparelhos mais críticos.

Estes capacitores devem ser provados com o multímetro na sua escala mais alta de resistência, devendo sempre apresentar resistências maiores que 10M (figura 1). Um capacitor que apresente uma resistência menor que isso pode prejudicar o funcionamento de um aparelho que o leitor venha montar.

Para os capacitores eletrolíticos, uma prova deve ser feita, podendo ser usado também o multímetro. Ao se medir a sua resistência, o ponteiro deve dar uma deflexão rápida para a direita e depois voltar mais devagar à posição inicial na esquerda, parando numa resistência que deve ser sempre superior a 1M. Se não houver

deflexão o capacitor se encontra aberto, e se a deflexão for no sentido do ponteiro se fixar em torno de 0, é porque o capacitor se encontra em curto (figura 2).

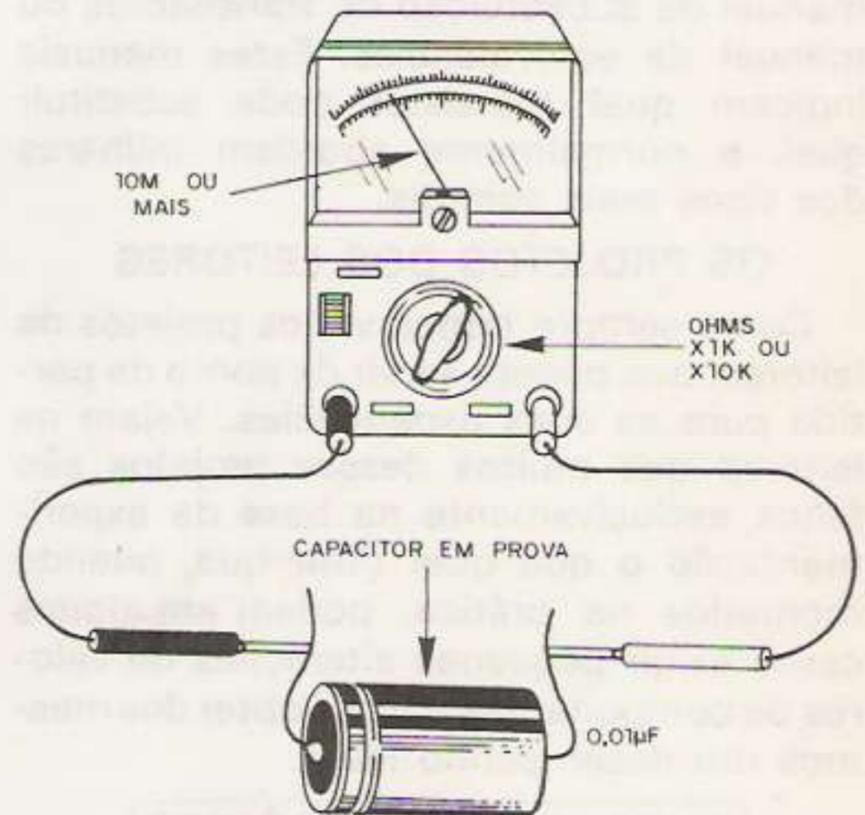


FIGURA 1

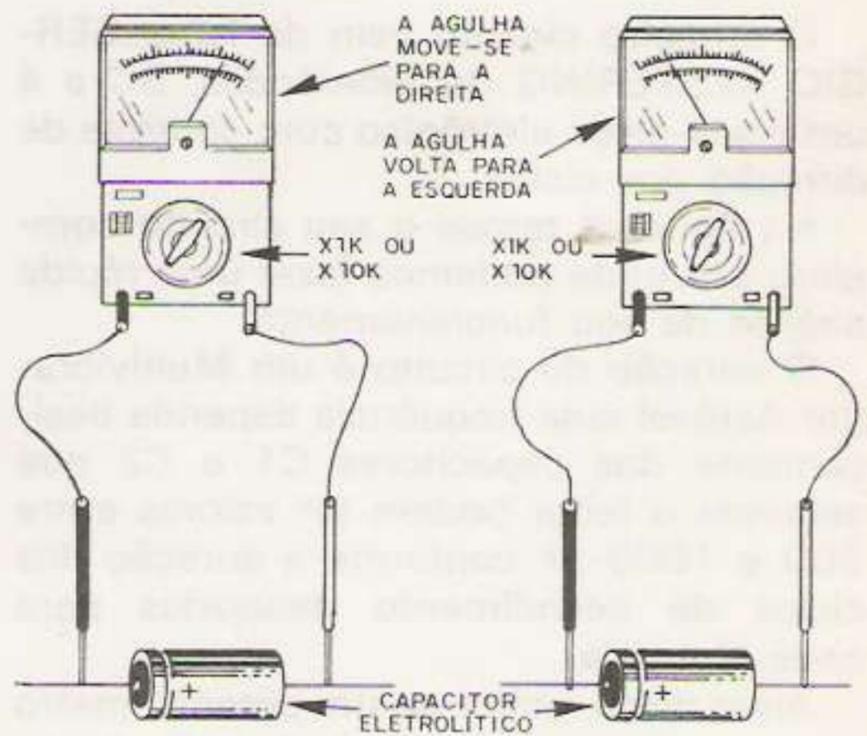


FIGURA 2

Para o aproveitamento de transistores é que temos de tomar mais cuidado. Existem milhares de tipos de transistores diferentes que apresentam características próprias.

Na maioria dos casos, um transistor tem sempre alguns outros que o substituem. O grande problema é encontrar qual pode substituir qual num determinado projeto.

Devemos também observar que na maioria dos aparelhos antigos os transistores usados são de germânio enquanto que nas nossas montagens usamos em sua maioria transistores de silício. Essa diferença impede em muitos casos que seja feita uma substituição direta.

O que aconselhamos ao leitor que tenha muitos transistores e que deseja saber como usá-los e onde, que adquira um manual de substituição de transistores ou manual de equivalências. Estes manuais indicam qual transistor pode substituir qual, e normalmente abordam milhares dos tipos mais comuns.

### OS PROJETOS DOS LEITORES

Como sempre temos vários projetos de leitores, que podem servir de ponto de partida para as suas experiências. Vejam os leitores que muitos desses projetos são feitos exclusivamente na base da experimentação o que quer dizer que, quando montados na prática, podem em alguns casos exigir pequenas alterações de valores de componentes para se obter dos mesmos um desempenho ideal.

#### PISCA-PISCA ELETRÔNICO

O primeiro circuito vem do leitor SERGIO KESTERING de Siderópolis, SC e é um pisca-pisca eletrônico com controle de duração dos ciclos.

Na figura 3 temos o seu circuito completo por onde podemos fazer uma rápida análise de seu funcionamento.

O coração do circuito é um Multivibrador Astável cuja frequência depende basicamente dos capacitores C1 e C2 que segundo o leitor podem ter valores entre 200 e 1000  $\mu\text{F}$  conforme a duração dos ciclos de acendimento desejados para cada lâmpada.

Além disso, utiliza-se um potenciômetro como controle adicional de frequência, ou seja, como controle fino de frequência.

Como sabemos, em um multivibrador, cada transistor conduz a corrente alternadamente numa velocidade que depende dos valores dos capacitores e dos resistores de polarização. Estes transistores são

ligados ao eletrodo de disparo de dois SCRs que fazem a alimentação das lâmpadas.

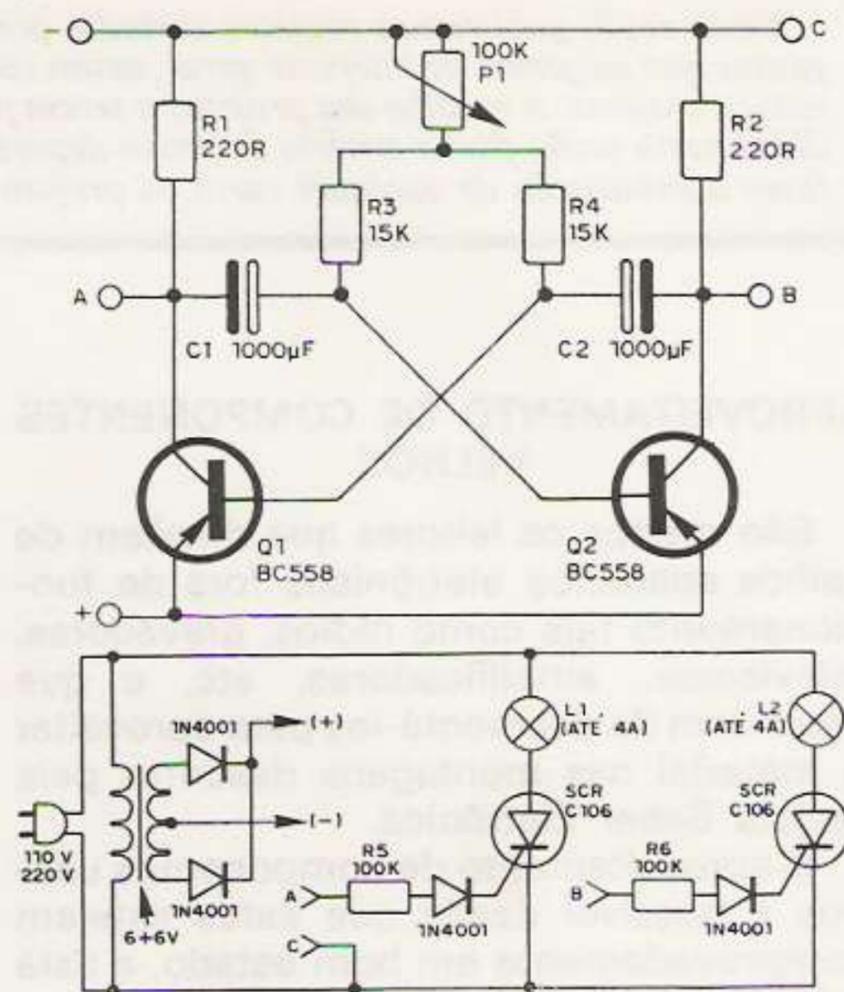


FIGURA 3

Com a utilização de SCRs do tipo C106, MCR106 ou TIC106 pode-se alimentar dois conjuntos de lâmpadas de até 400W cada um na rede de 110V. Estes componentes devem, no entanto, no caso de potências maiores que 100W ser montados em irradiadores de calor.

No diagrama dado pelo leitor temos todos os valores dos componentes usados. O transformador tem um enrolamento primário de acordo com a rede local, e seu secundário de 6 - 0 - 6 V com corrente de pelo menos 100 mA.

#### SINTONIZADOR DE FM

Este circuito enviado pelo leitor ANDERSON FERREIRA DE MAGALHÃES LEITE, de 17 anos, da cidade de Volta Redonda - RJ, é uma solução econômica para os que procuram um sintonizador de FM para a montagem. Com alteração nas suas bobinas funciona também como um receptor de VHF servindo portanto para voce ouvir as comunicações de aviões, polícia, rádio-amadores, etc.

Na figura 4 temos o circuito completo do sintonizador com os valores dos componentes usados.

Este aparelho pode ser dividido em três etapas para análise de funcionamento.

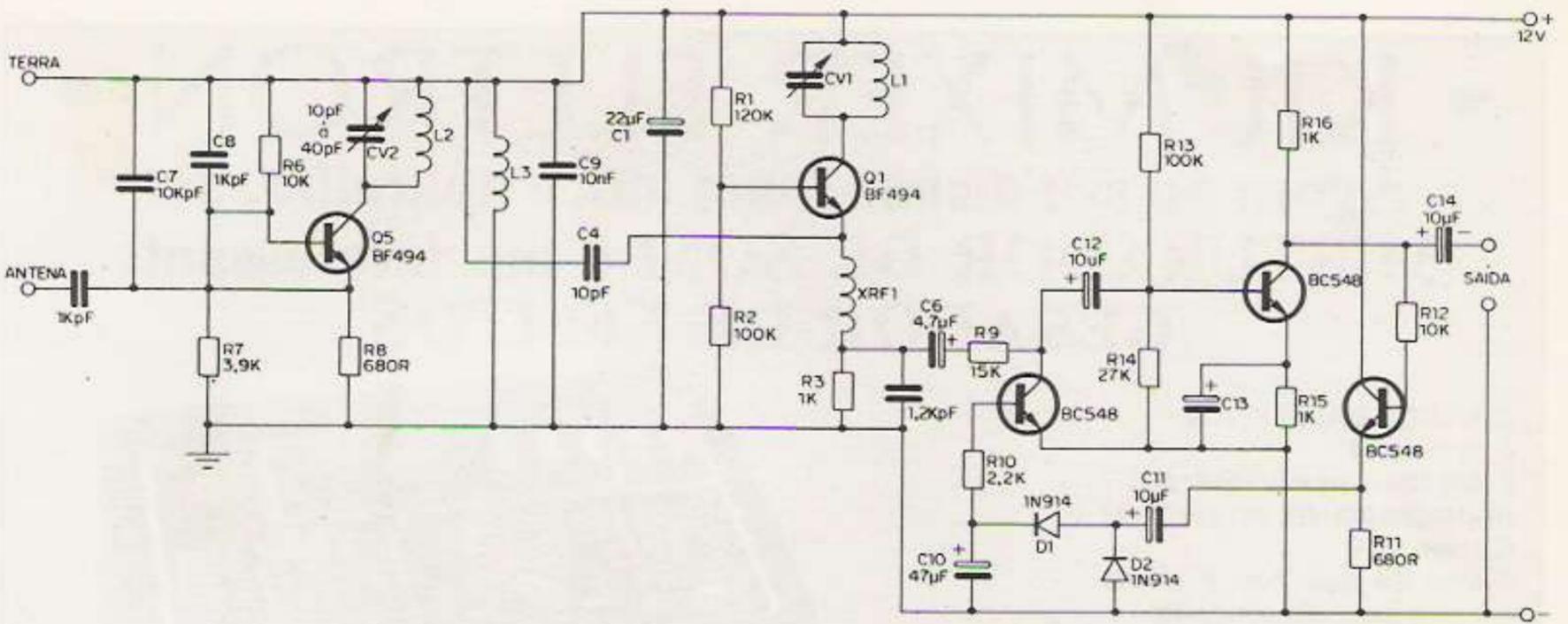


FIGURA 4

A primeira etapa consiste num detector super-regenerativo que oscila entre 26 kHz e 50 kHz, havendo neste caso um componente algo crítico que deve ser experimentado pelo leitor. Trata-se do capacitor C3 que pode ter valores entre 4,7 pF e 10 pF. O choque de RF consiste em 50 ou 60 espiras de fio 34 AWG enroladas num resistor de 100k.

A segunda etapa é formada por um reforçador de sinais onde o componente

crítico é a bobina L2 que deve ter de 6 à 8 espiras de fio 18 AWG e L3 que tem 3,5 voltas do mesmo fio sendo montadas próximas para que haja um bom acoplamento entre elas.

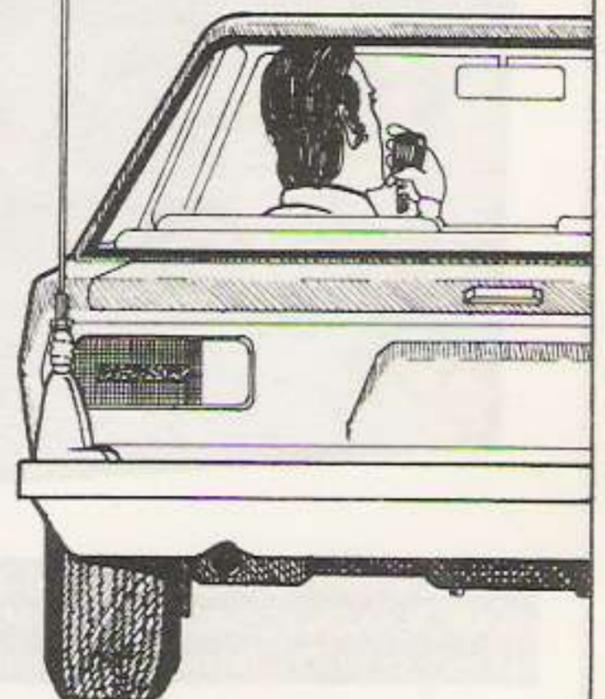
O sinal de áudio obtido do detector super-regenerativo é levado à terceira etapa que consiste num pré-amplificador de áudio com 3 transistores.

A saída do circuito deve então ser ligada à entrada de qualquer amplificador.

# PX!

## AOS LEITORES INTERESSADOS SOBRE O ASSUNTO PX (prefixados ou não)

ESTAMOS RECEBENDO SUGESTÕES SOBRE TEMAS QUE GOSTARIAM QUE FOSSEM ABORDADOS PELA REVISTA (antenas, equipamentos, instalação, etc.)





# TESTE E IDENTIFICAÇÃO DE TRANSISTORES

*Uma das maiores dificuldades encontradas pelo iniciado em eletrônica é, sem dúvida alguma, o manuseio e os testes de um transistor. Neste artigo vamos descrever os principais "macetes" e ainda, a construção de um teste de transistores que possibilita a verificação dos mesmos em condições estáticas de funcionamento.*

Existem vários tipos de transistores, cada qual com suas características típicas de potência, corrente, tensão, ganho e outros inúmeros parâmetros. Dentre toda essa variedade, podemos separar um grupo com certas características comuns, de forma que sua aplicação possa ser chamada de uso geral. Nesse grupo, um transistor pode ser utilizado em substituição à outro desse mesmo grupo, sem causar problemas no desempenho. Nas tabelas 1, 2 e 3 pode ser vista a relação dos transistores para uso geral, bem como a relação de diodos equivalentes.

NPN		
BC107	BC208	BC384
BC108	BC209	BC407
BC109	BC237	BC408
BC147	BC238	BC409
BC148	BC239	BC413
BC149	BC317	BC414
BC171	BC318	BC547
BC172	BC319	BC548
BC173	BC347	BC549
BC182	BC348	BC582
BC183	BC349	BC583
BC184	BC382	BC584
BC207	BC383	

Tabela 1

PNP		
BC157	BC253	BC352
BC158	BC261	BC415
BC177	BC262	BC416
BC178	BC263	BC417
BC204	BC307	BC418
BC205	BC308	BC419
BC206	BC309	BC512
BC212	BC320	BC513
BC213	BC321	BC514
BC214	BC322	BC557
BC251	BC350	BC558
BC252	BC351	BC559

Tabela 2

Diodos de Silício		Germânio
BA127	BA318	OA85
BA217	BAX13	OA91
BA218	BAY61	OA95
BA221	1N914	AA116
BA222	1N4148	
BA317		

Tabela 3

Especificações mínimas para as tabelas 1 e 2.

$V_{ce0}$	$I_c$	$h_{fe}$	$P_{tot}$	$F_t$
máx	máx	mín	máx	mín
20V	100mA	100	100mW	100MHz

O reconhecimento de um transistor através de seu código, pode ser feito da seguinte forma:

Para tipos empregados em rádio e televisão bem como outros tipos de aparelhos de consumo, o código consiste em duas letras e três algarismos. Para tipos específicos de alta confiabilidade ou aplicações industriais, o código consiste em três letras e dois algarismos. Para as letras temos os seguintes significados:

#### Primeira Letra

- A - dispositivos com uma ou mais junções, constituídos por cristais de germânio com margem de banda proibida entre 0,6 e 1,0 eV.
- B - dispositivos com uma ou mais junções, constituídos por cristais de silício com margem de banda proibida entre 1,0 e 1,3 eV.
- C - dispositivos com uma ou mais junções, constituídos por cristais de arsenito de gálio ou arsenito fosfeto de gálio com margem de banda proibida igual ou superior a 1,3 eV.
- D - dispositivos com uma ou mais junções, constituídos por cristais de anti-

moneto de índio com margem de banda proibida inferior a 0,6 eV.

- R - dispositivos com junções que utilizam materiais como os empregados em células fotocondutoras e geradores de efeito Hall.

#### Segunda Letra

- A - diodos detetores, diodos de comutação e diodos misturadores.
- B - diodos de capacitância (diodos vari-cap).
- C - transistores para áudio frequência de baixa potência.
- D - transistores para áudio frequência de potência.
- E - diodo tunel.
- F - transistores para rádio frequência.
- L - transistores de potência para rádio frequência.
- P - dispositivos sensíveis a radiações.
- Q - dispositivos geradores de radiações.
- R - dispositivos de controle e comutação, com disparo elétrico.
- S - transistores para comutação.
- T - dispositivos de potência para controle e comutação com disparo por efeito luminoso ou elétrico.
- U - transistores de potência para comutação.
- X - diodos multiplicadores, varactores.
- Y - diodos retificadores.
- Z - diodos de referência ou reguladores, diodos zener.

Os números que seguem as letras são utilizados apenas para ordenação, sem significado técnico. As letras que aparecem logo após os números de ordenação indicam o ganho de corrente, ou seja, beta,  $h_{fe}$ . Assim sendo, temos para as letras:

- A - ganho de 125 à 260
- B - ganho de 240 à 500
- C - ganho de 450 à 900

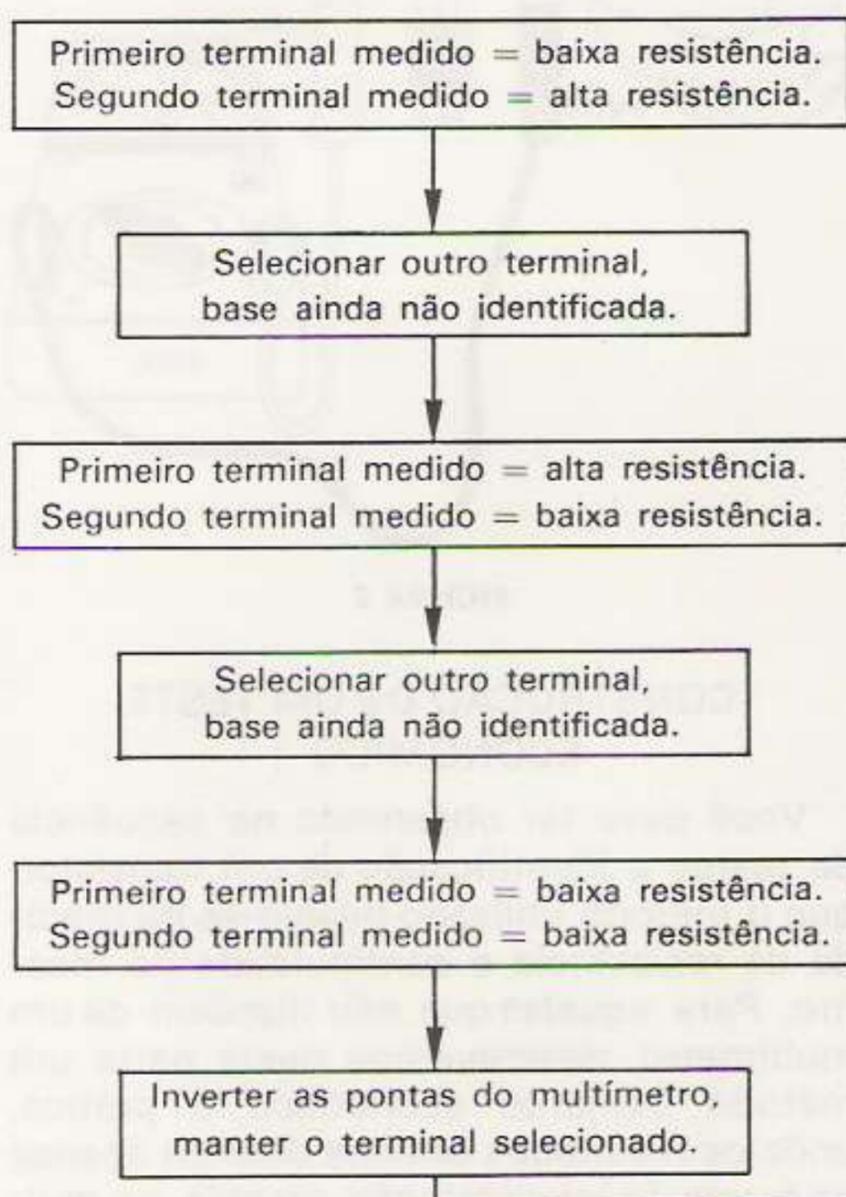
Exemplo: BC238C = transistor de silício, áudio frequência, baixa potência, com um ganho de corrente situado entre 450 à 900.

#### IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DE UM TRANSISTOR

Através de um multímetro, podemos testar e identificar os terminais de base,

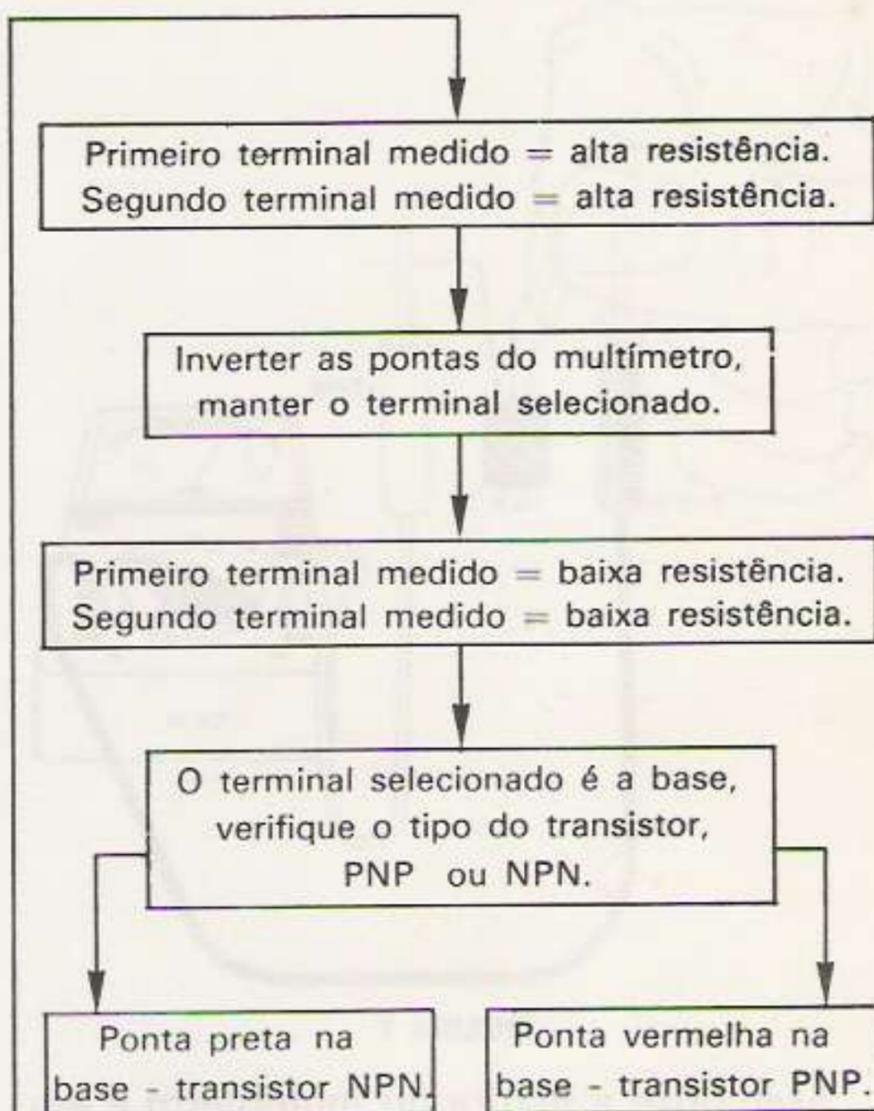
coletor e emissor, bem como se o transistor em teste é PNP ou NPN, neste último caso, devemos lembrar que na maioria dos multímetros as pontas de prova, quando em escala de resistência, apresentam um potencial contrário às cores vermelha e preta, ou seja:

Ponta preta = tensão positiva (+)  
 Ponta vermelha = tensão negativa (-)



## IDENTIFICAÇÃO DO TERMINAL DE BASE

Selecionamos um dos três terminais, geralmente o central. Polariza-se o terminal selecionado com uma das pontas de multímetro, na escala de baixa resistência (RX1 ou RX10), com a outra ponta medimos os dois terminais restantes. O multímetro deve apresentar uma das seguintes leituras:



### Observação

A sequência acima não determina uma obrigatoriedade, portanto dependendo da posição das pontas e do terminal selecionado ao acaso, você pode encontrar qualquer uma das possibilidades. Para um transistor reconhecidamente bom, somente são válidas as três últimas sequências de testes.

## IDENTIFICAÇÃO DOS TERMINAIS DE COLETOR E EMISSOR

Uma vez selecionado o terminal de base, existe a ambiguidade entre o coletor e o emissor que deve ser eliminada. Para transistores de germânio, a identificação é bastante simples. Inicialmente devemos saber se o transistor é PNP ou NPN.

Para um transistor de germânio PNP, a menor resistência entre coletor e emissor é obtida quando a ponta preta estiver no emissor e a vermelha no coletor.

Para um transistor de germânio NPN, a menor resistência entre coletor e emissor é obtida quando a ponta vermelha estiver no emissor e a preta no coletor.

O método acima só é válido para transistores de germânio. Quando o transistor for de silício, devemos proceder da seguinte forma:

Seleciona-se, ao acaso, um dos dois terminais desconhecidos. O terminal selecionado é o suposto coletor. Para transistor PNP o coletor é negativo. Para transistor NPN o coletor é positivo.

Seguindo a regra acima, alimentamos o transistor com o multímetro na escala de RX 1k, lembrando que o potencial das pontas de teste é contrário às cores.

Em seguida, com os mesmos dedos que estamos segurando a ponta de prova junto ao suposto coletor, seguramos o terminal de base, tomando o máximo de cuidado para que este não encoste no suposto coletor. (figura 1).

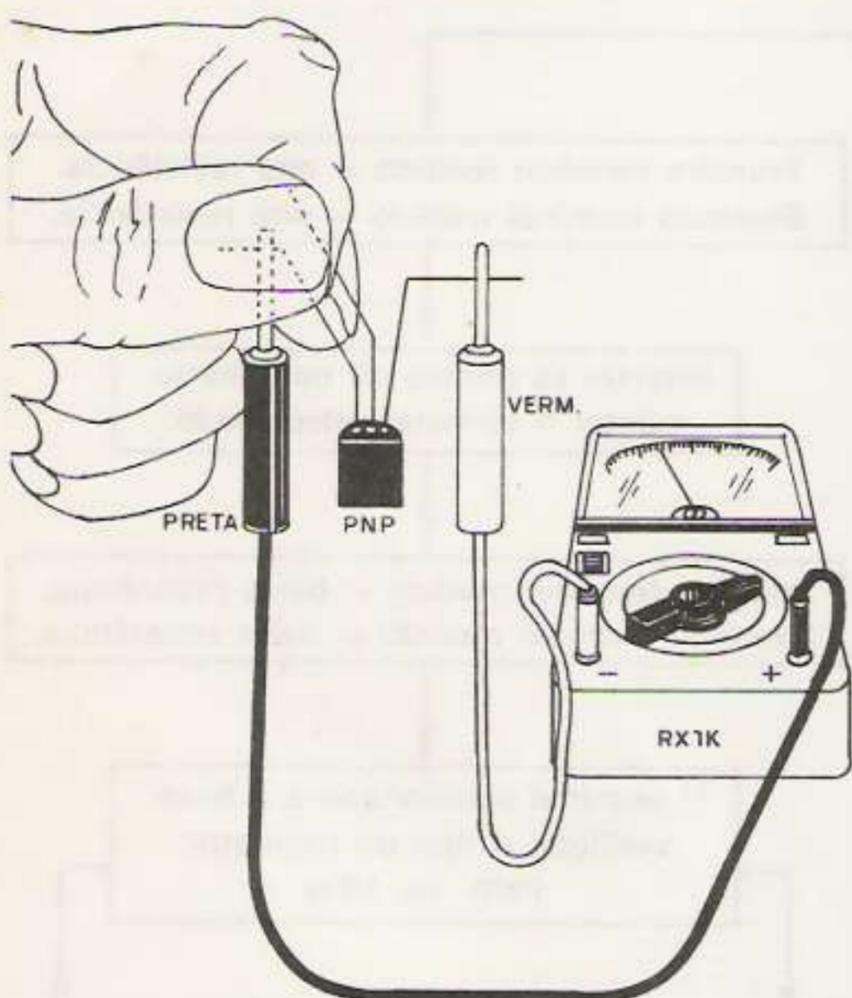


FIGURA 1

Memorize a leitura do multímetro e em seguida faça o mesmo com o transistor invertido, mantendo as pontas do multímetro (figura 2).

Compare agora a segunda leitura no multímetro com a primeira. A menor resistência ocorre quando a base estiver em contato resistivo através dos dedos com o coletor verdadeiro. Você pode umedecer ligeiramente os dedos para diminuir a

resistência da pele, bem como apertar firmemente para obter o mesmo resultado.

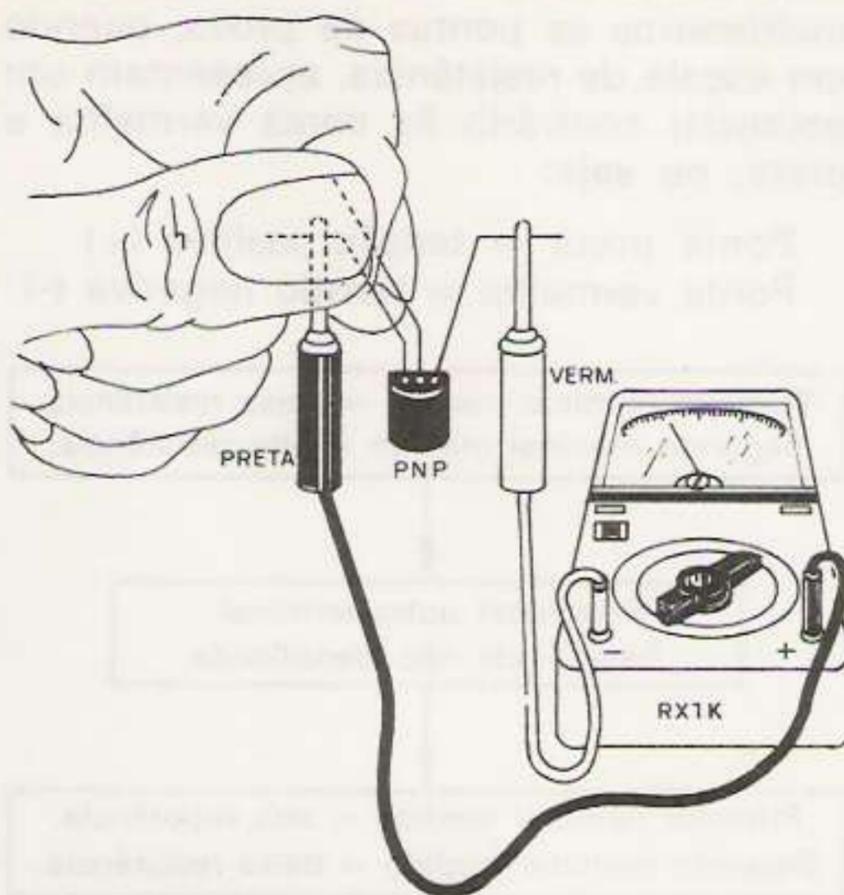


FIGURA 2

### CONSTRUÇÃO DE UM TESTE ECONÔMICO

Você deve ter observado na sequência de testes e identificação de um transistor, que o método utilizado baseia-se na medida de resistência e continuidade do mesmo. Para aqueles que não dispõem de um multímetro, descrevemos nesta parte um método bastante econômico e prático, onde os resultados obtidos diferem apenas na forma de interpretação, ou seja, no multímetro os resultados devem ser analisados através de um miliamperímetro e no método ora descrito, o resultado é interpretado através de dois diodos leds.

Para melhor entendimento, vamos comparar o circuito básico de um multímetro quando na escala de resistência, com o circuito do teste por nós proposto. (figura 3)

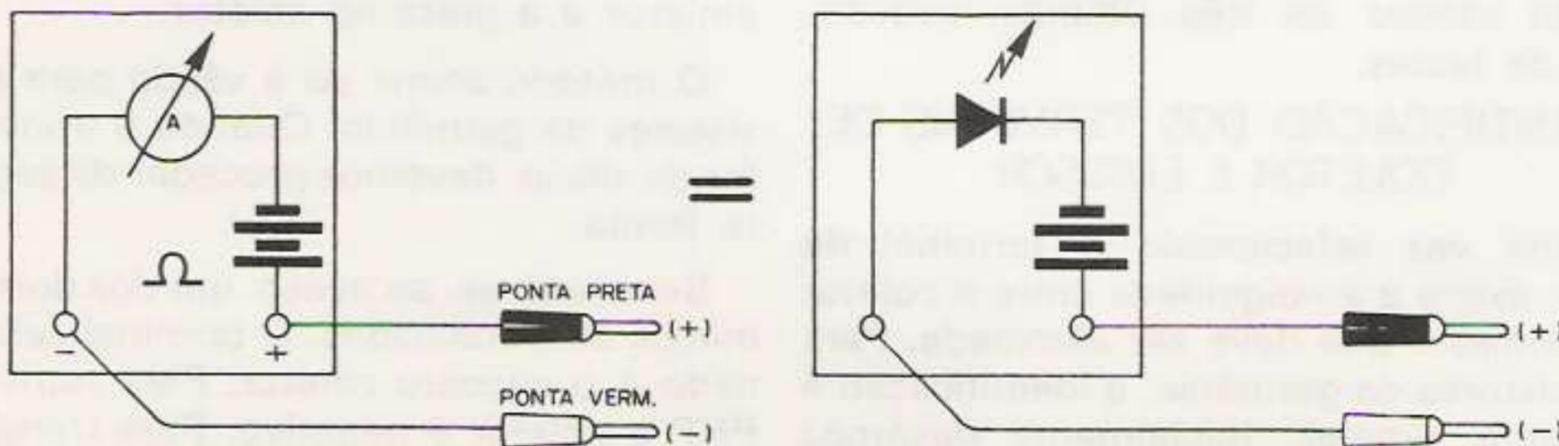


FIGURA 3

Para maior facilidade de teste, incorporamos no circuito, o resistor R1 e a chave inversora de polaridade. Através de R1, é possível determinar o ganho do transistor em três alcances: Beta A, B e C. Os diodos D1 e D2 determinam se o transistor em prova é do tipo PNP ou NPN, bem como se o mesmo está em curto ou aberto. A figura 4 mostra o circuito completo do teste para transistores.

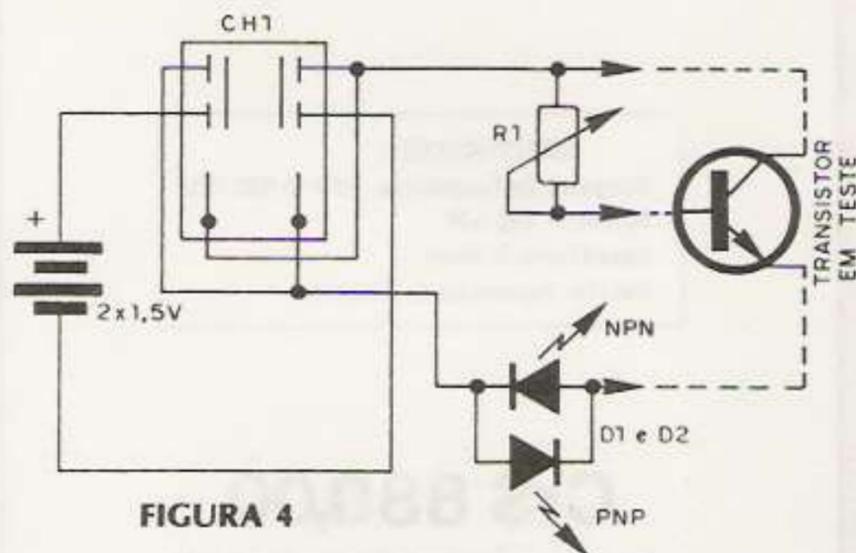


FIGURA 4

### COMO UTILIZAR O TESTE

Sem considerar a garra referente a base, utilizando somente as referentes ao coletor e emissor, você pode proceder como se o aparelho fosse um multímetro em escala de Ohms, com a vantagem de poder inverter o potencial das pontas através da chave PNP/NPN. O resultado verifica-se através dos diodos leds. Veja a figura 5.

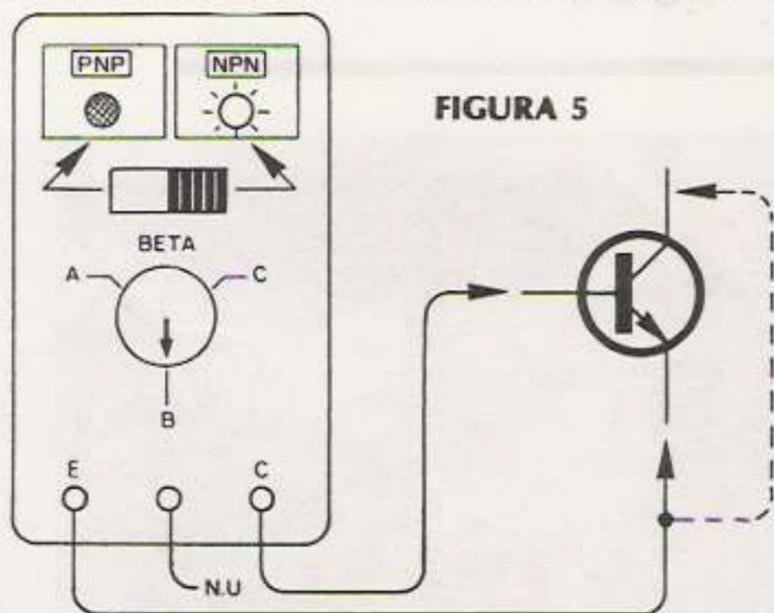


FIGURA 5

Para testar o transistor em condições estáticas de funcionamento, devemos inicialmente localizar o terminal de base e em seguida alimentá-lo conforme a indicação dos diodos leds (se PNP ou NPN), nenhum dos leds deve acender. Em seguida, ligamos a garra referente ao terminal de base e o led correspondente ao tipo do transistor deve acender. Ajustamos o con-

trole de Beta para que o led permaneça à meia intensidade, caso isso não aconteça, devemos inverter as garras referentes ao coletor e emissor. Uma vez ajustado o brilho do led para meia intensidade, procedemos da seguinte forma:

Curtocircuitar Base/Coletor = intensidade do led aumenta.

Curtocircuitar Base/Emissor = o led deve apagar.

### INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS DO TESTE

Os dois leds acendem com a mesma intensidade ao mudar a chave PNP/NPN = transistor em curto.

Nenhum dos leds acende ao mudar a chave PNP/NPN = controle de Beta incorreto ou transistor aberto.

O led contrário ao tipo acende com pouca intensidade = transistor com fuga excessiva entre coletor e emissor.

Na figura 6, damos uma sugestão para a confecção do painel do teste de transistores.

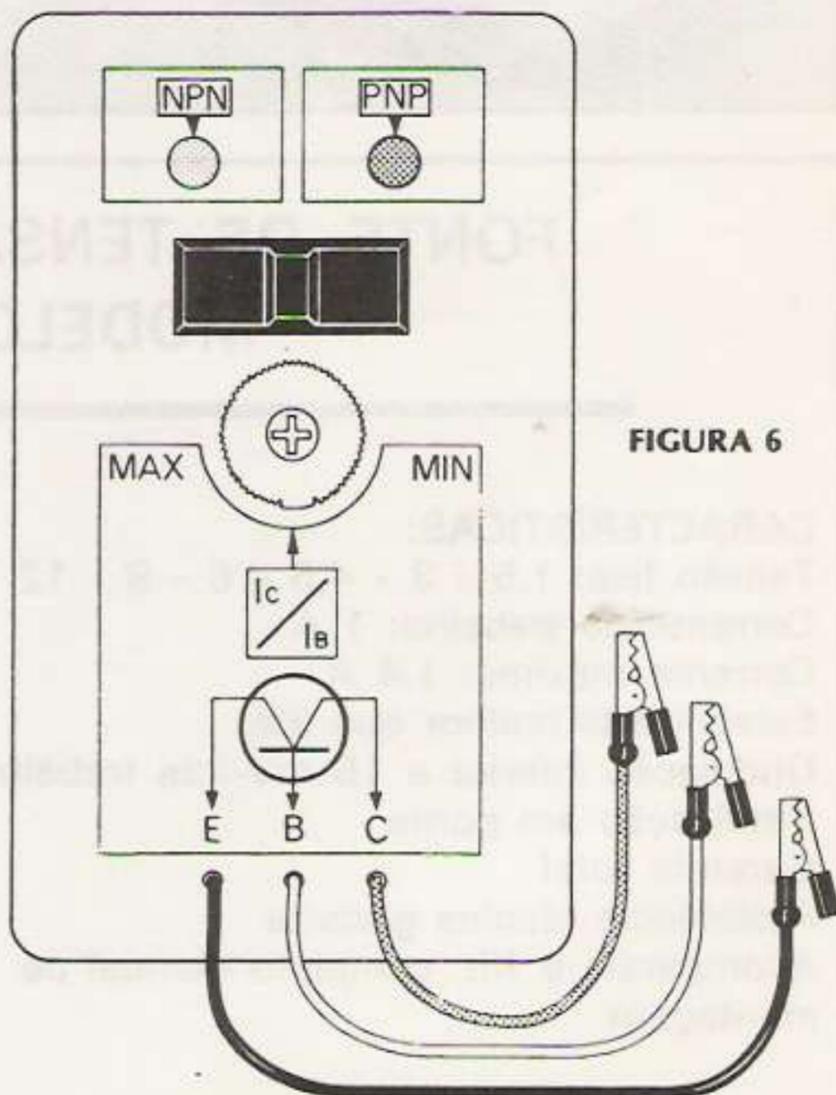
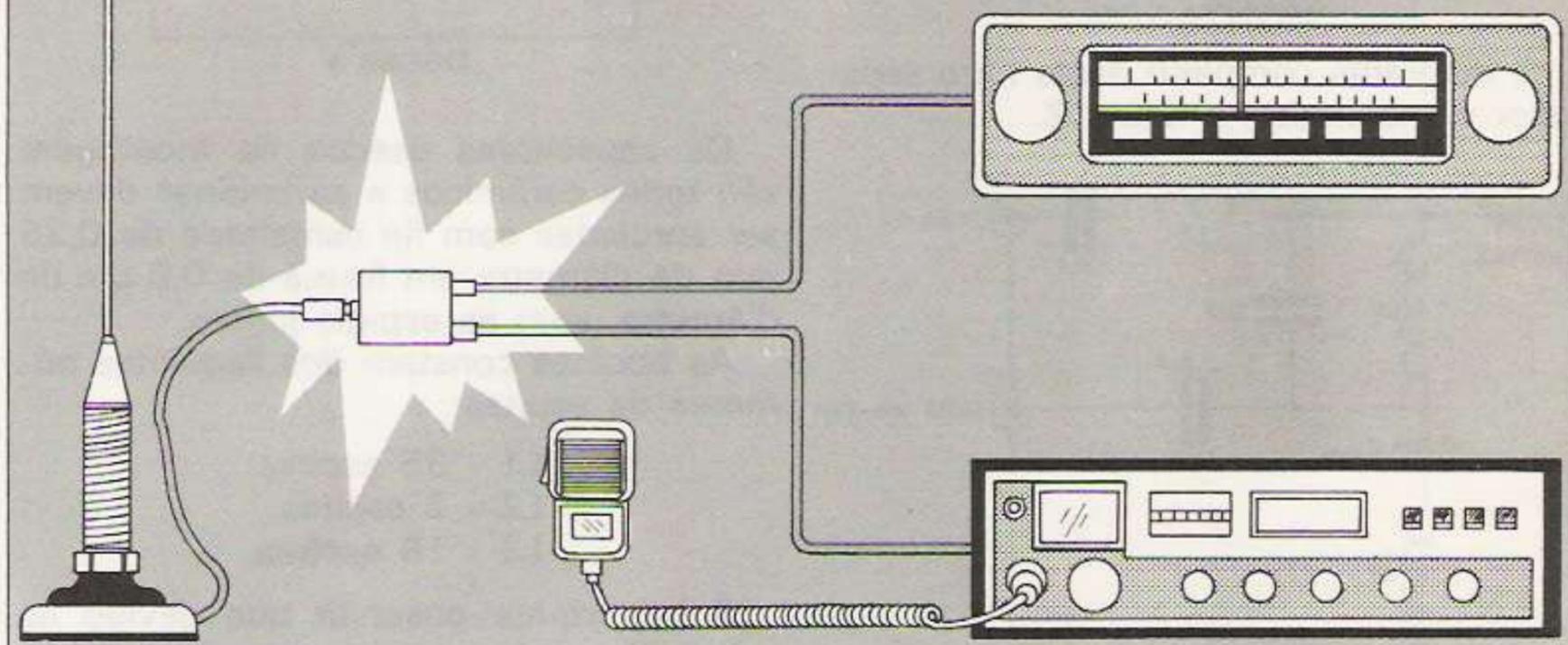


FIGURA 6

### LISTA DE MATERIAL

- R1 - potenciômetro de 100k
- D1, D2 - diodos leds
- CH1 - chave HH
- Diversos: 3 garras jacaré, 2 pilhas de 1,5V, caixa, fios, solda, etc.

# SEPARADOR de SINAIS para **AM·FM·PX**



*Eis aqui um interessante filtro separador que permite utilizar a mesma antena do carro para a recepção dos sinais AM, FM e PX (faixa do cidadão), sem a necessidade de qualquer chave comutadora.*

Com a difusão maior de equipamentos para a faixa do cidadão vemos em grande quantidade, carros com as características antenas para este tipo de comunicação circulando por nossas ruas. Entretanto, algo que nem sempre agrada o possuidor de um equipamento PX é a necessidade de se utilizar uma antena de dimensões pouco modestas, e além disso ter de manter a antena original para a recepção dos sinais de AM e FM no rádio normal.

Com o filtro que sugerimos neste artigo é possível usar a mesma antena para receber os sinais de FM, AM e PX, separando-os de modo que o rádio PX receba somente as frequências correspondentes a esta faixa e o rádio AM, FM, somente os sinais referentes a estas faixas.

O princípio de funcionamento deste filtro é simples de ser entendido: usamos dois filtros passa faixas, ou seja, circuitos que se caracterizam por deixar passar somente uma determinada faixa de frequências que depende naturalmente do dimensionamento de seus componentes.

Na figura 1 temos o diagrama que nos permite analisar o comportamento do filtro nas diferentes frequências de operação.

O nível de 0 dB neste gráfico serve de referência para indicar as frequências que passam sem atenuação, e abaixo deste nível temos as diversas atenuações que ocorrem com as frequências em que desejamos que isso ocorra.

Veja então que até os 4,5 MHz aproximadamente os sinais de AM não sofrem qualquer atenuação, e que somente a partir deste ponto é que temos uma redução gradativa dos sinais. Em torno dos 18 MHz por exemplo, os sinais de AM já sofrem uma atenuação de 20 dB, e neste ponto começa a diminuir a rejeição dos sinais da saída de PX.

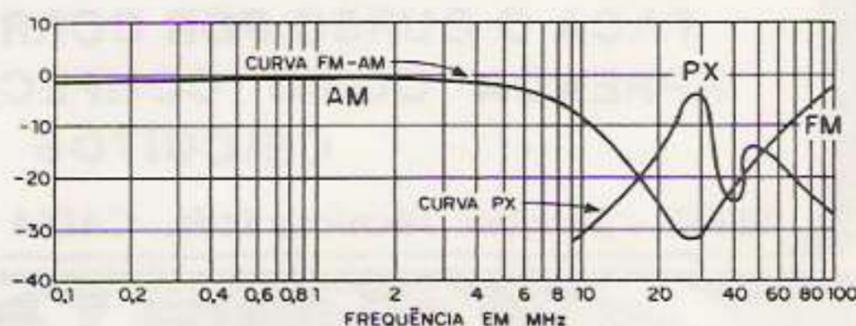


FIGURA 1

É justamente em torno dos 27 MHz no centro da faixa destinada aos PX que a atenuação dos sinais de AM está em torno de 30dB.

Acima dos 27 MHz, começa novamente uma redução da atenuação dos sinais da saída destinada ao auto-rádio com a finalidade de deixar passar os sinais de FM. Já em 60 MHz a atenuação destes sinais é de apenas 10 dB e em 88 MHz a atenuação praticamente é nula.

### MONTAGEM

O diagrama completo deste filtro separador é mostrado na figura 2.

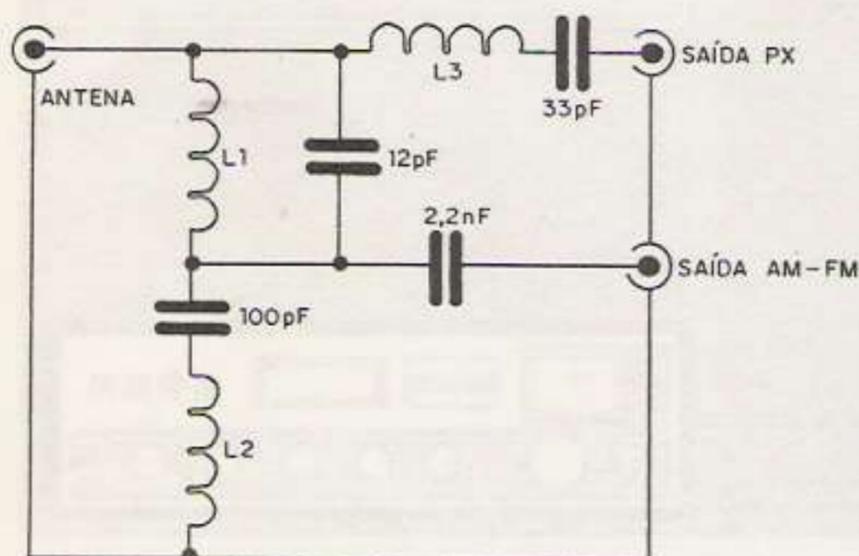


FIGURA 2

Para que seu funcionamento seja perfeito alguns cuidados devem ser tomados. Assim, a ligação à antena e às entradas dos receptores deve ser feita com cabos coaxiais do tipo RG 52 U e o conjunto de bobinas e capacitores que formam o circuito devem ser instalados numa caixa blindada.

É importante também que todas as bobinas sejam posicionadas no interior da caixa de modo que não haja acoplamentos entre elas.

Cada bobina deve portanto ficar em posição perpendicular a outra, conforme sugere a figura 3.

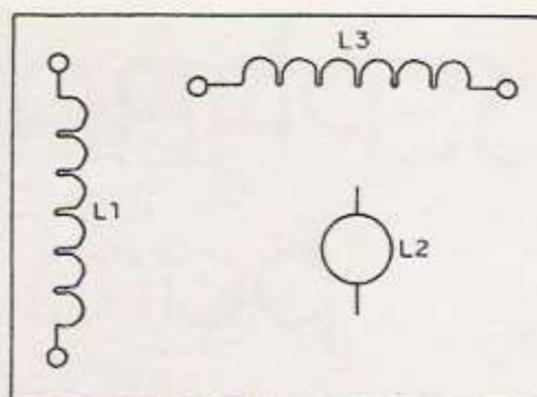


FIGURA 3

Os capacitores usados na montagem são todos cerâmicos e as bobinas devem ser enroladas com fio esmaltado de 0,35 mm de diâmetro em forma de 0,5 cm de diâmetro, com as espiras juntas.

As bobinas constam dos seguintes números de espiras:

- L1 - 35 espiras
- L2 - 7 espiras
- L3 - 18 espiras

É importante observar que devido às tolerâncias dos componentes talvez sejam necessárias modificações nas bobinas para se obter o funcionamento ideal deste filtro.

### OBSERVAÇÃO IMPORTANTE

Na transmissão com este circuito, o rádio AM ou FM deve, obrigatoriamente, ser mantido desligado para que os fortes sinais de RF gerados nestas condições não afetem seu circuito de entrada. Como este circuito apresenta uma certa atenuação na faixa de PX, esta deve ser considerada na transmissão, havendo a eventual necessidade de pequenas alterações nos componentes, para melhorar o rendimento nesta operação.

## CIRCUITOS IMPRESSOS - PROCESSO SILK SCREEN

FAÇA O CURSO POR CORRESPONDÊNCIA DA SETEL E  
APRENDA COMO CONFECCIONAR SEUS PRÓPRIOS  
CIRCUITOS IMPRESSOS

SETEL - Serviços Técnicos Ltda. CAIXA POSTAL 258 - CEP 88300 - ITAJAÍ - SC



# RADIO SHOP

O SUPERMERCADO DE ELETRÔNICA

MATRIZ: R. Vitória, 339 - Tel.: 221-0213, 221-0207 - S. Paulo - SP

FILIAL: Av. Visc. de Guarapuava, 3.361 - Tel.: 232-3781 - Curitiba - PR

**ABERTA ATÉ 20 hs - SÁBADOS ATÉ 18 hs**

# CURSO DE ELETRÔNICA<sup>©</sup>

## LIÇÃO 43

Ainda temos muito que estudar sobre os transistores, para entender realmente a importância deste componente na eletrônica. Assim, a análise do funcionamento do transistor como amplificador, foi apenas o ponto de partida dado na lição anterior para a compreensão exata de tudo que pode fazer este componente. Nesta lição, ainda falaremos dos transistores em seu funcionamento básico, das maneiras como eles podem ser ligados num circuito e das características que eles apresentam nestas condições.

### 103. Transistores PNP e NPN em funcionamento

No item anterior, dado na lição 42 tomamos como exemplo de amplificador com transistor um do tipo NPN, verificando-se que este componente apresentava na ligação indicada a propriedade de inverter a fase dos sinais a ele aplicados.

E se for usado um transistor PNP em lugar de um NPN, será que ocorre a mesma coisa?

Na figura 522 temos então a maneira de se ligar um transistor PNP para que ele possa funcionar convenientemente.

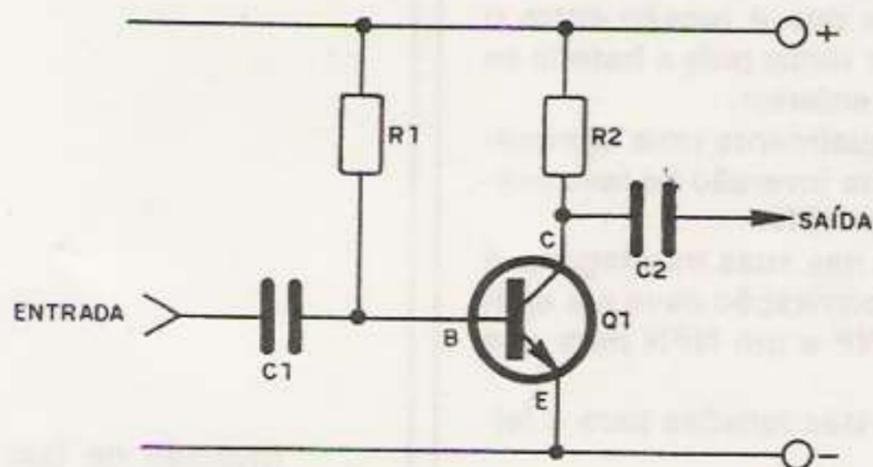


figura 522

Do mesmo modo que no caso do transistor NPN tomado como exemplo no item anterior, devemos polarizar a junção base-emissor no sentido direto para que ele funcione. Veja então que isso é obtido com a ligação de uma bateria ao contrário do que foi feito no caso do transistor NPN.

Para a corrente que circulará entre o coletor e o emissor ocorre o mesmo, de modo que a bateria desta parte do circuito tem sua polaridade invertida em relação ao que ocorre com um transistor NPN.

Polarização NPN e PNP

Mas, exatamente como no caso do transistor NPN, no transistor PNP a intensidade da corrente que circula entre o coletor e o emissor depende da intensidade da corrente que circula entre a base e o emissor.

Conforme o tipo de transistor, ou seja, seu ganho, a corrente de coletor será um determinado número de vezes maior que a corrente de base que a provoca.

Com as variações da corrente ocorre o mesmo que no caso dos NPN.

Na figura 523 temos a ligação de um transistor PNP para amplificar sinais alternantes. Veja que o modo de ligação é exatamente o mesmo dos NPN, diferindo apenas a polaridade das baterias.

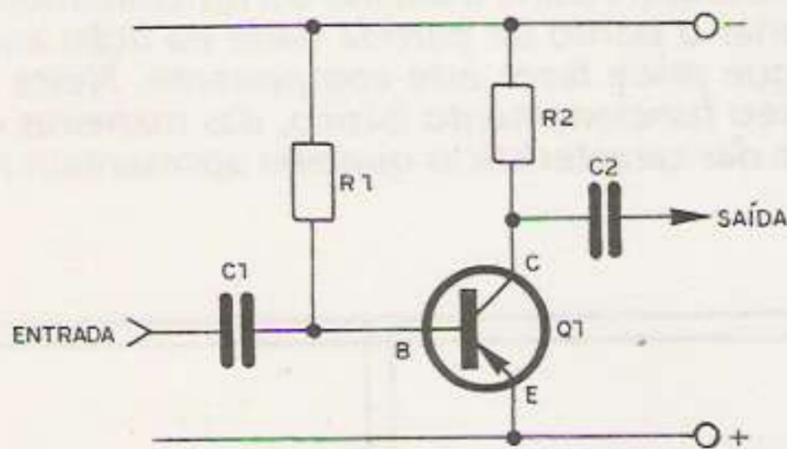


figura 523

Quando aplicamos um sinal alternante, senoidal por exemplo, na entrada deste circuito, nos semiciclos positivos dada a polaridade da bateria, este sinal faz com que a tensão entre o emissor e a base se reduza, reduzindo-se conseqüentemente a corrente correspondente. Nestas condições reduz-se também a corrente entre o coletor e o emissor já que o transistor passa a apresentar uma resistência mais elevada.

Considerando então o divisor de tensão formado pelo resistor de coletor e o próprio transistor, vemos que a tensão entre o coletor e o emissor do transistor também reduz pois a bateria se encontra invertida em relação ao caso anterior.

Ao aumento da tensão corresponde igualmente uma diminuição da tensão de saída com a conseqüente inversão de fase exatamente como no caso dos transistores NPN.

Para o leitor que vai usar transistores nas suas montagens é muito importante lembrar que tipo de polarização deve ser aplicada aos elementos de um transistor PNP e um NPN para que eles funcionem apropriadamente.

Na figura 524 temos representadas estas tensões para o leitor lembrar-se com mais facilidade:

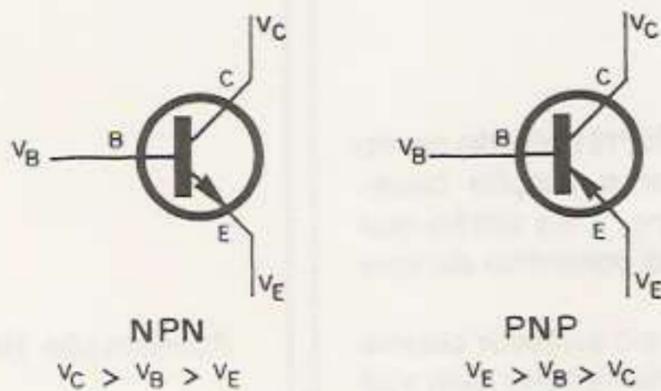


figura 524

Ganho

Amplificação

Inversão de fase

Resumindo estes casos:

Transistores NPN: base positiva em relação ao emissor

Coletor positivo em relação à base e ao emissor

Transistor PNP: base negativa em relação ao emissor

Coletor negativo em relação ao emissor e base

Um fato importante que deve ser levado em conta quando usamos os transistores na prática é a possibilidade de se eliminar uma das baterias de polarização.

Podemos polarizar perfeitamente o transistor e levá-lo ao seu funcionamento normal com apenas uma bateria, conforme mostra o circuito da figura 525 em que tomamos novamente um transistor NPN como base. Analisemos o funcionamento deste circuito.

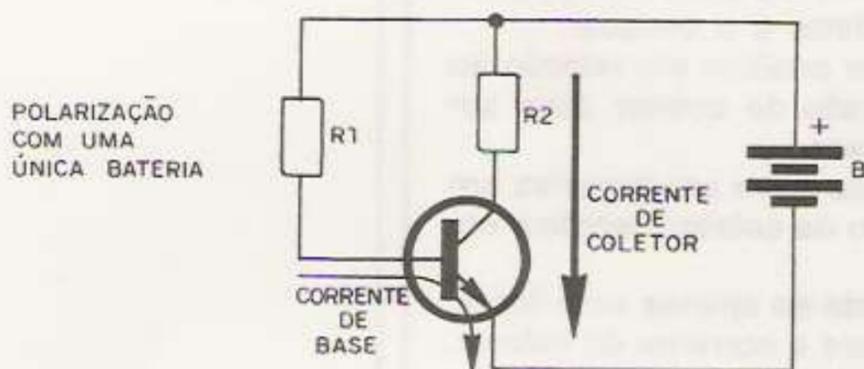


figura 525

Uma única bateria fornece alimentação para o circuito que polariza a junção base-emissor e para o circuito principal, ou seja, para a carga do transistor.

As setas na figura 525 indicam os sentidos de circulação das correntes no funcionamento normal. O resistor R1 determina a intensidade da corrente de base e em sua consequência é estabelecida a corrente de coletor.

Veja que, como a corrente de base é muito mais fraca que a corrente de coletor, a resistência usada na polarização da base do transistor no circuito é normalmente bem maior que a resistência usada no coletor.

Os valores exatos das resistências que devem ser usadas dependem de muitos fatores, conforme os leitores verão, o que significa que, para cada projeto um cálculo especial deve ser feito.

O modo de se levar o transistor ao funcionamento desejado com uma única bateria que mostramos ao leitor não é único, e na verdade nem é o melhor. Conforme teremos oportunidade de ver este método de polarizar um transistor apresenta alguns inconvenientes, mas isso será assunto de outro item de nosso curso.

Na figura 526 completamos este item com a ligação de uma única bateria na polarização de um transistor do tipo PNP. Observe sua polaridade e o sentido de circulação das correntes.

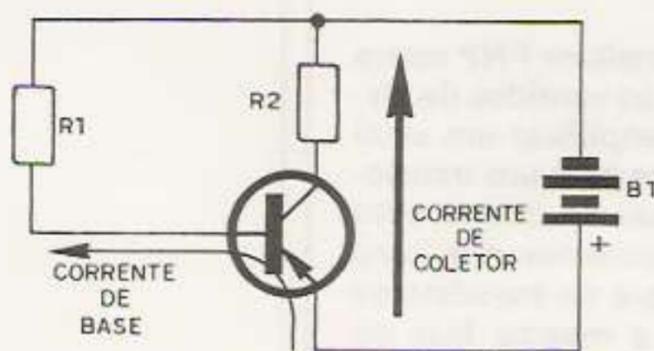


figura 526

Uma bateria de polarização

Vários modos de ligação

## Resumo do quadro 103

- Os transistores PNP funcionam de modo análogo aos transistores NPN, invertendo-se apenas os sentidos de circulação das correntes.
- No transistor PNP ligado da maneira indicada na lição também ocorre uma inversão de fase do sinal amplificado.
- Neste transistor a intensidade da corrente de coletor também é determinada pela intensidade da corrente de base e pelo ganho do transistor.
- Os transistores PNP também podem trabalhar com sinais variáveis.
- A um aumento da tensão entre o emissor e a base corresponde uma diminuição da tensão entre o coletor e o emissor.
- Num transistor NPN a base deve ficar positiva em relação ao emissor para que ele funcione. A tensão de coletor deve ser positiva em relação à tensão de emissor.
- Num transistor PNP a tensão de base deve ser negativa em relação à tensão de emissor e a tensão de coletor negativa em relação à tensão de emissor.
- Pode-se polarizar um transistor usando-se apenas uma fonte, tanto para a corrente de base como para a corrente de coletor.
- A polaridade da fonte será diferente da usada na polarização de um transistor PNP quando a usarmos num NPN.
- Os resistores de base dos transistores tem valores mais elevados que os de coletor.

## Avaliação 325

Se usarmos um transistor PNP em lugar de um NPN para amplificar um sinal alternante cuja forma de onda seja senoidal o que acontece?

- a) a fase do sinal de saída é igual ao de entrada
- b) o transistor PNP não opera com este tipo de sinal
- c) é preciso inverter a fase do sinal de entrada antes de aplicá-lo ao transistor
- d) o transistor amplifica normalmente este sinal invertendo também sua fase.

Resposta D

## Explicação

Conforme vimos, em funcionamento um transistor PNP opera exatamente como um NPN, mudando apenas os sentidos de circulação das correntes. Isso significa que ao amplificar um sinal os resultados obtidos são os mesmos. Assim, se com um transistor NPN obtém-se uma inversão de fase, o mesmo ocorre com um PNP ligado do mesmo modo. Conforme veremos nos itens que se seguem existem modos de ligação para os transistores em que pode-se ter na saída um sinal com a mesma fase do sinal de entrada. Para este teste, entretanto, a resposta correta corresponde a alternativa d.

## Avaliação 326

Qual deve ser a polarização da base de um transistor PNP para que ele funcione normalmente?

- a) A base deve ficar positiva em relação ao emissor e ao coletor
- b) a base deve ficar positiva em relação ao emissor
- c) a base deve ficar negativa em relação ao emissor e ao coletor
- d) a base deve ficar negativa em relação ao emissor

Resposta D

## Explicação

Para que um transistor funcione apropriadamente deve ser sua junção base emissor polarizada no sentido direto. Neste caso, pela estrutura do transistor, esta polarização é obtida quando a base está negativa em relação ao emissor, ou seja, quando a corrente circula do emissor para a base. O coletor por sua vez deve ficar negativo em relação ao emissor também de modo que a base ficará, em relação a este elemento, positiva. A resposta correta é portanto a da letra d.

## Avaliação 327

De acordo com a intensidade das correntes circulantes num transistor, qual é a alternativa que corresponde à realidade?

- a) a corrente de base é maior que a corrente de coletor
- b) a corrente de coletor é maior que a corrente de base
- c) a corrente de coletor é maior que a corrente de emissor
- d) a corrente de emissor é sempre nula

Resposta B

## Explicação

Analisando o funcionamento de um transistor vimos que a corrente de base é que provoca a circulação da corrente de coletor. A corrente de coletor é muito maior que a corrente de base, daí a capacidade do transistor de amplificar correntes. Veja também que a corrente de emissor é obtida pela soma da corrente de base com a corrente de coletor, sendo portanto a maior corrente que circula num transistor. A resposta correta para este teste é portanto a da alternativa b.

### 104. Características dos amplificadores com transistor

A utilização de um transistor num circuito como amplificador é feita levando-se em conta o seu comportamento elétrico tanto em relação ao sinal que deve ser amplificado como em relação ao sinal de saída. Isso significa que, para que um transistor funcione convenientemente como amplificador é preciso respeitar as características de entrada do transistor entregando-lhe o sinal de maneira certa e também respeitar as características de saída deste transistor retirando o sinal também de maneira certa.

Estas características de entrada e de saída são dadas pela impedância do circuito, fator que passamos a explicar agora.

Por impedância, entendemos a maneira como um circuito "reage" a aplicação de um sinal de corrente contínua ou corrente alternada. Um alto-falante, por exemplo, possui uma impedância que diz como ele reage aos sinais que devem ser aplicados pelo amplificador.

Um alto-falante só consegue receber toda a energia do amplificador se sua impedância for igual a do amplificador em questão.

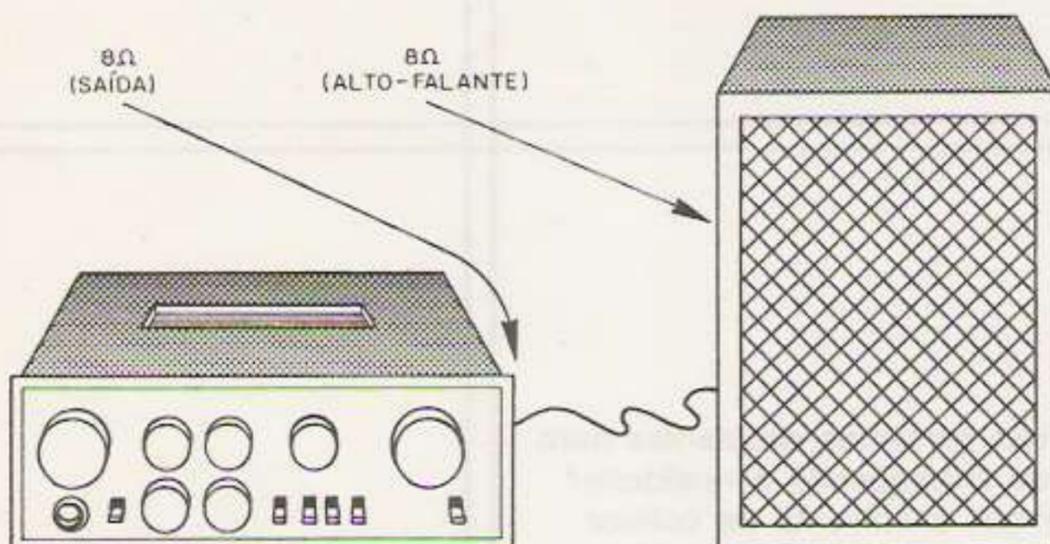


figura 527

A impedância no caso é medida em ohms, e para haver a total transferência de energia de um circuito para outro é preciso que a impedância de saída de um seja igual à impedância de entrada do outro.

No caso de um alto-falante, por exemplo, se sua impedância for menor que a do amplificador ele não consegue receber toda sua potência e ainda sobrecarrega o circuito que não funcionará perfeitamente. Se sua impedância for maior, o amplificador também não conseguirá entregar ao alto-falante toda a potência que ele pode converter em som e o funcionamento também será anormal.

Impedância

Casamento de impedância

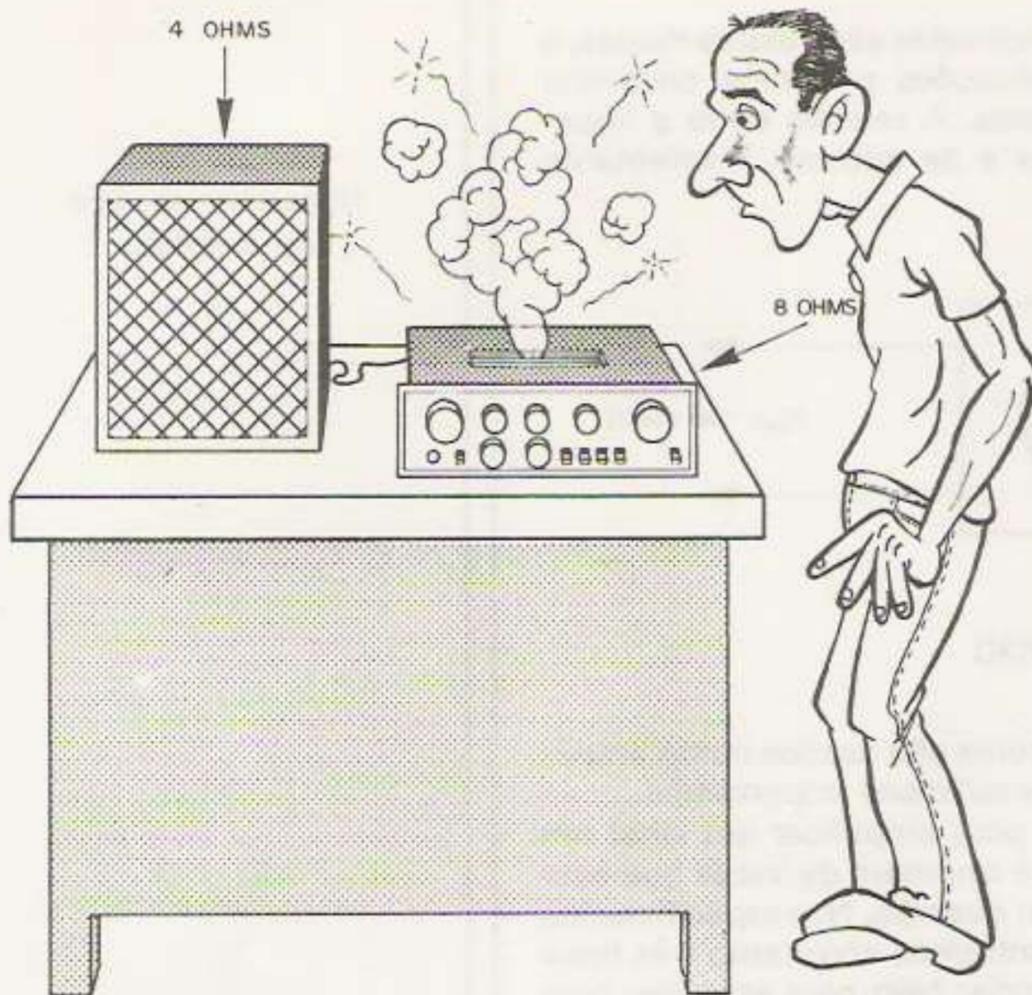


figura 528

O raciocínio usado para explicar o funcionamento do alto-falante em relação ao amplificador também é válido para explicar o funcionamento do transistor num circuito como amplificador.

Para que haja o máximo de rendimento do transistor como amplificador é preciso que o sinal lhe seja entregue com a impedância que ele apresenta na entrada, e para se obter o máximo do sinal amplificado é preciso que ele seja retirado por meio de um circuito de carga que apresente a mesma impedância que o transistor apresenta na saída.

Em suma, uma etapa amplificadora transistorizada, ou seja, um transistor ligado como amplificador apresenta uma impedância de entrada e uma impedância de saída que deve ser levada em conta quando o usamos como amplificador.

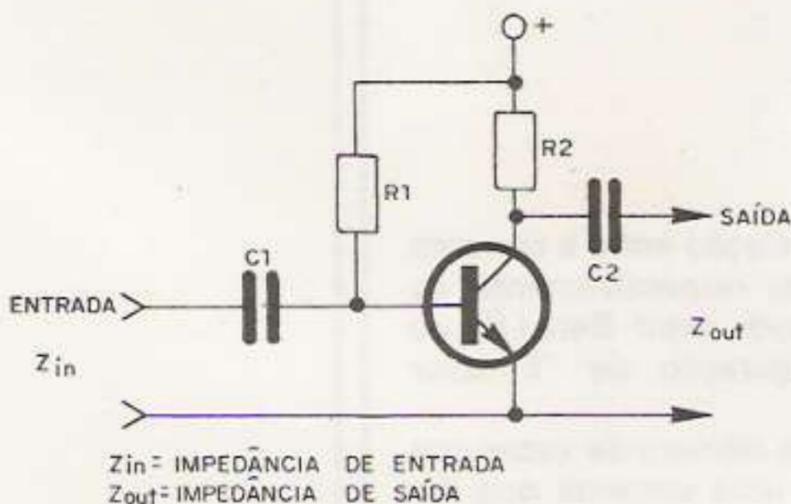


figura 529

No circuito que usamos para estudar o funcionamento do transistor, tanto NPN como PNP temos uma impedância de entrada da ordem de 1 000 ohms, o que pode ser considerado um valor relativamente baixo, e uma impedância de saída da ordem de 50 000 ohms, o que pode ser considerado um valor alto.

Impedância de entrada e de saída

Veja entretanto que os valores indicados são valores típicos, o que significa que em muitas aplicações podemos encontrar valores bem diferentes dos indicados. A relação entre a impedância de saída, muito maior que a de entrada, é entretanto mantida.

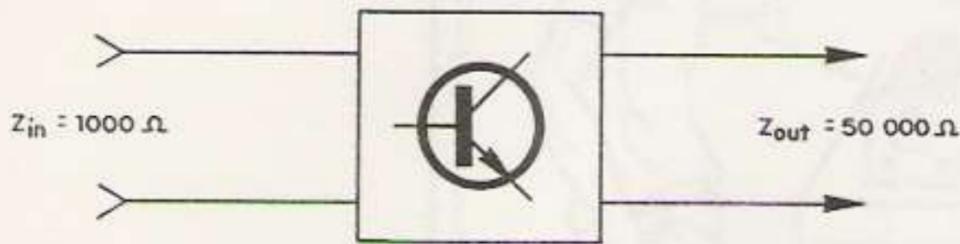


figura 530

Nos circuitos em que os transistores são usados como amplificadores existe ainda outras características importantes.

Quando usamos um transistor para amplificar um sinal um fator importante a ser considerado é o número de vezes que este transistor pode amplificar o sinal em questão. Nas especificações dos circuitos transistorizados encontramos entretanto três tipos de ganhos que o leitor deve diferenciar bem, para entender bem o funcionamento do componente.

1. Ganho de Corrente: este é o ganho principal que interessa em muitas aplicações porque esta é a função típica do transistor: amplificar correntes. Conforme vimos, a corrente de base é que determina a corrente de coletor o que significa que temos para o transistor como amplificador uma relação entre correntes que nos dá o seu fator de amplificação.

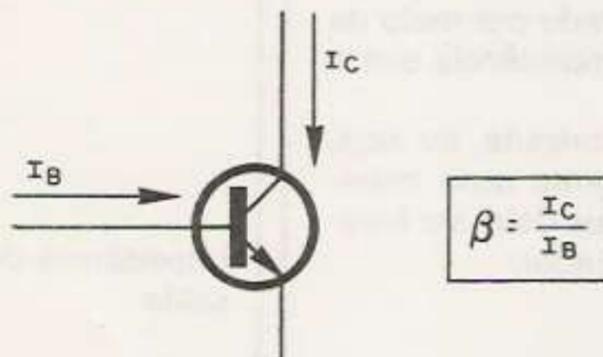


figura 531

No circuito tomado como exemplo, a relação entre a corrente de coletor e a corrente de base, chamadas respectivamente de  $I_C$  e  $I_B$  nos define uma grandeza chamada fator Beta ( $\beta$ ) ou ganho estático de corrente na configuração de "Emissor comum".

O "Beta" de um transistor é portanto o número de vezes que este transistor aumenta de intensidade uma corrente que lhe seja aplicada à base. O sinal amplificado, evidentemente deve ser retirado do coletor.

Para os transistores comuns o ganho Beta pode variar entre 2 ou 3 até 900 ou mais.

2. Ganho de tensão: considerando que na entrada do amplificador transistorizado temos uma "resistência" ou impedância e que na saída também, a circulação de uma corrente por estas resistências quando da aplicação e da retirada do sinal representa o aparecimento de uma tensão, conforme sugere a figura 532.

## Impedâncias dos transistores

## Ganho de corrente

## Ganho de tensão

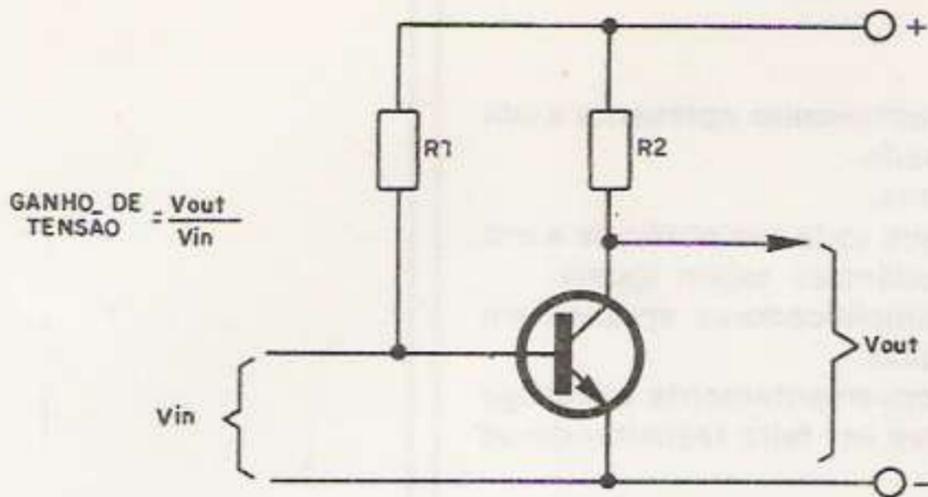


figura 532

Podemos então pensar no transistor como um amplificador de tensão levando em conta a relação existente entre a tensão que obtemos na resistência de saída e a tensão que aplicamos na resistência de entrada.

É claro que o transistor não é um típico amplificador de tensão mas como a tensão obtida em sua saída em determinados circuitos é maior que a tensão de entrada, ele pode perfeitamente operar deste modo.

3. Ganho de potência: como a potência é dada pelo produto da tensão pela corrente podemos pensar também em ganho de potência para um transistor funcionando como amplificador.

Este ganho será dado pela relação existente entre a potência que obtemos para o sinal de saída e a potência do sinal de entrada.

Em outras palavras, como potência é produto de tensão por corrente, o ganho de potência é dado pela relação existente entre o produto da tensão pela corrente na saída pelo produto da tensão pela corrente na entrada.

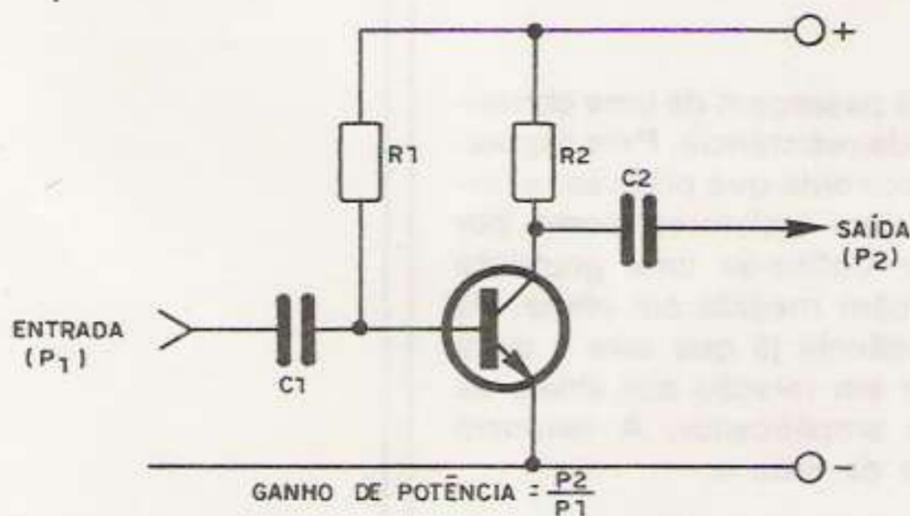


figura 533

No circuito que indicamos como exemplo para funcionamento do transistor, existe ganho de potência porque tanto a tensão como a corrente de saída são maiores que a tensão e a corrente de entrada.

## Ganho de potência

## Resumo do quadro 104

- Impedância é a “resistência” que um circuito apresenta a um sinal de corrente contínua ou alternada.
- A impedância é medida em ohms.
- Para que um amplificador entregue toda sua potência a um alto-falante é preciso que suas impedâncias sejam iguais.
- Os transistores usados como amplificadores apresentam uma impedância de entrada e de saída.
- Para que o transistor funcione convenientemente a entrega do sinal ao mesmo e sua retirada deve ser feita respeitando-se as impedâncias.
- No circuito que estudamos os transistores apresentam uma impedância de entrada relativamente baixa e impedância de saída relativamente alta.
- O ganho de corrente é a relação existente entre as variações da corrente de coletor e as variações correspondentes da corrente de base.
- O ganho de corrente é denominado fator Beta.
- O transistor também apresenta ganho de tensão.
- O ganho de tensão é dado pela relação existente entre a tensão de saída e a tensão de entrada.
- O ganho de potência é dado pela relação tensão x corrente de entrada e a tensão x corrente de saída.
- Potência é o produto da corrente pela tensão.

## Avaliação 328

A grandeza elétrica definida como a oposição oferecida a passagem de um sinal de corrente alternada denomina-se:

- a) capacitância
- b) fator beta
- c) impedância
- d) reatância

Resposta C

## Explicação

Conforme estudamos, a oposição à passagem de uma corrente contínua num circuito é denominada resistência. Para expressar a oposição à passagem de uma corrente que pode ser alternada, em componentes que não sejam resistores, como por exemplo indutores, capacitores, etc, define-se uma grandeza denominada impedância que é também medida em ohms. Os alto-falantes apresentam uma impedância já que esta é dada como a maneira que se comportam em relação aos sinais de corrente alternada fornecidos pelo amplificador. A resposta correta para este teste é portanto a da letra c.

## Avaliação 329

Nos circuitos estudados com transistores denominados “emissor comum” que tipo de impedância apresentam a entrada e a saída?

- a) entrada e saída de baixa impedância
- b) entrada e saída de alta impedância
- c) entrada de alta impedância e saída de baixa impedância
- d) entrada de baixa impedância e saída de alta impedância

Resposta D

<p><b>Explicação</b></p> <p>Como estudamos, os transistores quando usados como amplificadores na configuração denominada "emissor comum" tem por característica apresentar uma baixa impedância de entrada e uma alta impedância de saída. Estas impedâncias são importantes pois determinam o modo como os sinais devem ser aplicados aos transistores e deles retirados. Veremos em outras lições que existem modos de se ligar um transistor que permitem obter outras características de entrada e de saída. Para este teste a alternativa correta é portanto a da letra d.</p>	
<p><b>Avaliação 330</b></p> <p>A relação existente entre a corrente de coletor e a corrente de base num transistor ligado como amplificador do modo indicado na lição denomina-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ganho de potência</li> <li>b) fator beta</li> <li>c) fator alfa</li> <li>d) impedância</li> </ul>	<p>Resposta B</p>
<p><b>Explicação</b></p> <p>O ganho estático de corrente ou fator beta é a relação que existe entre a corrente de saída do transistor, ou seja, a corrente que circula por seu coletor e a corrente de entrada, ou seja, a corrente que polariza sua base e que é amplificada.</p> <p>O fator beta indica quantas vezes um transistor amplifica uma corrente contínua sendo para os comuns, de valor também válido nos casos em que sinais de baixa frequência são amplificados. A resposta correta para este teste corresponde portanto a letra b.</p>	
<p><b>105. Configurações</b></p> <p>Vimos que um transistor ligado de modo a amplificar um sinal apresenta certas características de entrada e de saída, e que este sinal, no circuito tomado como exemplo é aplicado à base e retirado do coletor. Esta sem dúvida é a maneira mais comum de se usar o transistor mas não é a única. (figura 534)</p>	

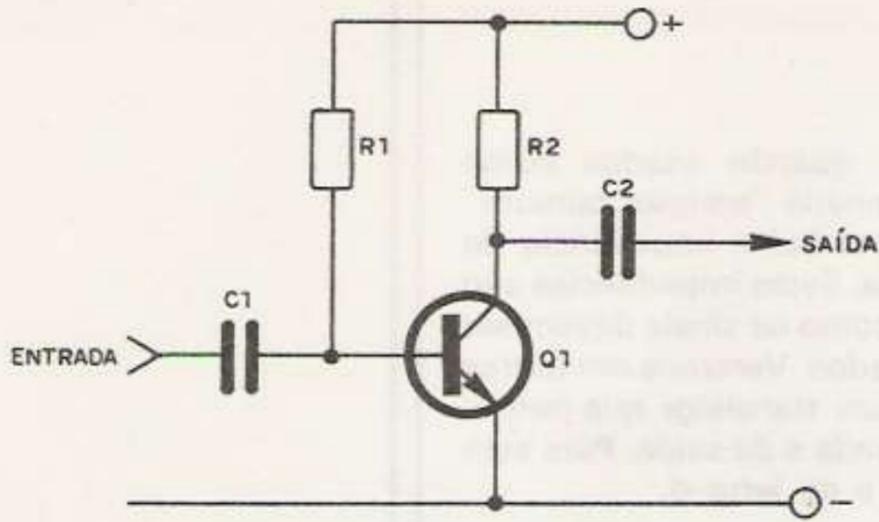


figura 534

De fato, podemos ligar o transistor de outros modos, aplicar os sinais de uma maneira diferente e retirá-los também de outro modo, obtendo-se então características diferentes para este componente que ainda se comportará como um amplificador.

Estas maneiras de se ligar um transistor num circuito são denominadas configurações e existem três para estudarmos.

Cada uma das configurações permite obter características diferentes de entrada e de saída além de amplificação.

## Configurações

### 1 - Configuração de Emissor Comum

Esta é na realidade a configuração que tomamos em nosso exemplo e que é a mais comum e que permite um melhor aproveitamento das propriedades amplificadoras do transistor.

Na figura 535 temos o circuito básico de um transistor ligado na configuração de emissor comum. Analisemos o porque desta denominação.

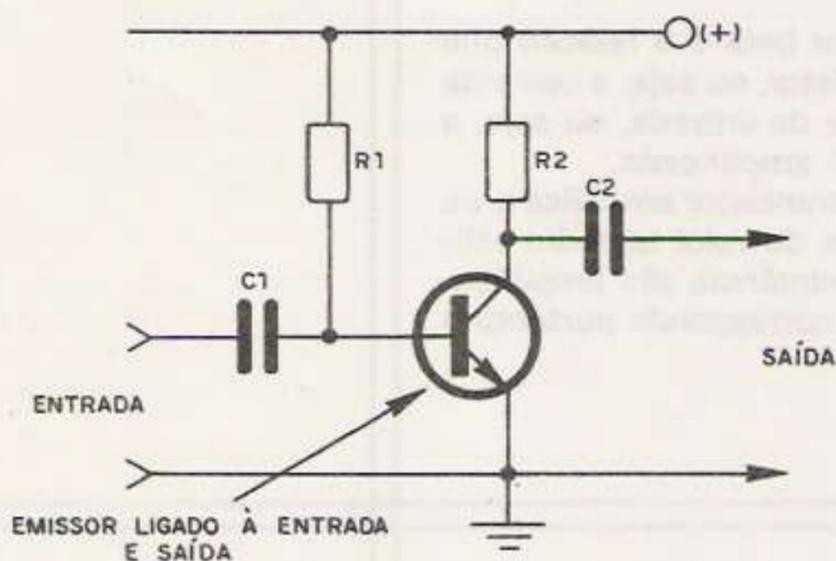


figura 535

Como já foi estudado, a corrente correspondente ao sinal a ser amplificado deve polarizar a junção emissor-base, o que significa que o sinal é então aplicado entre a base e o emissor do transistor.

Este sinal é por sua vez retirado após amplificação do coletor, circulando então entre o emissor e o coletor.

## Emissor comum

Veja o aluno então que o emissor do transistor é um elemento comum tanto à entrada como à saída do sinal. É por este motivo que esta configuração recebe a denominação de emissor comum.

Na configuração de emissor comum o transistor apresenta as seguintes características:

1. Baixa impedância de entrada em torno de 1 000 ohms.
2. Alta impedância de saída, em torno dos 50 000 ohms.
3. Ganho de corrente maior que 1, ou seja, o transistor amplifica correntes.
4. Ganho de tensão maior que 1, ou seja, o transistor amplifica também tensões.
5. O sinal obtido na saída tem a fase invertida em relação à entrada.

Características de emissor comum

## 2 - Configuração de Coletor Comum

Uma outra maneira de se usar um transistor como amplificador é a mostrada na figura 536.

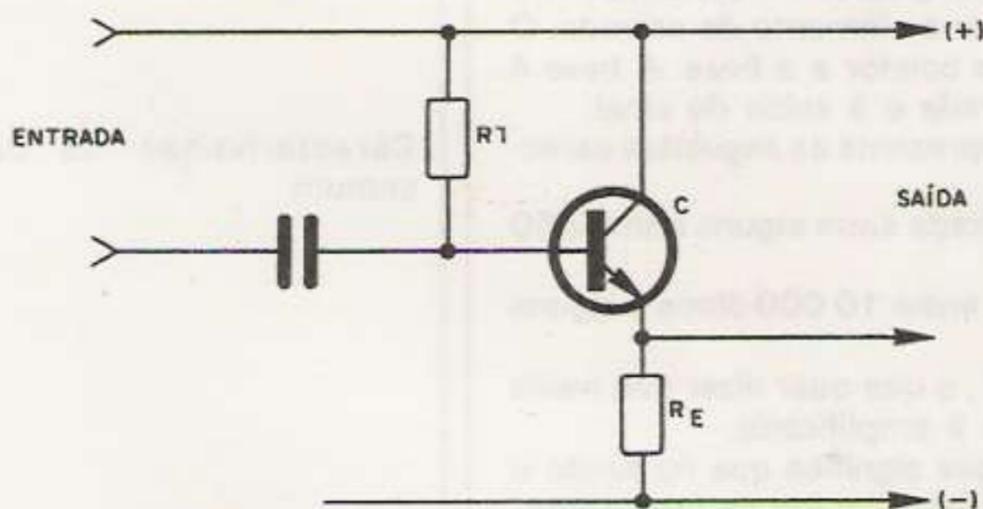


figura 536

Nesta configuração o sinal de entrada também é aplicado à base do transistor mas tem por elemento de circulação o coletor que vai ligado diretamente à bateria de polarização.

O sinal amplificado é retirado do emissor do transistor, aparecendo portanto entre este elemento e o coletor. O coletor é portanto o elemento comum à entrada e a saída do circuito daí denominarmos esta configuração de "emissor comum".

Esta configuração apresenta as seguintes características:

1. Alta impedância de entrada, da ordem de 50 000 ohms ou mais.
2. Muito baixa impedância de saída, da ordem de 1 000 ohms ou menos.
3. Ganho de corrente maior que 1, o que significa que o transistor amplifica correntes.
4. Ganho de tensão menor que 1, o que significa que a tensão de saída é menor que a aplicada na entrada, mas mesmo assim, obtém-se uma amplificação de potência que indica que no final, o sinal obtido na saída é mais "forte" que o aplicado na entrada.

Características de coletor comum

5. Não há inversão de fase, pois neste circuito as variações positivas do sinal de entrada correspondem a variações positivas do sinal de saída.

### 3 - Configuração de Base Comum

Esta é a terceira maneira de se ligar um transistor apresentando características próprias. (figura 537)

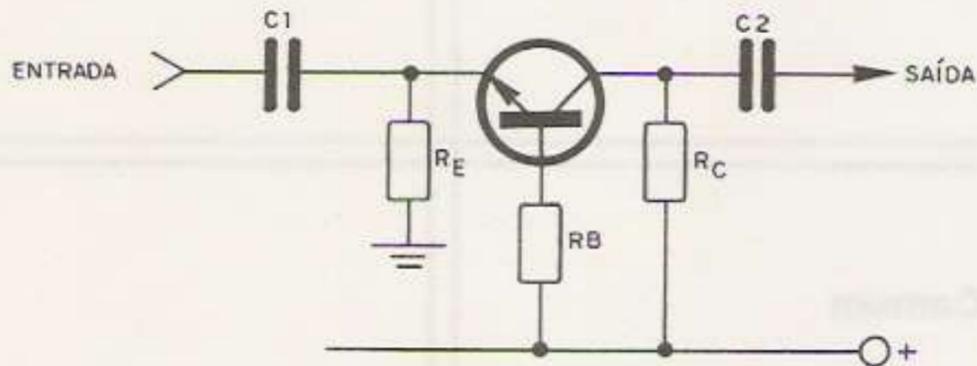


figura 537

Nesta configuração o sinal a ser amplificado é aplicado entre a base e o emissor, sendo o emissor o elemento de entrada. O sinal amplificado é retirado entre o coletor e a base. A base é portanto o elemento comum à entrada e à saída do sinal.

A configuração de base comum apresenta as seguintes características:

1. Muito baixa impedância de entrada entre alguns ohms e 50 ohms.
2. Elevada impedância de saída, entre 10 000 ohms e alguns megohms.
3. Ganho de corrente inferior a 1, o que quer dizer que nesta configuração a corrente em si não é amplificada.
4. Ganho de tensão elevado, o que significa que no fundo o transistor ainda amplifica com resultado líquido de uma potência de sinal de saída maior do que a do sinal aplicado à entrada.
5. Não há inversão de fase, o que quer dizer que a fase do sinal obtido na saída é a mesma do sinal aplicado à entrada.

Vejam os leitores que não é o fato do transistor não apresentar ganho de corrente ou de tensão em certas configurações que impede sua utilização prática. O que interessa realmente é que o transistor amplifique e isso é dado pelo ganho de potência e em todas as configurações temos este ganho.

É claro que, de todas, a que fornece maior ganho de potência é a configuração de emissor comum, e a que menor ganho de potência fornece é a configuração de coletor comum.

Base comum

Características de base comum

### Resumo do quadro 105

- Os transistores podem ser ligados de três maneiras diferentes nos circuitos como amplificadores.
- Conforme a maneira como os transistores são ligados eles apresentam características próprias de impedância, ganho e fase.
- Na configuração de emissor comum o sinal é aplicado entre a base e o emissor e retirado entre o coletor e o emissor.

— Esta configuração apresenta baixa impedância de entrada e alta impedância de saída, o ganho de tensão e o de corrente são maiores que 1 e o sinal de saída tem fase invertida em relação ao sinal de entrada.

— Na configuração de coletor comum o sinal é aplicado entre a base e o coletor e retirado entre o coletor e o emissor.

— Esta configuração apresenta alta impedância de entrada e baixa impedância de saída. O ganho de tensão é inferior a 1, o ganho de corrente é superior a 1 e não há inversão de fase.

— Na configuração de base comum o sinal é aplicado entre o emissor e a base e retirado entre o coletor e a base.

— Esta configuração apresenta elevada impedância de saída, baixa impedância de entrada, ganho de tensão alto, e não há ganho de corrente. O sinal não tem sua fase invertida ao ser amplificado.

— A configuração de emissor comum é a que apresenta maior ganho de potência.

— A configuração de coletor comum é a que apresenta menor ganho de potência.

— Todas as configurações são usadas na prática, aparecendo em aparelhos comuns segundo as necessidades de maior ou menor impedância, maior ou menor ganho, etc.

### Avaliação 331

Em relação a configuração de emissor comum podemos afirmar que:

- a) o ganho de potência é inferior a 1
- b) não há inversão de fase
- c) o ganho de tensão e o de corrente são superiores a 1
- d) o sinal é aplicado entre o emissor e o coletor

Resposta C

### Explicação

Para a configuração de emissor comum temos as seguintes propriedades: alta impedância de saída, baixa impedância de entrada, inversão de fase, ganho de tensão e de corrente superiores a unidade e o sinal é aplicado entre a base e o emissor. Analisando então as alternativas do teste vemos que apenas a correspondente à letra c é correta.

### Avaliação 332

Se desejarmos uma alta impedância de entrada e uma baixa impedância de saída numa etapa amplificadora com um transistor que configuração devemos usar?

- a) base comum
- b) emissor comum
- c) coletor comum
- d) qualquer uma das três configurações

Resposta C

### Explicação

A configuração que nos permite obter uma alta impedância de entrada e uma baixa impedância de saída é a configuração de coletor comum que também é conhecida como "seguidor de emissor". O ganho de corrente desta configuração é alto, se bem que não haja ganho de tensão. A resposta correta para este teste correspondente portanto a letra c.

<p><b>Avaliação 333</b></p> <p>Para a configuração de base comum quais das seguintes características são válidas?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) alta impedância de entrada</li> <li>b) elevado ganho de potência</li> <li>c) ganho de corrente maior que 1</li> <li>d) baixa impedância de entrada</li> </ul>	<p>Resposta D</p>
<p><b>Explicação</b></p> <p>Conforme já vimos, na configuração de emissor comum obtém-se baixa impedância de entrada, elevada impedância de saída, ganho de tensão maior que 1, ganho de corrente inferior à unidade e não há inversão de fase. Analisando as alternativas deste teste vemos então que a única resposta que coincide com as características obtidas para a configuração de base comum é a da letra d.</p>	
<p><b>Avaliação 334</b></p> <p>Qual configuração nos permite amplificar um sinal sem inverter sua fase?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) emissor comum a base comum</li> <li>b) base comum e coletor comum</li> <li>c) emissor comum e coletor comum</li> <li>d) todas as três configurações</li> </ul>	<p>Resposta B</p>
<p><b>Explicação</b></p> <p>A única configuração que inverte a fase de um sinal ao amplificá-lo é a de emissor comum. As demais, base e coletor comum não invertem a fase do sinal ou seja, temos para variações positivas da tensão de entrada, variações positivas da tensão de saída. A resposta correta para este teste é portanto a da letra b.</p>	
<p><b>Avaliação 335</b></p> <p>Qual configuração apresenta as seguintes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— elevada impedância de entrada</li> <li>— baixa impedância de saída</li> <li>— ganho de corrente superior a unidade</li> <li>— não há inversão de fase</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) emissor comum ou base comum</li> <li>b) emissor comum</li> <li>c) coletor comum</li> <li>d) base comum</li> </ul>	<p>Resposta C</p>
<p><b>Explicação</b></p> <p>As características indicadas são da configuração de coletor comum. Nesta o sinal é aplicado entre a base e o coletor e retirado entre o coletor e o emissor sendo portanto o coletor comum ao circuito de entrada e de saída. Nesta configuração o ganho de tensão é inferior à unidade se bem que o produto do ganho de tensão pelo ganho de corrente seja maior que 1 o que indica que existe ganho de potência e o transistor pode funcionar como amplificador. Veja então o aluno que a condição para haver ganho de potência é que o ganho de corrente multiplicado pelo ganho de tensão seja superior a 1. A resposta correta para este teste é portanto a da letra c.</p>	