Revista
SABER
56
Cr$ 18.00

ELETRÔNICA

GRÁTIS



CIRCUITO IMPRESSO
para você montar este

MICRO TRANSMISSOR DE FM

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA AUTORAMA E ...

PROVADOR P/ CIRCUITOS LÓGICOS TTL

LUZ DE EMERGÊNCIA

OSCILADOR DE ÁUDIO



Manaus, Santarém, Rio Branco, Boa Vista, Altamira, Macapá e Porto Velho (via aérea) Cr$ 24.00

Revista
ELETRÔNICA
Nº 56
MARÇO
1977

SABER

diretor superintendente: EDITORA SABER LTDA.

diretor administrativo: Savério Fittipaldi

diretor de produção: Élio Mendes de Oliveira

Hélio Fittipaldi

REVISTA SABER ELETRÔNICA

diretor de redação: Newton C. Braga

diretor técnico:

diretor de publicidade:

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
Tel.: 93-1497
03028 - S. Paulo-SP
CORRESPONDÊNCIA:
Endereçar à
REVISTA SABER ELETRÔNICA
Caixa Postal 50450
03028 - S. Paulo - SP

sumário

Micro-Transmissor de FM - Parte III (conclusão) 2

Pequeno Amplificador de Áudio, 0,05 a 2,2 Watts ... 11

Reparação de TV — Curso Senai 14

COMO FAZER CIRCUITOS IMPRESSOS 16

Contadores - Decodificadores - Displays (parte II) 22

Provador de Estado para Circuitos Lógicos TTL 26

Rádio Controle - IV 29

Orientação para o Montador 34

Controle de Velocidade para Autorama e Trens 38

Telecomunicações - Fontes de Ruído Externas 44

Luz de Emergência 50

Linhas de Transmissão 55

Oscilador de Áudio de Múltiplas Utilidades 60

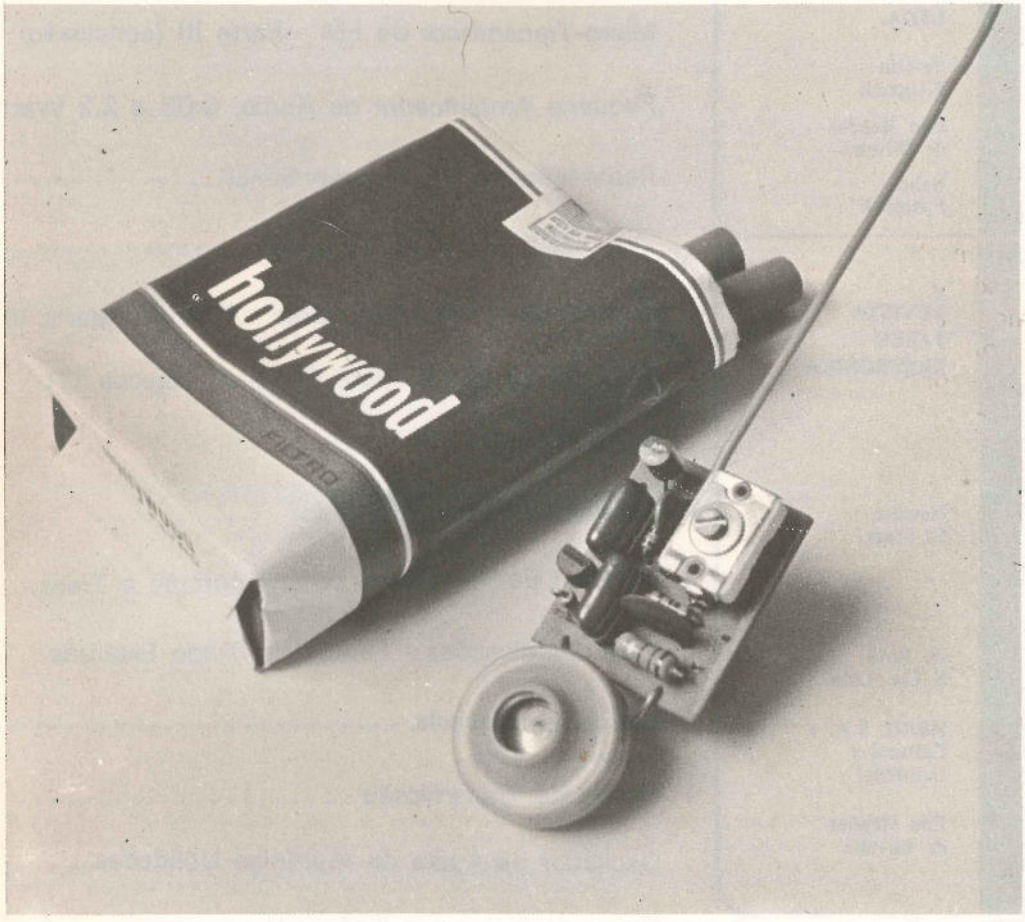
Curso de Eletrônica (lição 11) 65

TIRAGEM: 60000 exemplares

CAPA: Foto do protótipo do Micro-Transmissor de Freqüência Modulada e respectiva placa de Circuito Impresso.

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores.
É totalmente vedada a reprodução total ou parcial dos textos e ilustrações desta Revista, sob pena das sanções legais, salvo mediante autorização por escrito da Editora.
NÚMEROS ATRASADOS: ao preço da última edição em banca, por intermédio do seu jornaleiro, no distribuidor Abril de sua cidade ou pedidos pela Caixa Postal 50 450 — 03028 — São Paulo.
SOMENTE A PARTIR DO NÚMERO 45 (MARÇO/76).

MICRO TRANSMISSOR DE FM



NEWTON C. BRAGA



figura 1

Na segunda parte do artigo "Micro Transmissor de FM" havíamos feito considerações sobre a tensão de alimentação, analisado seu funcionamento e dado a relação do material usado de modo a permitir que o leitor interessado o providenciasse com bastante antecedência. Nesta terceira parte, finalmente, passaremos a parte prática do projeto, instalado os componentes na placa de circuito impresso, e colocando em funcionamento o circuito completo. Com relação à placa de circuito impresso, como se trata da parte de execução mais difícil em todo o projeto temos uma surpresa para nossos leitores: No aniversário da Revista Saber Eletrônica, nossos leitores é que serão brindados; em cada Revista UMA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO para você montar o micro-transmissor de FM! (figura 1)

Para êxito completo da montagem, sugerimos que nossos leitores sigam à risca todas as instruções que daremos pois como se trata de circuito bastante crítico, qualquer deslize por parte do montador pode por o projeto a perder e o reaproveitamento da plaquinha para uma nova tentativa é quase impossível.

De posse do material necessário à montagem, e tendo escolhido a configuração final: (figura 2)

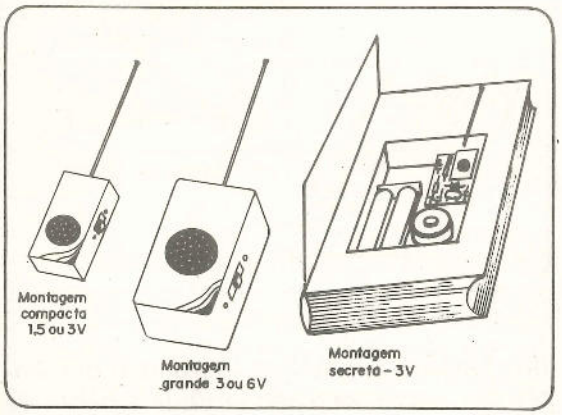


figura 2

a) caixinha simples com 1,5 ou 3 volts
b) caixinha maior com 6 ou 9 volts
c) montagem oculta em objeto ou livro
d) como oscilador fonográfico ou retransmissor

O leitor pode pensar na execução, reunindo o ferramental necessário e o material. Antes porém, leia com atenção as instruções que se seguem, assim como algumas observações importantes sobre os resultados obtidos.

A PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO

A placa de circuito impresso necessária à montagem do micro-transmissor é enviada na capa da revista, de onde o leitor deve retirá-la como o máximo de cuidado. Uma limpeza com alcool favorecerá a sua utilização posterior.

Visamos os leitores menos experientes, ao fornecermos a placa para a montagem, já que as ligações finais, e principalmente a bobina poderiam trazer dificuldades aos menos habituados com a confecção de circuito impresso. Uma espira a mais ou a menos, uma dimensão maior da bobina poderia acarretar em problemas que não seriam solucionados senão com a alteração de valor de determinados componentes.

Assim, de posse da placa de circuito impresso, seguindo nossas instruções, o leitor habilidoso não terá o que errar na construção de seu micro-transmissor.

Uma breve descrição da placa poderá ser importante para os que nunca trabalharam com uma antes, e ao mesmo tempo alertar os que já tem experiência para determinados pontos críticos de seu manuseio e utilização.

Conforme podemos observar, a placa possui duas faces, sendo uma lisa, contendo apenas furos e outra com a impressão em cobre de determinadas linhas e dizeres relativos à revista. Pois bem, essas linhas impressas são os "fios" de ligação entre os componentes obedecendo já uma disposição pré-determinada correspondente ao circuito. (figura 3)

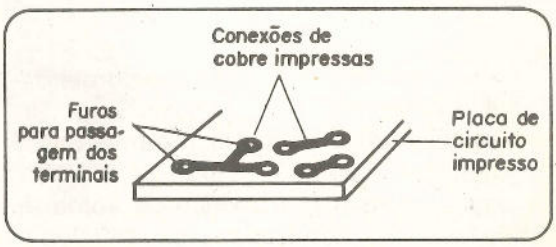


figura 3

A espiral de cobre, por exemplo é a bobina L1 e de suas características depende a frequência de operação do micro-transmissor. O máximo de cuidado deve ser tomado para não se danificar essa bobina interrompendo as ligações ou colocando-as em curto por um possível escorrimento da solda.

Os componentes são todos montados do lado sem impressão da placa, tendo seus terminais dobrados e enfiados pelos furos correspondentes de modo que saiam do lado cobreado. Deste lado, eles são soldados conforme mostra a figura 4, e o excesso do terminal pode ser cortado com um alicate.

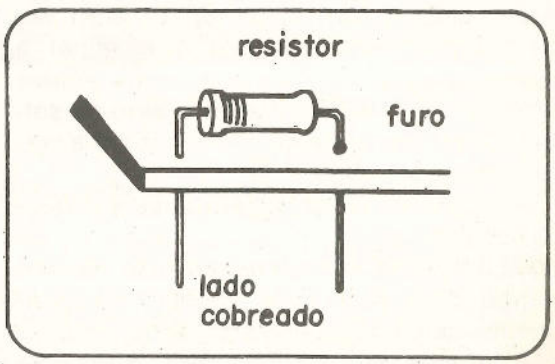


figura 4

Nas soldagens evite o uso de pasta de soldar, pois sendo ácida, pode posterior-

mente atacar o cobre. Use um soldador de ponta bastante fina, para que a solda não se espalhe pelas ligações adjacentes causando curto-circuitos que prejudicariam o funcionamento do aparelho. Solda de boa qualidade, fina, ajuda bastante nesta tarefa. (figura 5)



figura 5

Para a soldagem, a nossa recomendação é a seguinte:

Aqueça bem o soldador durante uns 5 minutos pelo menos e estanhe sua ponta, ou seja, esfregue um pedaço de solda de modo que ao derreter-se ela envolva a ponta do ferro mantendo-a "molhada" de solda (figura 6).

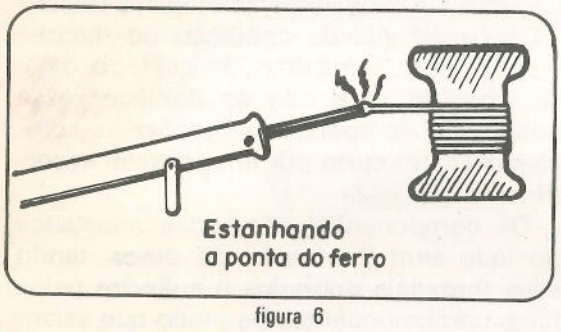


figura 6

Para soldar, encoste a ponta do ferro no terminal do componente e no local cobreado onde deve ser feita a soldagem, e a solda deve ser encostada a seguir no terminal a se soldar e não na ponta do ferro. Ao derreter, a solda envolve o terminal e escorre pelo cobre, formando entre ambos uma junção metálica. Retire o ferro de soldar e sem mexer no conjunto espere a solda endurecer. (figura 7).

A operação de soldagem deve ser rápida, pois o calor correndo pelos terminais pode afetar os componentes e ao mesmo tempo pode desprender o cobre da placa que lhe serve de base, estragando a placa.

A furação da plaquinha para colocação dos componentes é feita em função da lista que fornecemos na parte 2. Entretanto, pode ocorrer que os componentes adquiridos tenham dimensões um pouco diferentes das previstas, caso em que a dobra de seus terminais deve ser feita de acordo com a furação que lhe é destinada.

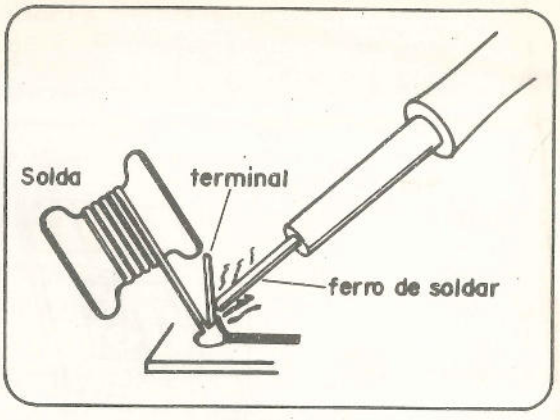


figura 7

No caso dos resistores por exemplo, se forem usados os de 1/8 W, quase todos poderão ser montados deitados, com seus terminais dobrados em ângulo reto. Entretanto, o leitor também pode usar resistores um pouco mais (se não os encontrar), como por exemplo os de 1/4 W caso em que deverá montá-los em pé (figura 8).

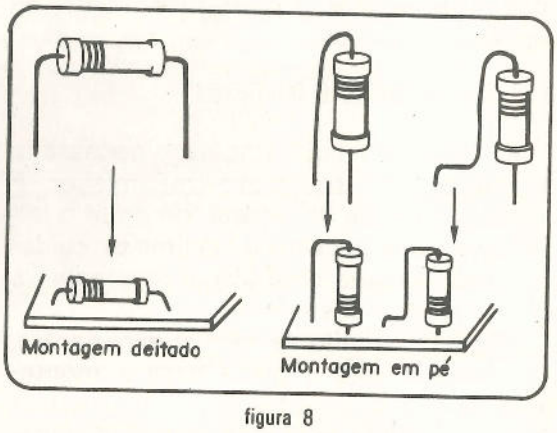


figura 8

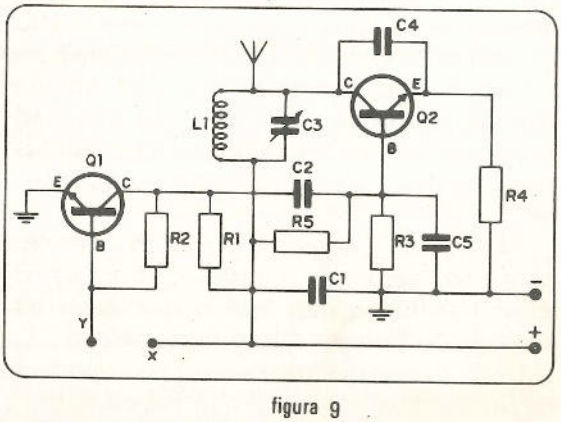
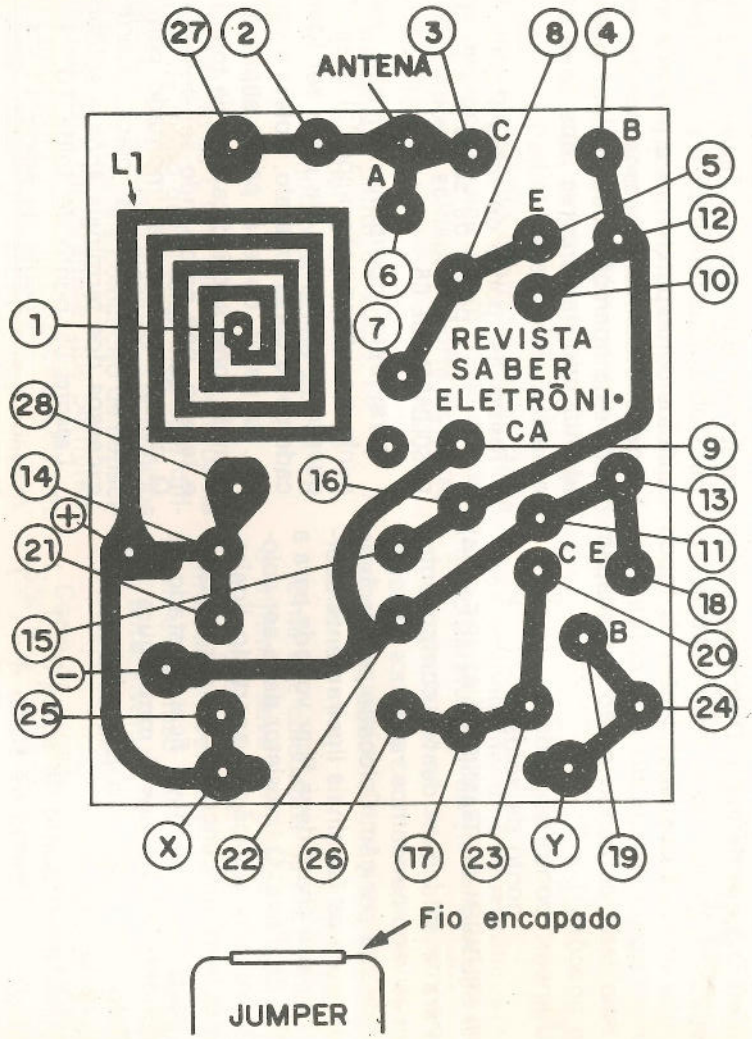
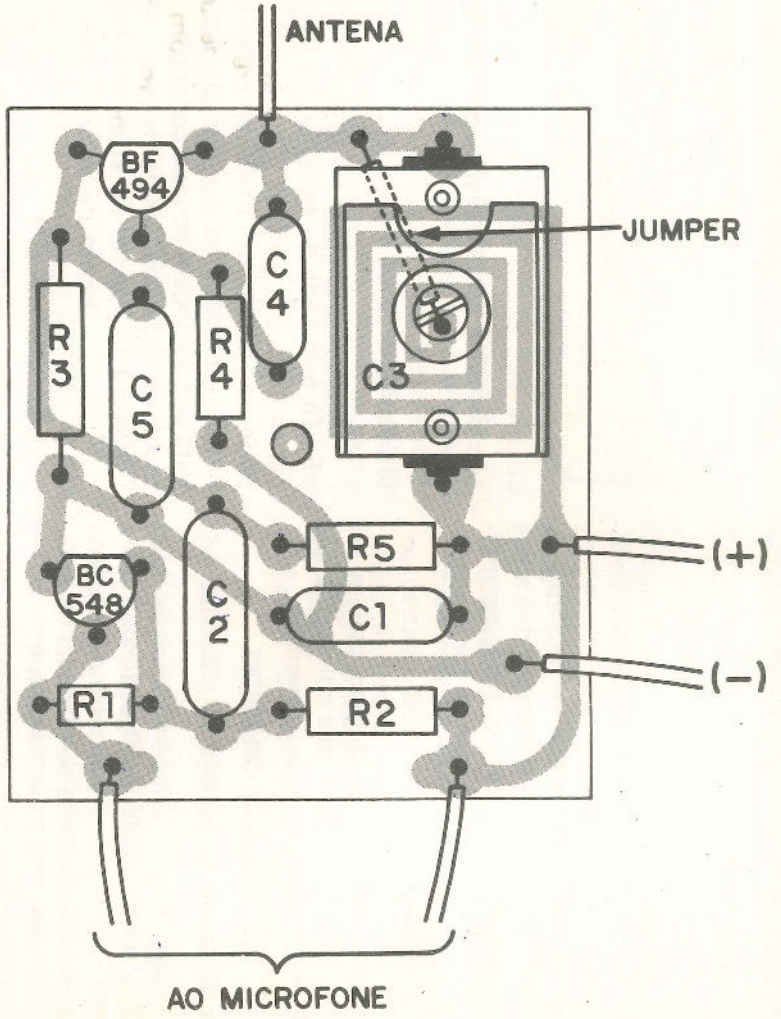


figura 9


27
2
ANTENA
3
8
4
L1
C
B
A
5
E
12
6
10
7
1
REVISTA
SABER
ELETRÔNICA
28
9
14
16
13
+
21
11
C E
18
15
20
B
–
25
24
X
22
26
17
23
Y
19
Fio encapado
JUMPER


ANTENA
BF
494
JUMPER
C
4
R
3
C
5
R
4
C3
R5
(+)
BC
548
C
2
C1
(–)
R1
R2
AO MICROFONE

A MONTAGEM E O CIRCUITO

Na figura 9 temos o diagrama completo do micro-transmissor, e na figura 10 a placa de circuito impresso vista por baixo e por cima com a disposição dos componentes. O leitor deve guiar-se por estas figuras em todas as operações necessária a construção do transmissor.

Para a maior facilidade de montagem, em cada operação de soldagem deixamos parenteses em vazio para que o leitor marque um "X" a medida que as for realizando.

RECOMENDAÇÕES:

As operações de soldagem devem ser rápidas, e os componentes colocados nas posições indicadas pelos desenhos.

SEQÜÊNCIA DE SOLDAGENS

A) SOLDAGEM DO JUMPER:

Preparação: o jumper consiste num pedaço de fio rígido de ligação que faz a conexão entre o terminal central da bobina e o terminal adjacente ao terminal de antena. (ligações 1 e 2 no desenho).

Para fazer este jumper pegue um pedaço de fio rígido de uns 3 cm e descasque suas pontas de modo a deixar apenas uns 0,7 ou 0,8 cm de capa. Dobre as pontas desse fio e encaixe-as pelo lado liso da placa nos orifícios correspondentes de modo que as pontas saiam do lado cobreado.

Pelo lado cobreado então a soldagem das ligações 1 e 2:

Jumper: ponto de solda 1 - ( )
ponto de solda 2 - ( )

B) SOLDAGEM DO TRANSISTOR Q2 (BF 494)

Para a soldagem destes componentes apenas recomendamos rapidez e observação de sua posição. Colocado pelo lado de cima, com os terminais ligeiramente abertos, a parte chata deve ficar voltada para a borda da placa. O transistor deve ser colocado na sua posição e apertado ligeiramente, mas sem encostar seu corpo plástico na placa; este deve ficar afastado da placa pelo menos uns 3 mm (figura 11).

Pelo lado cobreado proceda as conexões 3, 4 e 5.

Transistor Q2: ponto de solda 3 - ( )
ponto de solda 4 - ( )
ponto de solda 5 - ( )

Os excessos dos terminais do transistor

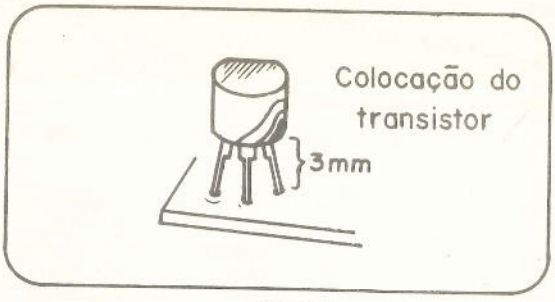


figura 11

são cortados rente a placa após sua soldagem.

C) SOLDAGEM DE C4

O capacitor de mica ou cerâmica de 5,6 pF não tem nada de especial. Na verdade, capacitores com valores entre 2,2 e 10 pF poderão funcionar perfeitamente nesta função. Colocado na sua posição pode ser feita sua soldagem do lado cobreado e cortados os excessos dos terminais.

Capacitor C4: ponto de solda 6 - ( )
ponto de solda 7 - ( )

D) SOLDAGEM DE R4

Se este resistor for de 1/8 W como recomendado na lista de material você poderá montá-lo na posição deitada, mas se for um pouco maior, deve montá-lo em pé. Dobre seus terminais e encaixe-os nos orifícios correspondentes e proceda à soldagem. Corte os excessos dos terminais após esta operação. Este resistor pode ser identificado pelas cores dos seus anéis: amarelo, violeta e preto.

Resistor R4: ponto de solda 8 - ( )
ponto de solda 9 - ( )

E) SOLDAGEM DE C5

Para este componente não existe nenhuma observação especial a ser feita quanto a soldagem. Ele pode ser identificado pelas cores amarelo, violeta e vermelho, a partir de sua parte superior. As demais cores são indicativas de tolerância e tensão, não precisando ser observadas. O capacitor deve ser montado com seu corpo encostando na placa. Corte os excessos dos terminais após a soldagem.

Capacitor C5: ponto de solda 10 - ( )
ponto de solda 11 - ( )

F) SOLDAGEM DE R3

Este componente pode ser montado

como R4, em pé ou deitado, conforme seu tamanho. Sua identificação é feita pelas cores de seus anéis a saber: amarelo, violeta e vermelho.

Após a soldagem, os excessos dos terminais devem ser cortados:

Resistor R3: ponto de solda 12 - ( )
ponto de solda 13 - ( )

G) SOLDAGEM DE R5

Proceda do mesmo modo que em R3, para a soldagem deste componente. Em pé ou deitado, a posição é escolhida em função de seu tamanho. Sua identificação é feita pelos seus anéis cujas cores são: laranja, laranja e vermelho. Corte os excessos dos terminais após a soldagem.

Resistor R5: ponto de solda 14 - ( )
ponto de solda 15 - ( )

H) SOLDAGEM DE C2

Este capacitor de poliester é igual a C5, sendo portanto das mesmas cores: amarelo, violeta e vermelho. Sua montagem é feita do mesmo modo nos orifícios correspondentes. Após a soldagem corte os excessos de seus terminais.

Capacitor C2: ponto de solda 16 - ( )
ponto de solda 17 - ( )

I) TRANSISTOR Q1 (BC548 ou equivalente)

Observe a posição em que este componente deve ser colocado pelo desenho. A parte achatada deve ficar voltada para o lado de Q2. Os terminais devem ser ligeiramente ajeitados e o transistor não deve ser muito apertado contra a placa. Deixe uma distância de uns 3 mm como no caso de Q2. Após a soldagem, corte os excessos dos terminais.

Transistor Q1: ponto de solda 18 - ( )
ponto de solda 19 - ( )
ponto de solda 20 - ( )

J) SOLDAGEM DE C1

A posição de C1 na placa é mostrada na figura, de modo que o leitor não terá dificuldades para sua colocação. Os orifícios são projetados para a colocação de capacitores de disco de cerâmica, que permitem um ótimo grau de miniaturização. Corte os excessos dos terminais após a soldagem.

Capacitor C1: ponto de solda 21 - ( )
ponto de solda 22 - ( )

K) SOLDAGEM DE R1

Esse resistor pode ser montado em pé, que é a melhor posição em vista do espaço disponível para a colocação dos terminais. Sua identificação é feita por seus anéis: marrom, preto, laranja. Após sua soldagem os excessos dos terminais devem ser cortados.

Resistor R1: ponto de solda 23 - ( )
ponto de solda 24 - ( )

L) SOLDAGEM DE R2

Esse resistor pode ser montado em pé ou deitado. Sua identificação é feita pelos anéis: vermelho, vermelho, verde.

Após a soldagem, corte os excessos dos terminais.

Resistor R2: ponto de solda 25 - ( )
ponto de solda 26 - ( )

M) SOLDAGEM DE C3

Para a fixação do trimmer alguns cuidados especiais deverão ser observados. O primeiro se refere a necessidade de fazermos um prolongamento de seus terminais o que consiste em dois pedaços de fio rígido soldados conforme mostra a figura 12.

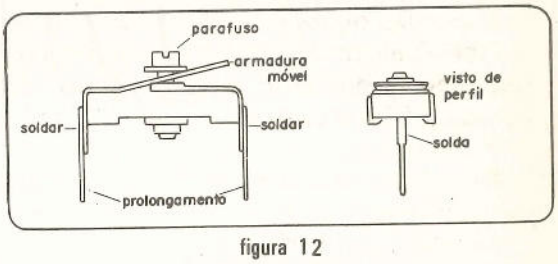


figura 12

Esse prolongamento, é necessário, em vista do parafuso de ajuste na sua parte inferior, encostando na placa e no jumper, não permitir que os terminais passem para o lado cobreado da placa e possam ser soldados.

Uma vez colocados os prolongamentos o trimmer deve ser colocado exatamente na posição indicada pela figura, com a armadura móvel ou a placa que se move com o parafuso para o lado de baixo. Se for feita inversão, teremos problemas de instabilidade de frequência.

Corte os excessos dos prolongamentos após a soldagem.

Trimmer C3: ponto de solda 27 - ( )
ponto de solda 28 - ( )

I) ANTENA

A antena consiste num pedaço de fio rígido de no máximo 12 cm de comprimento que tem um dos seus extremos descascado e dobrado de modo a se encaixar no orifício correspondente. Para outro tipo de instalação pode ser feito uma ligação à antena por meio de um pedaço de fio que no máximo deverá ter uns 10 cm de comprimento.

II) MICROFONE OU CÁPSULA FONOGRÁFICA

a) Se o microfone usado for uma cápsula de fone de ouvido de cristal você deve começar por retirar os parafusos da parte posterior do fone e dessoldar as conexões do fio de ligação, demorando o mínimo possível nesta operação. A seguir, solde dois pedaços de fio rígido descascado nesses terminais e dobre suas pontas de modo a se encaixar nos terminais da placa X e Y. (figura 13)

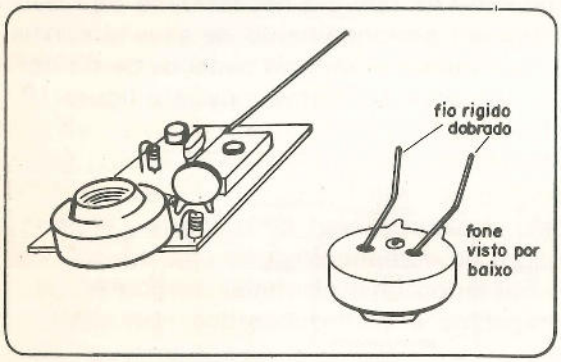


figura 13

Uma vez soldados por baixo, os fios sustentarão o fone que será usado como microfone.

b) Se for usada uma cápsula grande de microfone de cristal, o fio usado poderá ser o mesmo, devendo-se apenas observar que o terminal isolado da cápsula deve ser conectado ao ponto Y da placa e o terminal de carcaça ao ponto X da placa.

c) Se for usada uma cápsula fonográfica como fonte de sinal, sua ligação deve ser feita com fio blindado, devendo o condutor central ser ligado ao ponto Y e o condutor externo (blindagem) ao terminal X.

d) Se a fonte de sinal for um gravador, ou ainda um amplificador o sinal pode ser retirado da saída de fone ou do alto-falante por meio de um capacitor ligado em série (figura 14).

III) INTERRUPTOR E SUPORTE DE PILHAS

Se bem que a colocação de um interruptor não seja obrigatória, sua instalação é bastante simples. O interruptor é colocado entre o terminal (+) da placa e o fio que vai ao polo positivo do suporte de pilhas.

O fio do negativo do suporte de pilhas vai ligado diretamente ao terminal (-) da placa.

AJUSTE E USOS

Completada a montagem confira todas as ligações, verificando principalmente se não existem corrimentos de solda que ponham em curto-circuito as ligações entre os diversos componentes da placa, principalmente as espiras de L1.

Se tudo estiver em ordem, coloque as pilhas no suporte e ligue nas proximidades (uns 30 cm) seu receptor de Fm com o volume quase todo no máximo porém fora de estação, num local livre entre 100 e 108 MHz.

Em seguida com uma chave de fenda, gire vagarosamente para a esquerda o parafuso do trimmer de modo que sua placa se afaste do seu ponto mais próximo da placa inferior. (figura 15).

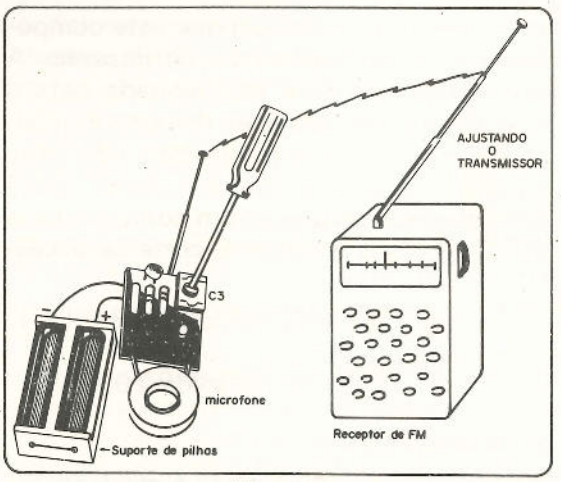


figura 15

O leitor deverá notar alguns ruídos diferentes do receptor, como por exemplo a sintonia de estações ou chiados (batimentos) até que em determinado momento haverá um intenso apito provocado por realimentação acústica (microfonia). Neste ponto você deve parar de girar o trimmer

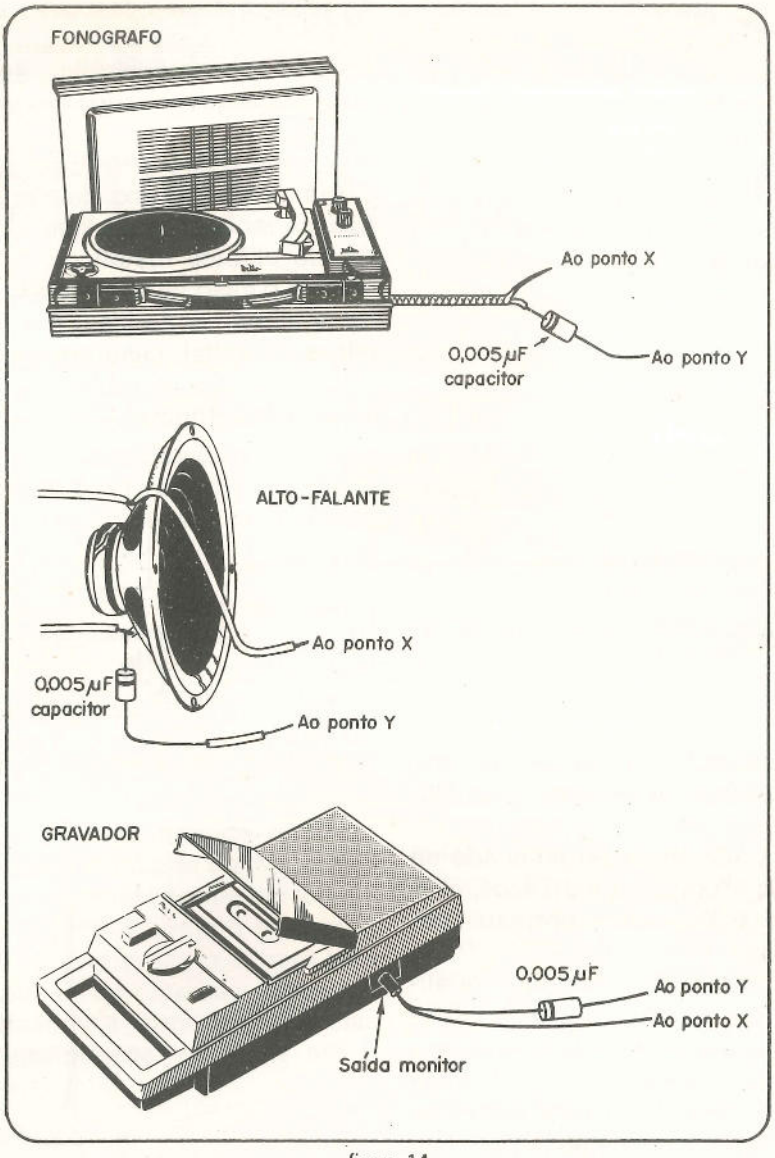


figura 14

diminuir o volume do receptor, e batendo com os dedos no microfone ajustar a sintonia do receptor para melhor recepção. Este é o ponto de funcionamento. Marque bem a frequência do receptor em que o sinal passará a ser captado.

Como o circuito é de certo modo crítico, algumas observações devem ser feitas com relação ao seu uso:

a) Ajuste temporários do trimmer podem ser necessários de modo a compensar modificações de características dos componentes, como o esgotamento de pilhas, mudanças de temperatura etc.

b) Quando em operação não aproxime a mão da antena, ou de qualquer ponto do circuito, pois seu sinal pode ter a frequência alterada por influência da capacitância de sua mão. Se você o usar sem caixa, segure-o pela borda da plaquinha ou pelo corpo plástico do microfone. (figura 16).

c) Para fixação em caixa de metal ou plástico, cuidado com o contacto do parafuso de fixação com o lado cobreado da placa. Use uma arruela de fibra para isolar.

d) No caso do uso de microfone de cristal grande, a aproximação excessiva da mão pode causar instabilidade. Fale a uns 5 cm do microfone no mínimo e evite encostar suas mãos na cápsula quando em funcionamento.

e) O balanço excessivo do aparelho

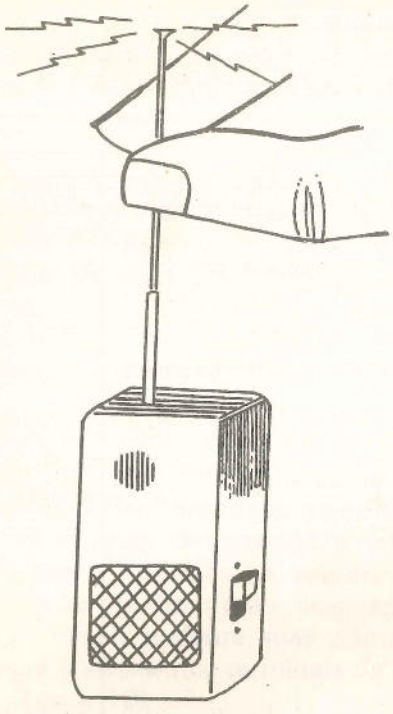


figura 16

pode causar pequenas variações de frequência, conforme a montagem feita. Evite-os.

f) O aparelho não deve ser colocado no interior de compartimentos metálicos, nem sua antena deve ficar em contacto com peças metálicas.

g) No caso do uso de uma fonte de alimentação 9 volts, recomenda-se a utilização do aparelho em caráter intermitente e a substituição do resistor R4 de 47 ohms por um de 220 ohms. Sem essa substituição, o transistor pode aquecer-se em excesso a ponto de se queimar. O uso intermitente significa que você deve manter o aparelho ligado apenas alguns momentos de cada vez, quando falar.

Com tensões menores não há qualquer problema de uso. Com duas pilhas por exemplo ele poder permanecer em funcionamento contínuo durante horas seguidas.

ESPIONAGEM ELETRÔNICA

Na instalação do aparelho oculto é bastante importante que o som possa chegar facilmente até o microfone e que os sinais irradiados não tenham dificuldades em chegar ao aparelho receptor.

Dentro de um livro, conforme sugerimos, ou numa caixa pequena, devem existir furos para a passagem do som. Se o som for muito agudo (estridente), isso pode ser compensado pela ligação de um capacitor de pequeno valor em paralelo com o microfone.

A antena do transmissor pode ficar tanto na vertical como na horizontal, sendo apenas recomendado que não fique próxima de objetos metálicos.

Para o caso de uso em escuta clandestina, a alimentação ideal é a feita por duas pilhas (3 volts), caso em que obtém bom alcance e boa durabilidade para as próprias pilhas (figura 17).

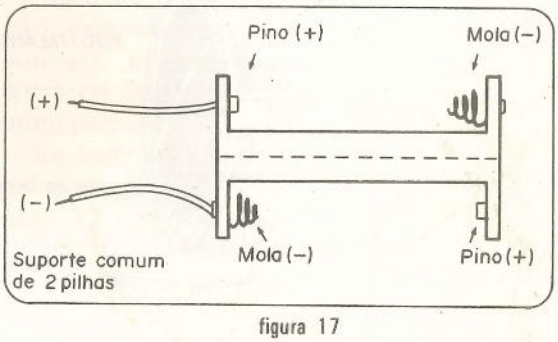
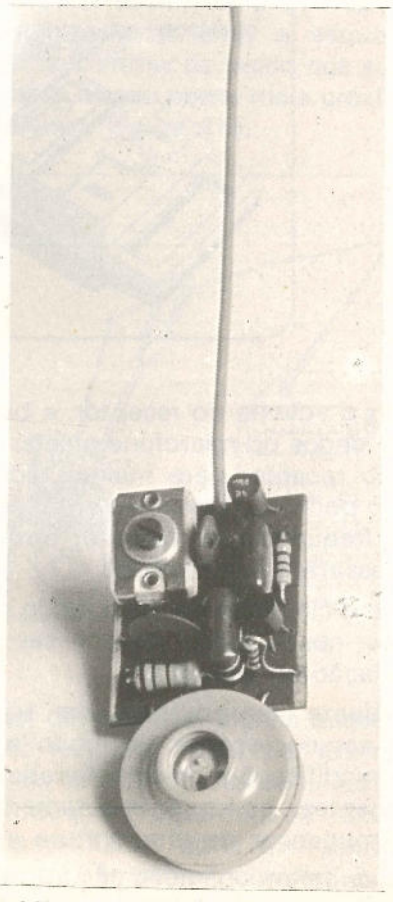


figura 17



Micro transmissor montado

PEQUENO AMPLIFICADOR DE AUDIO: 0,05 A 2,2 W

Álvaro Ribeiro

O amplificador descrito neste artigo permite a obtenção de potências entre 0,5 e 2,2 Watts sem que seja necessária qualquer modificação no circuito mas tão somente nas tensões de alimentação.

Em termos de potências mais elevadas, a utilização de transistores como componentes discretos é bem mais vantajosa que no caso de circuitos integrados, mesmo porque, ainda não temos disponíveis amplificadores integrados de potência superior a 5 Watts.

No caso de amplificadores de potência inferior a 5 Watts em que se deseje o máximo de simplicidade de montagem aliado a uma boa fidelidade o circuito integrado torna-se bastante interessante, e para esta finalidade dispõe-se de uma boa variedade de tipos destinados a fornecer potências que vão de uns poucos miliwatts até 5 Watts.

Neste artigo, em especial, focalizamos um amplificador disponível em circuito integrado, da Fairchild, o TBA820L que pode fornecer potências de 50 mW a 2,2 W sem a necessidade de modificações no circuito externo.

A utilização deste amplificador num intercomunicador, num sistema fonográfico econômico, ou como etapa de saída de receptores fica totalmente a cargo da imaginação dos leitores.

O TBA820L

O circuito integrado TBA820L é um amplificador de áudio classe B construído sobre uma pastilha de silício, mediante processo planar epitaxial. Este circuito é apresentado em um encapsulamento plástico de 14 terminais em linha.

Neste artigo descrevemos as características elétricas do circuito integrado TBA820L em 4 diferentes tensões de alimentação. Uma das vantagens principais deste circuito é que pode trabalhar dentro de uma ampla faixa de alimentação (4,5 a 12 volts), sem necessidade de realizar alterações nos valores dos componentes externos que formam o amplificador. Esta caracteística faz com que o circuito integrado TBA820L seja um dispositivo apropriado para aplicações em aparelhos de mesa e portáteis.

CARACTERÍSTICAS GERAIS

Além de sua capacidade para trabalhar com tensões de alimentação compreendidas entre 4,5 e 12 volts, o circuito integrado TBA820L apresenta as seguintes caracteerísticas:

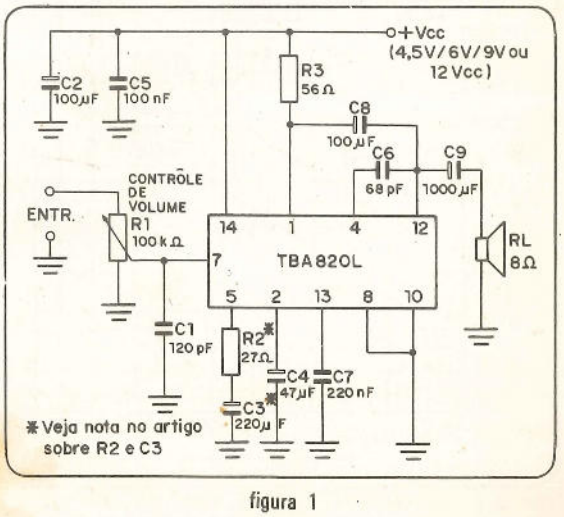


figura 1

1 - Baixo consumo de corrente sem sinal.

2 - Não apresenta distorção cruzada.

3 - Boa rejeição da tensão de ondulação da fonte de alimentação.

4 - Poucos componentes externos.

5 - Potência de saída típica com carga de 8 ohms:

a - 2,2 watts em 12 volts
b - 1,3 watts em 9 volts
c - 0,58 watts em 60 volts
d - 0,30 watts em 4,5 volts

6 - faixa de freqüência típica em -3dB (referência OdB = 0.707 volts rms na carga) : 25Hz a 27kHz

II - DIAGRAMA ELÉTRICO

No diagrama elétrico da fig. 1 os valores dos componentes ão:

R1 = 100k ohms 1/8 W
R2 = 27 ohms 1/8 W
R3 = 56 ohms 1/4 W
C1 = 120pF x 100V plate
C2 = 100µF x 16 V eletrolítico
C3 = 220µF x 16V eletrolítico
C = 47µF x 16 V eletrolítico
C5 = 100nF x 250 V poliester metalizado
C6 = 68pF x 100V NPO plate
C7 = 220nF x 250V poliester metalizado
C8 = 100µF x 16V eletrolítico
C9 = 100µF x 16V eletrolítico
FC = TBA820L - FAIRCHILD.

R2 e C6 podem variar para modificar a sensibilidade e o ganho de potência do amplificador, conforme os seguintes gráficos (fig. 2 e fig. 3).

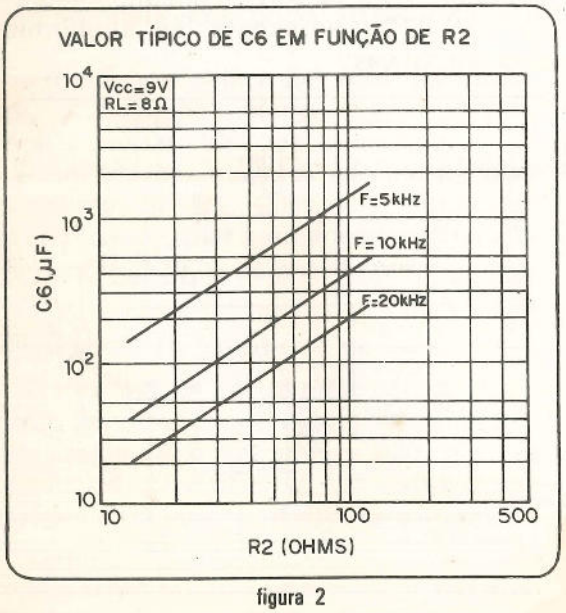


figura 2

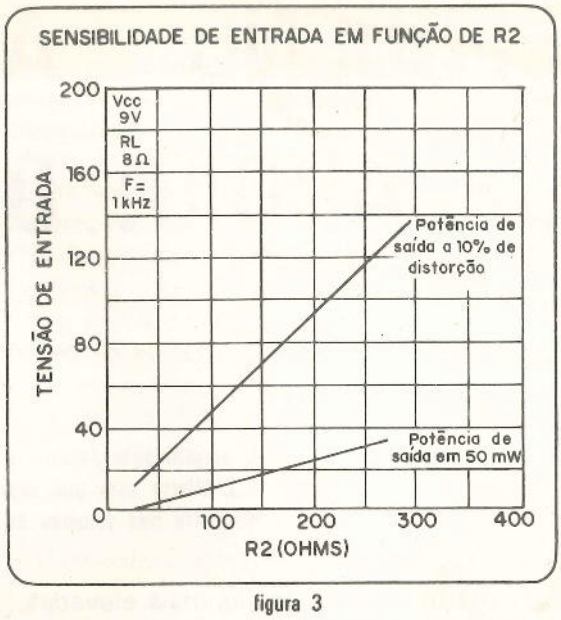


figura 3

III — CIRCUITO IMPRESSO E LOCALIZAÇÃO DOS COMPONENTES

(fig. 4)

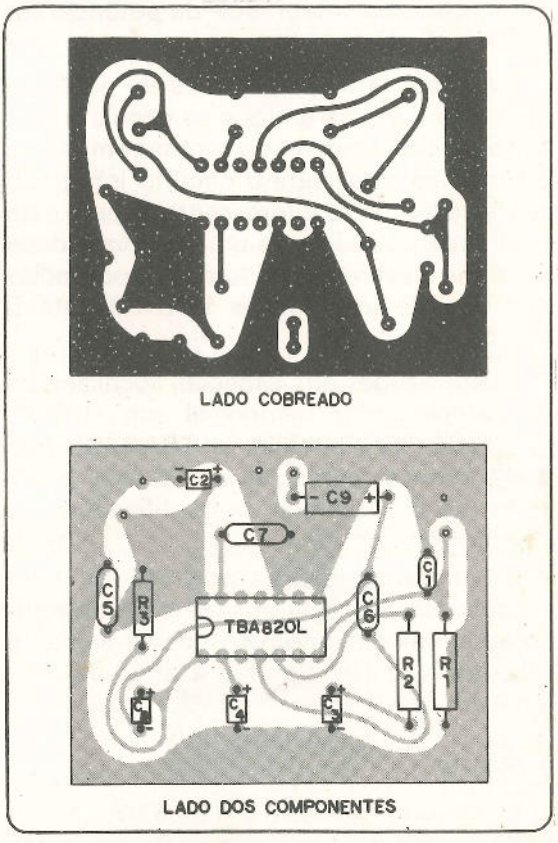


figura 4

IV — CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

1 - Sens. = Sensibilidade

2 - Dist. = Distorção
3 - Ic = consumo de corrente máximo
4 - Todas medições foram feitas com carga de 8 ohms

Veja o gráfico das características elétricas (fig. 5).

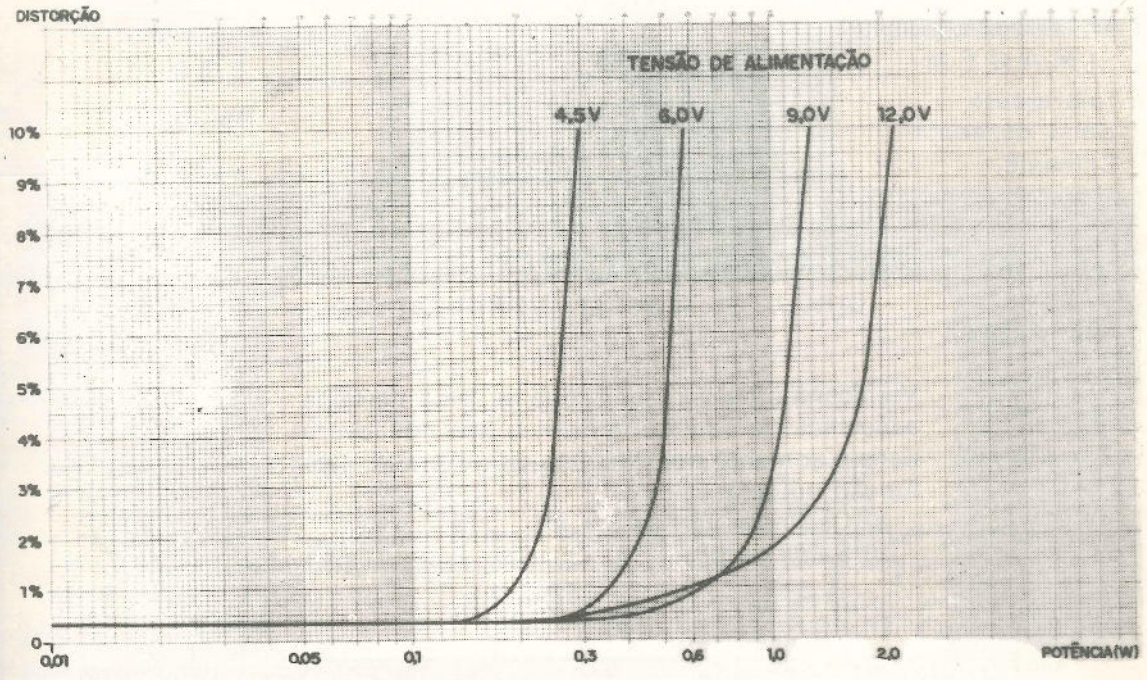
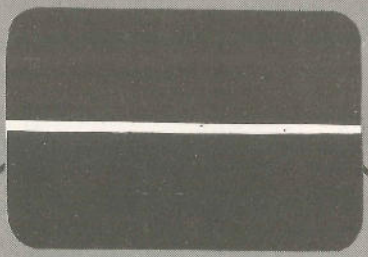


figura 5

POT. de SAÍDA	4,5 Vols SENS. mV	DIST %	IC mA	6 Volts SENS mV	DIST. /	IC mA	9 Volts SENS. mV	DIST. %	IC mA	12 Volts SENS mV	DIST %	IC mA
0	–	–	3,2	–	–	3,4	–	–	4,2	–	–	4,9
50 mW	3,2	0,62	40	3,3	0,66	40	3,2	0,62	41	2,9	0,74	40
100 mW	4,7	0,53	57	4,6	0,63	57	4,4	0,60	57	4,0	0,72	56
200 mW	6,6	0,63	78	6,5	0,72	80	6,5	0,65	79	5,8	0,80	79
250 mW	7,5	2,8	88	7,0	0,80	88	7,2	0,68	88	6,3	0,87	87
300 mW	9,1	10	96	7,9	0,84	97	7,6	0,70	97	7,2	0,94	97
500 mW				11	4,3	124	9,8	1,0	126	8,8	1,1	122
580 mW				12	10	144	11	1,3	130	9,5	1,3	132
800 mW							12	1,6	158	10,9	1,5	153
1,0 W							14	2,9	177	12,2	1,9	173
1,3 W							19	10	209	14,5	2,6	202
1,8 W										17,5	5,1	234
2,0 W										18,3	7,1	247
2,2 W										22,0	10	263

Reparação de TV — Curso Senai



IMAGEM

Tela escura
Linha Horizontal
Brilhante.

SOM

Normal

CIRCUITOS A SEREM VERIFICADOS

Verificamos pela imagem que se trata de falha específica do circuito vertical o que nos leva a pensar somente nos circuitos que exercem esta função ou seja:

a) Oscilador vertical
b) Saída vertical

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Como partida lógica começamos por medir tensões no transistor de saída vertical no qual constatamos as tensões corretas de 21,3 volts na base, 4,1 volts no coletor e 22 volts no emissor. Uma medida auxiliar feita com o voltímetro na escala de tensão alternada nos revela o sistema de sicronismo de 2 volts de amplitude, evidentemente na freqüência da rede. Encontrando-se o transistor de saída em boas condições suspeitamos da própria bobina de deflexão vertical (yoke).

Uma prova de continuidade nesta, feita com o aparelho desligado nos revela uma interrupção em seus enrolamentos.

FALHA CONSTATADA

De fato, observamos que uma bobina de deflexão vertical interrompida teria como causa a ausência de deflexão e portanto o aparecimento da linha horizontal como foi constatado.

COMPONENTES SUBSTITUIDOS

A substituição da bobina de deflexão exige um retoque nos controles de linearidade e altura após o que se obtém uma imagem normal.

CONCLUSÃO

Este tipo de defeito exige do técnico não só habilidade para sua localização como também a necessidade de se saber fazer os retoques nos ajustes de modo a ter o receptor novamente em boas condições.

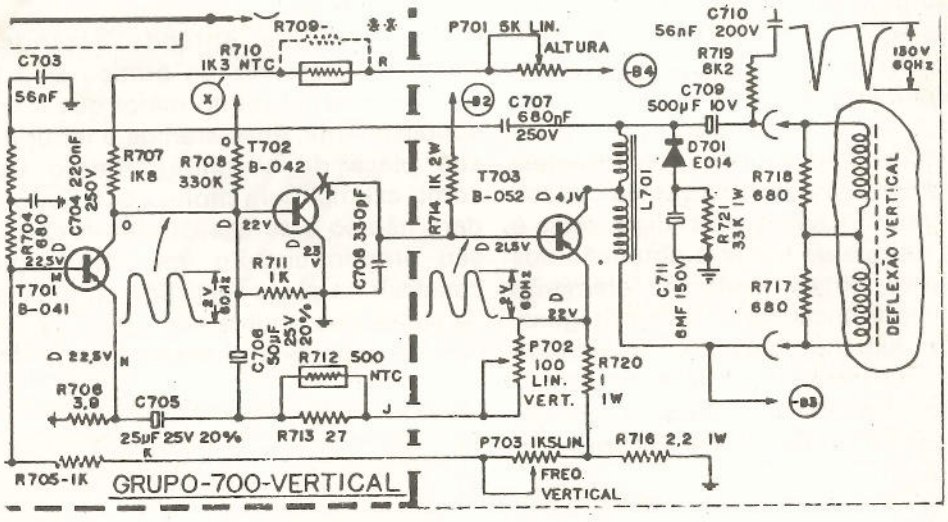
Reparação de TV — Curso Senai
Reparação de TV — Curso Senai
Reparação de TV — Curso Senai

Reparação de TV – Curso Senai

VERIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS

INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S): VOLTÍMETRO ELETRÔNICO

TELEVISOR ANALISADO: PHILCO MOD. TV 374/374 ULD-1



VOCÊ ESTÁ APRENDENDO A METODOLOGIA
DE ANÁLISE DE DEFEITOS "SENAI"
ESCOLA ROBERTO SIMONSEN – SÃO PAULO

COMO FAZER CIRCUITOS IMPRESSOS

(MÉTODO MANUAL)

Neste artigo você aprenderá a fazer seus próprios circuitos impressos para montagens eletrônicas por um dos métodos mais simples e acessíveis, e ao mesmo tempo montará um útil e interessante injetor de sinais que o ajudará na pesquisa de defeitos em diversos circuitos de equipamentos que você projetar ou construir.

As montagens eletrônicas modernas exigem do experimentador pouca habilidade no que se refere ao trato com os componentes, em oposição ao que ocorria com o experimentador do passado que era obrigado a muitas vezes construir com suas próprias mãos determinados componentes como bobinas, transformadores ou capacitores. Entretanto, se hoje em dia a coisa é facilitada no que se refere a obtenção dos componentes, existe ainda um elemento de vital importância para as montagens, que eventualmente deve ser construído pelo próprio montador e que pode constituir-se em sério obstáculo para a execução de montagens: a **placa de circuito impresso.**

A maioria das montagens modernas em que se deseja alto grau de confiabilidade e tamanho reduzido, é feita empregando-se placas de circuito impresso. Projetar e executar placas de circuitos impressos é muito mais simples do que a maioria supõe bastando apenas bom senso, atenção e um pouco de prática. Inclusive, na maioria dos casos a confecção é sensivelmente facilitada pelo fornecimento do desenho da placa já pronto caso em que a operação pode ser resumida numa simples cópia feita com certas normas que resultem no desejado.

Neste artigo pretendemos levar aos nossos leitores principiantes, estudantes e hobistas o processo manual de execução de placas de circuitos impressos que, com pouco tempo e material simples permitirá que o leitor execute seus próprios projetos com facilidade.

Como só se aprende fazendo, ou melhor, o aprendizado prático leva a um aproveitamento muito maior que o teórico simplesmente, ensinaremos o leitor a fazer sua placa de circuito impresso usando como exemplo um projeto que no final lhe dará não só a satisfação de ter executado seu próprio circuito impresso como de construir na placa realizada um útil injetor de sinais que poderá ser usado na reparação de aparelhos diversos. (figura 1)

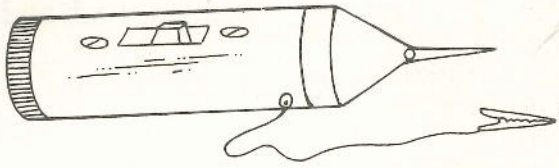


figura 1

O QUE SÃO CIRCUITOS IMPRESSOS

Uma placa de circuito impresso do tipo mais simples consiste numa base de material isolante (fenolite ou fibra) a qual é recoberta numa das faces por uma fina película de cobre (condutor). (figura 2).

O processo de se elaborar uma placa de circuito impresso para uma montagem consiste em se fazer corroer a fina camada de cobre em determinadas regiões de modo a restarem partes cobreadas que corresponderão às ligações entre os componentes, ou seja farão o papel dos fios de ligação. Nesse processo, a placa deve ser

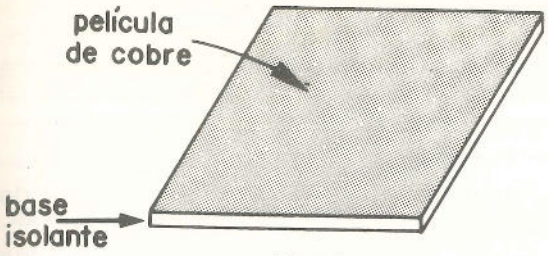


figura 2

furada nos locais em que serão soldados os componentes, devendo o projetista prever não só a disposição das ligações em cobre que devem ficar na placa em função do tamanho e formato dos componentes, como também de modo a não haver cruzamentos de ligações, já que em circuito impresso isso não é possível.

Um recurso para o caso em que os cruzamentos não podem ser evitados é o uso do "jumper" que consiste num pedaço de fio que passa por cima da placa fazendo a conexão entre ligações adjacentes. (figura 3).

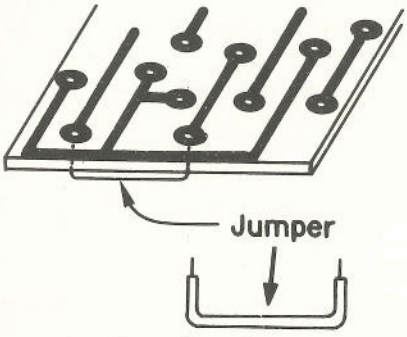


figura 3

No nosso caso, a execução das placas por parte dos leitores é facilitada porque na maioria das vezes fornecemos o desenho das ligações ou seja, a disposição das áreas corroidas e não corroidas de modo que sua execução se resume numa transferência de desenho. Muito mais difícil é entretanto o caso em que partindo de um diagrama o leitor deve chegar à placa para montagem. Isso requer muita experiência.

MATERIAL PARA A EXECUÇÃO DAS PLACAS

Para que, partindo de um diagrama possa se chegar a placa de circuito impresso pronta para receber os componentes, o leitor necessitará de um material especial que, entretanto pode ser conseguido com facilidade em casas de material químico, lojas de ferragens, ou totalmente num conjunto sob a forma de kit.

Esse material pode ser descrito da seguinte maneira:

a) Placa de circuito impresso virgem — essas placas podem ser adquiridas de diversos tamanhos em casas de material eletrônico, podendo ser cortadas de acordo com a nossa necessidade, conforme explicaremos adiante. As placas são encontradas em espessuras que variam entre 0,8 e 1,2 mm.

b) Furadeira — se bem que furadeiras maiores possam ser usadas, as furadeiras miniatura existente no comércio para essa finalidade são ideais pelo tipo de trabalho a que se destinam. De fato, a furação da placa é feita com brocas de 0,6 a 1,0mm dependendo das dimensões dos terminais dos componentes que devem ser previstas pelo projetista. Normalmente essas furadeiras são alimentadas por uma tensão de 12 volts CC o que exige o emprego de uma fonte especial ou bateria de automóvel. (figura 4).

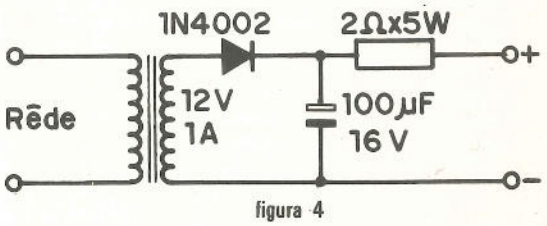


figura 4

c) Caneta para circuitos impressos — essa caneta é dotada de uma carga de tinta especial que depositada sobre o cobre não é atacada pela substância corrosiva, permitindo assim que obtenham as regiões que correspondem as ligações desejadas. Essa caneta será usada para se desenhar sobre a placa, o circuito a ser impresso.

d) Percloreto de ferro — Essa substância é responsável pela corrosão do cobre nas regiões em que ele deve ser removido, não sendo entretanto ativa sobre a tinta da caneta especial. Essa substância pode ser adquirida já em solução ou em pó caso em que deverá ser dissolvida na proporção de 1:1 em água morna. Obs. evite o contacto dessa substância com a pele.

e) Banheira de plástico — esta é usada para os banhos de corrosão das placas, podendo ser do tipo usado para revelação de fotografias podendo ser adquirida em casas de material fotográfico ou mesmo

em supermercados. Não deve ser usada em hipótese alguma banheira de metal.

f) Punção ou estilete ou qualquer objeto ponteagudo (prego, ponta de compasso etc.) — essa ferramenta tem por finalidade facilitar a marcação da placa de circuito impresso no local da furação e na transferência do desenho do papel, para a região cobreada.

g) Cleaner — trata-se de substância capaz de limpar a placa uma vez corroida, removendo a tinta de caneta especial das regiões marcadas. Pode ser usada benzina ou acetona para esta finalidade.

h) Pratex — essa substância tem por finalidade dar melhor acabamento ao circuito elaborado imunizando-o contra oxidação. (Uma camada de verniz também constitui-se em proteção).

i) Cortador — essa ferramenta é usada para cortar as placas nas dimensões desejadas para a elaboração dos circuitos impressos. Se bem que o uso de uma serra fina não seja condenável o cortador do tipo indicado leva a resultados muito melhores. (figura 5)

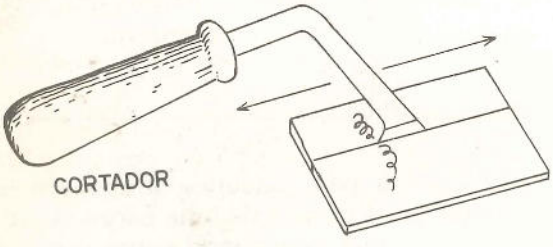


figura 5

j) Régua de metal — esta é usada em conjunto com o cortador na marcação do local de corte.

INJETOR DE SINAIS
COMO FAZER A PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO E MONTAR O APARELHO

O diagrama do injetor que montaremos, é dado na figura 6. Trata-se basicamente de um multivibrador cujo princípio de funcionamento não será explicado por fugir à finalidade deste artigo. A lista de material para o injetor é dada no final do artigo.

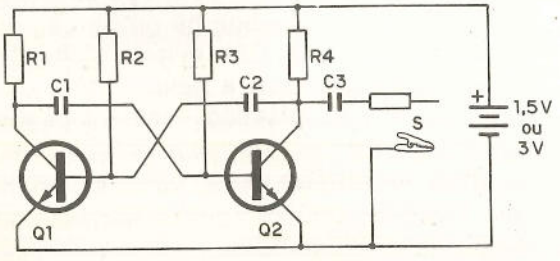
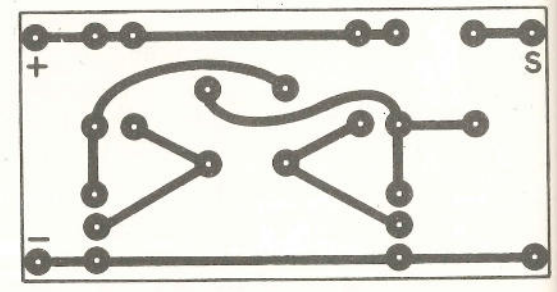


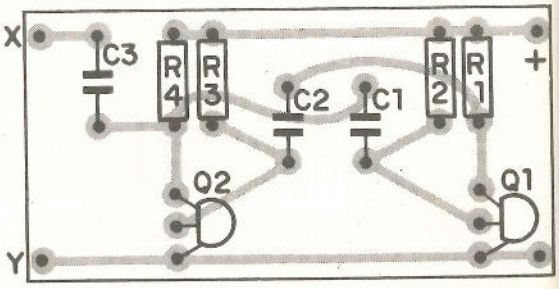
figura 6

O primeiro passo a ser dado pelo projetista completo é no sentido de partir do diagrama obter uma disposição de componentes que leva a possibilidade de uma placa de circuito impresso sem cruzamentos de ligações. Como a montagem tem finalidade didática não nos preocuparemos com o gráu de miniaturização. Uma boa distância entre os componentes pode ser deixada sem que isso prejudique o funcionamento do aparelho.

Assim, consultando o tamanho real dos componentes desenhamos seus formatos num papel e a sua disposição na placa, fazendo uma esboço de suas interligações de modo a termos o circuito desejado. Se pelo esboço conseguirmos ligações diretas e curtas sem cruzamentos, podemos passar a limpo numa disposição definitiva que transferiremos para a placa de circuito impresso. Essa disposição definitiva que transferiremos para a placa de circuito impresso. Esta disposição dada na figura 7



LADO COBREADO



LADO DOS COMPONENTES
X — Ponta de prova
Y — Garra jacaré

figura 7

é que devemos transferir para a placa de circuito impresso, deixando anotadas as posições dos componentes para a posterior montagem.

Podemos então partir para a elaboração da placa de circuito impresso propriamente dita, segundo a seqüência:

a) Sabendo as dimensões da placa, com a régua de metal colocada de modo a marcar o local de corte, sobre a face cobreada passe a ferramenta de corte fazendo um sulco profundo. Se for necessário passe mais uma ou duas vezes a ferramenta até fazer um sulco com aproximadamente metade da espessura da placa de profundidade. O segundo corte é feito da mesma maneira (figura 8).

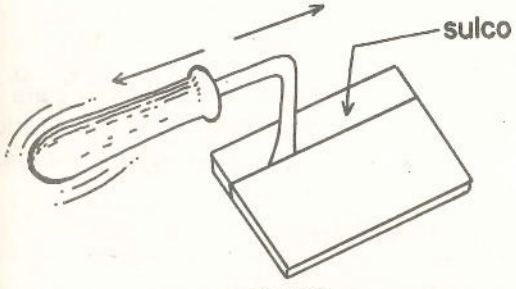


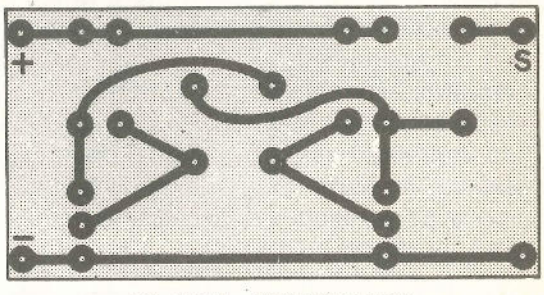
figura 8

b) Utilizando a beira da mesa como apoio, coloque a placa com a face cobreada para baixo e com uma pancada firme, quebre a placa no local do corte.

c) Com a mesma ferramenta que usou para o corte, proceda o seu acabamento.

d) A seguir, alinhe o papel em que o circuito impresso foi desenhado com a placa, sobre sua face cobreada e com um estilete ou punção marque os locais dos furos dos terminais. (Esses locais são marcados no desenho por pequenas circunferências). Nesse ponto temos duas possibilidades: se o circuito for simples, somente pela disposição dos pontos o leitor poderá depois completar as ligações copiando a figura em que planejou o circuito. Se a placa for complicada, usando uma folha de papel carbono entre o desenho e a placa o leitor poderá transferir para o cobre também as interligações entre os pontos de furação. Observamos que para esta operação a placa deve estar bem limpa podendo ser usada para esta finalidade uma esponja de aço e depois o cleaner. Com a placa limpa evite o contacto dos dedos com a superfície cobreada pois a gordura dos mesmos pode Prejudicar o acabamento da placa.

e) A seguir, utilizando a caneta especial para desenhar em cobre (cuja tinta não é atacada pelo percloreto), copie sobre a placa o desenho do circuito impresso. No caso da marcação somente dos pontos correspondentes aos terminais, as demais ligações são feitas observando-se o desempenho enquanto que no caso do uso do papel carbono basta seguir as impressões na placa. Na figura 9 temos a placa



PLACA DESENHADA

figura 9

do injetor já desenhada, pronta para receber o banho corrosivo.

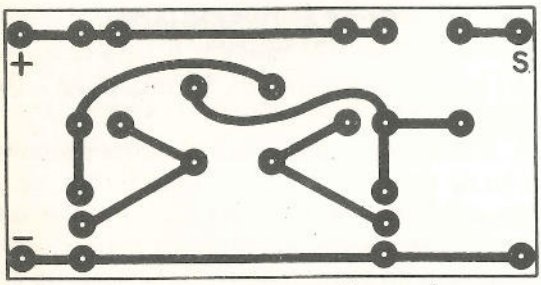
f) O próximo passo consiste na preparação da solução corrosiva. Para tanto, usando uma banheira de plástico (nunca use recipiente de metal) dissolva o percloreto em água na proporção de 1:1. No caso em que este for líquido (ácido) basta despejar o conteúdo do frasco em igual quantidade de água (300 ml de percloreto para 300 ml de água). No caso do percloreto sólido, sua dissolução deve ser feita em água morna na proporção de 1:1, ou seja, 100 g. de percloreto para 100ml de água. Obs: a dissolução deve ser lenta devido ao calor desenvolvido no processo.

g) Preparada a solução, coloque a placa preparada com a face cobreada voltada para baixo de modo que a solução entre em contacto com as regiões a serem corroidas. Uma agitação de tempos em tempos evita a formação de bolhas que podem prejudicar a ação da solução. O tempo de corosão depende fundamentalmente da espessura cobreada da placa e da temperatura da solução,. Em geral o tempo está compreendido entre 20 e 30 minutos. O leitor pode eventualmente retirar a placa da solução para examiná-la e verificar se precisa mais tempo de corrosão. Evite entretanto o contacto direto dos dedos com a solução.

h) Completada a corrosão, retire a placa da solução e lave-a em água corrente de modo a remover o percloreto que ainda exista. Em seguida, com um algodão embebido no cleaner remova a tinta das regiões que não foram atacadas pelo percloreto. A solução de percloreto pode então ser guardada para ser usada na confecção de muitas outras placas.

i) A seguir, você poderá fazer a furação da placa nos locais marcados para esta finalidade a furadeira miniatura e broca de tamanho apropriado.

j) Completada a furação, limpe a placa com uma esponja de aço (bombril) e faça o acabamento da mesma usando um algodão embebido em pratex o qual deverá ser passado na parte cobreada. A placa estará pronta para receber os componentes eletrônicos (figura 10).



PLACA CORROÍDA

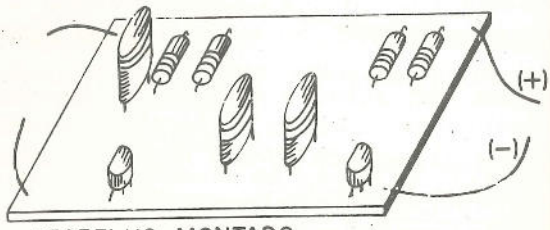
figura 10

PARTE ELETRÔNICA

A colocação dos componentes na placa, em pé ou deitados depende do projeto prévio. Para a soldagem utiliza-se um soldador de pequena potência, no máximo 30 watts e solda de boa qualidade.

Assim, pegando cada componente dobre seus terminais de modo e se encaixarem nos orifícios destinados a sua ligação e enfiando-os pelo lado não cobreado faça-os sair do lado cobreado. No lado cobreado estes serão soldados. A ponta do fio ou terminal é então cortada depois de soldado de modo a ser eliminado seus excessos.

Na figura 11 temos o aparelho completamente montado.



APARELHO MONTADO

figura 11

Para usar o injetor consulte a revista Nº 45 (Injetores de Sinais Transistorizados) ou então aguarde publicação à respeito nos próximos números.

LISTA DE MATERIAL

Q1, Q2 - BC548 ou BC238 – transistores
R1, R4 – 2,2 k Ω x 1/4 W – resistores de carvão (vermelho, vermelho, vermelho)
R2, R3 – 100 k Ω x 1/4 W – resistores de carvão (marrom, preto, amarelo)
C1, C2 – 0,01 μ F – capacitor de poliester (marrom, preto, laranja)
C3 – 0,02μF – capacitor de poliester (vermelho, vermelho, laranja)
B1 – 1,5 ou 3 Volts – 1 ou duas pilhas pequenas com suporte
Diversos: ponta de prova, garra jacaré, fios, placa de circuito impresso, etc.



Faça você mesmo os seus CIRCUÍTOS IMPRESSOS



MALIKIT

Um completo laboratório

(Da furadeira elétrica à placa virgem)

Cr$ 390,00

(sem mais despesas)

PEDIDOS À SABER
PUBLICIDADE E
PROMOÇÕES LTDA.
CAIXA POSTAL 50450
SÃO PAULO – SP.
OU AO SEU FORNECEDOR DE
MATERIAL ELETRÔNICO.



DIGITAL: CONTADORES - DECODIFICADORES - DISPLAYS — II

Na parte inicial deste artigo verificamos como funcionam os contadores, chegando a saída desses circuitos em que tínhamos um sinal decimal codificado em binário, binário puro, ou ainda sexagesimal codificador em binário. Como esses sinais por si só não podem fornecer uma indicação direta que corresponda aos números de nosso sistema decimal, para a alimentação dos displays, devem passar por uma transformação que nos permita obter algarismo como normalmente os usamos. Nesta segunda parte do artigo, estudaremos justamente os decodificadores, analisando como podemos transformar uma saída em binário numa saída própria a excitação de um displays.

A saída que devemos obter de um decodificador para alimentar um display depende em primeiro lugar do tipo de display que deve ser utilizado num projeto prático.

O caso mais simples e mais óbvio seria o de termos uma saída para excitar cada algarismo que queremos representar. Neste caso, o decodificador seria formado por um circuito dotado de 4 entradas para a excitação codificada em binário e teria 10 saídas correspondentes aos algarismos de 0 a 9.

Neste decodificador, para cada combinação de sinais de entrada correspondente a um número em binário, teríamos a presença de sinal numa única saída correspondendo ao algarismo em decimal.

Para cada algarismo que quisermos representar deveremos ter um contador, um decodificador e evidentemente um display. Para um número de 3 algarismos deveremos usar 3 decodificadores e o número máximo que pode ser apresentado será 999.

(figura 1)

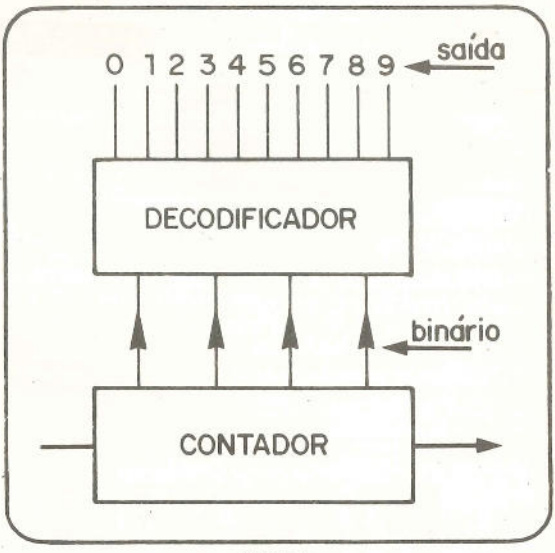


figura 1

Tabela

Entrada	Saída
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9

Este tipo de circuito pode ser usado para excitar um display formado por 10 lâmpadas ou LEDs colocados num painel, cada um representando um algarismo. Para um contador até 999 por exemplo, podem ser usadas 3 fileiras de lâmpadas ou LEDs associadas a 3 contadores e 3 decodificadores. (figura 2)

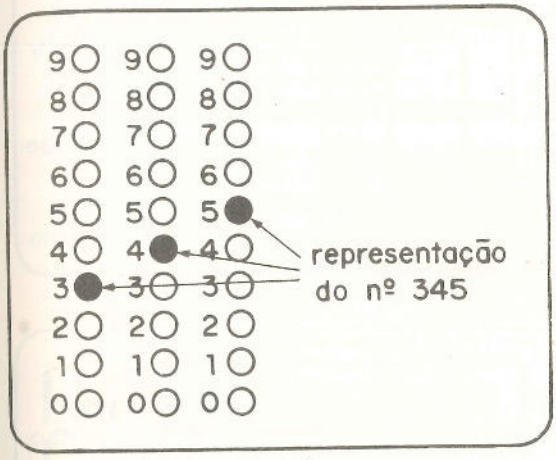


figura 2

A representação do número 345 seria dada pelo acendimento da terceira lâmpada da primeira fila, da quarta lâmpada da segunda fila e da quinta lâmpada da terceira fila.

Evidentemente, não se trata de uma versão muito prática e nem econômica já que deve-se usar 10 lâmpadas ou LEDs para cada algarismo que se deseja representar o que significa um gasto considerável em componentes e a ocupação de um espaço razoável no painel do equipamento.

Em alguns casos, por exemplo, em que se deseja ter uma boa iluminação para os indicadores, pode-se necessitar de circuitos excitadores de potência que seriam formados por tantos transistores quantos fossem as lâmpadas ou LEDs excitados.

Uma outra possibilidade consite na utilização desse tipo de decodificador com os denominados tubos Nixie que possuem dez eletrodos, cada um com o formato de um algarismo. Quando um sinal de excitação é aplicado a um desses eletrodos ele acende, e o observador vê somente o algarismo correspondente. Uma das desvantagens desse tipo de display é a sua alimentação que deve ser feita com uma tensão relativamente elevada, geralmente superior a 100 volts, e que portanto exige a utilização de um circuito especial de alimentação já que os circuitos TTL operaram com 5 volts. Além disso, um circuito impulsor (driver) para cada saída do decodificador pode ser necessário, de modo a permitir a excitação do eletrodo correspondente (figura 3).

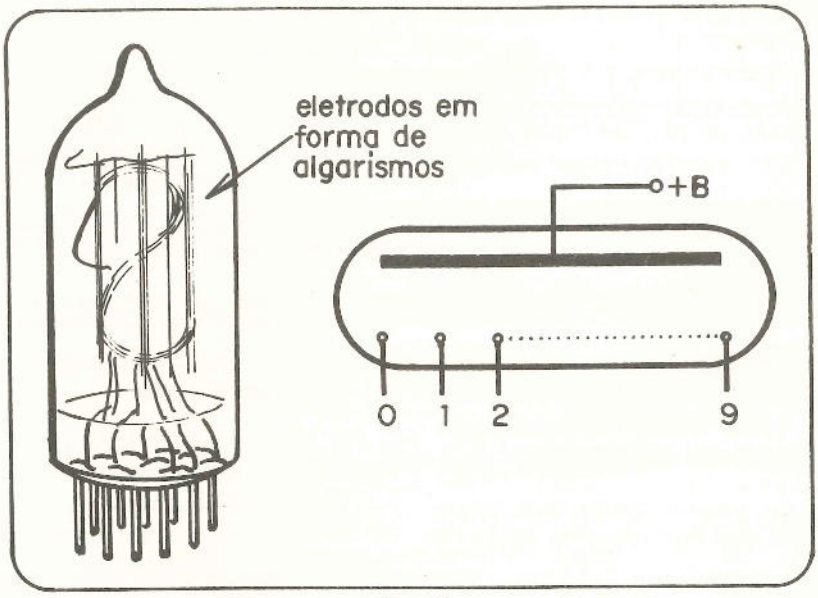


figura 3

Os circuitos que fornecem uma única saída para cada algarismo encontram, no entanto, uma forma bastante interessante de aplicação prática.

Podemos citar os controles remotos por meio de pulsos. Com o auxílio de um contador e de um decodificador do tipo explicado podemos ter a atuação sobre um determinado circuito entre 10, em função do número de pulsos que enviamos ao receptor. Para o caso do contador até 10 como exemplificamos podemos ter com facilidade um controle de 10 canais enquanto que, para o caso de um contador até 16 teremos um controle de 16 canais.

Na figura 4 temos um exemplo de circuito desse tipo usando como contador o 7493 e como decodificador o 74154. Nesse circuito temos no 7493 um contador até 16 com o circuito associado que gera os impulsores de excitação. Entre outras aplicações, essa configuração também pode ser usada num sistema sequencial de 16 posições para anuncios luminosos. Neste caso as saídas do decodificador podem excitar através de circuitos apropriados SCRs ou TRIACs.

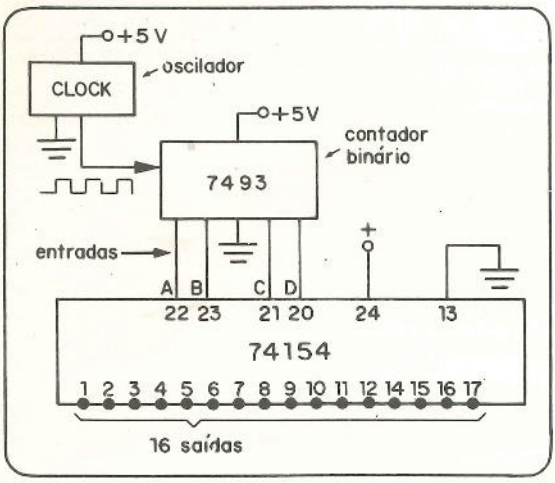


figura 4

O circuito integrado 74154 é dotado de 24 terminais sendo alimentado por uma tensão de 5 volts, sendo perfeitamente compatível com os da família TTL.

Outro tipo de decodificador que devemos analisar é o que fornece uma saída de "7 segmentos".

Um tipo de display bastante popular é o formado por 7 diodos emissores de luz (LEDs) colocados numa disposição tal a formar a figura correspondente a um "B" (figura 5).

Conforme os segmentos que acendem, de acordo com sua posição, poderemos ter a formação dos algarismos de 0 a 9 (figura 6).

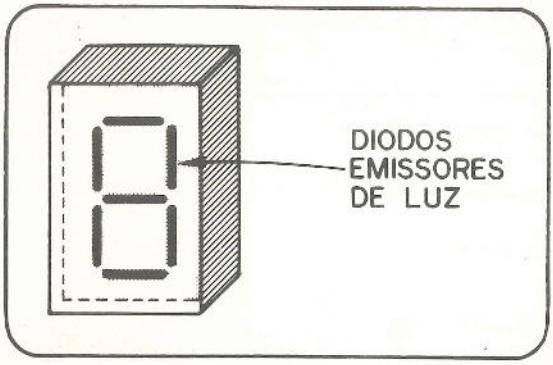


figura 5

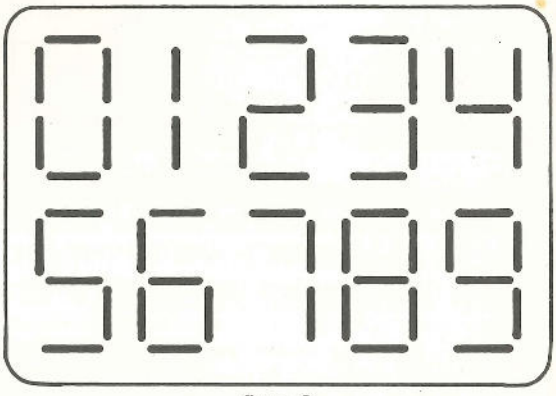


figura 6

Temos duas vantagens importantes a considerar na utilização desse tipo de display. A primeira é o tamanho relativo desse dispositivo associadoao baixo consumo de corrente dos LEDs que podem ser excitados diretamente pelos circuitos decodificadores.

A segunda vantagem está no menor número de conexões do decodificador ao display que se reduz a apenas 7 em lugar das 10 dos outros tipos.

Ao lado dos displays de 7 segmentos com diodos emissores de luz, podemos ter outras versões como os de cristal líquido e os de filamento incandescentes que entretanto serão focalizados na terceira parte deste artigo.

A seguir, focalizamos alguns decodificadores bastante comuns nas aplicações práticas, com suas características principais;

a) 7445/74145

Trata-se de um decodificador e também impulsor (driver) para BCD obtendo-se uma saída em decimal, ou seja, correspondendo aos algarismos de 0 a 9.

Sua potência de dissipação é de 215 mW e sua tensão de alimentação é de 30 V para o 7445 e 15 V para o 74145.

Na figura 7 vemos a disposição dos seus terminais.

Os terminais ABCD correspondem à entrada em BCD.

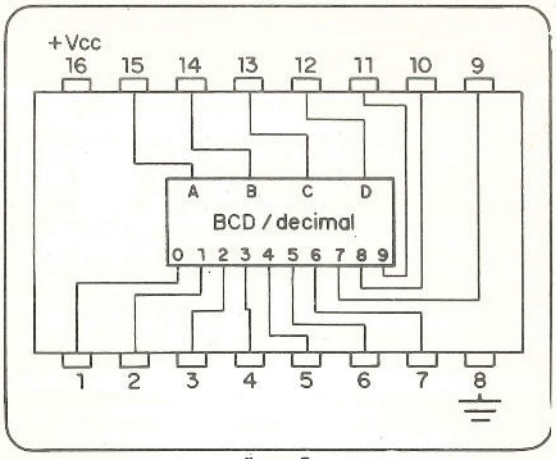


figura 7

b) 7446/7447

Este consiste num decodificador BCD para 7 segmentos. Sua alimentação é feita com uma tensão de 30 V para o 7446 e com 15 V para o 7447. A potência de dissipação do CI é de 320 mW e a disposição de seus terminais é dada na figura 8.

Este decodificador possui uma entrada de teste em que se pode excitar para a verificação de todos os segmentos do display. Ao ser excitada essa entrada, obtém-se no mostrador o "8".

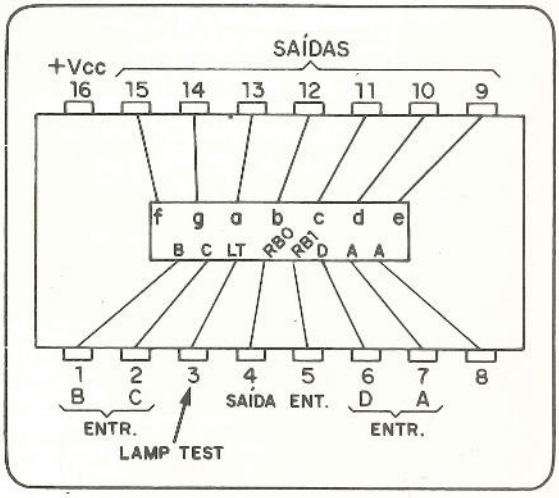


figura 8



PROVADOR DE ESTADO PARA CIRCUITOS LÓGICOS TTL

Humberto de Alcântara Pellizzaro

Na nossa experiência constante com circuitos integrados TTL, sempre necessitamos de um verificador de estados lógicos. Quando o trabalho é intenso, dada a necessidade de, a cada prova, o técnico ter que dirigir seguidamente o olhar para o ponto do circuito onde a ponta de prova é aplicada e, para o indicador visual (geralmente LEDs). Torna-se crítico o uso deste tipo de instrumento quando precisamos simultâneamente executar a identificação do nível lógico e, conferir outra medida em outro instrumento, como por exemplo, um osciloscópio ou um DVM. Particularmente "apanhamos" um bocado nas provas de influência de ruídos em circuitos lógicos. Até que decidimos por uma solução diferente: a utilização de um provador com indicação auditiva, ao invés da costumeira indicação visual. E é a descrição deste simples aparelhinho o propósito deste artigo.

O CIRCUITO

Na figura 1 está esquematizado o provador. Como vemos, o circuito utiliza componentes convencionais facilmente encontrados no comércio especializado. Com relação ao transdutor eletro-acústico, temos algumas observações a fazer. Se o leitor quiser poderá incorporá-lo ao próprio provador, montado em sua caixa, caso em que deve ser o mais miniaturizado possível. Esse transdutor deve ser de baixa

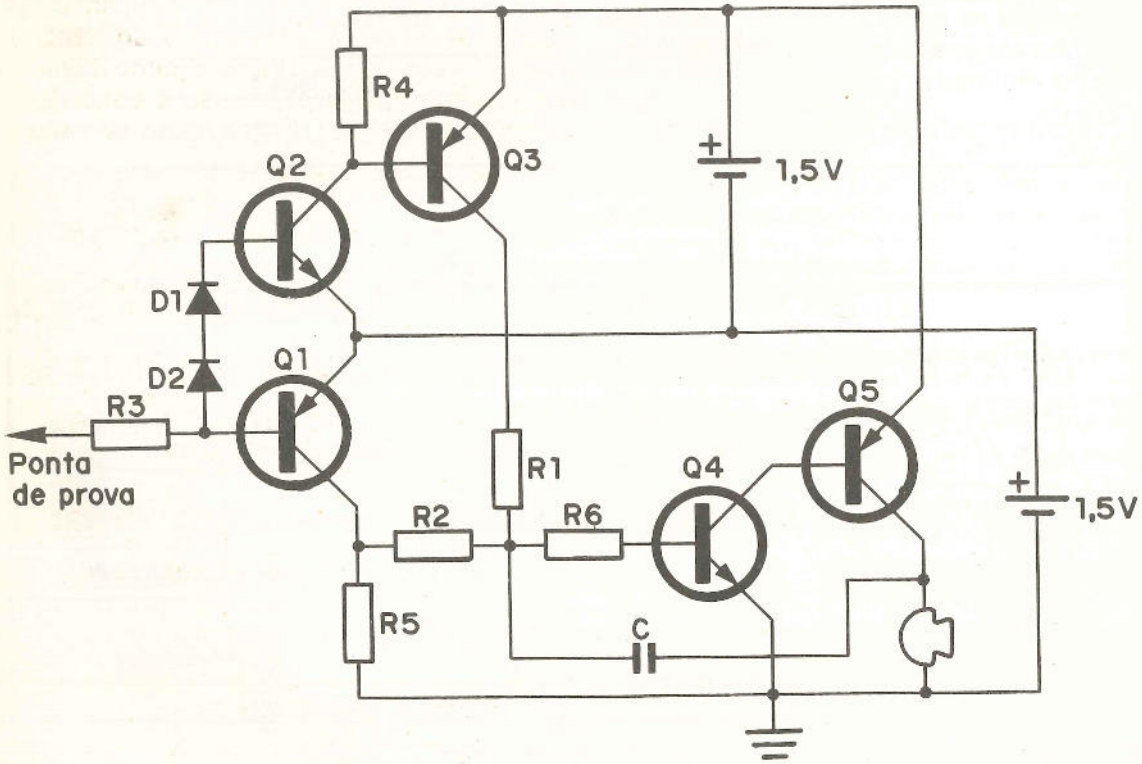


figura 1

impedância, dadas as características de saída do circuito. Outra solução consiste na utilização como transdutor de um fone magnético de baixa impedância, do tipo que normalmente acompanham os rádios portáteis e gravadores que podem ser encontrados em qualquer caso de material eletrônico.

O funcionamento do provador pode ser explicado da seguinte maneira:

Se o ponto do circuito que estiver sendo provado apresenta nível lógico "0", ou baixo, com tensão entre 0 volt e 0,8 volt, o transistor Q1 entra em condução, já que sendo do tipo PNP, o emissor estará a um potencial mais elevado que a base, polarizando no sentido direto a junção base-emissor. O transistor Q2, por sua vez, sendo NPN e, estando com um potencial de 1,5 volt positivo no emissor, necessitará de um potencial pelo menos 0,7 volt mais positivo ainda para conduzir. Como isso não ocorre, concluimos que o mesmo está cortado. Desta forma Q3 recebe potencial positivo na base, mas como é PNP só poderá estar cortado. Com tudo isto, o capacitor C recebe corrente para se carregar vinda de R2. Nesse caso, o elo de realimentação é formado por R2 e C, determinando uma frequência dependente dos valores dos mesmos, aplicada ao transdutor pelo estágio de saída formado por Q4 e Q5.

Suponhamos agora que o ponto do circuito a ser verificado esteja em nível lógico "1", ou alto, com tensão entre 2,8 e 5 volts. Isto é suficiente para que os diodos D1 e D2 conduzam e Q2 esteja com a junção base — emissor polarizada no sentido direto — o mesmo então conduzirá fazendo com que Q3 receba tensão mais baixa que a de emissor, conduzindo também. Mas, Q1 não recebe tensão suficientemente negativa para conduzir e, fica cortado. Desta feita, o capacitor C recebe corrente vinda de R1. A freqüência do oscilador agora é determinada por R1 e C. Os valores de R1 e R2 foram escolhidos de forma que ao nível lógico "0" corresponda uma freqüência de 100 Hz, aproximadamente e ao nível lógico "L" uma freqüência de 1kHz, aproximadamente. Os valores poderão ser alterados, até certo ponto, de modo a obter freqüência diferentes. Ou então troca-se o capacitor C por um de valor diferente. Os resistores R3 e R6 limitam a corrente nas bases de Q1, Q2 e Q4, respectivamente. R4 e R5 são as cargas de coletor de Q2 e Q1, respectivamente. As baterias são do tipo lapiseira, normalmente utilizadas em radinhos transistorizados. O consumo das mesmas é muito pequena, mesmo porque a ponta de prova normalmente é aplicada por apenas um instante, não sendo uma operação contínua. Uma particularidade do circuito é que, quando a ponta de prova não é aplicada, as bases de Q1 e Q2 ficam "no ar" não

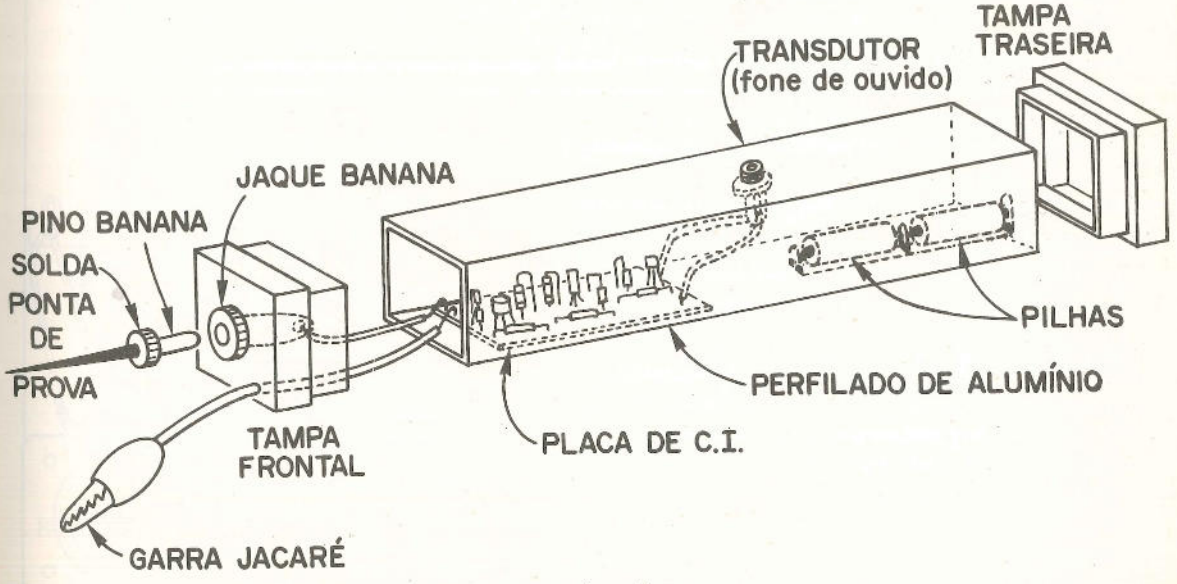


figura 2

permitindo que algum deles conduza. Assim, Q3 também permanece cortado, e o capacitor C não pode receber corrente de R1 nem de R2. O transdutor não emitirá som algum.

MONTAGEM

A montagem deverá ser feita em placa de circuito impresso, visando o maior grau possível de miniaturização (figura 3).

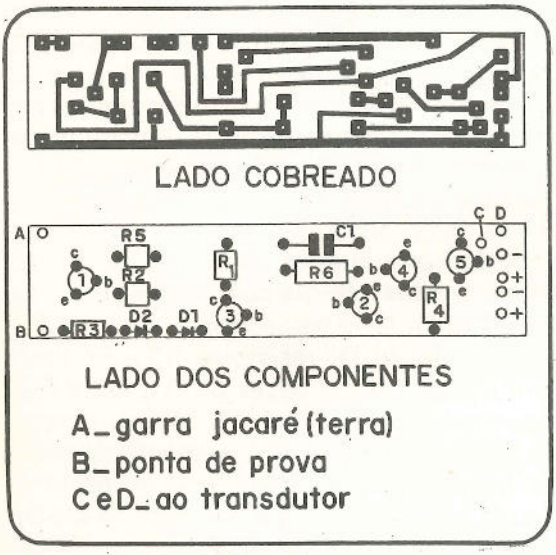


figura 3

Como caixa para o aparelho, sugerimos o uso de perfilado de alumínio. Existe um de seção quadrada com dimensão de 1,7 x 1,7 cm que é ideal. Um bom comprimento é de uns 16 cm. As pilhas ficarão no sentido do comprimento, uma atrás da outra, encaixadas no suporte apropriado. As tampas frontal e traseira serão feitas de pés de borracha para cadeiras de pernas metálicas, os quais se encaixam perfeitamente, dando ótimo acabamento. A tampa frontal será perfurada e parafusado um jaque para pino banana, permitindo a substituição da ponte de prova por encaixe. Pode-se inclusive prover o aparelho de pontas de prova de vários comprimentos, conforme a aplicação. No canto da mesma tampa, mais um furo, para permitir a passagem do fio terra, o qual possui garra jacaré na extremidade. Na figura 2 temos a vista explodida do aparelho, com tudo o que acabamos de descrever. Sugerimos o seguinte acabamento: lixe com palha de aço a peça de perfilado já cortada na medida; aplique letras auto-adesivas (letraset, decadry, alfac ou outra) com os dizeres "TESTE TTL" ou o que desejar. Finalmente, aplique uma camada de verniz incolor em "spray".

Lista de Material:

Q1, Q3, Q5 - BC558B, BC559C, ou equivalente
Q2. Q4 - BC238B, BC239B, BC239C BC238C, ou equivalentes
D1, D2 - diodos 1N914, 1N4148 ou equivalentes
R1-18kΩ x 1/8 watt - resistor de carvão
R2-100kΩ x 1/8 watt - resistor de carvão
R3-12kΩ x1/8 watt - resistor de carvão
R4, R5-1,2kΩ x 1/8 watt - resistor de carvão
R6 - 390 ohms x 1/8 watt - resistor de carvão
C- 100 nF x 250 V - poliester metalizado

Diversos: transdutor de 8 Ihms (ver texto); 2 pilhas lapiseira de 1,5 volts; suporte para as pilhas; garra jacaré; jaque para pino banana caixa metálica, etc.

ERRATA

Verifique em nosso nº anterior, na pág. 63 (Alarme Controlado Pela Luz) a figura 8, onde é necessário corrigir o desenho, segundo o modelo

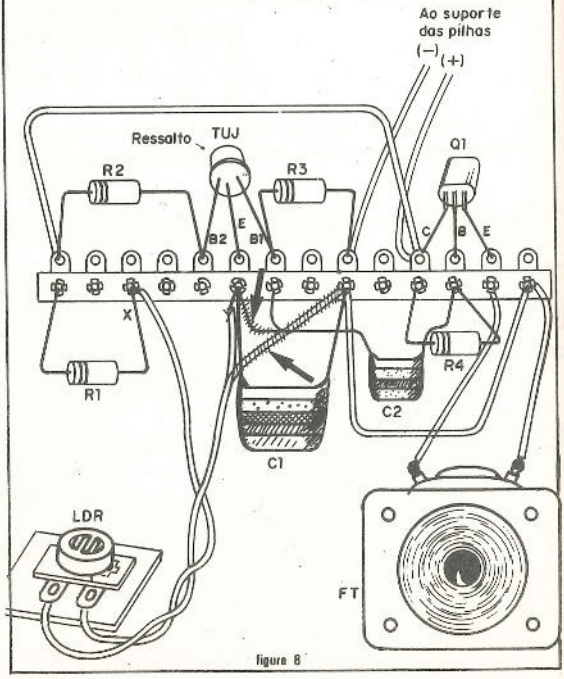
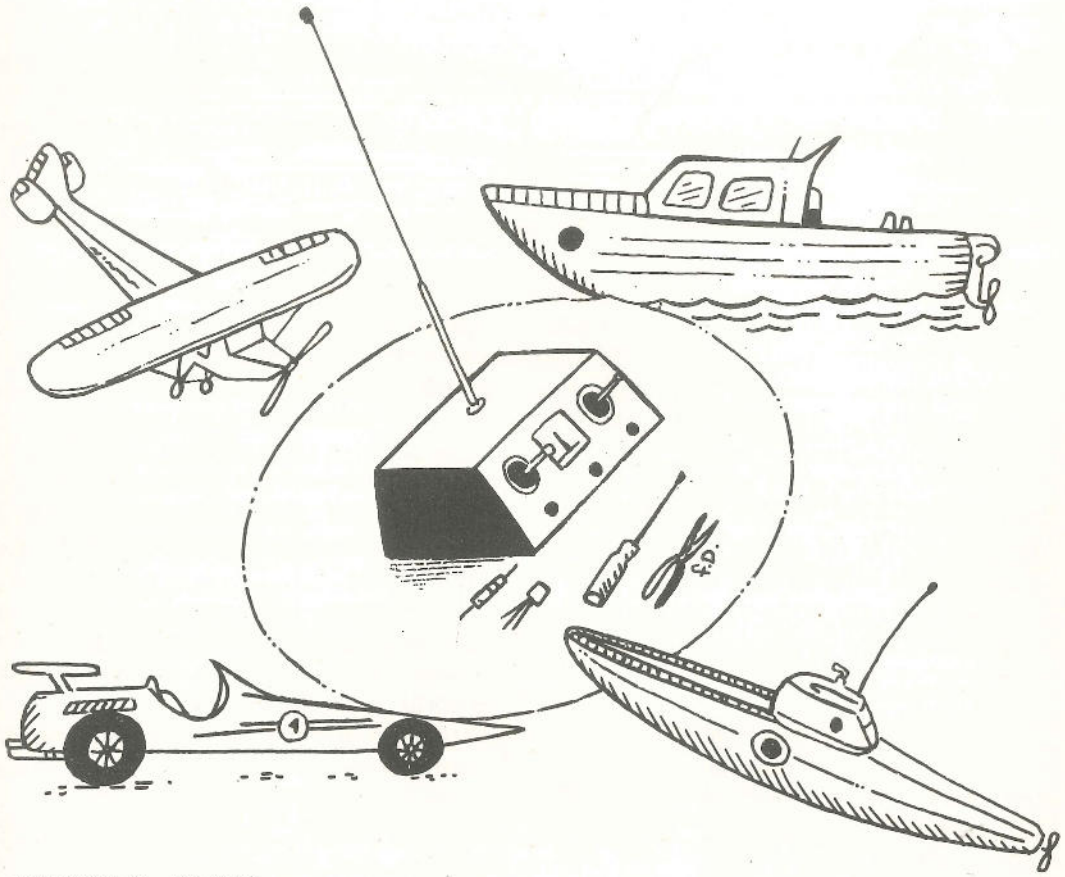


figura 8

RÁDIO-CONTROLE - IV



NEWTON C. BRAGA

RECEPTORES DE UM CANAL — CIRCUITOS SINTONIZADOS

Nos primeiros artigos desta série, tivemos oportunidades de abordar problemas básicos encontrados na elaboração de sistemas de rádio controle, circuitos básicos tanto de transmissores como de receptores, analisando seu funcionamento, numa preparação para os projetos práticos que pretendemos fornecer. Alertamos nesta série, os leitores não iniciados sobre os problemas que envolvem as partes mais críticas não com o sentido de assustá-los fazendo-os desistir de qualquer montagem, mas sim com a finalidade de prepará-los para sua solução quando isso se fizer necessário. É muito importante que os leitores tomem consciência agora desses pontos críticos de uma montagem de modo a se evitar qualquer deslize que possa levar o sistema a um comportamento indesejável. Falaremos neste artigo dos receptores de um único canal e do seu ponto mais crítico assim como do transmissor, e daremos sugestões para o uso deste sistema preparando o leitor para o nosso primeiro projeto que justamente será deste tipo.

RECEPTORES DE UM CANAL

Os receptores de um canal constituem-se na forma mais simples de se equipar um modelo dirigido à distância (figura 1). Por meio de um único canal podemos executar as operações básicas de virar para a direita

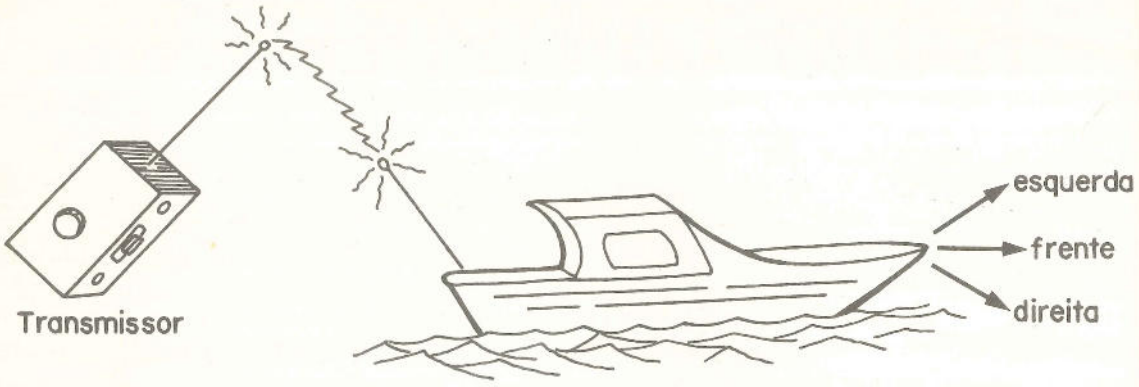
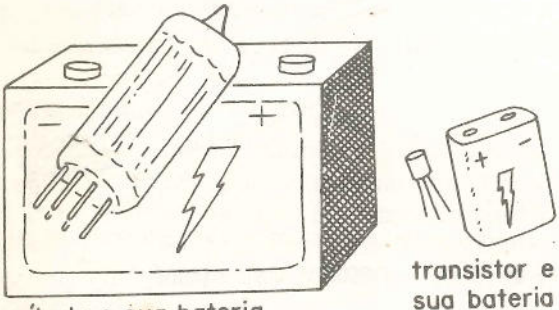


figura 1

ou para esquerda um modelo o que é básico para obtermos seu controle. Se bem que na atualidade todos os receptores desse tipo, assim como os transmissores sejam transistorizados, houve época em que seus circuitos eram baseados em válvulas o que sem dúvida implicava em séries limitações de espaço, principalmente no que está relacionado com a fonte de energia, conforme pode-se constatar pela figura 2.



válvula e sua bateria

transistor e sua bateria

figura 2

Os receptores, de um canal, transistorizados podem ser os bastante compactos, e sua alimentação sendo feita por pilhas comuns não exige muito espaço no modelo. Este é o caso do primeiro sistema que montaremos.

Visaremos simplicidade de construção, baixo consumo de energia e eficiência de funcionamento.

No caso de um sistema de um canal, o circuito receptor pode ser sensivelmente simplificado já que não se exije a utilização de circuitos adicionais que permitem a separação dos sinais de comando para os diversos amplificadores que acionam os servos.

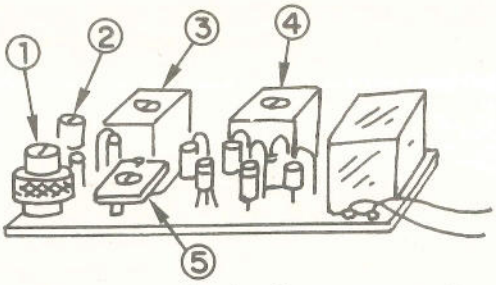
O primeiro circuito que escolhemos para nossos leitores montarem e que passaremos a descrever a partir do próximo número, consiste num receptor super-regenerativo que, associado a um transmissor bastante simples (do tamanho de um maço de cigarros) permitirá o controle eficiente de modelos que não tenham limitações de espaço como por exemplo barcos e dispositivos fixos.

Os motivos pelos quais sua instalação num avião não é recomendada já foram amplamente discutidos bastando apenas lembrar a eficiência de funcionamento e instalação que um montador novato dificilmente poderá conseguir, principalmente no que se refere aos ajustes.

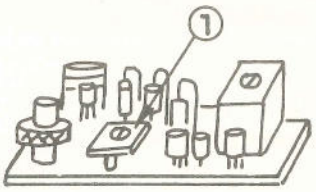
Outro motivo, além da simplicidade de circuito, que nos leva a iniciar por esta configuração é a necessidade de um único ajuste no transmissor e um único ajuste no receptor. De fato, os ajustes de funcionamento que levam o receptor a operar na mesma freqüência do transmissor é o principal obstáculo para o principiante do radiocontrole que constrói seus próprios circuitos. (figura 3)

Para estes casos, recomenda-se, na maioria dos casos, a utilização de instrumentos apropriados que nem sempre estão ao alcance do modelista principalmente em função de seu custo tais como geradores de sinais, medidores de intensidade de campo, etc. (figura 4)

No nosso caso, como a versão é a mais simples, e supondo que não só o montador não tenha nenhuma experiência prévia nesse tipo de montagem como também não tenha o instrumental apropriado para seus ajustes, também daremos instruções pormenorizadas de como construir o ins-

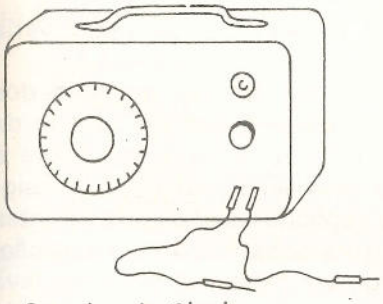


Pontos de ajuste de um receptor comercial de rádio contrôle "Super Heterodino"

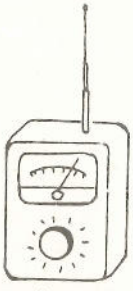


Ajuste único de um receptor super rege_ nerativo

figura 3



Gerador de Sinais



Medidor de intensidade de campo

trumento necessário ao ajuste e utilizá-lo corretamente.

Com isso, já preparamos o modelista de rádio controle para circuitos mais elaborados que no futuro exigirão o emprego de instrumental de prova com o qual ele poderá contar.

OS CIRCUITOS SINTONIZADOS

Conforme explicamos nos primeiros artigos desta série, o transmissor de rádio controle é responsável pela emissão de uma onda eletromagnética cuja freqüência deve coincidir com a de operação do receptor de modo que este ao captá-la possa extrair a informação de comando que contém, e atuar sobre os servos ou dispositivos de controle. (figura 5)

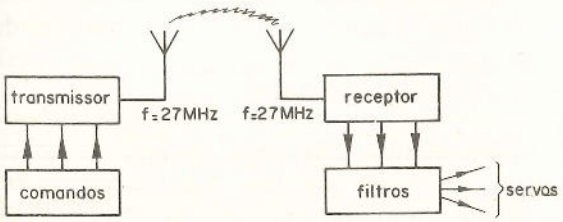


figura 5

Pois bem, existem, tanto não receptor como no transmissor circuitos que são responsáveis pela freqüência de operação e que portanto devem ser ajustados de modo bastante preciso para que o receptor possa "reconhecer" os sinais do transmissor. Esses circuitos denominados sintonizados devem ser ajustados para uma mesma freqüência tanto no receptor como no transmissor, ou seja, a freqüência do canal que se deseja operar.

A maioria dos sistemas de rádio-controle é projetada para operar em freqüências em torno dos 27 MHz, 36 MHz ou 72 MHz. Isso significa que os transmissores, assim como os receptores devem ser dotados de circuitos sintonizados projetados para operarem nestas freqüências e estes constituem-se justamente nos pontos críticos de ajustes desses equipamentos.

Um circuito sintonizado, basicamente é formado por uma indutância representada fisicamente por uma bobina de fio esmaltado ou de outro tipo enrolada num núcleo de ferrite ou ainda numa forma sem núcleo (núcleo de ar), e por uma capacitância ligada em paralelo, formada fisicamente por um capacitor (figura 6).

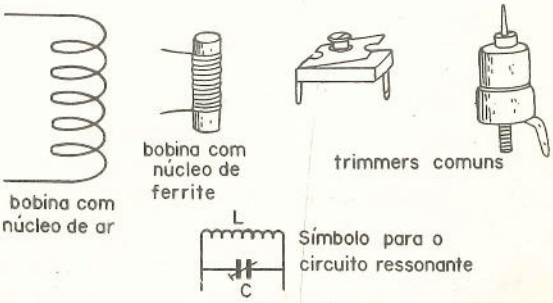
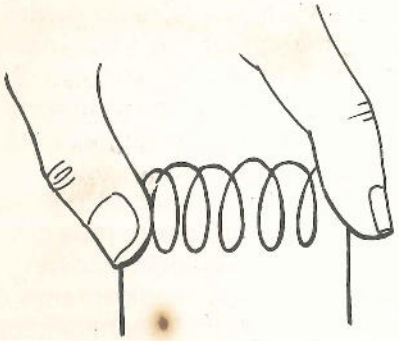


figura 6

Como é das dimensões da bobina e do valor do capacitor que depende a freqüência de operação do circuito ressonante, e como não se pode de modo exato já construir o circuito para operar exatamente na freqüência desejada, compensações de funcionamento, ou seja, ajustes devem ser feitos após a montagem para que ele venha operar exatamente na freqüência escolhida.

Em alguns casos o circuito sintonizado é formado por um indutor (bobina) de fios esmaltados cujas voltas são separadas por uma certa distância e por um capacitor fixo, ou seja, de valor que não pode ser modificado. Neste caso, o ajuste do ponto de funcionamento é feito apertando-se a bobina ou esticando-a de modo que, alterando seu comprimento possa ser alterada a freqüência de operação. Com o auxílio de um instrumental apropriado o montador pode levar o circuito a operar exatamente na freqüência que deseja, se bem que isso não seja tarefa muito fácil (figura 7).



Apertando a bobina para ajustar a freqüência

figura 7

Muitos circuitos usam sa tecnica de ajuste o que pode implicar em desajustes por simples batidas bruscas do modelo levando-o a fugir do controle.

O caso mais comum e que permite ajuste mais fácil, consiste na utilização de uma bobina fixa e de um capacitor ajustável, ou seja, de um capacitor que possui placas móveis de modo a se poder, por meio de uma chave de fenda, atuar sobre sua capacitância e deste modo sobre a freqüência de ressonância do circuito. (figura 8).

Os tipos mais comuns de capacitores ajustáveis usados nesses circuitos são os trimmers que podem ser encontrados de

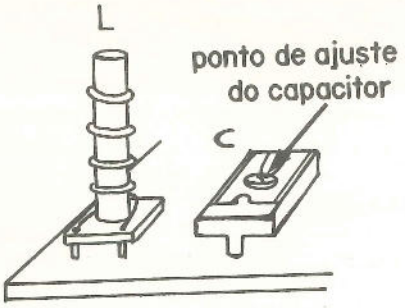
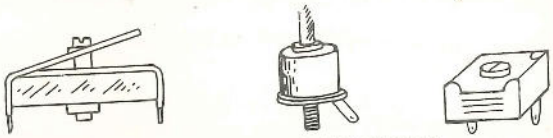


figura 8



TIPOS COMUNS DE TRIMMERS

figura 9

diversos tipos (figura 9) e cujo preço varia em função de suas qualidades.

O importante a observar no caso dos circuitos ressonantes é que em função da faixa de valores que o capacitor cobre é que a bobina deve ser calculada, o que significa que os capacitores são componentes críticos quanto a substituição e aquisição. A utilização de um capacitor diferente leva o circuito a uma outra faixa de freqüência de operação não correspondendo ao par do transmissor ou receptor.

A bobina é também bastante crítica. O número exato de espiras deve ser obedecido assim como seu comprimento e diâmetro, pois pelo contrário o resultado sera a operação do transmissor numa freqüência tão diferente da do receptor que não sera possível qualquer espécie de ajuste que leve a um comando a distância perfeito.

No nosso caso, de início não faremos com que o leitor precise calcular as bobinas, pois já daremos as suas dimensões em função do comportamento que desejamos, mas no futuro pretendemos ensinar como isso pode ser feito.

ONDE USAR UM RÁDIO CONTROLE DE UM CANAL

Ao se falar em rádio controle de um canal o leitor logo imagina um avião, barco ou outro modelo de brinquedo controlado a distância executando mil e uma manobras interessantes.

Entretanto, devemos mostrar a todos que o rádio-controle não precisa ser necessariamente aplicado a modelos ou

brinquedos para ser interessante. Muitas outras aplicações práticas existem e destas passamos a falar de modo a possibilizar o aproveitamento de nossos projetos de maneira talvez consideradas não convencionais.

Os sistemas de rádio controle de um canal, por exemplo, podem executar apenas um tipo de operação a distância, mas podem ter as seguintes aplicações interessantes:

A primeira aplicação possível para um controle desse tipo é em conjunto com projetores de slides no comando a distância da mudança do slide projetado. Basta adaptar o receptor ao comando manual o que facilmente pode ser feito por meio de um relê, e pronto; o comando a distância será perfeitamente possível (figura 10)

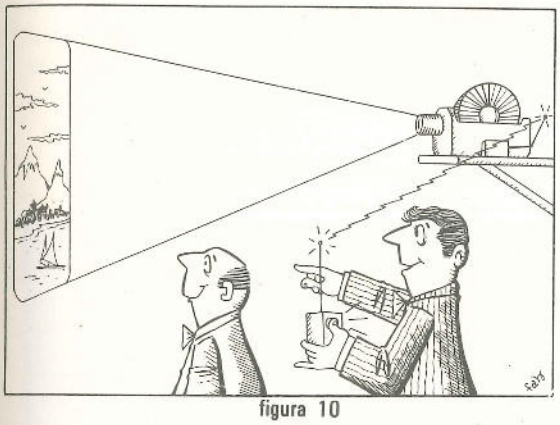


figura 10

Outra aplicação interessante consiste na abertura de portas a distância. O motorista pode instalar o transmissor no painel de seu carro e o receptor acoplado a um sistema de relês de abertura e parada automática para a porta de sua garagem o que lhe evitará o incômodo de ter de sair (na chuva ou frio) de seu carro quando chegar em casa. (figura 11)

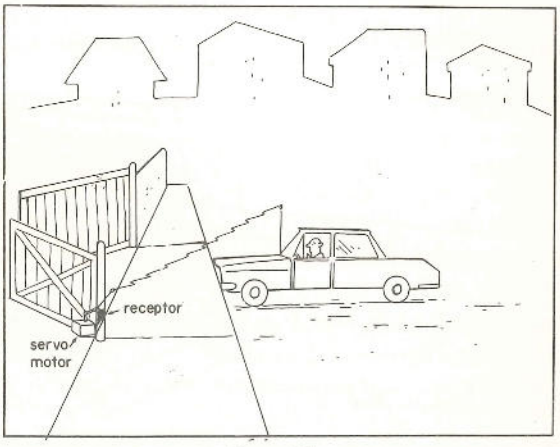
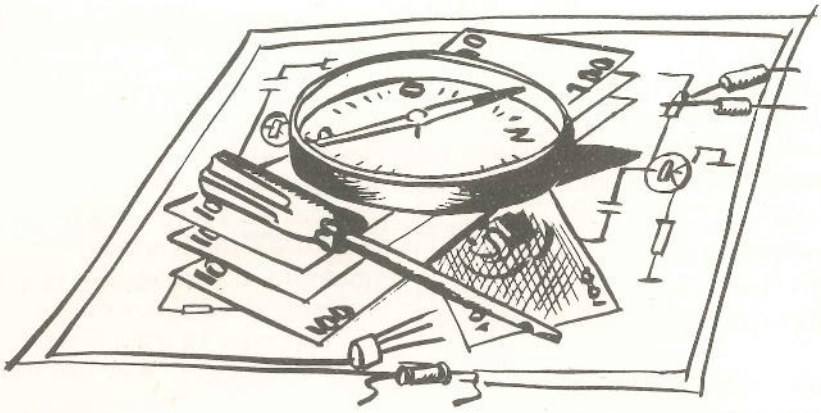


figura 11

Completamos as sugestões de aplicações com a possibilidade de se utilizar o par receptor-transmissor para ligar e desligar o som de um televisor a distância ou para acender e apagar a luz da sala sem a necessidade de se levantar da poltrona.



orientação para o montador



- Como obter os componentes
- Custo aproximado
- Cuidados especiais
- Tempo de montagem

PROVADOR DE ESTADOS TTL

Esta montagem dirigida ao técnico que está habituado a trabalhar com circuitos lógicos não oferece maiores dificuldades para que está habituado com a confecção de placas de circuito impresso e montagens com alto grau de miniaturização. Todos os componentes são bastante comuns em nosso mercado inclusive o transdutor (fone) que leva a possibilidade de executar o projeto com um gasto inferior a Cr$ 100,00. Com relação a caixa para a montagem, esta pode ser aproveitada conforme a sugestão dada no artigo, ou de acordo com a imaginação do leitor.

MICRO TRANSMISSOR DE FM

A última parte do artigo trata justamente da construção ajuste e uso do micro-transmissor de FM. Como nas partes anteriores já havíamos dado instruções para a aquisição dos componentes e uso do aparelho, o leitor já pode partir para a sua montagem, com a facilitação da placa de circuito impresso já pronta que oferecemos como brinde juntamente com a revista. Para completar a montagem não temos nenhuma observação em especial a fazer já que o texto está bastante detalhado de modo a não oferecer nenhuma dificuldade, mesmo aos principiantes. Com relação aos que nunca realizaram montagens eletrônicas sugerimos que, antes de tentar soldar os componentes na placa, treinem antes o uso do soldador com a finalidade de não cometer erros que possam estragar a placa de circuito impresso. Com relação a obtenção dos componentes o leitor não terá dificuldades já que tanto o transistor BF494 como o BC548 são bastante comuns, e os demais componentes fazem parte obrigatória de qualquer estoque de loja de equipamentos. Considerações sobre o custo do material e sua obtenção podem ser encontradas na orientação para o montador do número anterior, referentes a segunda parte do artigo.

LUZ DE EMERGÊNCIA

Este circuito, que tem como componente mais importante um Diodo Controlado de Silício - SCR, tem aplicação na segurança de pessoas e/ ou objetos.

Em todos os locais que a eventual falta de iluminação possa trazer riscos, como escadas internas de edifícios, lojas, supermercados e hospitais, se faz necessário a instalação de uma LUZ DE EMERGÊNCIA.

Dado a simplicidade de montagem, ao alcance técnico da maioria de nossos leitores, sugerimos sua execução. Os componentes eletrônicos são de fácil aquisição no mercado. A bateria e a lâmpada, são encontradas em lojas de auto-peças e até em postos de gasolina.

No caso específico da bateria, sugerimos que seja usado o tipo denominado de "recuperado" face ao seu custo ser quase 50% menos que o de uma nova, com igual eficiência.

No tocante a custos, podemos informar que os componentes denominados "eletrônicos", tais como transformador, diodo controlado de silício - SCR resistores etc, não alcançam a Cr$90,00.

A bateria custa entre Cr$300,00 a Cr$600,00, dependendo como já dissemos acima, se recuperada ou nova. Teríamos também a lâmpada, com um custo em torno de Cr$12,00.

O tempo da montagem é bastante curto, em torno de 1 hora, não incluindo aí a instalação do aparelho completo no local. A caixa para acondicionar o circuito, fica por conta da necessidade e criatividade do montador.

OSCILADOR DE MULTIPLAS UTILIDADES

Como toda montagem dirigida ao estudante e principiante esta também é suficientemente rica em pormenores de modo a se evitar qualquer dificuldade de execução. Com relação a obtenção dos compoenntes, estes também são bastante comuns no nosso mercado, devendo ser apenas observado o transformador que deve ser exatamente do tipo indicado. O custo total deste oscilador, incluindo a fonte de alimentação mas excetuando-se a caixa está em torno e Cr$ 40,00.

O alto falante para ser usado neste oscilador não tem nenhuma restrição quanto ao tamanho. Desde que sua impedância seja de 8 ohms ou de acordo com o secundário do transformador que for usado, nenhum problema de funcionamento será encontrado.

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA AUTORAMAS E TRENS

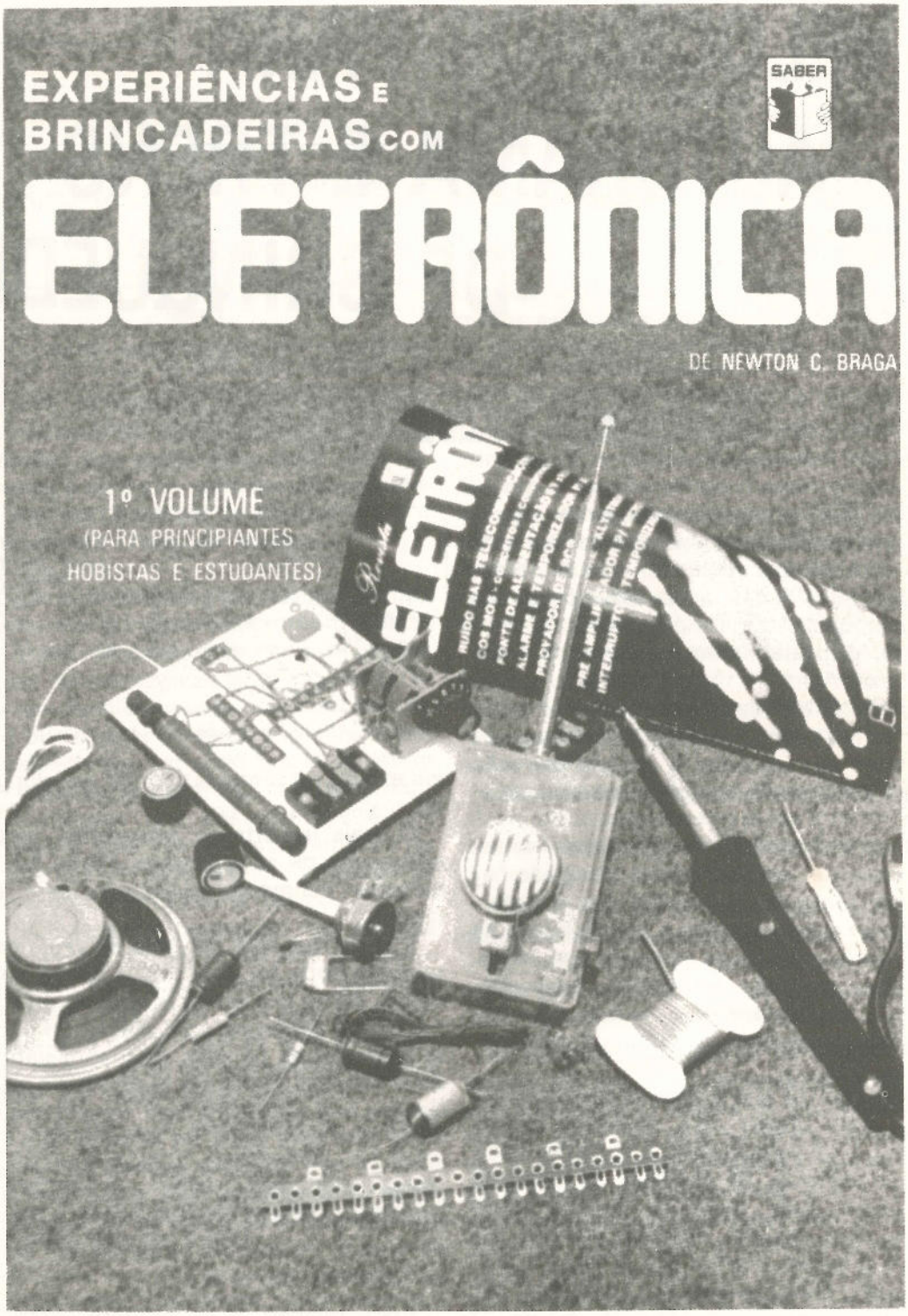
Trata-se de uma montagem bastante simples e que não precisa de nenhuma observação adicional para que o leitor a execute. Com relação aos componentes, são todos comuns no nosso mercado, devendo apenas ser observado o transformador do modelo original tudo bem, mas se for necessário um novo transformador e corrente exigida pelo modelo deve ser observada. Em alguns casos pode ocorrer que seja necesssário mandar enrolar o transformador o que poderá ser feito em casas especializadas. O custo do material para esta montagem está em torno de Cr$ 70,00 excetuando-se o transformador e a caixa, e o desempenho do circuito dependerá muito do tipo de motor utilizado no modelo podendo em alguns casos ser necessária mudanças de valores de componentes básicos tais como o capacitor e o potenciômetro.

AMPLIFICADORES DE 0,05 a 2,2 WATTS

A montagem destes amplificadores é bastante simplificada pela utilização de circuito integrado que reune a maioria dos componentes básicos. Entretanto, como a montagem exige a utilização de circuito impresso o leitor deverá estar familiarizado com a técnica de elaboração deste para poder executar o circuito.

O circuito integrado é de tipo que pode ser encontrado com relativa facilidade em nosso comércio a um preço acessível, de modo que custo total da montagem ficará em torno de Cr$ 150,00 no máximo.

O tempo de montagem, evidentement edependerá da disposição da placa e do tipo de acabamento pretendido para o conjunto.



JÁ NAS BANCAS

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA AUTORAMA E TRENS DE BRINQUEDO

O sistema tradicional de controle de velocidade para trens de brinquedo e autoramas por meio de reostatos pode ser substituído com vantagens por esta versão eletrônica que pode ser utilizada no controle de motores de 3 a 12 volts sem modificações no circuito básico.

Uma das vantagens do controle eletrônico em relação aos controles por meio de reostatos é a facilidade com que se obtém baixas velocidades e partidas livres de trancos, que estragam o realismo do brinquedo, principalmente no caso de trens elétricos. Além devemos citar o fato do controle eletronico não consumir energia, como ocorre com os reostatos, que transformam em calor a energia que não chega ao motor (veja como eles se aquecem).

Devemos também lembrar que muitos controles de velocidade para trens são feitos por meio de derivações nos transformadores, o que significa a possibilidade de se variar a velocidade somente aos saltos. O leitor poderá, entretanto, aproveitar esses transformadores e realizar com este circuito um controle contínuo de velocidade.

Observamos que o circuito base de controle pode operar com qualquer tensão entre 3 e 12 volts, podendo portanto servir para o controle de motores de corrente contínuas para qualquer tensão entre esses dois valores, devendo apenas ser usado o transformador que fornece a tensão que o motor necessita. O diagrama básico, em blocos, do controle (figura 1) mostra que este é intercalado entre o transformador e modelo a ser controlado, de modo que o controle do transformador

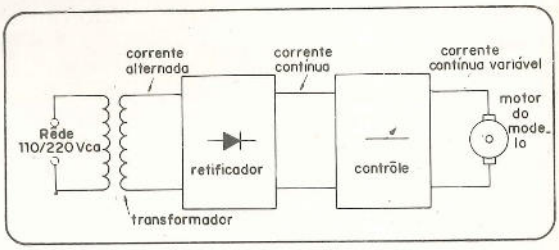


figura 1

(se existir) ou o reostato pode ser eliminado.

O mais importante, entretanto, será a admiração de seus amigos diante de um controle realmente eletrônico para seu modelo.

É claro que este controle de velocidade também pode ser usado com outras finalidades, como por exemplo em conjunto com furadeiras miniatura para placas do circuito impresso de 12 volts, pequenos ventiladores do tipo usado em automóveis, se se desejar sua utilização com transformador. Deve ficar bem claro, no entanto, que este controle não funciona quando alimentado por corrente contínua pura, o que quer dizer que não podemos utilizá-lo no automóvel ou a partir de energia fornecida por pilhas ou baterias (figura 2).

Com relação à montagem, como é empregado um número reduzido de componentes que são bastante robustos quanto ao manuseio, até mesmo os que nunca

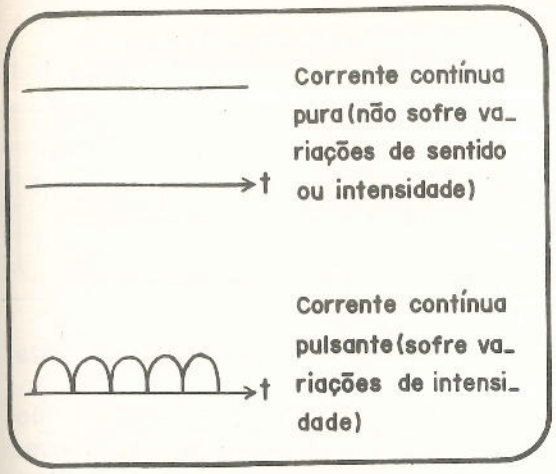


figura 2

fizeram nada em matéria de eletrônica poderão executar este projeto. Para esta finalidade fornecemos todas as explicações necessárias, acompanhadas de farta ilustração, de modo que tudo que se necessitará será um soldador de pequena potencia, solda, um par de alicates (corte e ponta) e uma chave de fenda.

COMO FUNCIONA

Como a finalidade de nossos artigos dirigidos aos principiantes também é didática, antes de passarmos às explicações práticas da montagem, falaremos do principio de funcionamento do circuito, de modo que o leitor conheça suas limitações e possibilidades, sabendo portanto usá-lo e eventualmente repará-lo corretamente.

O circuito que descrevemos é um controle de potência por retardamento de fase que usa um SCR (diodo controlado de silicio) como componente básico.

O SCR já é um conhecido dos leitores que acompanham as montagens da Revista Saber Eletrônica, entretanto, observamos que a frequencia com que o utilizamos se deve muito mais às suas possibilidades de aplicação do que qualquer gosto especial por nossa parte (figura 3).

No circuito que descrevemos o SCR atua como interruptor controlado pela tensão de modo a poder dosar em frações precisas a quantidade de energia e portanto a velocidade do motor.

Conforme pode-se observar pela figura 3, o SCR possui 3 eletrodos ou fios de ligação denominados: anodo, catodo e comporta (gate), ou abreviadamente: A, C e G.

Entre o anodo e o catodo deve-se fazer

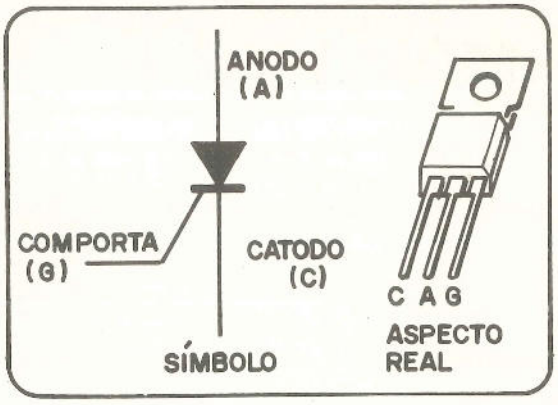


figura 3

circular a corrente que vai alimentar o motor, servindo a comporta como elemento de controle dessa corrente.

Quando a comporta (G) não tem excitação, ou seja, não há tensão, o SCR mantém-se desligado, ou seja, não conduz a corrente e o motor não recebe energia. Quanto a tensão atinge o valor crítico de disparo, momentaneamente o SCR passa do seu estado de não condução para o de total condução, deixando o motor receber toda a corrente que necessita para seu funcionamento a plena velocidade.

O SCR comporta-se portanto, como um interruptor acionado por uma tensão aplicada à sua comporta (essa tensão normalmente é da ordem de 0,6 volt em relação ao catodo).

Observe que, pelo que dissémos, o SCR não pode conseguir os estados intermediários de velocidade pois só possui duas condições: ligado ou desligado.

Para obtermos o comportamento que desejamos deste controle, temos de usar um artifício que consiste em alimentar o motor com corrente continua pulsante em lugar de corrente continua pura.

O transformador usado para reduzir a tensão da rede de alimentação fornece uma baixa tensão alternante que evidentemente, não serve para alimentar os motores do modelo. Essa tensão é então aplicada a diodos semicondutores que a retificam de modo que podemos obter corrente continua. Entretanto, a corrente continua obtida dessa retificação é formada por pulsos, não sendo portanto pura. Essa corrente é denominada contínua pulsante e se presta perfeitamente para o controle que desejamos.

A corrente contínua aplicada ao controle consiste, portanto, de uma sucessão de pulsos à razão de 120 por segundo, que fazem a corrente circular sempre no mesmo sentido (figura 4).

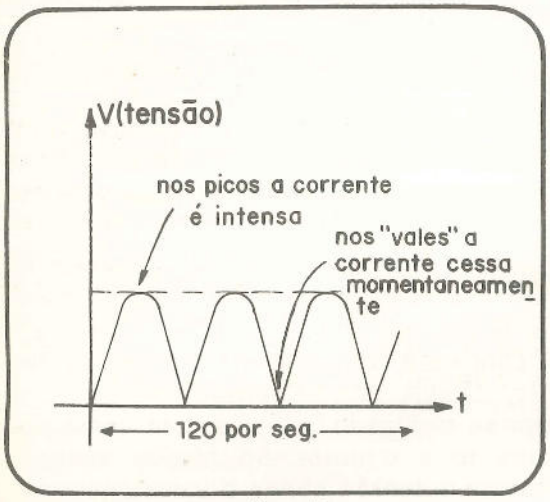


figura 4

Pois bem, o SCR controla esses pulsos da seguinte maneira:

No momento em que um pulso atinge o SCR, este se encontra desligado, devendo portanto ser disparado para provocar sua condução. Por meio do potenciômetro ligado à comporta e pelo capacitor, o que fazemos é retardar o momento de disparo. Se o disparo for rápido, isto é, ocorrer numa fração de tempo muito pequena depois que o pulso chega, praticamente todo o pulso passa, o motor recebe sua alimentação total e roda a toda velocidade. Se entretanto, aumentarmos a resistência do potenciômetro, o SCR só dispara algum tempo depois que o pulso passa, de modo que somente uma parte sua chega ao motor, que então recebe uma alimentação reduzida e roda em baixa velocidade.

Com o potenciômetro podemos então controlar o tempo de retardo do disparo em cada impulso, de modo que o motor receba a quantidade de energia correspondente a velocidade desejada (figura 5).

O SCR desliga no final de cada pulso e o processo repete-se à razão de 120 vezes por segundo.

Uma das maiores vantagens desse processo de controle consiste no fato de que, ao contrário dos controles por reostatos comuns, que esquentam porque consomem energia não vai para o motor, este controle não consome energia, pois, permanece desligado quando o motor não recebe corrente e portanto não se aquece.

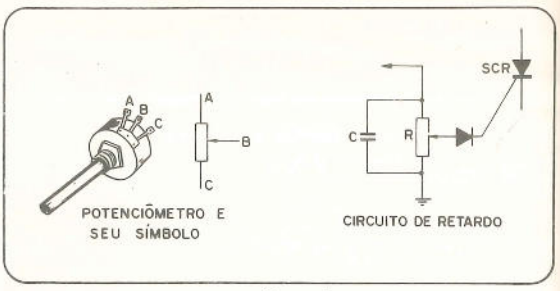


figura 5

O leitor poderá usar este controle para trens elétricos ou autoramas, apenas observando a tensão de operação dos motores de modo a escolher um transformador compatível. O próprio transformador já existente pode ser aproveitado, assim como, a ponte retificadora, se for do mesmo tipo recomendado na montagem, ou seja, se empregar 4 diodos (figura 6).

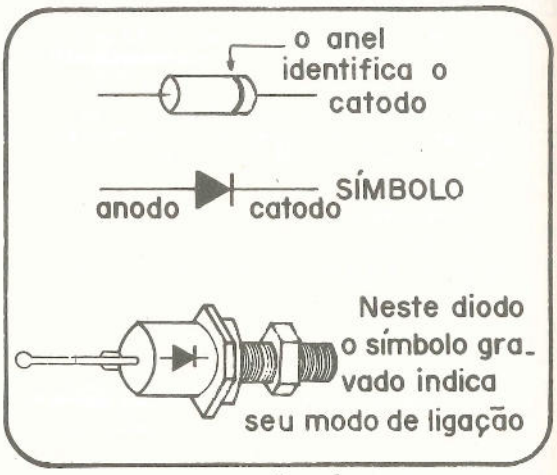


figura 6

Para o caso de autoramas de competição, cujo motor pode ter um consumo de corrente elevado, este controle tem limitações, podendo eventualmente não ser possível o seu uso. O SCR suporta uma corrente máxima de 4 ampères, não devendo ser usado controle para motores que exijam corrente maior que esta.

OS COMPONENTES E FERRAMENTAS

As ferramentas necessárias a montagem da parte eletrônica deste controle podem ser encontradas em qualquer oficina, pois são bastantes comuns:um soldador de 30 watts e solda de boa qualidade;

um alicate de ponta; uma chave de fenda completa o conjunto.

É claro que se o leitor pretender também elaborar uma caixa para alojar o conjunto, ferramentas adicionais serão necessárias.

Os componentes, por outro lado, são todos comuns no nosso mercado.

O transformador, por exemplo, pode ser aproveitado do próprio controle já existente. Se for adquirido, deve ter um enrolamento secundário de acordo com a tensão do motor do modelo, e uma corrente compatível. Transformadores de 12 volts x 1 ampére podem ser adiquiridos com facilidade servindo para a maioria dos motores comuns. Para correntes maiores, eventualmente o leitor terá de mandar enrolar o transformador numa casa especializada.

O primário do transformador deve ser de acordo com a tensão da rede local de alimentação, ou seja, 110 ou 220 volts.

Com relação ao SCR, no modelo original usamos o MCR106, mas seus equivalentes TIC106 e C106 tambem podem ser usados. Neste caso, entretanto, como possuem invólucros diferentes, deve ser abservada sua maneira de ligação (figura 7).

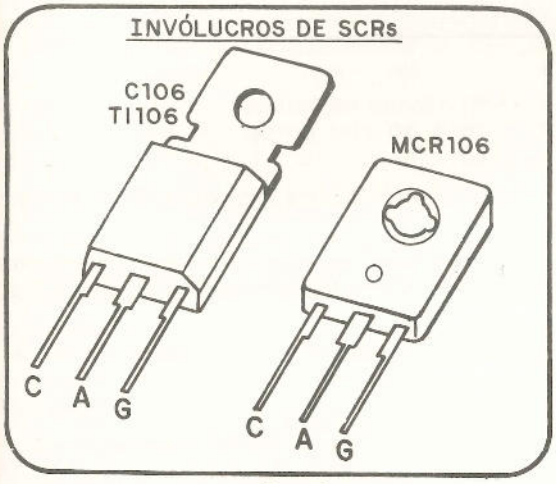


figura 7

Se a corrente do transformador for da ordem de 1 ampére, os diodos da ponte retificadora podem ser do tipo 1N4001 ou BY127, mas se uma corrente maior for necessária, tipos compatíveis deverão ser utilizados. O BYX38 por exemplo, pode ser usado para correntes de até 6 ampéres, se bem existam tipos mais econômicos para a mesma corrente já que a tensão exigida para o diodo é da ordem de 50 volts.

MONTAGEM

Para facilitar o principiante, os componentes básicos são soldados numa ponte de terminais isolados a qual pode ser fixada numa base de material isolante ou na própria caixa que deverá alojar o conjunto.

Nessa mesma caixa devem existir orifícios para a passagem do cabo de alimentação, para instalação do potenciômetro, da lâmpada piloto que indica que a unidade se encontra ligada, e para os dois bornes de ligação ao modelo, que em alguns casos podem ser substituidos pela tomada do tipo já existente para essa finalidade (figura 8).

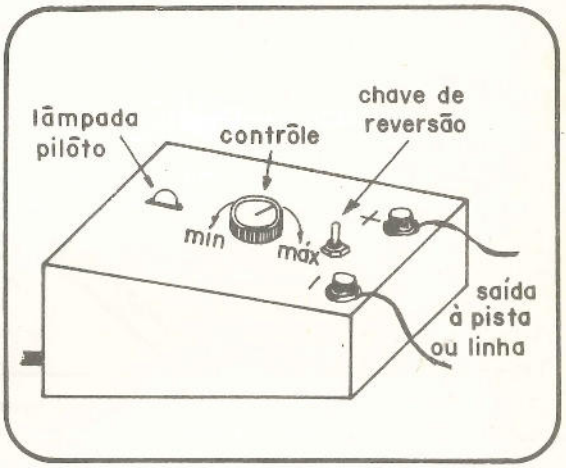


figura 8

No interior da caixa deve ser ainda fixado o transformador, o que será feito por meio dos orifícios já existentes em sua abas.

Para a montagem, começe por preparar a caixa e todos os componentes. Em seguida, aqueça o soldador e solde os diodos retificadores (D1 a D5) na ponte dos terminais, conforme mostra a figura em que o exemplo é dado para os diodos de 1 ampére (figura 9), os diodos maiores podem ser montados de maneira semelhante, devendo apenas ser observada sua polaridade.

Solde também os demais componentes que vão montados na ponte, a saber, o capacitor, o resistor R1, o diodo D5 e o SCR. Com relação ao SCR deve ser bem observada sua posição, pois, uma inversão

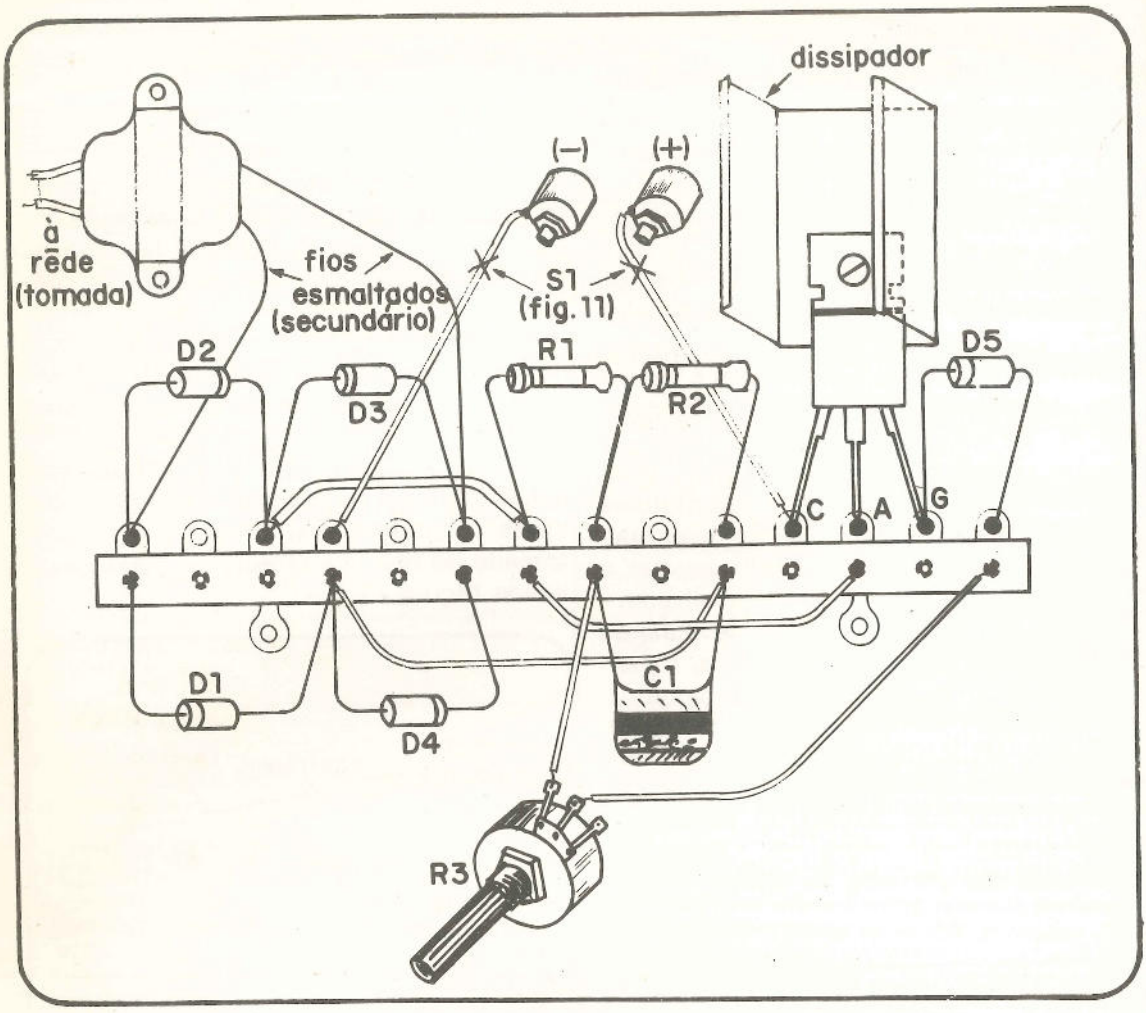


figura 9

acidental poderá provocar sua queima. Oriente-se pela figura 9 em que temos o aparelho completo, e também pelo diagrama dado na figura 10.

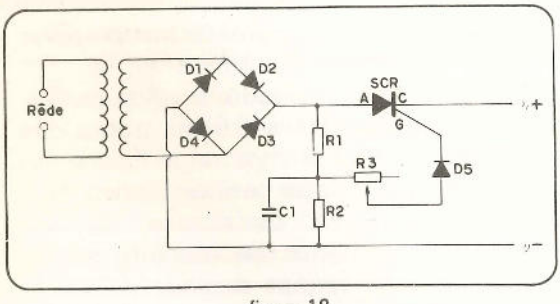


figura 10

O SCR, caso deva operar nos limites de sua corrente, ou seja, com motores de 4 ampéres, deve ser dotado de um dissipador de calor que consiste numa pequena placa de aluminio ou outro metal, de 5 x 5 cm, presa ao seu corpo por meio de um parafuso.

Caso o leitor queira, poderá próver a caixa para instalação do controle de um orifício a mais no qual colocará uma chave de dois polos x 2 posições para a reversão do sentido de movimento do motor. A maneira de se proceder à ligação dessa chave é dada na figura 11.

As conexões entre o transformador, o potenciômetro de controle, os bornes e a chave de reversão podem ser feitas com fio flexível de capa plástica.A ponte de terminais é fixada à caixa de montagem por meio de parafusos com porcas de 1/8".

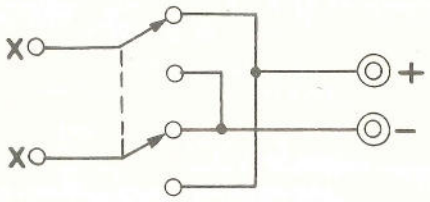
Completada a montagem, confira as ligações verificando se não existem maus contactos, curto-circuitos (fios encostando uns nos outros) ou soldas frias. Se tudo estiver em ordem, voce poderá provar a unidade.

PROVA E OPERAÇÃO

Para provar este controle voce podefa usar uma lampadazinha de 12 voltsou da tensão que tiver projetado seu controle, ou ainda um motor para a tensão de seu controle.

Ligue o controle à fonte de alimentação e a lâmpada ou motor da saida de controle (figura 12).

Gire então o potenciômetro de modo a observar variações de velocidades de rotação do motor de acordo com o desejado ou de brilho da lâmpada. Se o ponto de mínima velocidade não coincidir com a posição todo para a esquerda do potenciômetro voce poderá corrigir essa deficiência (devida às características de seu SCR) aumentando ovalor de R1. Por outro lado, se o máximo for obtido antes do fim do giro do potenciômetro, ou seja, todo para a direita, essa deficiência pode ser corrigida pela diminuição do valor do potenciômetro. Se os dois problemas forem constatados simultaneamente, sua correção pode ser feita encontrando-se em perfeito equilibrio entre o valor de R1 e R2 (não diminua o valor de R1 para 100Ω).



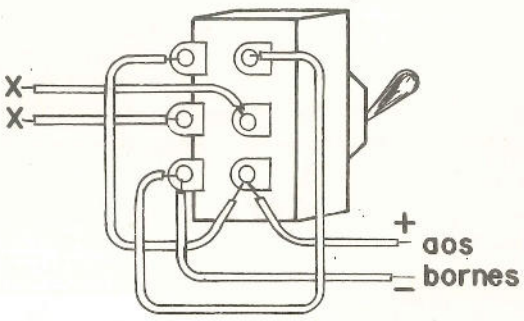


figura 11

LISTA DE MATERIAL

R1 - 1kΩx 1/8 W - resistor de carvão (marrom, preto, vermelho)
R2 - 1 kΩ x 1/8 W - resistor de carvão (marrom, preto, vermelho)
R3 - 100 kΩ- potenciômetro linear de carvão
C1 - 0,47 μF x 100 volts - capacitor de poliester

D1 a D4 - diodos retificadores (ver texto)
D5 - 1N4001 ou BY127 - diodos de silício
SCR - MCR106, TIC106 ou C106 - diodo controlado de silício para 4 ampéres

T1 - transformador com tensão e corrente de acordo com o modelo a ser controlado
L1 - lâmpada piloto com tensão igual ac do transformador

S1 - chave de 2 polos x 2 posições
Diversos: cabo de alimentação, ponte de terminais, bornes de ligação, parafusos, porcas, caixa para montagem, fio flexível, etc.

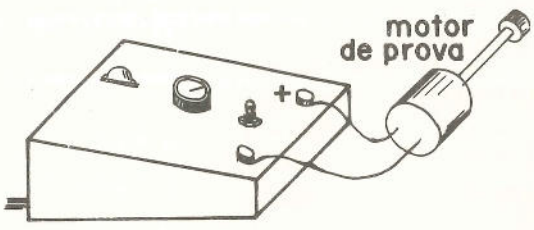


figura 12

-TELECOMUNICAÇÕES-
FONTES DE RUÍDO EXTERNAS

Engº J.C. Costa

INTRODUÇÃO

Qualquer receptor recebe da sua antena um sinal complexo que podemos dividir em dois grupos:

-- Somatória de sinais emitidos pelas muitas estações transmissoras existentes, e das quais será selecionada uma, através do habitual sistema de sintonia do equipamento.

— Somatória de sinais perturbadores de caráter aleatório e espectro muito largo: ruído.

Mas enquanto é normalmente possível eliminar todos os sinais transmitidos e "escutar" só um, não é possível evitar o ruído captado pela antena (fig. 1).

Pretende-se indicar quais as fontes externas de ruído e caracterizá-las do ponto de vista do espectro de freqüências.

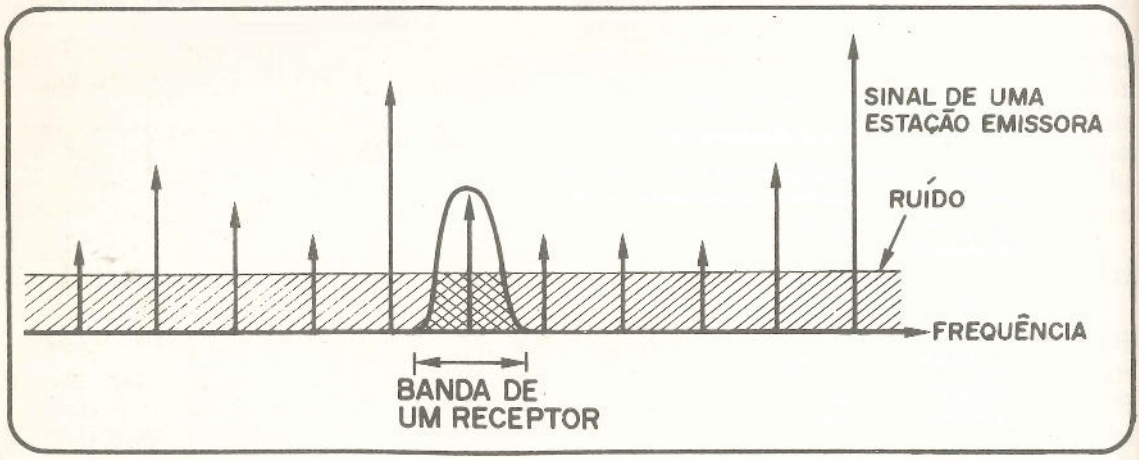


figura 1

Podemos dividir o conjunto dessas fontes em três grupos:
— ruído atmosférico
— ruído extraterreno
— ruído de origem humana.

Como ruído, não podemos prever o valor da tensão perturbadora em cada instante. Ela segue uma lei aleatória no tempo e apenas podemos conhecer a distribuição probabilística das amplitudes do ruído. De entre os parâmetros estatísticos importantes que interessa conhecer estão o valor médio quadrático (potência média de ruído) e o desvio quadrático médio.

Normalmente não se exprime a potência média dos diversos ruídos externos em watts ou outra unidade de potência. Se a antena fornecer ao receptor a potência Pn dum certo ruído na largura de banda B*, essa potência será caracterizada pelo chamado fator de ruído efetivo da antena,

$$Fa = \frac{Pn}{KtoB} \Rightarrow (Fa)_{dB} = 10 \log fa$$

que não é mais que uma indicação do valor Pn do ruído acima do ruído térmico KT_oB para uma temperatura de referência. Daí que as diversas fontes de ruído externo sejam quantizadas em dB.

---

* B é a largura de banda equivalente de ruído do receptor

Geralmente T_0=290ºK. Dizer que o ruído humano vale +30dB significa que a sua potência média é 1000 vezes maior que a do ruído térmico para a mesma largura de banda.

RUÍDO ATMOSFÉRICO

Englobaremos neste título o ruído atmosférico propriamente dito e o ruído de absorção (SKY NOISE). Comecemos pelo primeiro.

Na atmosfera existe um conjunto de fenomenos eletromagnéticos naturais dos quais os mais importantes são os produzidos durante as trovoadas.

Cada "raio" comporta-se como uma emissão de muito curta duração mas de grande potência irradiada. Daqui resulta:

— um espectro de potência bastante largo mas de amplitude inevitavelmente decrescente para as altas freqüências.

— uma propagação de "emissão" a distância como qualquer onda eletromagnética. Fundamentalmente a propagação faz-se via ionosfera.

— uma certa distribuição estatística de amplitudes de ruído com uma certa média e um certo desvio eficaz.

É evidente que será nos locais da terra mais sujeitos a trovoadas que este ruído será mais forte, mas ele surge sobre todo o globo, de uma maneira geral, enfraquecendo com o aumento da latitude.

Acima da banda das ondas curtas este ruído é abafado pelas outras fontes. A razão disto é que fazendo-se a sua propagação fundamentalmente via ionosfera, as componentes do espectro de mais alta freqüência "furam" a ionosfera e não são por ela refletidas. A isto há que somar que essas componentes são, já de si, reduzidas. Por estas duas razões é que o ruído atmosférico nota-se muito mais na banda de H.F. do que na de V.H.F.

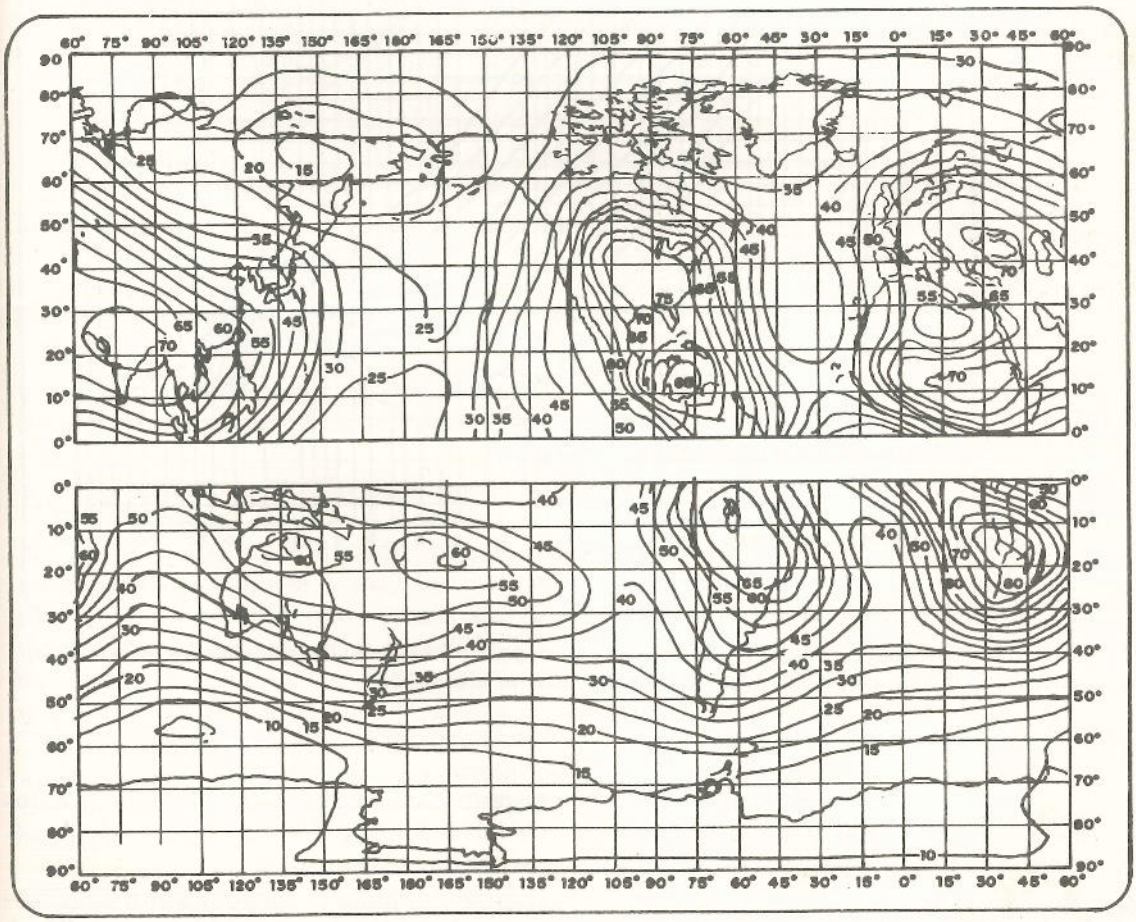


FIGURA 2 - Distribuição mundial do Fa do ruído atmosférico para o verão, bloco horário local das 12 - 16 horas e para 1 MHz.

Compreendemos que este ruído dependa do local, da freqüência, da hora do dia (devido à propagação ionosférica) e da estação do ano.

Existe um relatório do C.C.I.R. que trata deste aumento: número 322. Neste relatório o ano foi dividido em quatro estações e cada dia em 6 intervalos de quatro horas. Para cada uma destas 24 situações existe um planisfério onde estão desenhadas isolinhas de igual valor do fator Fa. Damos um exemplo na figura 2 onde se nota claramente um aumento do Fa para as regiões equatoriais.

Mas como estes dados são fornecidos para uma medição em torno da freqüência de 1MHz, existe associado a cada uma das 24 planisférios um gráfico que corrige o valor de Fa para a freqüência de trabalho entre 10 kHz e 100 MHz. Damos também um exemplo na figura 3.

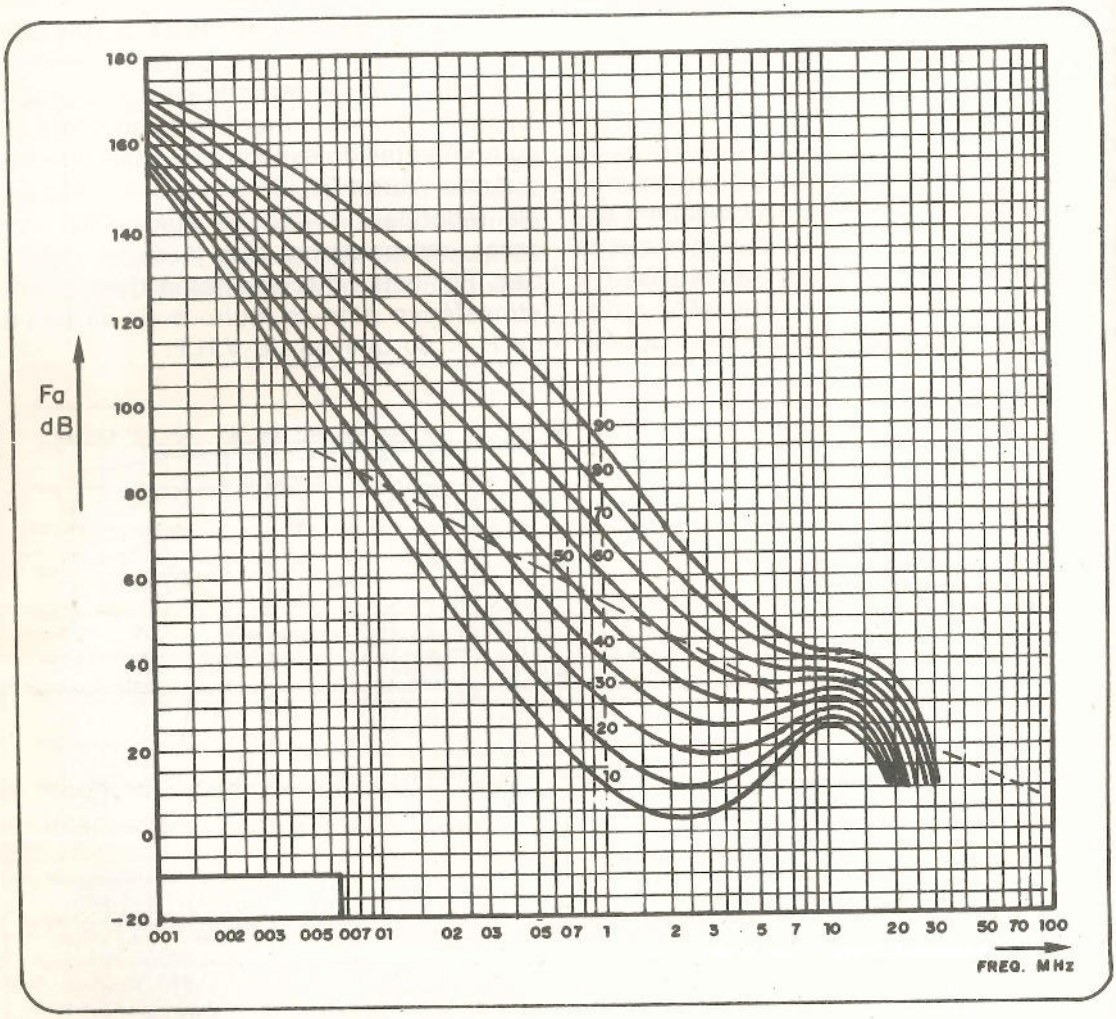


FIGURA 3 - Correção do valor Fa lido no planisfério, para a frequência de trabalho (se for ≠ 1MHz). Os valores de 10 a 90 respeitam à isolinha encontrada no planisfério.

É interessante observar que de um modo geral o ruído baixa com a freqüência tornando-se desprezível entre 20 e 30 MHz.

As medições foram feitas com uma antena tipo dipólo curto vertical sobre um terreno condutor perfeito. Para uma antena mais diretiva o ruído captado será evidentemente menor.

Finalmente, falta caracterizar a distribuição estatística de amplitudes do ruído. A figura 4 mostra um conjunto de curvas de

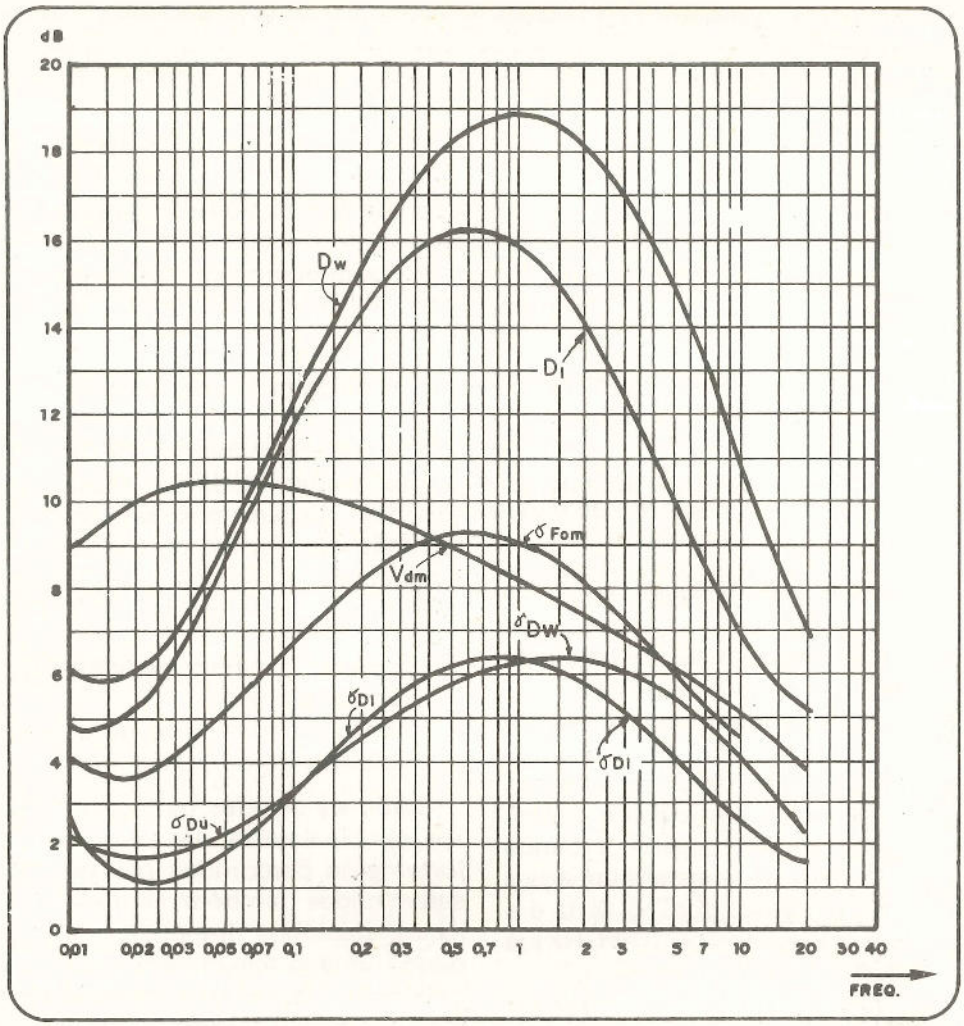


FIGURA 4 - Curvas de distribuição estatística do ruído em torno do valor mediano definido por Fa. Salientamos apenas as 2 curvas superiores - D_u e D_e.

variação com a freqüência, de vários parâmetros estatísticos. Mencionaremos apenas dois:

— D_u: chamado decílio superior.

Se, para uma certa freqüência, temos um certo ruído quantificado por F_a, a amplitude instantânea varia, de instante para instante. Existe uma amplitude, D_u dB acima de Fa, que só é excedida 10% do tempo. É para achar essa amplitude que se usa a curva de D_u.

— D_e: chamado decílio inferior.

Semelhante a D_u só que dá a amplitude de ruído que é excedida durante 90% do tempo.

A outra fonte de ruído (SKY NOISE) tem extrema importância no caso de receptor com um estágio de entrada de nível de ruído extremamente baixo e funcionando acima de 1 GHz (caso das comunicações via satélite). Embora seja um ruído muito fraco, é ele que limita a máxima sensibilidade do receptor.

Quando uma onda de altíssima freqüência atravessa um meio, material, parte da sua energia é gasta no meio e posteriormente irradiada. Esta irradiação, sendo aleatória, toma o aspecto de ruído. Meios absorventes importantes são: núvens, vapor de água e oxigênio.

Este ruído depende da freqüência e da orientação da antena.

Como é muito fraco tem de ser medido com antenas muito diretivas para minimizar a potência vinda das outras fontes de ruído.

Na figura 5 é traçada a variação com a freqüência e com a orientação da antena,

da potência média deste ruído expressa por F_a acima de KT_oB para T_o - 300ºK.

Uma das curvas é para 5º desviados da vertical e a outra para 90º a contar da vertical.

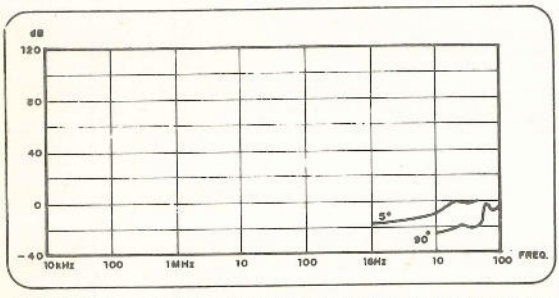


FIGURA 5 - Ruído tipo "Sky Noise" expresso por F_a para duas orientações da antena: 5º e 90º a partir da vertical.

RUÍDO EXTRATERRENO

Sob este título incluem-se, o ruído solar e o ruído galático propriamente dito.

O ruído solar tem origem nos complicados fenômenos que ocorrem no sol e que produzem um bombardeio permanente sobre a terra de várias partículas e ondas.

Este ruído estende-se desde a banda H.F. até os 100 GHz. A ionosfera impede a chegada de ruído abaixo dos 15 MHz e a atmosfera absorve acima dos 100 GHz até a banda visível.

Naturalmente o estado das manchas solares condiciona o nível deste ruído. Na figura 6 traçam-se as curvas obtidas para a potência média de ruído solar com uma antena isotrópica (ganho 0 dB) para uma situação de máximo e mínimo de atividade solar.

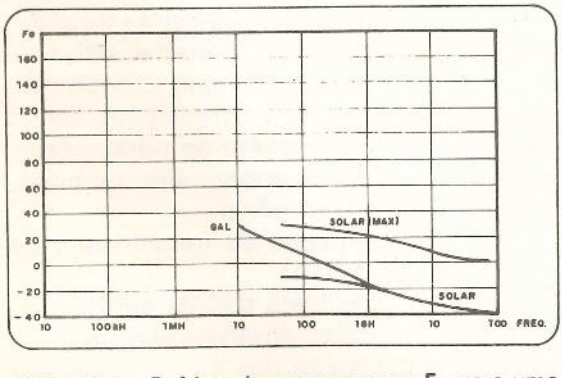


FIGURA 6 - Ruído solar expresso por F_a para uma atividade solar mínima e máxima. Ainda se desenha a curva do ruído galático. Expressa através do fator F_a acima de KT_oB para 300ºK.

Quanto ao ruído galático a sua origem está nos muitos "sois" e outros corpos celestes que compõem as várias galáxias do universo.

A intensidade do ruído galático que chega à Terra depende da direção de observação. Há fontes muito intensas em alguns pontos do universo.

A figura quantifica este ruído através do fator F_a acima do ruído térmico para 300ºK.

RUÍDO DE ORIGEM HUMANA.

A atividade industrial, de transportes e comunicações modernas fazem recurso a variados mecanismos responsáveis pela radiação de fortes perturbações eletromagnéticas. Podemos citar os seguintes exemplos:

- motores e geradores elétricos.
- lâmpadas neon.
- linhas de transporte de energia.
- veículos automotores.

Serão as cidades os locais mais ruidosos principalmente em zonas fabris e/ ou fortemente percorridos por veículos. Mas estes ruídos também se propagam para locais afastados, impondo a presença de ruído humano mesmo em afastados locais do interior. Contribuem para essa propagação as linhas de transporte de energia, para além da natural propagação ionosférica e por onda superficial (onda terrestre).

De qualquer modo, o ruído será muito mais baixo no campo que nas cidades, e por isso as estações receptoras são construídas sempre fora das cidades e em locais de baixo nível de ruído. Através do

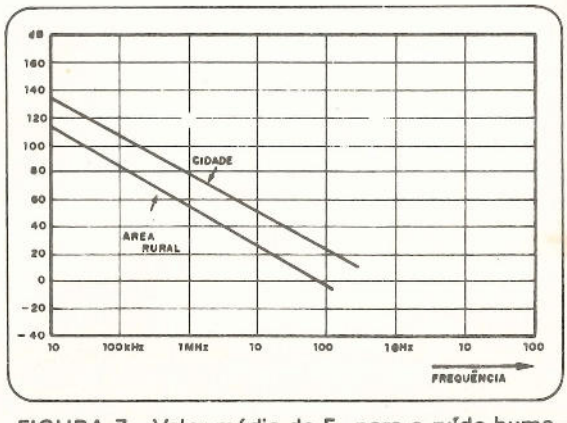


FIGURA 7 - Valor médio de F_a para o ruído humano em duas regiões distintas: cidade e campo.

fator F_a ($T_o = 300°K$) damos uma caracterização do nível de ruído humano medido com uma antena isotrópica junto ao solo (figura 7).

Tal como o ruído atmosférico, encontramos aqui alguns picos curtos de forte intensidade pelo que, a rigor, é necessário considerar a distribuição estatística de amplitudes.

CONCLUSÃO

É interessante comparar a importância relativa das fontes descritas. Analisando a figura 8 podemos concluir que:

- nas bandas de L.F. até H.F. são os ruídos atmosféricos e humanos que importa contabilizar.

nas bandas de VHF e acima são os ruídos extraterrestres que mais perturbam.

- o ruído galático ainda pode ser importante em H.F. se a estação receptora estiver em locais rurais de ruído humano muito baixo.

- de maneira geral o ruído baixa com a frequência, com exceção do "SKY NOISE".

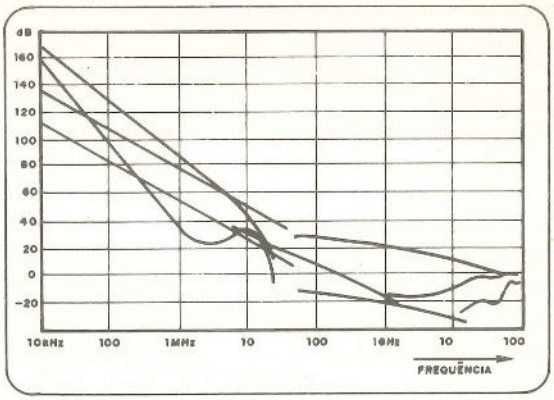


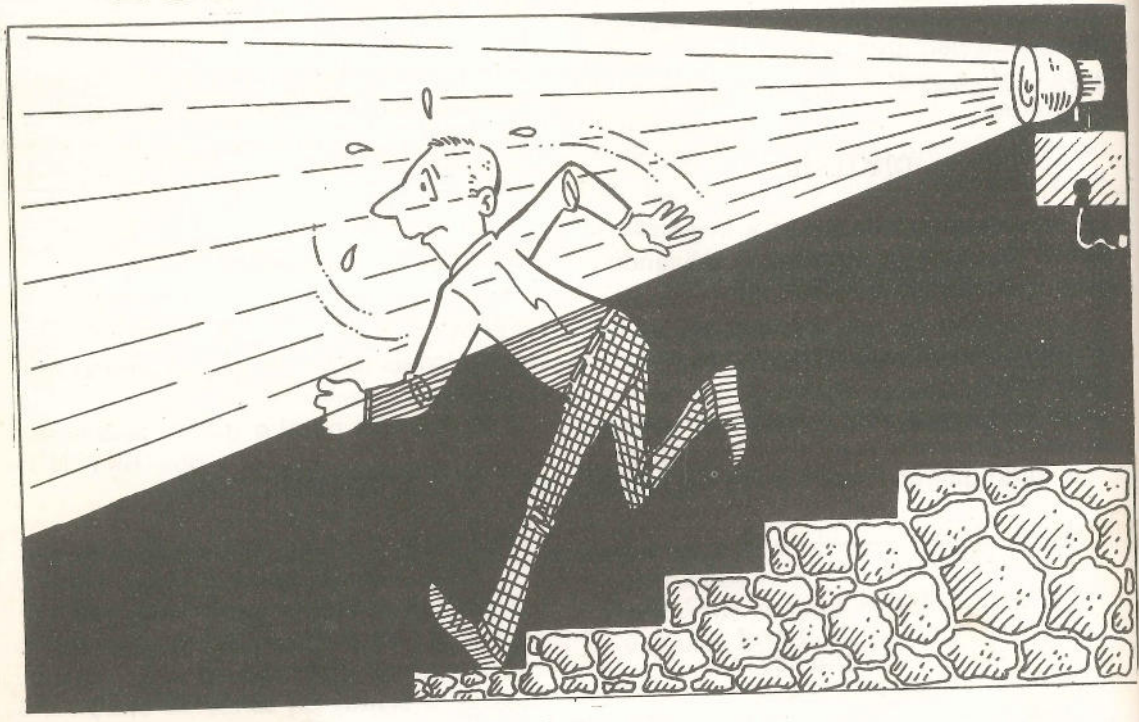
FIGURA 8



POR ENQUANTO NÃO ESTAMOS ACEITANDO ASSINATURAS.

EM SUA CORRESPONDÊNCIA, NÃO ESQUEÇA DE COLOCAR "REVISTA ELETRÔNICA".

LUZ DE EMERGÊNCIA



Uma falta momentânea de luz em lugares públicos de grande movimentação como cinemas, escolas, grandes lojas e supermercados, pode ser bastante perigosa, principalmente se houver motivo para pânico.
Um circuito, que no momento exato em que ocorra a interrupção de energia, aciona luzes de emergência é bastante importante nesses locais, e com a moderna eletrônica sua elaboração torna-se bastante acessível. Neste artigo descrevemos justamente um sistema econômico de iluminação de emergência que pode ser de grande utilidade prática.

Um meio bastante simples, porém não muito apropriado de se obter um sistema de iluminação de emergência consiste em manter constantemente um relê acionado pela rede de alimentação, de modo que, no momento em que ocorrer a interrupção de corrente, seus contactos fechem e com isso a luz de emergência seja acionada. Para esta finalidade seria usado um relê do tipo "normalmente fechado" conforme mostra a figura 1.

Entretanto, com a utilização de semicondutores e de uma bateria recarregável podemos obter um sistema muito mais seguro e eficiente.

No caso que descrevemos, por exemplo, temos um circuito que, enquanto houver fornecimento de energia, mantém um acumulador de 12 Volts carregado até o momento em que haja interrupção. Nesse momento um SCR passa de seu estado de não-condução para completa condução havendo o fornecimento de energia do acumulador para a (s) lâmpada(s) de emergência.

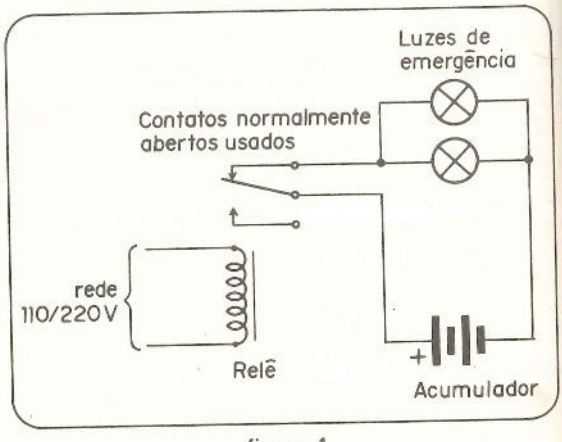


figura 1

Na volta da corrente, o circuito comuta e novamente o acumulador é recarregado voltando a sua situação inicial de espera.

Como se trata de circuito bastante simples e que usa componentes de fácil obtenção até mesmo os poucos dotados de experiência em eletrônica poderão executá-lo com as instruções que daremos.

COMO FUNCIONA

Neste circuito empregamos dois componentes básicos que devem ser analisados para que possamos entender seu funcionamento: o SCR e a bateria.

O SCR já é conhecido dos leitores que acompanham esta Revista. Trata-se de um semicondutor que atua como um interruptor que pode ser acionado por um sinal elétrico aplicado em seu eletrodo de comporta. (figura 2). Quando o SCR se encontra na situação inicial sem sinal de comporta, ele não conduz a corrente, e uma lâmpada ligada em série com esse componente não recebe alimentação. No momento em que ocorra um sinal de comporta que o dispare ele passa a conduzir intensamente a corrente fazendo com que a lâmpada receba sua alimentação normal. Nestas condições ele permanecerá conduzindo até que a alimentação entre seus termionais seja interrompida ou até o momento em que o sinal de comporta cesse e a tensão entre seu anodo e catodo caia a zero.

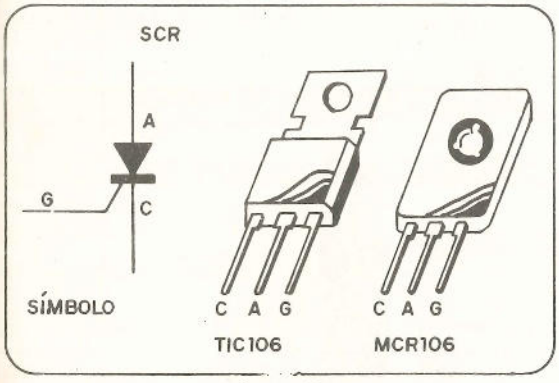


figura 2

A bateria recarregável é outro elemento importante desse circuito, encarregando-se de fornecer a energia de que a luz de emergência necessita para acender quando a corrente é interrompida.

Em conjunto, existe um retificador (D2) que fornece uma tensão contínua que mantém a bateria em carga permanente enquanto houver tensão de alimentação. No momento em que a corrente cessa, o SCR entra em seu estado de condução, e a corrente da bateria passa a circular através da lâmpada, do próprio SCR e do enrolamento secundário do transformador cuja resistência à corrente contínua é desprezível. A energia do acumulador é então fornecida à lâmpada (figura 3)

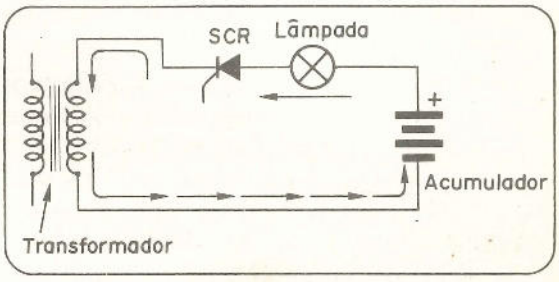


figura 3

Os componentes para este circuito devem ser dimensionados de modo a funcionarem em harmonia. Assim, o SCR deve ser capaz de suportar a corrente exigida pelo sistema de iluminação, enquanto que o diodo retificador deve ser capaz de suportar a corrente de carga do acumulador. Como normalmente, a carga dos acumuladores usados neste caso pode ser bastante lenta, o diodo não precisa ter uma corrente de operação elevada; de modo a fazer essa limitação encontramos o resistor R2. Esse resistor pode ser escolhido de acordo com a corrente de carga do acumulador escolhido levando-se em conta que normalmente para o caso dos acumuladores ácidos do tipo usado em automóveis a corrente ideal de carga nunca deve ser superior a 1/10 da corrente máxima que ele pode fornecer. Um resistor de 56Ω x 2 W será mais do que suficiente para oferecer uma carga lenta.

Quando a energia tem seu fornecimento restabelecido, a tensão entra o anodo e o catodo se reduz a zero nos picos de alimentação e ao mesmo tempo cessa o sinal de excitação na comporta, com o que o SCR desliga voltando o circuito a excitação inicial de espera. O acumulador tem então sua carga restabelecida pelo circuito retificador.

MONTAGEM

Para a montagem deste aparelho, as ferramentas exigidas são as comuns em trabalhos de eletrônica: um soldado r de pequena potência (máximo de 30 W), solda de boa qualidade, um alicate de corte, um alicate de ponta e uma chave de fenda.

O acumulador pode ser do tipo usado em motocicletas, automóveis (12 volts), ou ainda acumulador de níquel-cádmio. Em qualquer caso, tanto a corrente de carga como a corrente máxima fornecida devem ser observadas.

O SCR utilizado para esta montagem suporta uma corrente máxima de 4 A o que nos dá uma potência máxima de 48 W em 12V. Essa potência não deve em hipótese alguma ser superada, pois o SCR pode ser danificado. Um dissipador de calor para o SCR será necessário, principalmente se este operar no seu limite de potência. (figura 4).

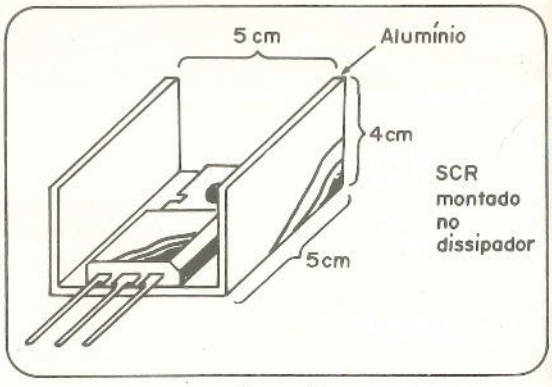


figura 4

Com relação à técnica de montagem e instalação, diversas são as possibilidades.

O leitor poderá fixar os componentes eletrônicos numa ponte de terminais, soldando-os por seus terminais e instalar o conjunto, o acumulador inclusive, numa caixa apropriada. A lâmpada ou lâmpadas podem ser fixadas na própria caixa (figura 5) ou ainda instaladas remotamente, para o que se recomenda a utilização de um fio 18 ou 16 em vista das altas correntes drenadas. O fio, por outro lado, não deverá ter mais de 10 metros de comprimento em vista da baixa tensão de operação do sistema que implicaria em perdas pela resistência do fio.

Para a montagem o leitor poderá orientar-se pela figura 6 em que damos a disposição dos componentes numa ponte de terminais ou pelo diagrama que é dado na figura 7.

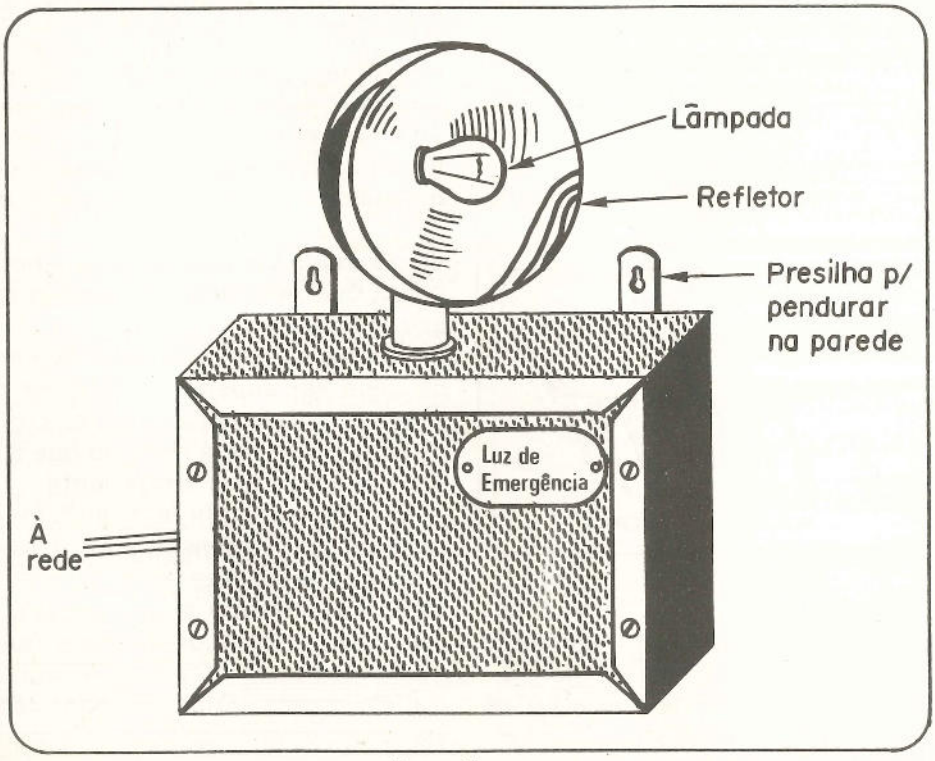


figura 5

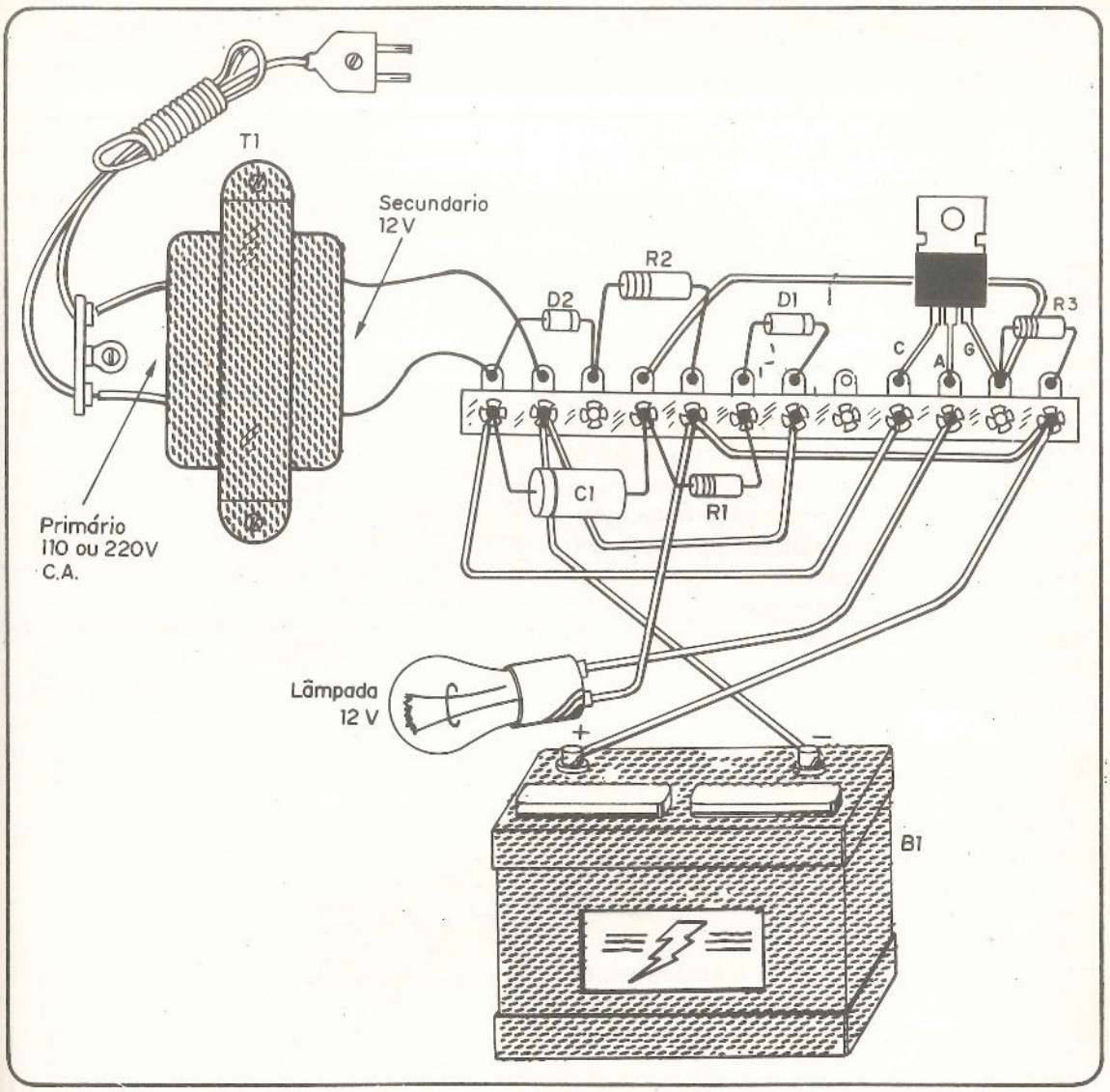
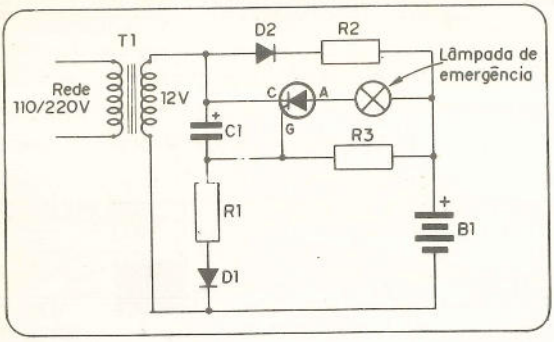

T1
Secundario
12 V
Primário
110 ou 220V
C.A.
R2
D2
D1
R3
C
A
G
C1
R1
Lâmpada
12 V
+
−
B1

figura 6


Eu estava descendo
a escada, apagou
a Luz e .....
PUMBA!
Isso Pode Acontecer
na falta da Luz!
BENTO



O máximo de cuidado deve ser tomado em relação às conexões dos elementos polarizados, especificamente o capacitor eletrolítico, os diodos e o SCR.

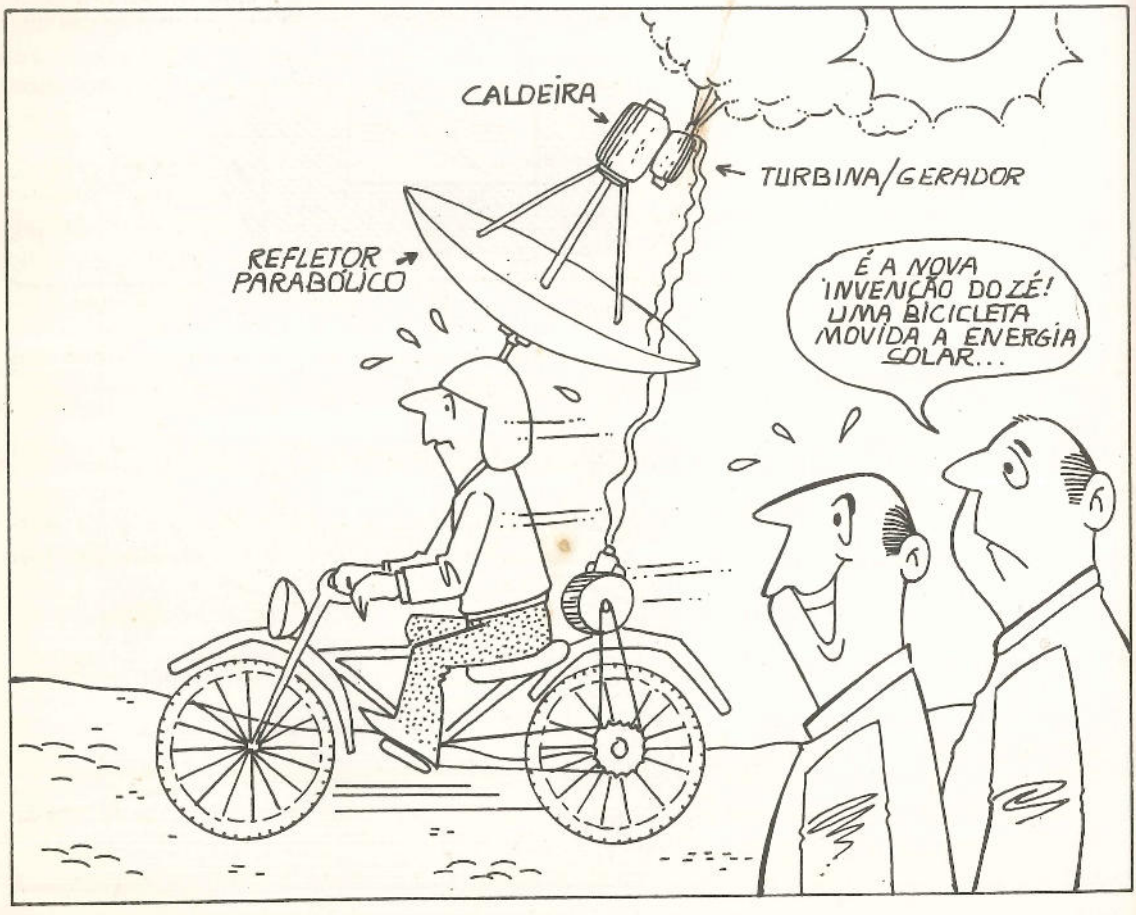
O transformador usado para esta montagem pode ser de qualquer tipo cujo primário possa ser ligado à rede local (110 ou 220 Volts) e cujo secundário forneça uma tensão de 12 Volts sob corrente de 600 mA ou mais.

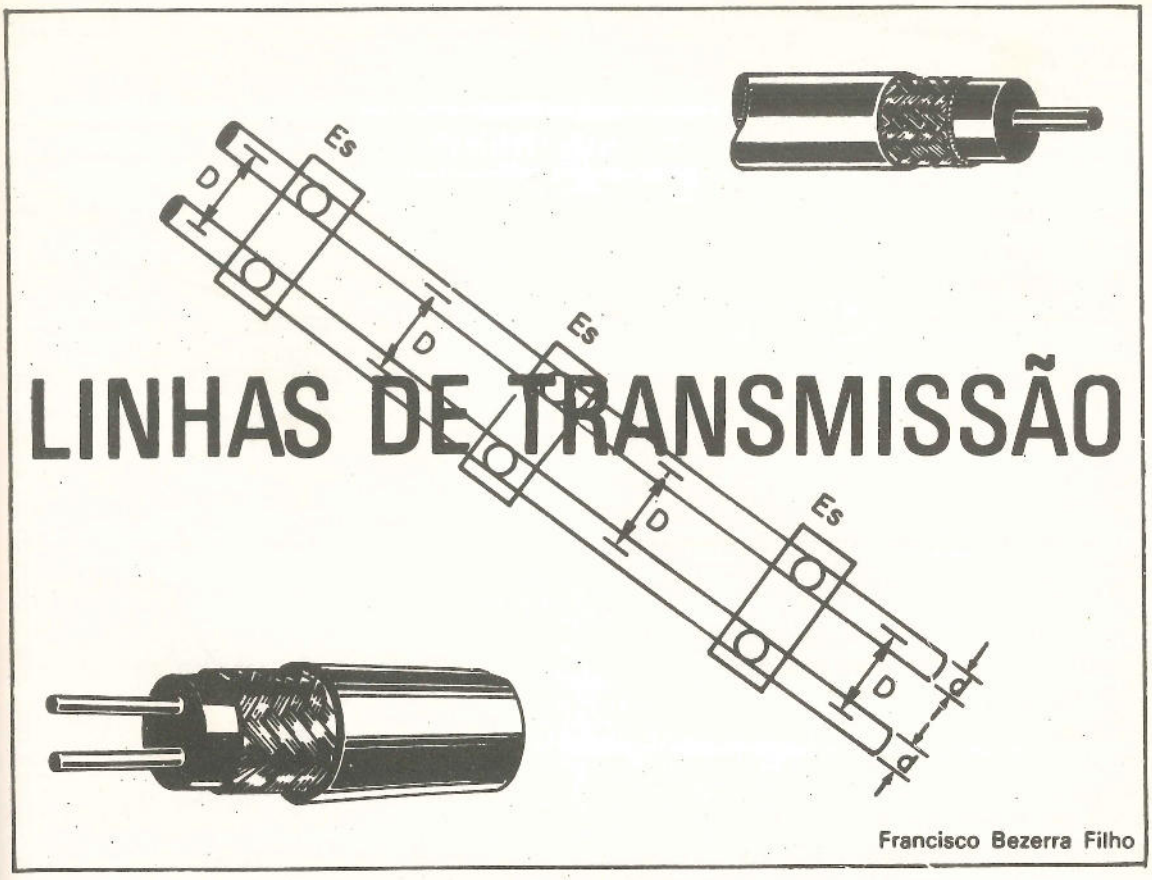
OBSERVAÇÃO

No caso da utilização de um acumulador do tipo usado em automóveis (chumbo-ácido)) o leitor deve tomar as devidas precauções de modo a mantê-lo sempre nas suas condições ideias de funcionamento, observando periodicamente a densidade da solução, o estado dos eletrodos, etc.

LISTA DE MATERIAL

SCR - C106, TIC 106, MCR106 ou equivalentes
D1, D2 - 1N4002 - diodo retificador de silício
T1 - transformador para 12 V x 600 mA (ver texto)
B1 - Acumulador de 12 V (ver texto)
C1 - 100µF x 25 V - capacitor eletrolítico
R1 - 100Ω x 0,5 W - resistor de carvão (marrom, preto, marrom)
R2 - 56 x 2 W - resistor de carvão (verde, azul, preto)
R3 - 1 kΩ x 0,5 W - resistor de carvão (marrom, preto, vermelho)
Diversos: lâmpadas de 12 V; cabos de alimentação, refletor para lâmpada, ponte de terminais, caixa, parafusos, fios, solda etc.





LINHAS DE TRANSMISSÃO

Francisco Bezerra Filho

RELAÇÃO DE ONDA ESTACIONÁRIA "ROE"

A relação de ondas estacionárias ou S.W.R. (STANDING WAVE RATIO) é uma relação entre os pontos de máximo e mínimo da tensão ou corrente ao longo da linha. Essa relação indica o grau de descasamento existente entre a impedância da carga ou do gerador e a impedância da linha.

Quando há um perfeito casamento de impedancias, ou seja, Zi = Zo = Zc (Figura 10 – 12), a relação de onda estacionária é igual a 1, não havendo pontos de máximo e nem de mínimo ao longo da linha. Neste caso, toda a potência fornecida pelo gerador é absorvida pela carga e, portanto não há reflexão na linha.

Quando há descasamento, ou seja, as impedancias não são mais iguais aparecem ao longo da linha pontos de máximo e de mínimo. A diferença entre os pontos de máximo e de mínimo será tanto maior, quanto maior for a diferença entre as 3 impedâncias em jogo; isto indica o grau de descasamento. Fig. 11B e C. Por exemplo, se a tensão no ponto máximo for de 40 V e no ponto mínimo, de 4 V a ROE será igual a 10. Isso indica que uma impedância é 10 vezes maior que a outra.

Essa relação de impedâncias pode ser expressa pela seguinte formula.

$$ROE = \frac{V\ (max)}{V\ (min)} = \frac{I\ (max)}{I\ (Min)}$$

Também é comum expressar essa relação pela expressão 10:1, que significa ser uma 10 vezes maior que a outra. Como podemos ver, a ROE pode variar de +1 (linha casada) a + ∞ (linha em curto ou em aberto) ou assumir quaisquer valores intermediários entre +1 e +∞.

IMPEDÂNCIA DE ENTRADA DE UMA L.T.

Numa L.T., terminada por uma impedância Zc, igual à sua impedância característica Zo, a amplitude e a fase da tensão e

da corrente serão constantes ao longo de seu comprimento. Portanto a impedância em qualquer ponto é constante e igual à impedância característica. Se medirmos a impedância em qualquer ponto da linha, no sentido do gerador para a carga, o valor medido será sempre o mesmo, e igual à impedância característica Zo. Como podemos observar é puramente resistiva não havendo presença de partes imaginárias (FIG. 12).

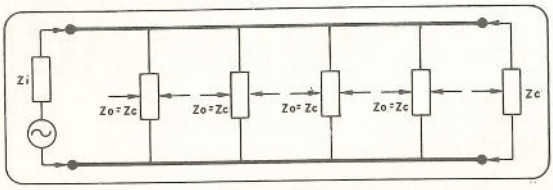


figura 12

A indutância e a capacitância vistas anteriormente se anulam mutuamente, restando só a parte real.

Quando uma linha de transmissão termina por uma impedância diferente da impedância característica ou seja, quando Zo / Zc, tudo que foi visto acima não é mais válido. Mesmo que a linha mantenha as mesmas dimensões físicas, a impedância característica já não é mais a mesma. Só pelo fato de mudar a carga, mudam também todos os parâmetros da linha.

PARTE REAL E IMAGINÁRIA DE UMA L.T. DESCASADA

Antes de entrarmos no estudo detalhado das L.T. descasadas ou ressonantes, vamos fazer um paralelo com um gerador de c.a para baixa freqüência, tendo nos seus terminais de saída uma carga capacitiva ou indutiva.

Quando ligamos um capacitor ideal à saída de um gerador de c.a. de freqüência variável, a reatância capacitiva diminui com a freqüência, como podemos ver na fig. 13 C, curva 1 — quanto maior a freqüência, menor a reatância capacitiva XC.

Se substituimos o capacitor por uma bobina e repetirmos a experiência anterior, vamos notar que a reatância indutiva XL, varia proporcionalmente com a freqüência, como podemos ver na curva 2 da fig. 13 C. Agora, ao invés de ligarmos um por vez, se ligarmos os dois ao mesmo tempo, na configuração paralela e variarmos a freqüência, vamos notar que o comportamento dessa nova associação é inteiramente diferente das anteriores. Em baixa freqüência o XC é maior que o XL, (ponto "A" da fig. 13 c); nesta região há um predomínio da reatância capacitiva e dizemos que nesta região a associação é capacitiva e a corrente IC está adiantada em relação à tensão EC. Aumentando-se um pouco mais a freqüência do gerador, vamos chegar a um ponto onde XL = XC, (ponto "B" da fig. 13 C). A freqüência neste ponto é conhecida como freqüencia de ressonancia paralela da associação. Neste ponto as partes imaginárias representadas pelas reatâncias indutiva e capacitiva se anulam mutuamente, restando somente a parte real, representada por uma resistência pura; a corrente e a tensão acham-se em fase.

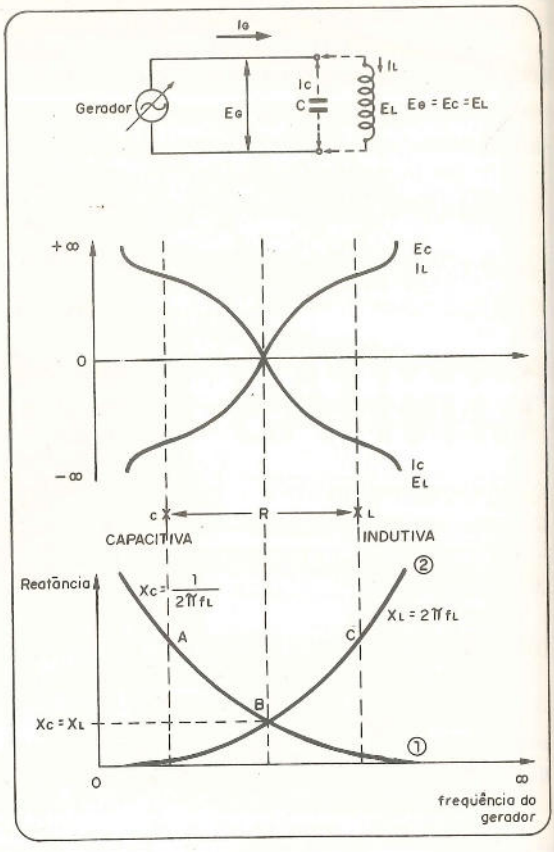


figura 13

Numa freqüência um pouco acima desta (ponto "C") XL é maior que XC; nesta região há um predomínio da reatância indutiva XL, e dizemos que a associação é indutiva. Nesta região a tensão EL está adiantada em relação à corrente IL.

Quando variamos a freqüência do gerador, também variamos o período ou com-

primento de onda lambda λ, e para cada freqüência ou para cada comprimento de onda, temos um comportamento diferente na associação. Todas essas propriedades serão muito úteis no estudo das L.T., descasadas ou ressonantes, que veremos a seguir.

LINHA DE TRANSMISSÃO TERMINADA EM CURTO

Uma linha de transmissão terminada em curto oferece baixa resistência no seu extremo em curto, (praticamente zero ohm); em consequência, a corrente será máxima e a tensão mínima. Na figura 14, ilustramos uma série de parâmetros de uma L.T. terminada em curto; como podemos ver, é uma repetição do que foi visto. Como podemos observar, a impedância vista pelo gerador ao longo da linha, possui as mesmas características de um circuito elétrico, sendo ora capacitivo, ora indutivo, ora resistivo.

Na mesma figura temos a relação de corrente, tensão e impedância para vários comprimentos de ondas, partindo do curto em direção ao gerador. No ponto em curto a corrente é máxima e a tensão é mínima, logicamente pelo fato de que neste ponto

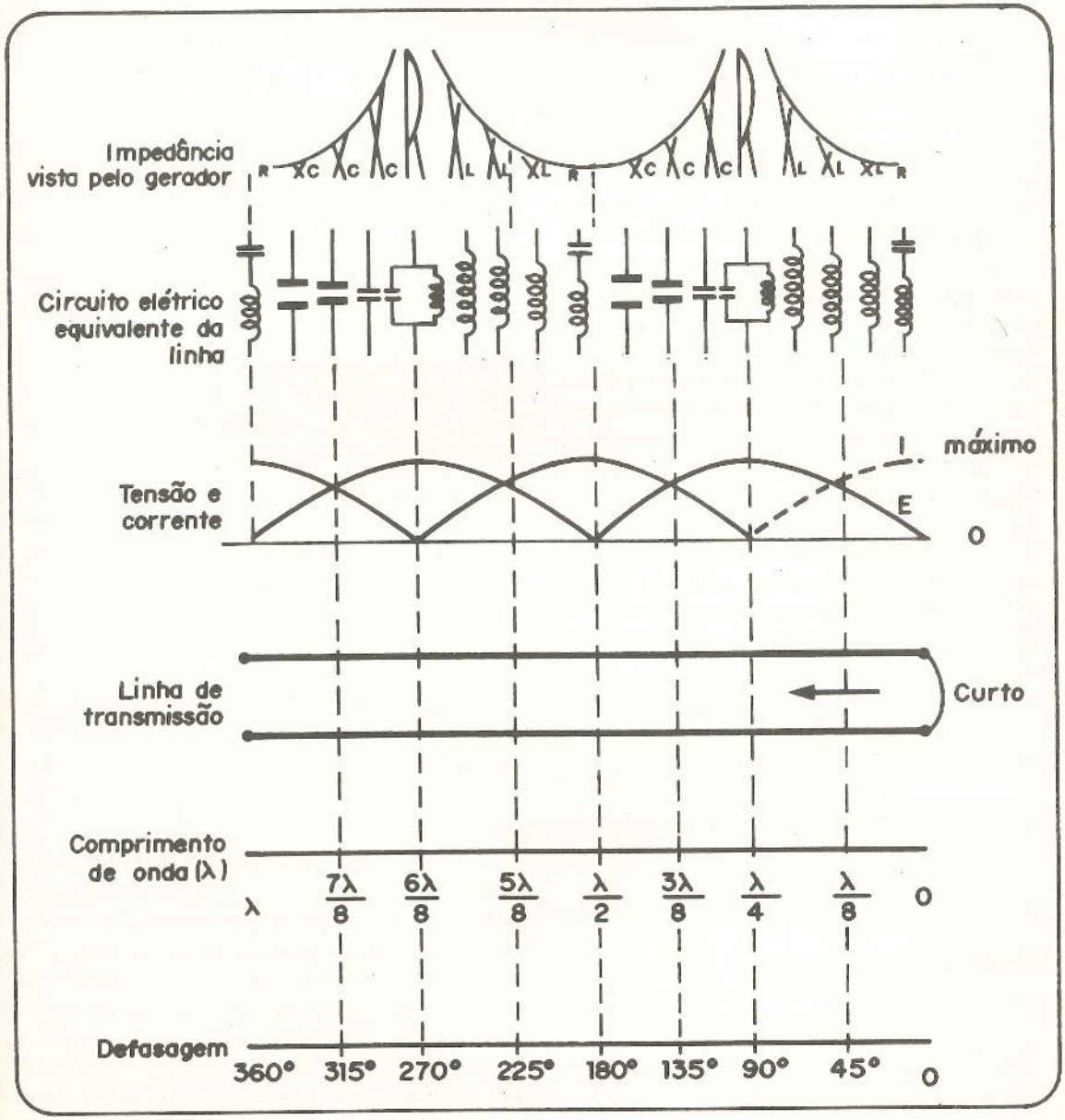


figura 14

a impedância é mínima, e equivalente ao circuito ressonante em série. Essa baixa impedância repete-se a cada meia onda ($\lambda/2$) a partir do extremo em curto em direção ao gerador, independentemente do comprimento físico da linha.

A distância de um quarto de onda ($\lambda/4$) a partir do ponto em curto e para todos os múltiplos pares desta distância, verificam-se pontos de corrente mínima e tensão máxima. Estes pontos, oferecem alta impedância para a frequência do gerador, ou seja, equivalem a circuitos ressonantes em paralelo. Como podemos ver, a impedância vista pelo gerador ao longo da linha, poderá ser indutiva, capacitiva, ou resistiva.

A partir do ponto em curto até $\lambda/4$ é indutiva, sendo que a indutância aumenta à medida que se aproxima do ponto de $\lambda/4$. Exatamente no ponto de $\lambda/4$ a impedância será máxima (Vmax e Imin) e equivalerá a uma resistência pura de alto valor.

Neste ponto há uma brusca mudança: de indutiva, a impedância passa a ser capacitiva. No intervalo entre $\lambda/4$ a $\lambda/2$, a impedância será capacitiva, e diminui à medida que se aproxima do ponto correspondente a meio comprimento de onda. Exatamente neste ponto a impedância será mínima e equivalente a um circuito ressonante série, com uma resistência pura de baixo valor. Como podemos observar esse ponto é uma repetição do ponto em curto. Daí para frente, tudo se repete como já foi visto anteriormente.

Na figura 15 (linhas cheias) vemos outra maneira de representar a impedância equivalente de uma L.T. terminada em curto. No intervalo entre o curto e $\lambda/4$, a impedância é indutiva, e neste ponto tende para infinito. Um pouco acima deste ponto (90º), há uma brusca mudança na impedância, que passa de indutiva para capacitiva. (Essa mudança equivale a uma função tangencial em um circulo trigonométrico, que no 1º e 3º quadrante é positiva e no 2º e 4º negativa; em 90 e 270 há uma mudança de $+\infty$ para $-\infty$.). No intervalo entre $\lambda/4$ e $\lambda/2$ a linha é capacitiva, neste último a impedância é zero; entre $\lambda/2$ e $3\lambda/4$ volta a ser indutiva, e assim por diante. O gráfico da figura 15 é baseado na fase da tensão em relação à corrente, tanto para linha terminada em curto (traços cheios), como para linha terminada em aberto (traços pontilhados).

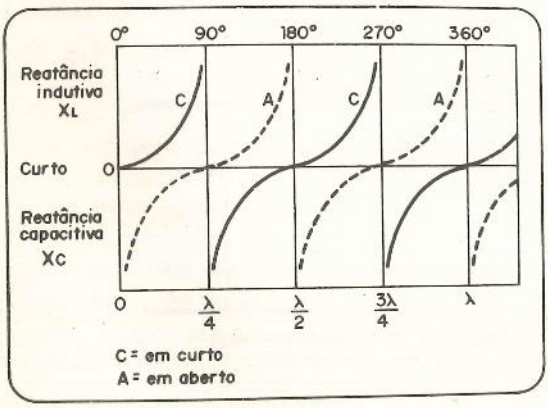


figura 15

LINHA TERMINADA EM ABERTO

Uma L.T. terminada em aberto, representa em seus extremos uma alta impedância (circuito em aberto). Esse ponto equivale a um circuito ressonante paralelo ideal, com sua impedância tendendo para infinito. Neste ponto a tensão é máxima e a corrente é mínima. O circuito equivalente deste ponto repete-se para cada comprimento de onda de $\lambda/2$, partindo do curto para o gerador, independentemente do comprimento total da linha.

O gerador ligado no outro extremo, "vê" a impedância da linha, para vários comprimentos de ondas, como sendo respectivamente indutiva, capacitiva ou resistiva.

Para cada ponto, conforme o comprimento de onda, a tensão e as correntes assumem valores, de acordo com o circuito equivalente no referido ponto. Na figura 16 temos diversos parâmetros, como tensão, corrente, impedância, fase e circuito equivalente para diversos comprimentos de ondas.

Comparando as figuras 14, 15 e 16, vamos notar que as L.T. terminadas em aberto ou em curto respectivamente, mantêm certas propriedades entre si. Para um dado comprimento de onda a partir do extremo em curto ou em aberto, os parâmetros de uma são contrários aos da outra; estes pontos estão defasados de $\lambda/4$ ou de 90º; por exemplo, enquanto uma é indutiva a outra é capacitiva e assim por diante.

Outra propriedade muito importante é que para qualquer dos dois tipos de linha, a cada quarto de onda ($\lambda/4$) as características mudam de ponto para ponto, alternativamente. Se em um ponto equivale a circuito ressonante serie com impedância praticamente em curto, a um quarto de onda após esse ponto, o mesmo equivale a um circuito ressonante paralelo com impedância muito alta, tendendo para infinito.

Essa propriedade é muito importante e tem muitas aplicações no estudo de cavidades ressonantes, filtros, guias de ondas, e nos circuitos sintonizados para altas frequências (SHF), assim como as já conhecidas linhas STRIP LINE.

Todos esses circuitos se baseiam nas propriedades das linhas de um quarto de onda. Quando um dos seus extremos está em curto (baixa impedância) o outro extremo está em aberto (alta impedância), e entre um ponto e o outro, temos infinitos valores de impedância, desde zero a infinito. Esta propriedade é muito usada nos casadores de impedância para alta frequência.

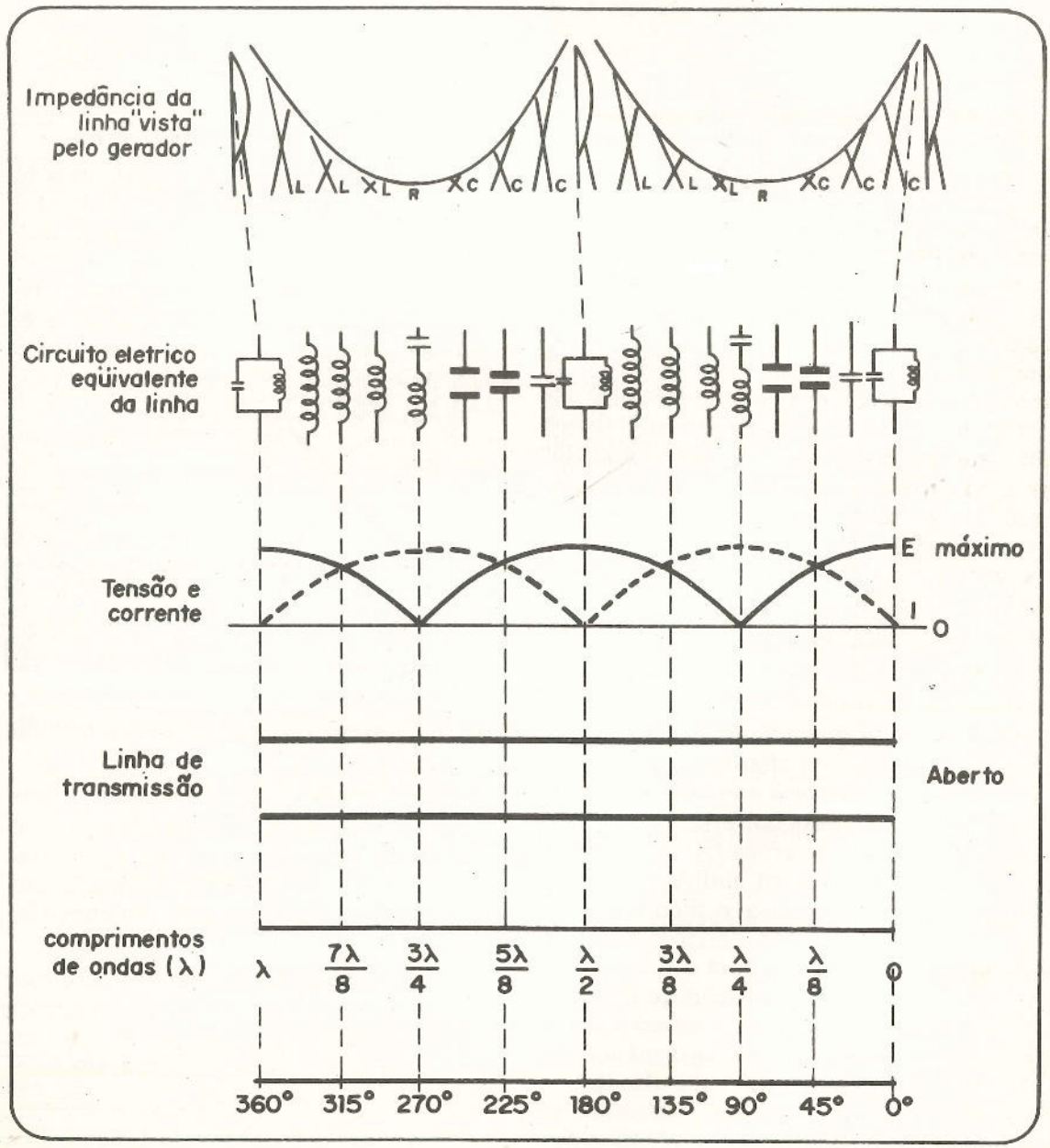
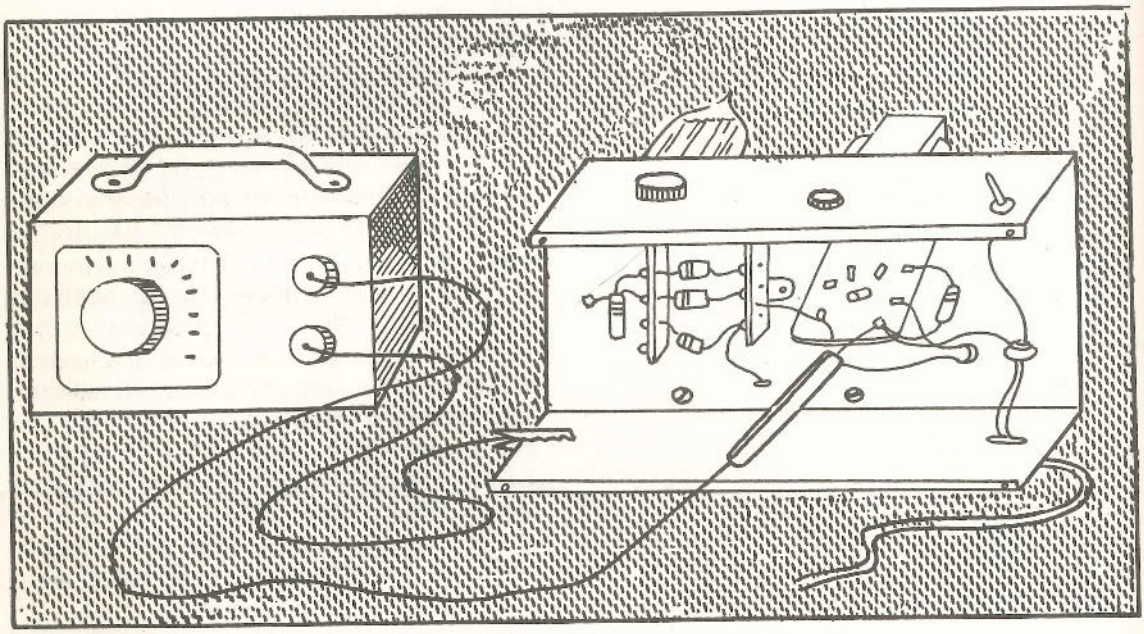


figura 16

OSCILADOR ÁUDIO DE MÚLTIPLAS UTILIDADES

Descrevemos um aparelho extremamente simples que produz um som contínuo de frequência ajustável que pode ser aproveitado com diversas finalidades: pode servir como oscilador para prática da telegrafia, como produtor de som em sistemas de alarmes, como injetor de sinais para oficina, para dar maior realismo a brinquedos, ou ainda pera a obtenção de efeitos sonoros simples.

NEWTON C. BRAGA



Um oscilador de audio é um circuito que produz uma corrente alternada de freqüência correspondente aos sons que ouvimos, de modo que, se essa corrente for aplicada a um alto-falante, teremos como resultado a obtenção de um som audível.

O tipo de som, ou seja, o timbre dependerá de diversos fatores, sendo o principal a configuração adotada para o circuito. No nosso caso temos a produção de um sinal aproximadamente senoidal que corresponde a um som puro de volume razoável que se assemelha ao som de uma sirene.

Como toda montagem dedicada ao estudante, ao principiante que pouca prática tenha em montagens eletrônicas, o máximo de promenores é dado para facilitar sua execução.

Todos os componentes usados nesta montagem são de fácil obtenção, e como ferramentas tudo de que o leitor necessitará será um ferro de soldar de pequena potência, um jogo de alicates e uma chave de fenda.

Dentre as possíveis aplicações para este circuito, conforme na introdução, citamos a ligação à saída de sistemas de alarmes, como injetor de sinais ou ainda em brinquedos.

Como sistema de chamada à distância o alto-falante pode ser colocado numa sala

distante de modo a podermos chamar pessoas que se encontrem nela (figura 1).

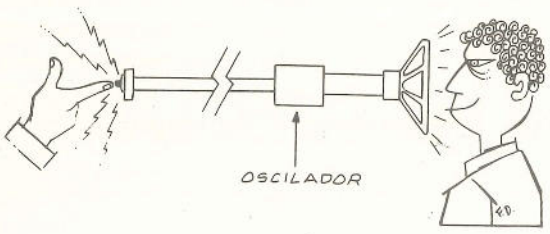


figura 1

O CIRCUITO

Um oscilador consiste basicamente num circuito amplificador, ou seja, num circuito que aumenta a intensidade de correntes ou tensões, em que parte do sinal amplificado é reaplicado à entrada. Com isso, obtém-se uma espécie de efeito retroativo denominado **realimentação**, que faz com que o circuito entre em oscilação amplificando sempre o mesmo sinal (figura 2).



figura 2

De maneira a ilustrar melhor o fenômeno podemos dizer que o circuito se comporta como "um cachorro que procura agarrar a própria cauda". Por mais que ele tente, ele nunca consegue, mas, com isso o movimento é mantido indefinidamente (figura 3).

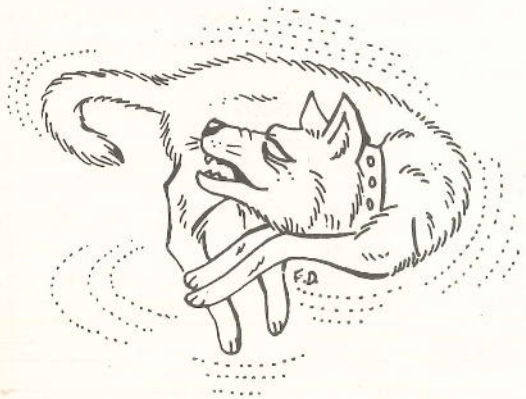


figura 3

A velocidade com que ocorre a realimentação determina a freqüência do som que será produzido e esta pode ser ajustada de diversas maneiras.

No nosso caso, ajustamos a freqüência alterando a realimentação pela variação da resistência de entrada do único transístor usado que traz de volta o sinal retirado da saída (figura 4).

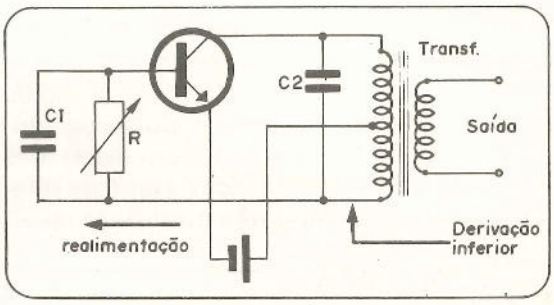


figura 4

Esse sinal de realimentação diga-se de passagem, é retirado a partir de uma derivação no transformador de saída. O número de espiras do enrolamento primário desse transformador também influi bastante na freqüência do sinal produzido mas como não podemos alterá-lo facilmente não serve para ajustar nele a tonalidade dos sons produzidos.

O resistor de realimentação e polarização de base que usamos no circuito prático é portanto do tipo variável, ou seja, um potenciômetro. Quando reduzimos sua resistência, a realimentação é tal que a freqüência também diminui, e quando aumentamos sua resistência a freqüência também aumenta. Esse componente serve portanto como controle de tonalidade.

O som pode ser obtido diretamente de um alto-falante ligado ao secundário do transformador. Com o circuito em questão pode-se obter uma potência entre 25 e 100 mW que pode ser comparada à obtida de rádios portáteis comuns.

A potência dependerá não só do tipo de transformador usado, do transístor, como também da tensão de alimentação. Com relação a este último fator dizemos que a alimentação pode ser feita com tensões entre 1,5 e 6,0 volts o que corresponde a utilização de 1 a 4 pilhas.

OS COMPONENTES

O único componente que deve ser adquirido com certo cuidado é o transformador. Esse transformador é do tipo usado na saída de rádios portáteis, possuindo um enrolamento primário com uma impedância entre 100 ohms e 1000 ohms. e um enrolamento secundário de 8 ohms ou seja, de acordo com a impedância do alto-falante.

O enrolamento primário é identificado por meio de seus três terminais de ligação, e o secundário por meio dos dois fios. Esse transformador não deve ser confundido com os transformadores impulsores (drivers) que têm o mesmo aspecto físico mas que possuem características elétricas diferentes e que portanto não produzem resultados satisfatórios neste circuito. O aspecto do transformador é mostrado na figura 5.

Com relação ao transistor, é de tipo bastante comum em nosso mercado, podendo inclusive ser utilizados seus equivalentes, sem prejuízo para o desempenho do oscilador.

A MONTAGEM

Para este circuito optamos também pela fixação dos componentes numa ponte de terminais. Evidentemente, se o leitor dominar a técnica de elaboração de placas de circuito impresso poderá obter uma montagem bem mais compacta. Uma sugestão para montagem em placa de circuito impresso e disposição de componentes é dada na figura 6.

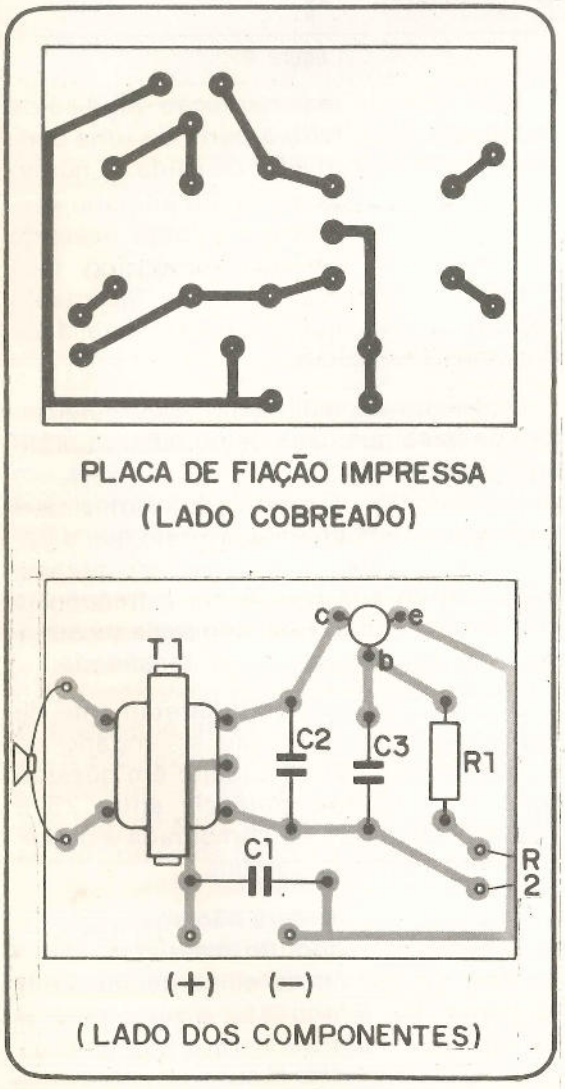


figura 6

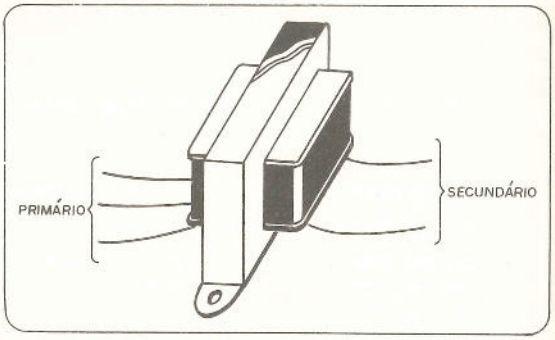


figura 5

O conjunto também pode ser instalado numa caixa plástica ou de qualquer outro material que resulte numa boa aparência, e pode ser utilizado um potenciômetro com chave que servirá para desligar a fonte de alimentação quando a unidade estiver fora de uso.

O diagrama completo do oscilador é dado na figura 7 e o aspecto final da montagem em ponte de terminais é dado na figura 8.

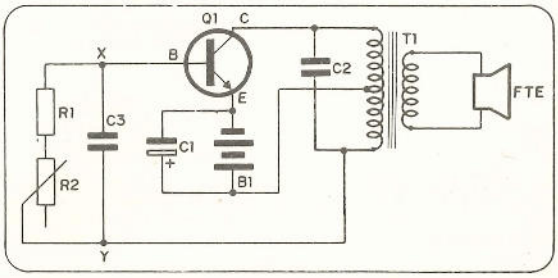


figura 7

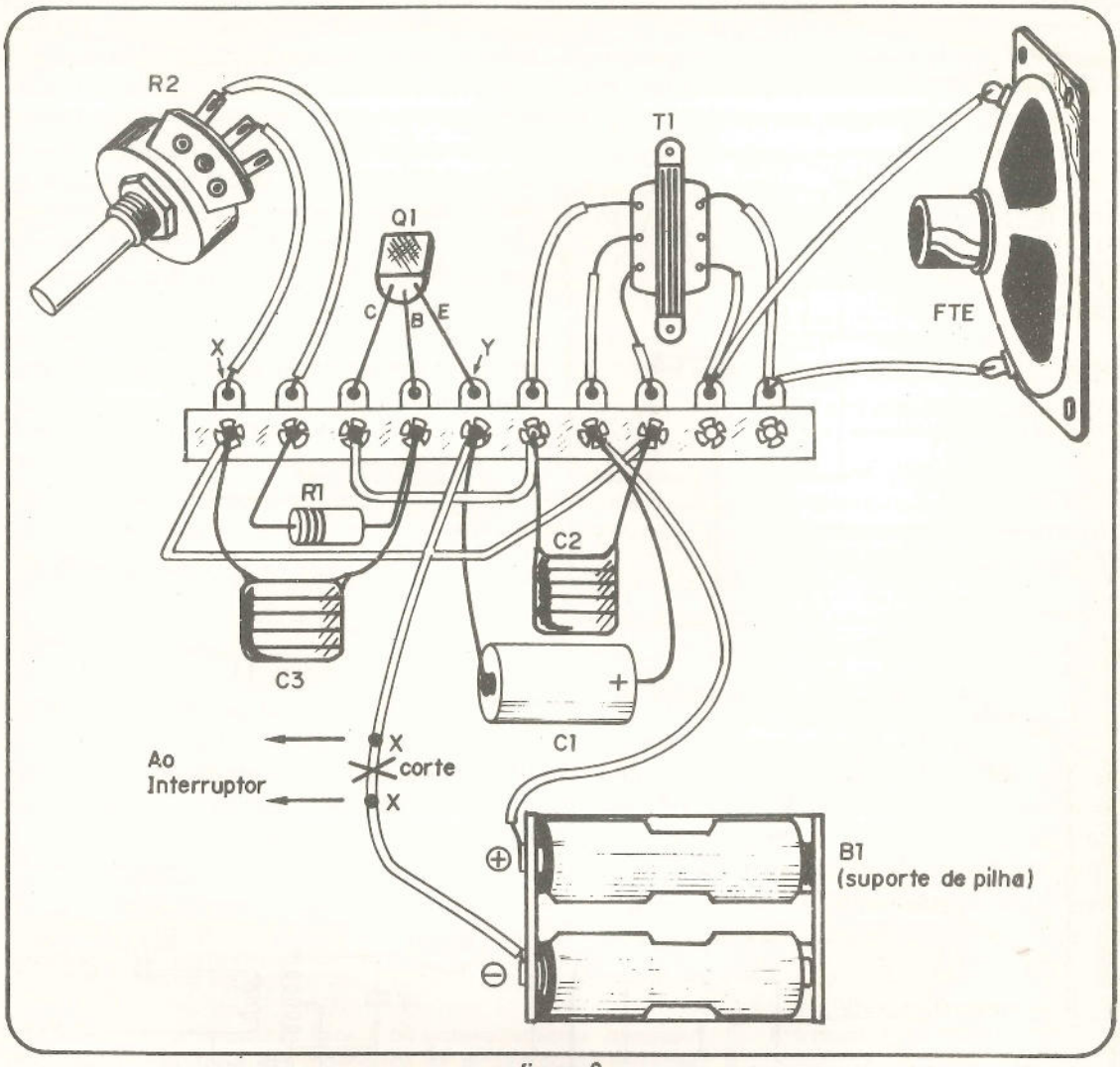


figura 8

Comece por soldar o transístor e o transformador na ponte de terminais. Use um soldador de pequena potência porque esses componentes são sensíveis ao calor. Se for necessário prolongue os terminais do transformador usando fio flexível ou rígido.

É importante observar a posição do transistor na sua fixação, pois uma inversão afetará o funcionamento do circuito.

O transístor deve ser instalado de modo que sua parte achatada fique voltada para cima.

O alto-falante tem suas conexões feitas por meio de fio flexível de capa plástica (cabinho). Esse alto-falante pode ser do tipo de 8 ohms de 10 cm (2,5 polegadas) ou menor.

FUNCIONAMENTO E AJUSTE

Completada a montagem, confira todas as ligações e se tudo estiver em ordem, coloque as pilhas no suporte.

Girando o potenciômetro, deve ser emitido pelo alto-falante um som contínuo de tonalidade que variará conforme a posição do potenciômetro.

O som emitido deve ser puro, sem falhas. Se isso ocorrer pode ser sintoma de maus contactos ou pilhas enfraquecidas que devem ser verificados.

Para usar o aparelho, as conexões e instalação serão feitas de acordo com a finalidade a que se destinar.

OSCILADOR PARA PRÁTICA DE TELEGRAFIA

Para a prática de telegrafia, o manipulador pode ser intercalado entre a base do transístor e o potenciômetro (figura 9) que são os pontos em que se obtém melhor comportamento para esta finalidade. O

conjunto pode então ser alojado numa caixinha apropriada e no potenciômetro pode-se ajustar a tonalidade do sinal produzido do modo mais apropriado.

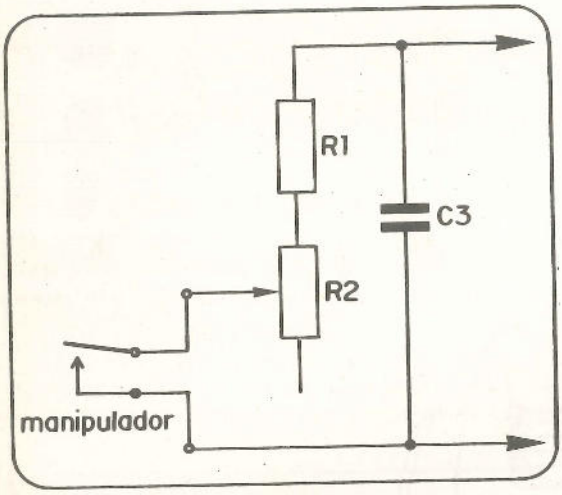


figura 9

PRODUÇÃO DE SOM EM ALARMES

Para a produção de som em alarmes, como dispositivo de saída portanto, a conexão do oscilador pode ser feita interrompendo-se a sua própria alimentação conectando-se os cabos ao relê, conforme sugere a figura 10.

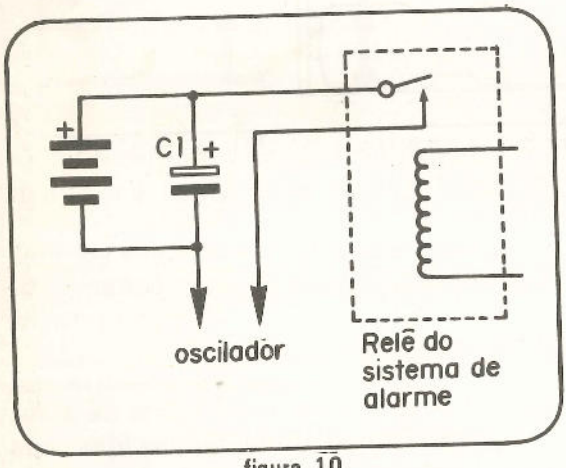


figura 10

Em alguns casos, pode ser aproveitada a pró pia fonte de alimentação do circuito, caso entretanto em que se recomenda a ligação em paralelo com esta de um capacitor de 100 µF para evitar-se efeitos de realimentação produzidos pelo oscilador no circuito de alarme.

INJETOR DE SINAIS

Para o caso de se utilizar o oscilador como injetor de sinais, este pode ser alimentado por duas pilhas pequenas, o ponteciômetro trocado por um trim-pot e o conjunto instalado numa pequena caixa plástica conforme mostra a figura 11. Evidentemente, nesta configuração o alto-falante é eliminado e a conexão é feita por meio de duas garras jacaré com cabos ligados ao secundário do alto-falante. Um capacitor de 0,05 µF deve ser intercalado em série com uma das garras de modo a se evitar os efeitos da injeção de um sinal de baixa impedância num circuito de alta-impedância.

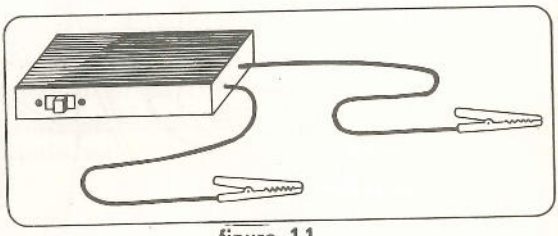


figura 11

Na figura 12 temos pormenores da ligação das garras ao circuito quando este é utilizado como injetor de sinais. Para a prova, o processo de injeção é o normal para este tipo de aparelho.

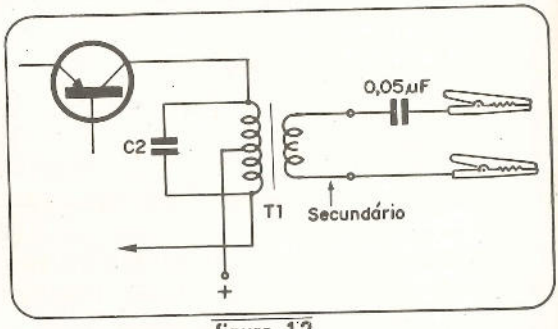


figura 12

LISTA DE MATERIAL

Q1 - BC548 - transistor NPN para uso geral
C1 - 50 µF x 6 volts - capacitor eletrolítico
C2, C3 - 10 nF (0.01 µF) - capacitor de poliéster
R1 - 2,2 KΩ x1/8 watt - resistor de carvão
R2 - 50 kΩ - potenciômetro linear (com ou sem chave)
T1 - transformador de saída para transistores (ver texto).
B1 - 1 a 4 pilhas de 1,5 volt
FTE - alto-falante de 8 ohms (ver textp)
Diversos: ponte de terminais ou placa de circuito impresso; suporte para pilhas, botão plástico para o potenciômetro, fios, caixa para alojar o conjunto, etc.

CURSO DE ELETRÔNICA©

LIÇÃO 11

Na lição anterior o leitor aprendeu a calcular a potência desenvolvida num resistor em função da resistência, corrente e tensão. Verificou também de que modo a potência desenvolvida depende dessas grandezas e como o tamanho físico do resistor e a temperatura ambiente podem influir na quantidade de calor dissipada. Diferenciamos, deste modo, a potência dissipada da potência gerada ou desenvolvida nos resistores. Nesta lição trataremos de resistores de tipos especiais. Se bem que na lição anterior também tenhamos falado dos potenciômetros e reostatos que são resistores especiais, existem outros que são bastante importantes e cujo conhecimento do princípio de funcionamento deve ser dado.

30. OS LDRs (LIGHT DEPENDENT RESISTORS)

Conforme estudamos, para o caso dos resistores fixos, a resistência que este componente ofereece à passagem da corrente é constante e depende somente da maneira segundo a qual são fabricados. Uma vez fabricados para terem 100 ohms de resistência, a não ser pequenas variações devidas às condições ambientes, esses resistores terão sempre 100 ohms. Os potenciômetros por outro lado, uma vez que os ajustamos para apresentarem certa resistência, se ninguém os tocar, eles terão sempre a mesma resistência salvo as pequenas oscilações devidas às variações das condições ambientes.

Em suma, os resistores fixos e os potenciômetros apresentam certa resistência que independe da tensão ou da corrente neles encontradas.

R independe de V e I

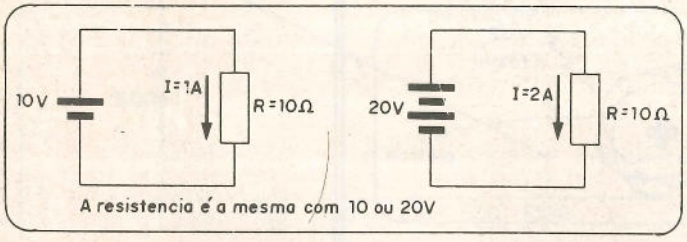


figura 100

Existem entretanto, outros tipos de resistores cuja resistência pode modificar-se em função de um fator externo, alguma espécie de ação externa ou energia a que sejam submetidos. Este é o caso dos chamados "foto resistores" ou LDRs. A denominação LDR vem do inglês Light Dependent Resistor que quer dizer resistor que depende da luz, ou seja, resistor sensível à luz.

Esse componente, o LDR já foi utilizado em diversas monta-

gens que publicamos, dirigidas aos principiantes (interruptor crepuscular, alarme sensível à luz, etc).

Vejamos como funciona esse componente para, em seguida, falarmos de suas aplicações práticas.

Na figura 101 temos ilustrado um LDR típico. Neste componente identificamos uma superfície sensível formada por dois elementos condutores separados por uma substância foto-sensível. Os elementos condutores são conectados a dois terminais por meio dos quais se faz a ligação do componente a um circuito externo.

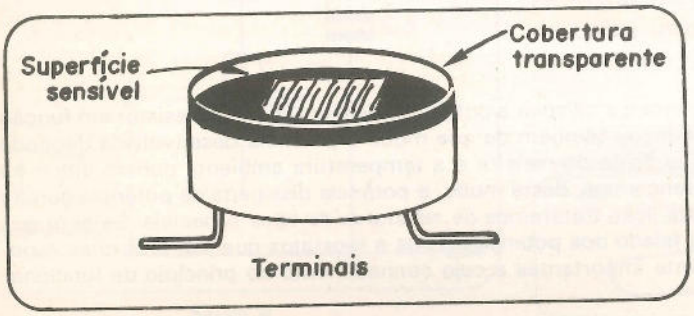


figura 101

Nos tipos comuns de foto-resistores (LDR) o elemento sensível é formado por uma substância denominada Sulfeto de Cádmio (CdS) cuja resistência depende da quantidade de luz que incide sobre ele. Os elementos de contacto consistem em fina película de ouro de modo a se obter a maior condutividade possível. Normalmente essa superfície sensível é protegida do contacto com o meio exterior por meio de uma cobertura de plástico transparente.

Sulfato de Cádmio

Quando a luz incide na superfície sensível, sendo ela constituída por energia na forma de ondas eletromagnéticas (energia radiante), essas ondas conseguem liberar elétrons dos átomos dessa substância com o que aumenta a quantidade de elétrons livres do materia e portanto sua capacidade de conduzir a corrente.

luz é energia

a luz libera elétrons

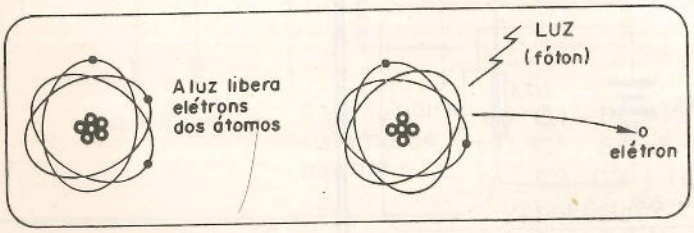


figura 102

Em suma, com a incidência da luz a resistência que a corrente encontra para circular no material diminui porque aumenta a quantidade de elétrons livres.

Assim, no escuro, quando não há elétrons livres liberados pela ação de luz, mas tão-somente os devidos à agitação térmica do

material são responsáveis pela condução da corrente, a resistência do LDR é máxima, chegando em alguns tipos a ser da ordem de 1 milhão de ohms.

resistência no escuro

Entretanto, sob iluminação intensa, como a produzida pelo sol incidindo diretamente na superfície sensível, aos elétrons livres gerados pela agitação térmica vêm se somar os elétrons liberados pelas ondas eletromagnéticas (fótons). Conseqüentemente, o numero de elétrons livres na totalidade é maior e menor a oposição oferecida à passagem da corrente. A resistência do material nestas condições é muito baixa chegando em alguns tipos a ser inferior a 100 ohms.

resistência no calro

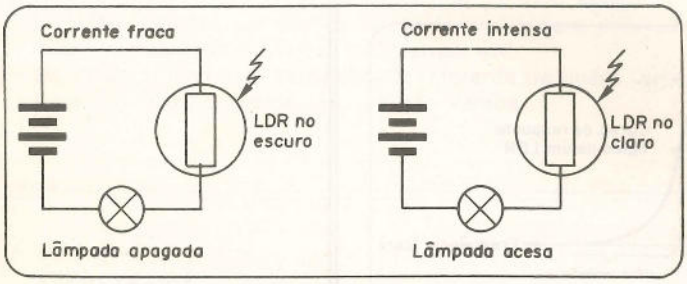


figura 103

É claro que entre os pontos de máxima e mínima resistência em função da quantidade de luz que incide na superfície sensível o LDR pode apresentar qualquer resistência.

A curva que representa a variação da resistência do LDR em função da quantidade de luz que incide na sua superfície sensível é uma informação bastante importante para o projetista, que deve saber exatamente como se comportará determinado tipo de LDR sob determinadá iluminação. Será que sua resistência é suficiente para permitir que a corrente exigida para o disparo de um circuito possa circular?

curva do LDR

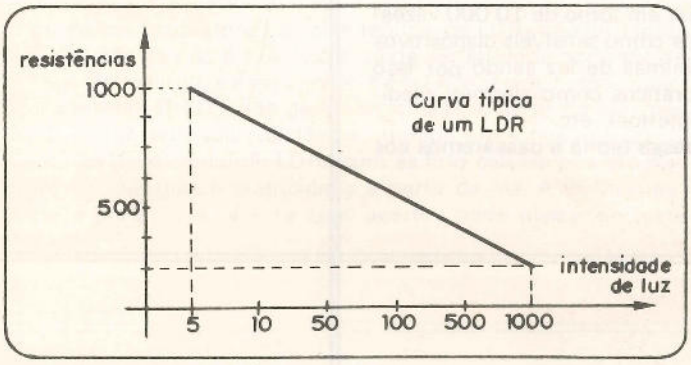


figura 104

Observamos ainda que a resistência apresentada pelo LDR também depende da cor da luz incidente. A cor da luz se deve a sua freqüência, ou seja, a freqüência das ondas eletromagnéti-

cas que a compõem, e a frequência de modo direto está ligada a quantidade de energia que a luz possui para liberar elétrons. Assim, verificamos que a luz vermelha de freqüência mais baixa pode em alguns casos não conseguir liberar elétrons de determinados materiais o que significa que os LDRs desses tipos não podem "ver" esta luz. Assim, na escolha de um LDR devemos observar tambem "as cores" da luz que ele pode "ver" no sentido de que esse componente não se comporta do mesmo modo que a nossa vista.

Os LDRs "vêem" a luz do modo diferente

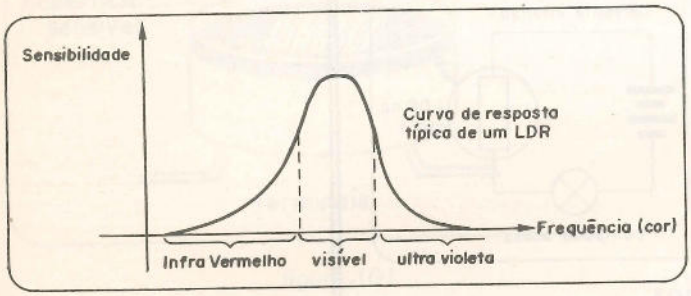


figura 105

A informação técnica referente aos LDRs, que nos diz quais são as cores a que esse componente é sensível, é a sua curva de resposta espectral, e em alguns casos pode se estender para valores correspondentes a tipos de luz que nós mesmos não podemos ver, como o infravermelho e o ultravioleta. Alguns LDRs podem portanto ver luzes que nós não vemos!

Curva de resposta

Voltando à variações da resistência com a luz, vemos que entre o mínimo de iluminação (escuro) e o máximo de iluminação a resistência do LDR pode variar em torno de 10 000 vezes! Com isso os LDRs podem ser usados como sensíveis dispositivos capazes de perceber variações mínimas de luz sendo por isso usados em diversos dispositivos práticos como alarmes, medidores de intensidade de luz (fotômetros), etc.

Variação da resistência

A seguir, daremos um resumo dessa teoria e passaremos aos testes de avaliação.

Resumo do quadro 30

- Os resistores fixos e os variáveis apresentam resistências que independem da variação de condições ambientais.
- Uma vez fabricados e ajustados para terem certa resistência, esta se mantém constante dentro de determinados limites de variação das condições ambientes.
- Existem resistores cuja resistência depende de outros fatores

- Os LDRs (Light Dependent Resistors) apresentam uma resistência que depende da quantidade de luz incidente numa superfície sensível.
- A superfície sensível é composta de um material denominado Sulfeto de Cádmio (CdS) e apresenta uma baixa resistência sob iluminação e alta resistência no escuro.
- A variação da resistência ocorre pela liberação de elétrons do material quando da incidência de luz.
- A variação de resistência entre as condições de máxima e mínima iluminação pode ser da ordem de 10 000 vezes.
- Os LDRs podem ser usados como sensores para alarmes, interruptores crepusculares, fotômetros, etc.
- Os LDRs apresentam sensibilidade diferente de nossa visão podendo "ver" cores de luz que não vemos.

Avaliação 91

Os LDRs (Light Dependent Resistors) são componentes que: (assinale a alternativa correta)

a) geram eletricidade a partir da luz
b) convertem eletricidade em luz
c) variam de resistência com a tensão que lhes é aplicada
d) apresentam uma resistência que depende da luz que recebem.

Resposta; d

Explicação:

Conforme estudamos na parte teórica, os LDRs são resistores cuja resistência não é fixa, isto é, pode ser alterada por meio de um agente externo, e esse agente é a luz que incide numa superfície sensível. O LDR não gera eletricidade a partir da luz, mas tão somente tem sua resistência alterada em função da luz. O leitor não deve confundir LDRs com as foto celulas que são dispositivos que geram eletricidade a partir da luz. A melhor resposta é portanto a d e se você acertou pode passar ao teste seguinte.

Avaliação 92

O material empregado na fabricação dos LDRs que apresenta sensibilidade à luz é o : (assinale a alternativa correta)

a) carbono
b) cloreto de sódio
c) sulfeto de cádmio
d) níquel - cromo

Resposta: c

Explicação:

Lembramos que o carbono (carvão) é usado na confecção dos resistores fixos e dos potenciômetros; o cloreto de sódio é o sal de cozinha que, acrescentado à água, a torna condutora e o níquel-cromo ou nicromo é a liga usada na confecção dos resistores de fio. O sulfeto de cádmio, um sal do metal cádmio com o elemento enxofre (daí a denominação sulfeto) é usado na confecção da superfície sensível dos LDRs. A superfície sensível dos LDRs consiste portanto num sal em que temos uma proporção de um átomo de enxofre para cada átomo de cádmio. Se você acertou passe ao teste seguinte. Se tem dúvidas, leia novamente a lição.

Avaliação 93

A resistência de um LDR depende da luz incidente na sua superfície sensível. Podemos dizer que a resistência de um LDR é: (assinale a alternativa correta).

a) tanto maior quanto maior for a quantidade de luz incidente
b) tanto maior quanto mais quente estiver o componente
c) tanto menor quanto maior for a quantidade de luz incidente
d) independe da quantidade de luz incidente

Resposta c

Explicação

Pelo que explicamos na parte teórica, a resistência de um LDR diminui com o aumento da intensidade da luz incidente. A incidência de luz aumenta a quantidade de elétrons livres e portanto a capacidade do material de conduzir a corrente. No escuro a resistência do material é elevada porém não infinita porque devemos considerar também os elétrons que são liberados pela agitação térmica.

A resistência do LDR é menor com o máximo de iluminação, já que a quantidade de elétrons livres nessas condições é maior.

Se você acertou passe ao item seguinte. Se tiver dúvidas estude novamente a lição. Uma breve consulta a um livro de química do primeiro ou segundo gráu poderá ser útil se as dúvidas do leitor residirem na compreensão dos termos químicos que utilizamos nas explicações.

31. OS TERMISTORES: (NTC)

Um outro tipo de componente que, basicamente consiste num resistor, mas cujas propriedades elétricas são tais que a temperatura ambiente influi no seu comportamento é o termistor ou resistor com coeficiente negativo de temperatura, também abreviado por NTC.

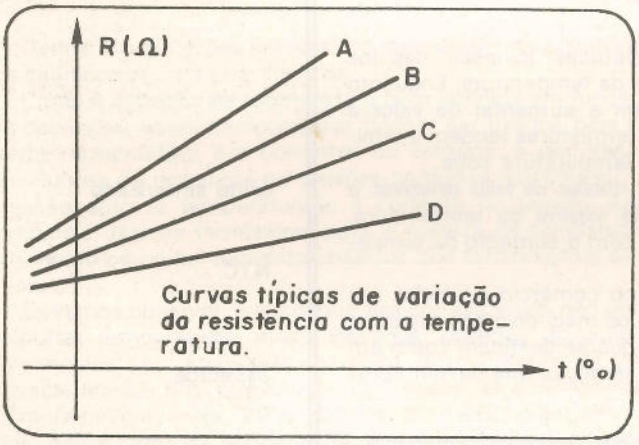
NTC

Em suma, os termistores são componentes cuja resistência depende da temperatura em que se encontram, variando de modo acentuado com ela, podendo por isso ser usados em diversas aplicações como sensores para alarmes, termostatos, termômetros, etc.

Vejamos em que princípio se baseia o comportamento elétrico dos termistores:

Os metais puros possuem características elétricas que permitem que sejam utilizados na fabricação de resistores (de fio) e a resistência que apresentam tende a aumentar com a temperatura em vista da dilatação que sofrem e também da agitação térmica de seus átomos. Dizemos então que os metais puros apresentam um coeficiente **positivo** de temperatura (PTC) no sentido de que **aumentam** de resistência com a elevação da temperatura.

PTC



Curvas típicas de variação da resistência com a temperatura.

figura 106

Para os metais comuns, tem-se um aumento de cerca de 4% da resistência oferecida para cada 10 graus centígrados de elevação de temperatura, ou seja, cerca de 0,4% por grau centígrado.

O fenômeno da mudança de resistência com a temperatura pode ser notado no caso dos filamentos das lâmpadas incandescentes os quais, frios, apresentam uma resistência muito baixa; sua resistência aumenta sensivelmente de valor tão logo a lâmpada seja acesa e seu filamento alcance a sua temperatura máxima. Assim, numa fração de segundo a partir do momento em que estabelecemos a corrente através da lâmpada até o instante em que ela atinge sua temperatura normal, a resistência do filamento sofre uma brusca variação de valor, quando então a corrente que é inicialmente elevada cai até o valor normal de operação.

variação da resistência

Por esse motivo, as lâmpadas incandescentes tendem a se queimar no momento em as ligamos, porque, neste momento, sendo a resistência a frio muito menor que a quente, a corrente inicial é muito mais intensa que a corrente de operação. Se houver uma tendência da lâmpada em se queimar por estar enfraquecida (o filamento se afina gradativamente por evaporação) este será o momento propício para isso.

quando as lâmpadas queimam

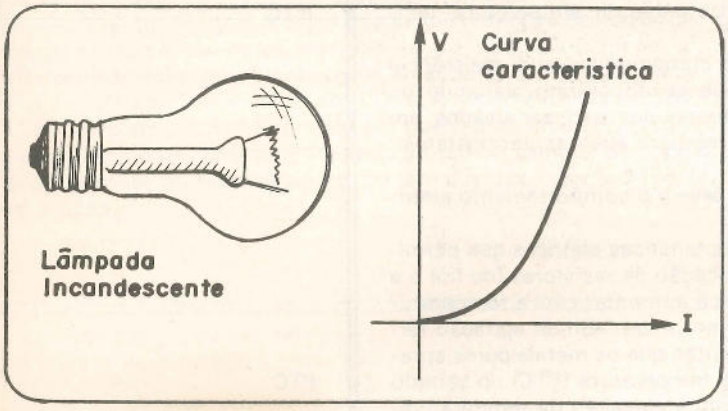


figura 107

Os termistores têm propriedades elétricas "inversas" das dos metais puros em relação às variações de temperatura. Enquanto os resistores feitos de metal tendem a aumentar de valor à medida que a temperatura sobe, os termistores tendem a diminuir de resistência à medida que a temperatura sobe.

Os termistores são feitos de uma massa de **óxido sinterizado**, e dizemos que apresentam coeficiente **negativo** de temperatura, pelo fato de sua resistência diminuir com o aumento da temperatura.

óxido sinterizado

NTC

Para os termistores encontrados no comércio e usados em muitos aparelhos eletrônicos, temos os mais diversos aspectos quer seja em função da finalidade a que se destinam como em função das propriedades elétricas e térmicas que devem apresentar.

aspectos

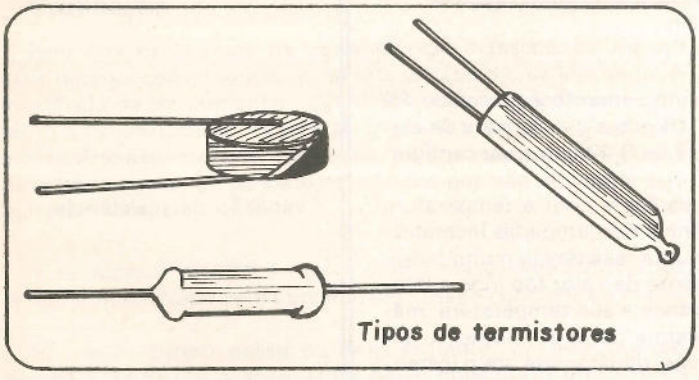


figura 108

Na escolha de um termistor devemos observar diversos fatores, sendo um deles a resistência que apresentam à temperatura ambiente. Normalmente esta característica é especificada para uma temperatura de 20 graus centígrados.

Para os tipos comuns de termistores, podemos dizer que a resistência varia de 3 a 6% para cada grau centígrado o que mostra que esses componentes são muito mais sensíveis às variações de temperatura que os metais, daí serem preferidos nas aplicações práticas como sensores.

Na figura, temos o gráfico comparativo de um resistor de metal e um termistor para as variações de temperatura.

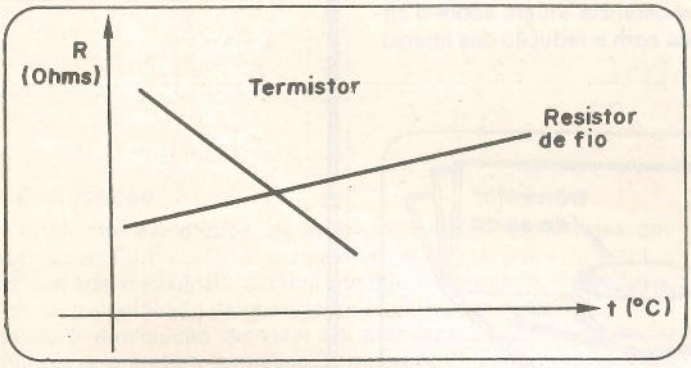


figura 109

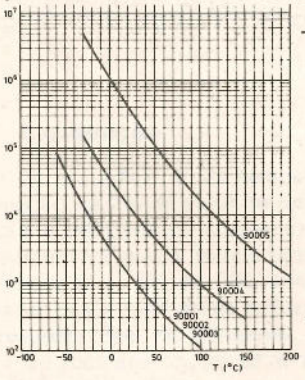
Dentre as aplicações práticas em que podem ser encontrados os termistores, citamos algumas:

aplicações

Como a variação da resistência é bem definida em função da temperatura, esses componentes podem ser usados para converter temperatura em correntes ou tensões, e por meio de medidores de correntes ou tensões podemos estabelecer uma relação entre a temperatura e a corrente ou tensão. Assim, podemos usar os termistores para a medida de temperaturas, utilizando-os como elementos básicos dos termômetros eletrônicos.

termômetros

Devemos observar, é claro, que tais componentes não podem suportar temperaturas muito elevadas, devendo portanto ser observados seus limites de operação. Normalmente, as curvas características dos termistores são dadas para temperaturas compreendidas entre -20 e 120 ou -20 e 200 graus centígrados. Nesta gama de temperatura, a resistência de um termistor pode variar de até 50 vezes.



Curvas de Termistores

figura 110

Uma outra aplicação importante para os termistores consiste na estabilização do funcionamento de determinados circuitos sensíveis à temperatura. Os amplificadores, por exemplo, possuem na sua saída componentes denominados transistores

estabilizadores térmicos

cujas características de funcionamento dependem bastante da temperatura e, como estes trabalham quentes, as variações de condições ambientes, de refrigeração e de tempo de funcionamento podem ser bastante perigosas para eles. Nestas condições, muitos circuitos usam os termistores de tal modo que, quando as condições térmicas fazem com que as correntes tendam a aumentar levando a produção de mais calor, e portanto a um efeito cumulativo que pode causar dano ao aparelho, os termistores, pela diminuição de sua resistência atuam sobre o circuito fazendo-o voltar à normalidade com a redução das intensidades dessas correntes.

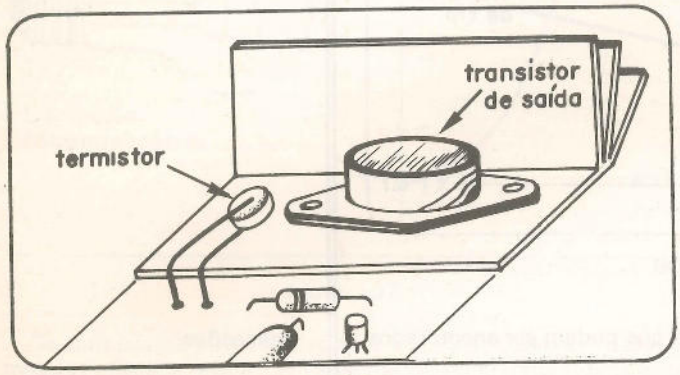


figura 111

Para "sentir" as variações da temperatura, os termistores devem ser montados próximos aos focos de calor, como por exemplo, junto aos transistores de saída, conforme mostra a figura.

Nas lições futuras veremos exatamente como se processa o funcionamento desses circuitos. A seguir, teremos um resumo desta matéria e depois os testes de avaliação.

Resumo do quadro 31

- Os termistores ou NTC são resistores que apresentam uma resistência que é função da temperatura ambiente.
- São feitos de óxido sinterizado apresentando resistência maior nas baixas temperaturas
- Como a sua resistência diminui com o aumento da temperatura dizemos que possuem coeficiente negativo de temperatura (NTC).
- A resistência de um termistor varia de 3 a 6% de seu valor para cada grau centígrado.
- Na sua faixa de operação, a resistência pode variar de até 500 vezes de valor.
- Os termistores podem ser usados como elementos sensores para termômetros eletrônicos e como sensores para estabilizar circuitos eletrônicos sensíveis à temperatura.
- A resistência de um termistor é expressa para uma determinada temperatura, geralmente 20ºC.

Avaliação 94

Coeficiente negativo de temperatura (NTC) significa: (assinale a alternativa correta):

a) insensibilidade à temperatura
b) aumento de resistência com a temperatura
c) diminuição de resistência com a temperatura
d) aumento de temperatura com a corrente

resposta c:

Explicação

Conforme estudamos, os termistores são componentes que apresentam um coeficiente negativo de temperatura no sentido de que sua resistência diminui quando a temperatura aumenta. Assim, o significado de coeficiente negativo de temperatura está ligado à diminuição de valor da grandeza básica (resistência) quando a grandeza expressa (temperatura) aumenta. Se você acertou, passe ao teste seguinte. Se tiver dúvidas leia novamente a lição.

Avaliação 95

O coeficiente de temperatura de um termistor é -2% por grau centígrado. Sabendo-se que a sua resistência a 20°C é 100 ohms, podemos dizer que a sua resistência a 22°C será:

a) 200 ohms
b) 80 ohms
c) 96 ohms
d) 104 ohms

resposta: c

Explicação

Se o coeficiente de temperatura é negativo, temos uma diminuição de 2% do valor da resistência para cada grau centígrado que a temperatura aumentar. Como de 20 a 22° a temperatura aumenta 2 graus, temos uma redução de 4% do valor da resistência. Ora, 4% de 100 ohms resulta em 4 ohms, o que quer dizer que a resistência reduz de 4 ohms de valor, nos levando à resposta final de 96 ohms.

Se você acertou passe ao teste seguinte. Se tiver dúvidas, leia novamente a lição.

Observamos que, rigorosamente, a variação de 2% de resistência em toda a faixa não ocorre, mas tão somente de modo aproximado.

32. LÂMPADAS INCANDESCENTES:

O leitor pode se sentir um pouco surpreso por estarmos incluindo o capítulo referente às lâmpadas incandescentes juntamente com os resistores especiais, mas temos uma razão para isso: as lâmpadas incandescentes são feitas com a finalidade de produzir luz a partir da energia elétrica podendo ser usada como dispositivos de iluminação ou indicação, mas em contrapartida, a maneira como fazem isso é tal que possuem características elétricas que em determinadas condições são as mesmas dos resistores. Assim, temos motivo bastante para incluir as lâmpadas incandescentes na categoria dos "resistores especiais" porque de fato elas podem ser usadas como tal. Evidentemente, não esqueceremos que as lâmpadas não só convertem energia elétrica em calor como os resistores comuns, como vão além produzindo também luz.

resistores especiais

Como em eletrônica as lâmpadas incandescentes não são somente usadas com a finalidade de produzir luz, mas também podem ter suas características usadas em outras aplicações, será bastante importante estudarmos o seu princípio de funcionamento.

Uma lâmpada incandescente consiste basicamente num bulbo de vidro, dentro do qual suspenso por suportes especiais existe um fino filamento de tungstênio, um metal que resiste temperaturas bastante elevadas. A espessura desse fio de tungstênio é função da tensão em que deve trabalhar a lâmpada e da potência que se deseja.

filamento de tungstênio

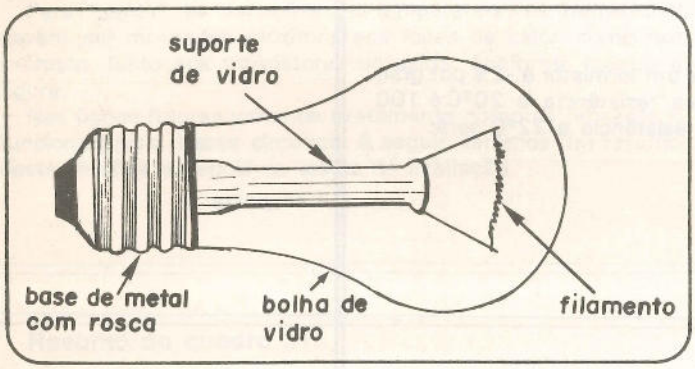


figura 112

Podemos, de modo simplificado, pensar no filamento de uma lâmpada incandescente como um resistor de fio que opera nos seus limites de temperatura.

Como o tungstênio possui uma temperatura de fusão muito elevada, pois ele se derrete a 3370°C, o filamento pode ser aquecido até produzir luz, sem se derreter. Entretanto, como os outros metais, o tungstênio está sujeito ao ataque do oxigênio,

ou seja, à combustão. A temperaturas elevadas, o oxigênio provoca a combustão dos metais, ou seja queima-os. Por esse motivo, nas lâmpadas, para se evitar sua queima, existe o bulbo de vidro do qual se retira o gás oxigênio existente normalmente no ar.

atmosfera sem oxigênio

Nas lâmpadas antigas, retirava-se totalmente o ar de modo que o oxigênio ficava ausente no interior do bulbo juntamente com os outros gases, ou seja, criava-se o vácuo, mas isso não é feito em muitas lâmpadas de iluminação modernas com a finalidade de se evitar o perigo da implosão. Havendo vácuo no interior da lâmpada a diferença de pressão entre o exterior e o interior torna-se muito grande e qualquer batida pode levar a lâmpada a uma implosão.

implosão

Nas lâmpadas modernas costuma-se substituir o ar do interior da lâmpada por uma mistura de gases inertes, ou seja, gases que não ataquem o filamento, como o hélio, argônio, neônio. Deste modo, a lâmpada não fica sujeita a implosões que seriam perigosas.



Voltando agora às características de funcionamento das lâmpadas, vemos que os filamentos sendo metálicos, possuem a propriedade de aumentar de resistência à medida que a temperatura aumenta (conforme estudamos no item anterior) o que quer dizer que a resistência do filamento de uma lâmpada a frio é muito menor do que a resistência a quente. (Sempre que nos referirmos à resistência de uma lâmpada queremos dizer a resistência de seu filamento).

Deste modo, em termos de potência, quando se diz que uma lâmpada tem uma potência de 60 watts, deste valor, sabendo que a lâmpada é ligada a uma tensão de 120 volts, podemos calcular a resistência de seu filamento:

resistência da lâmpada

$P = V^2/R$ ou $R = V^2/P$

$R = (120 \times 120)/60$

$R = 240$ ohms

Ora, o leitor que pensar em medir a resistência de uma lâmpada de 60 watts apagada verá que sua resistência é muito menor!

A resistência da lâmpada, ou seja, os valores da corrente que encontraremos se referem portanto à lâmpada em condições normais de funcionamento.

Para as pequenas lâmpadas incandescentes usadas em diversas aplicações eletrônicas isso também é válido. Pela curva que apresentam, vemos que a resistência de seu filamento muda de valor conforme a tensão, ou seja, conforme as condições de brilho que apresentam. Mais tarde veremos como interpretar melhor as curvas características de componentes como as lâmpadas.

curva característica

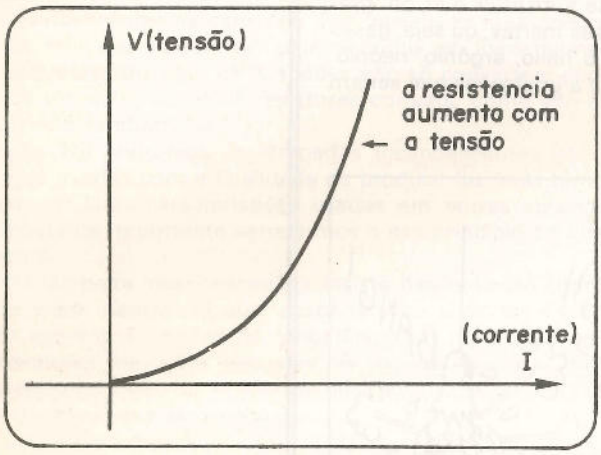


figura 114

Em outras palavras, as lâmpadas podem ser usadas em alguns casos como dispositivos sensores de tensão ou de corrente, pois à medida que essas grandezas aumentam também aumenta a resistência de seu filamento em vista da elevação de temperatura. Com isso, a própria corrente tem uma tendência a ser limitada.

Nas aplicações práticas costumamos usar pequenas lâmpadas incandescentes de tensões entre 1,5 e 12 volts, denominadas lâmpadas piloto que servem para as mais diversas finalidades. Nas aplicações práticas um dos fatores mais importantes a ser observado além da tensão é a corrente de operação.

lâmpadas piloto

Os formatos com que podemos encontrar essas lâmpadas variam bastante assim como sua base, que pode ser rosqueada ou "baioneta"

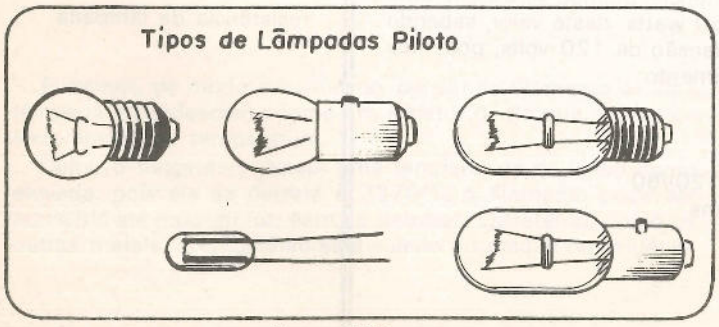


figura 115

Resumo do quadro 32

- As lâmpadas incandescentes por suas características podem ser consideradas como resistores especiais.
- Consistem elas em bulbos sem oxigênio nos quais existe um fino filamento de tungstênio.
- A espessura e o comprimento do filamento dependem da tensão de operação da lâmpada e da intensidade de luz desejada
- Como com o aquecimento o filamento tem sua resistência aumentada, a resistência da lâmpada a frio é menor do que a quente.
- As lâmpadas atuam como dispositivos sensíveis à tensão, podendo ser usadas em aplicações eletrônicas
- As pequenas lâmpadas usadas como indicadores em aparelhos eletrônicos são denominadas lâmpadas piloto
- São encontradas para tensões a partir de 1,5 volt e suas correntes de operação são bastante variadas.
- Essas lâmpadas podem ter bases rosqueadas, em baioneta, ou simplesmente ser dotadas de terminais paralelos.

Avaliação 96

No interior de uma lâmpada, para se evitar a combustão (queima) do filamento com o aquecimento deve-se: (assinale a alternativa correta)

a) fazer vácuo completo
b) retirar todo o oxigênio
c) deixar apenas o oxigênio
d) aumentar a pressão do ar

Resposta: b

Explicação:

Conforme sabemos de nossas estudos de ciências do ginásio, a combustão só é possível em presença de oxigênio (comburente). O filamento de uma lâmpada queima-se em presença do oxigênio, o que quer dizer que para evitarmos isso devemos retirar o oxigênio do interior da lâmpada. Se bem que fazer vácuo no interior da lâmpada também esteja certo, a alternativa b é a mais correta por ser mais completa de acordo com nossas explicações na parte teórica. Se você acertou passe ao teste seguinte; se errou, estude novamente a lição.

Avaliação 97

Os filamentos das lâmpadas incandescentes são feitos de... (complete com a alternativa certa)

a) níquel-cromo
b) sulfeto de cádmio
c) carbono
d) tungstênio

resposta: d

Explicação

As lâmpadas modernas têm seus filamentos feitos de tungstênio por apresentar este metal um elevado ponto de fusão. Entretanto, o carbono tem seu valor histórico porque as primeiras lâmpadas realmente tinham seus filamentos feitos de carbono. A resposta mais correta é portanto a correspondente à alternativa d. Se acertou passe ao teste seguinte.

Avaliação 98

Uma lâmpada incandescente é projetada para operar com uma tensão de 6 volts quando então circula por seu filamento uma corrente de 50 mA (50 milésimos de ampère ou 50 miliamperes) Nessas condições podemos afirmar que: (assinale a alternativa correta).

a) A resistência do filamento dessa lâmpada é sempre 120 ohms
b) A resistência do filamento dessa lâmpada a frio é maior que 120 ohms
c) A resistência do filamento dessa lâmpada a frio é menor que 120 ohms.

resposta; c

Explicação

Para calcularmos a resistência conhecendo a tensão a corrente bastará dividirmos a tensão pela corrente, segundo estabelece a Lei de Ohm. Neste caso, fazendo a divisão de 6 por 0,05 obtemos o valor 120 que corresponde à resistência da lâmpada em condições normais de funcionamento. Como a frio sua resistência é menor, segundo sabemos a alternativa correta é a correspondente à letra c.

Se você acertou, aguarde a próxima lição. Se tiver dúvidas, leia novamente as lições anteriores.


SABER

Revista
SABER
56
Cr$ 18,00

ELETRÔNICA



GRÁTIS

CIRCUITO IMPRESSO
para você montar este

MICRO TRANSMISSOR DE FM

CONTROLE DE VELOCIDADE PARA AUTORAMA E...

PROVADOR P/ CIRCUITOS LÓGICOS TTL

LUZ DE EMERGÊNCIA

OSCILADOR DE ÁUDIO



Manaus, Santarém, Rio Branco, Boa Vista, Altamira, Macapá e Porto Velho (via aérea) Cr$ 24,00