Revista

SABER

55
Cr$ 18,00

ELETRÔNICA

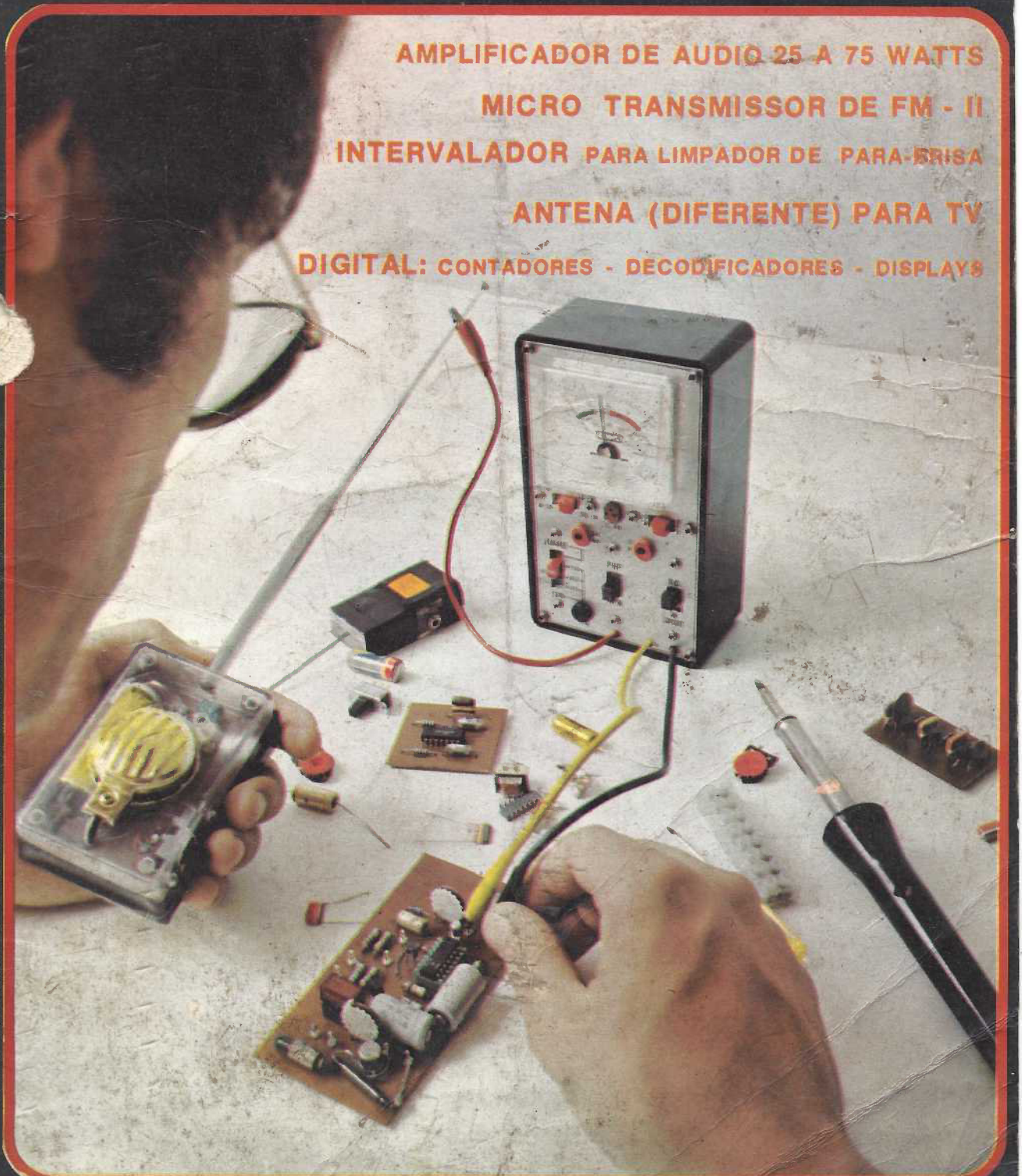
AMPLIFICADOR DE AUDIO 25 A 75 WATTS

MICRO TRANSMISSOR DE FM - II

INTERVALADOR PARA LIMPADOR DE PARA-BRISA

ANTENA (DIFERENTE) PARA TV

DIGITAL: CONTADORES - DECODIFICADORES - DISPLAYS



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

Revista
ELETRÔNICA

Nº 55
JAN/FEV.
1977

sumário

Amplificador de Audio, 25 a 75 Watts 2
Incrementando o Som do Carango 11
Reparação de TV — Curso Senai 14
Digital: Contadores — Decodificador — Displays 16
Orientação para o Montador 23
Rádio Controle — III (Receptores) 26
Intervalador para Limpador de Parabrisas 33
Antena (Diferente) para TV 37
Resistores: Carbono X Filme Metálico 41
Micro-Transmissor de FM — II 48
COS MOS — Conceitos e Considerações 54
Alarme Controlado pela Luz 59
Curso de Eletrônica (lição 10) 65

EDITORA SABER LTDA.

diretor superintendente: Savério Fittipaldi
diretor administrativo: Élio Mendes de Oliveira
diretor de produção: 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

TIRAGEM: 51000 exemplares

CAPA: Teste final de protótipo referente a artigo a ser publicado.

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).

AMPLIFICADOR DE AUDIO 25 A 75 WATTS

com proteção contra curto-circuito

Alvaro Ribeiro

Quando se descreve a montagem de um amplificador, é difícil agradar a todos os leitores. Uns, precisam de maior potência, outros querem menor potência, outros ainda, querem uma versão estereofônica, enquanto para mais outros, o pré-amplificador não oferece os recursos desejados (ou é demasiadamente sofisticado).

Resolvemos por isto, desenvolver um amplificador de potência, o mais versátil possível, que oferecesse a possibilidade de execução numa larga faixa de potências e fosse dotado de uma eficiente proteção contra curto-circuitos.

Com este amplificador é possível compor qualquer tipo de instalação de som, escolhendo-se a versão que ofereça a potência desejada e o pré-amplificador dotado dos recursos e comandos necessários. Pode ser, além disso, executado em versão mono ou estéreo. Enfim, é um amplificador extremamente versátil.

O circuito impresso utilizado é o mesmo para qualquer das opções de potência, seja de 25, 35, 50, 60 ou 75 watts.

Como são utilizados transistores Darlington no estágio de saída, é substancialmente reduzida a complexidade do circuito e o número de componentes, o que resulta não somente em economia de custo, como principalmente no aumento da confiabilidade.

O sistema de proteção contra curto-circuitos é do tipo "current trip circuit", que oferece uma atuação segura e protege sob quaisquer condições de carga, mesmo um curto-circuito contínuo da saída.

AMPLIFICADORES COM POTENCIA S DE 25, 35, 50, 60 e 75 W

O desenvolvimento, pela Fairchild, de transistores de potência tipo "Darlington" possibilitou o projeto de estágios de saída complementares de acoplamento direto, capazes de desenvolver potências de saída de 25, 35, 50 , 60 e 75 W, com distorção harmônica total, a essas potências, inferior a 1%. Outras características destes transistores são, o seu alto ganho de corrente e a incorporação, no mesmo invólucro, de um diodo de proteção entre coletor e emissor.

Uma das grandes vantagens dos transistores Darlington é consequência justamente do seu alto ganho de corrente e permite a simplificação do estágio excitador e na redução do respectivo custo, pois, o transistor "driver" pode ser de potência menor (e, portanto, mais barato) que o usualmente requerido por amplificadores de potências elevadas e que não usam Darlingtons na saída.

O circuito descrito é extremamente versátil, pois, qualquer das versões utiliza a mesma placa de fiação impressa, variando apenas os valores dos componentes. O circuito de proteção contra curto-circuitos pode ser facilmente suprimido e, além disso, também o circuito de proteção térmica pode ser simplificado de acordo com as condições particulares de cada versão. Tudo isso permite a realização, sem necessidade de re-projeto, de versões mais sofis-

POTÊNCIA DE	25 WATTS			35 WATTS			50 WATTS			60 WATTS			75 WATTS		
SAÍDA WATTS	VIN mV	DIST %	I mA	VIN mV	DIST %	I mA	VIN mV	DIST %	I mA	VIN mV	DIST %	I mA	VIN mV	DIST %	I mA
0,0	-	-	20	-	-	20	-	-	20	-	-	20	-	-	20
0,05	7.1	0,7	48	7,7	0,68	49	7,1	0,8	48	7,3	0,8	50	8,0	0,8	47
0,5	21,5	0,16	115	23,8	0,16	117	22,0	0,28	118	21,5	0,28	118	24	0,29	117
1,0	30	0,14	158	33,5	0,11	158	32	0,18	160	30	0,17	158	35	0,18	161
2,5	46	0,16	233	48	0,1	225	46,5	0,14	230	45	0,14	228	53	0,14	239
5,0	69	0,2	340	74	0,12	337	70	0,14	336	71	0,14	337	76	0,14	335
10,0	95	0,22	479	100	0,15	465	98	0,15	468	95	0,13	465	105	0,16	465
15,0	115	0,23	569	125	0,16	568	118	0,16	565	117	0,15	570	130	0,17	570
20,0	135	0,24	668	145	0,18	662	140	0,18	669	138	0,16	669	150	0,18	663
25,0	150	0,28	734	162	0,2	734	153	0,2	731	158	0,2	735	170	0,2	739
30,0	170	2,4	793	180	0,22	802	169	0,21	800	165	0,18	800	182	0,2	802
35,0	195	9,0	855	192	0,62	862	180	0,22	863	175	0,18	855	193	0,22	862
40,0	235	15,2	905	197	0,83	890	184	0,23	888	190	0,2	920	210	0,22	917
45,0				205	1,1	912	187	0,24	919	210	0,24	970	220	0,24	968
50,0				275	13,6	1020	217	0,7	1022	215	0,22	1025	235	0,25	1026
55,0							230	4,5	1080	226	0,22	1070	245	0,27	1071
60,0							250	7,0	1111	240	0,9	1117	257	0,28	1117
65,0							278	10,7	1147	257	2,8	1159	265	0,29	1148
70,0										260	3,4	1200	280	0,32	1207
75,0										300	8,8	1240	288	0,36	1245
80,0										325	11,8	1280	300	1,0	1285
85,0													315	2,1	1320
90,0													325	3,6	1351
95,0													345	5,8	1392
100,0													380	9,0	1450
105,0													390	11,0	1460

A Tabela I apresenta, de forma resumida, as principais características desta série de amplificadores.

ticadas ou mais econômicas, dentro das exigências de potência particulares de cada aplicação.

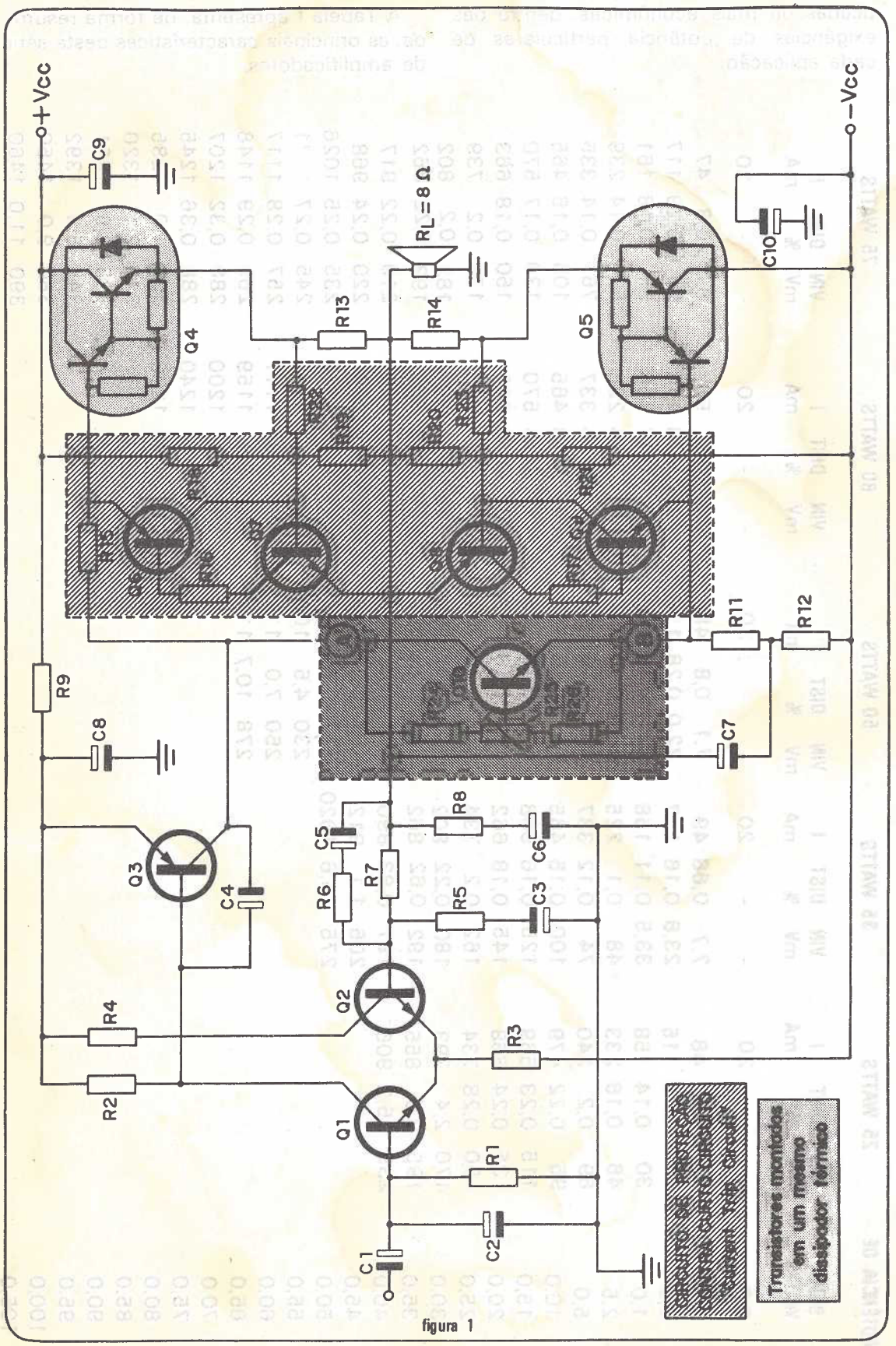

+Vcc
-Vcc
C9
C10
Q4
Q5
R13
R14
$R_L = 8\ \Omega$
R11
R12
R9
C8
C7
C5
R8
C6
Q3
C4
R6
R7
R5
C3
Q2
R4
R3
R2
Q1
R1
C2
C1
CIRCUITO DE PROTEÇÃO CONTRA CURTO CIRCUITO
Transistores montados em um mesmo dissipador térmico

figura 1

DESCRIÇÃO DO CIRCUITO

O diagrama da figura 1 mostra o circuito completo deste amplificador de tipo complementar simétrico de acoplamento direto, incluindo o sistema de proteção contra curto-dircuito e o circuito de estabilização térmica. O aparelho emprega uma fonte de alimentação do tipo simétrico, cujas vantagens veremos adiante.

Os transistores Q1 e Q2 (NPN) estão ligados em configuração de amplificador diferencial. Este, ligado a uma fonte simétrica, permite fixar o nível de tensão contínua na saída em zero, o que por sua vez, permite o acoplamento direto do alto-falante à saída do amplificador sem necessidade do capacitor usualmente aplicado neste local (figura 7)

O resistor R7 proporciona uma realimentação negativa entre a saída e a entrada, estabelecendo ótimas condições de estabilidade em c.c.. A relação entre os valores de R7 e R5 determina o ganho do amplificador.

O transistor Q3 (PNP) funciona como excitador de alto ganho, em configuração de emissor comum. Q4 (NPN) é um dos transistores de saída e funciona como seguidor de emissor, com alto ganho de corrente e ganho de tensão aproximadamente unitário, para o semiciclo positivo do sinal. O outro transitor de saída, Q5, funciona de modo análogo, para o semiciclo negativo do sinal.

Os demais transistores que aparecem no circuito, não fazem parte do amplificador propriamente dito, mas sim dos circuitos de estabilização térmica e proteção contra curto-circuitos.

A PROTEÇÃO CONTRA CURTO—CIRCUITO (CURRENT TRIP CIRCUIT)

Este sistema é formado pelos transistores Q6 (PNP), Q7 (NPN), Q8 (PNP) e Q9 (NPN); os dois primeiros protegem Q4 e os dois últimos protegem Q5, ao estabelecer-se um curto-circuito na saída do amplificador.

O funcionamento é o seguinte: No instante em que o valor da corrente em Q4 alcançar um determinado nível pré-estabelecido, o divisor de tensão R22/R19 provoca o disparo dos transistores Q6 e Q7. Isto corta a excitação de Q4 e reduz a sua corrente a um valor mínimo.

R18 proporciona uma proteção adiconal ao circuito, contra sobretensões na fonte de alimentação. Se o nível de + Vcc ultrapassar um certo valor, determinado por R18, também ocorrerá o disparo de Q6 e o Q7, que, como já dissemos, protegerão o transistor de saída Q4.

Q6 e Q7 atuam somente durante metade do ciclo, ficando inativos durante a outra metade, quando Q8 e Q9 darão proteção a Q5. O funcionamento de Q8 e Q9 é análogo ao de Q6 e Q7.

A proteção dispensada aos transistores de saída por este sistema é absolutamente segura sob quaisquer condições de carga, mesmo quando se trate de um curto-circuito total na saída, em caráter contínuo.

ESTABILIZAÇÃO TÉRMICA DA CORRENTE DE REPOUSO

Neste tipo de amplificador é indispensável dispor-se de uma estabilização das condições de trabalho do estágio de saída e a mais importante dessas condições é a corrente de repouso I_{cq} dos transistores de saída. O valor dessa corrente aumenta com o aumento da temperatura de junção; dependendo das condições do circuito, esta corrente pode levar a um aumento na dissipação do coletor, que por sua vez aumenta a temperatura de junção e assim por diante. A instabilidade térmica resultante provocará fatalmente a destruição irreversível dos transistores de saída por avalanche térmica.

A fim de evitar uma situação destas, a corrente de repouso I_{cq} pode ser regulada através de uma fonte estabilizadora que emprega um transistor, ou um diodo, ou ainda, um dispositivo de coeficiente de temperatura negativo (resistor NTC).

Em nosso circuito, essa fonte estabilizadora é constituída pelo transistor Q10 (que opera como diodo regulador) em conjunto com os resistores R24, R25 e R26. O resistor variável R25 é ajustado de forma tal que o valor de V_{be} do transistor Q10 seja igual á soma dos V_{be} de Q5 e Q6, para a corrente requerida de polarização de repouso dos transistores de saída.

O valor de I_{cq} é determinado para a mínima distorção cruzada; seu valor máximo está determinado para a máxima capacidade do transistor.

O fator de decréscimo da corrente de repouso após o ponto de máxima dissipação do transistor (2/3 de potência total do amplificador) dependerá do grau de acoplamento térmico entre o transistor estabilizador e o dissipador dos transistores de saída. **Por esse motivo, é necessário que o transistor estabilizador esteja montado no dissipador dos transistores de saída.** No caso do nosso amplificador, ajustamos o valor de R25 para uma tensão de base-a-base entre Q5 e Q6, igual a 2,1 Vcc.

A FONTE DE ALIMENTAÇÃO

Este amplificador exige o emprego de uma fonte de alimentação simétrica, com retificador em ponte. Apesar de algumas desvantagens, esta fonte oferece diversos pontos positivos, que compensam largamento os incovenientes. Estes últimos são, a necessidade de utilização de transformador de alimentação dotado de secundário com derivação e a necessidade de uso de dois fusíveis na proteção contra curto-circuito. Superámos este últimos pelo uso de uma lâmpada incandescente em série com a derivação central do secundário do transformador de força.

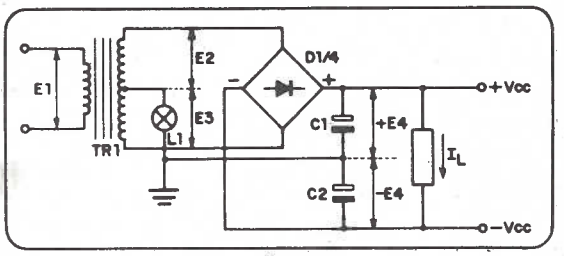


figura 2

WATTS	EI (Vca)	E2=E3	E4 (Vcc)	ILmono (A)	ILestereo (A)
25	110	17	23	1	2
35	110	18,5	26	1,3	2,6
50	110	22	30	1,5	3,0
60	110	24	33	1,5	3
75	110	28	38	1,8	3,6

L1-6V 15 Watts
D1/4-BY127
C1 - C2 2500 µF x 35 V até 35 Watts
2500 µF x 50 V acima de 35 Watts

EXEMPLO: Deseja-se um transformador para um amplificador monaural de 50 Watts. O transformador deve ter no primário 110 V (E1), no secundário deve ter 22 V (E2 e E3) com uma corrente de 1,5 amp.

Em contrapartida, as vantagens são bem maiores:

- dispensa o uso do filtro π , uma vez que a ondulação da corrente retificada é cancelada pela simetria da fonte;
- dispensa o capacitor eletrolítico na saída do amplificador, em série com o alto-falante; isto por sua vez, traz outra duas vantagens:
- são eliminados os transientes de carga deste capacitor, dos transistores de saída e do alto-falante;
- é melhorada a resposta em baixas frequências do amplificador.

O PRÉ-AMPLIFICADOR

A sensibilidade de entrada deste amplificador é de aproximadamente 1 V, o que permite a sua utilização em conjunto com qualquer pré-amplificador que forneça essa tensão de sinal em sua saída.

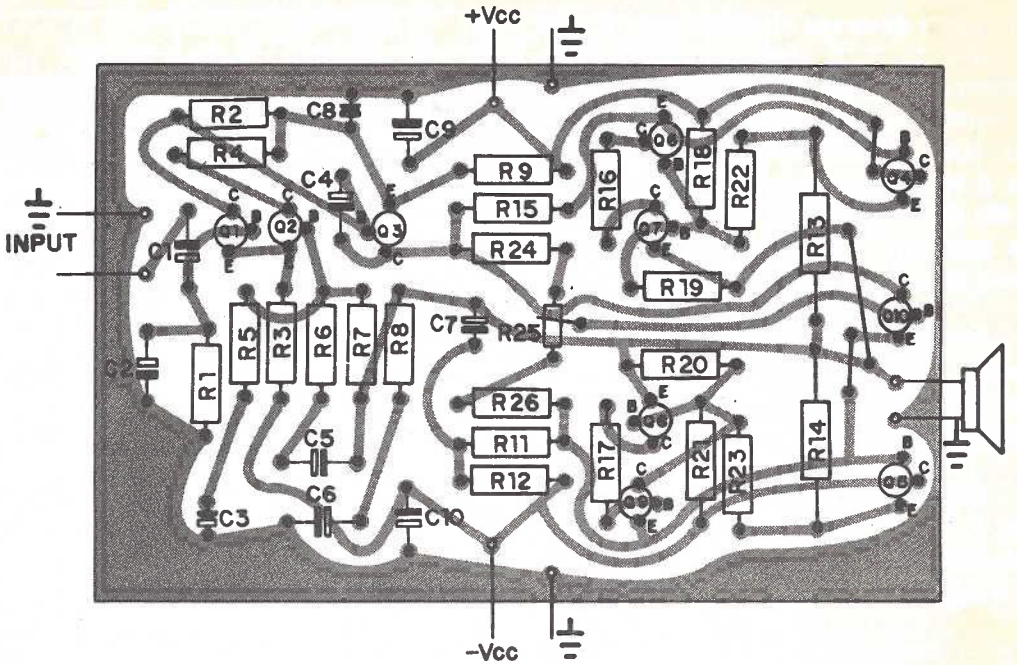


figura 3 e 4

VERSÃO ESTEREOFÔNICA

Nas versões estereofônicas deste amplificador, serão usadas duas unidades idênticas, em conjunto com um pré-amplificador de dois canais, dotado de conexões de entrada estéreo. A fonte de alimentação (simétrica) poderá ser uma só para todo o conjunto, naturalmente dimensionada para o consumo.

CAIXAS ACÚSTICAS

Na aquisição das caixas acústicas para qualquer uma das opções de potência, é necessário levar-se em consideração que a caixa deve suportar, no mínimo, a potência nominal fornecida pelo amplificador. Assim, para um amplificador de 25 W, a caixa acústica deve suportar, no mínimo, 25 W (mas pode ser para 35 ou até 50 W). Em nenhuma hipótese, a potência da caixa acústica deve ser menor que a potência do amplificador, sob pena de danificá-la.

OUTRAS OBSERVAÇÕES

1 - A tensão base-a-base dos transisto-

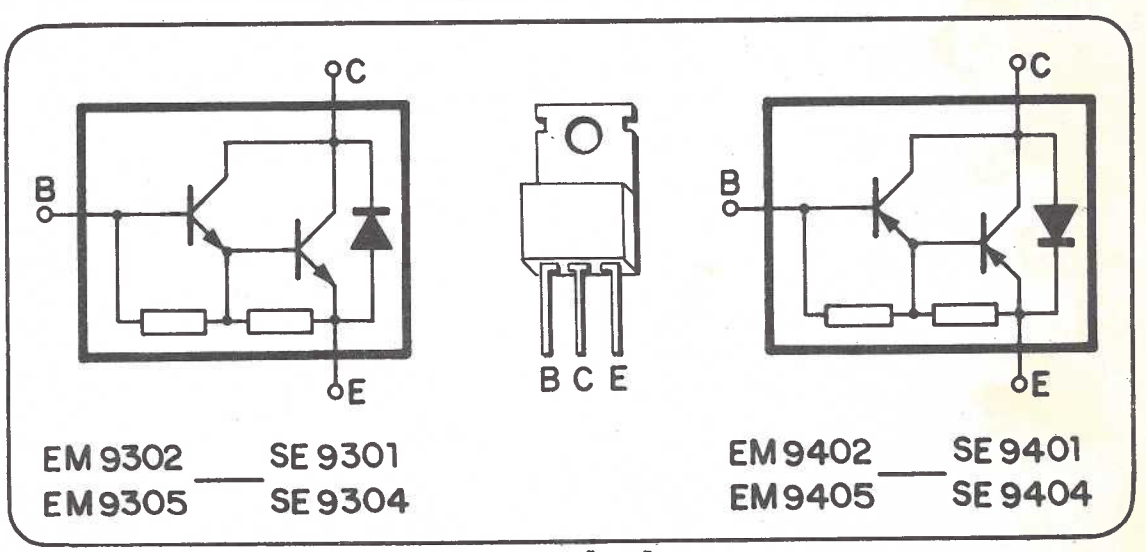


figura 5

res de saída deve ser ajustada para 2, 1 V., por meio de R25. Este ajuste deve ser realizado com o amplificador ligado, porém sem nenhum sinal na entrada (entrada em curto (Os transistores de saída devem estar à temperatura ambiente). Essa tensão **não** deve ser maior que 2, 1 V., pois, caso contrário, os transistores de saída correm o perigo de serem danificados.

2 - O transistor Q10 deve estar montado sobre o dissipador dos transistores de saída, para que possa existir uma perfeita estabilização termica.

3 - O ganho de potência dos amplificadores é, tipicamente, de 38 dB. Desejando-se aumentar esse ganho, deve-se diminuir o valor de R5.

4 - O amplificador foi projetado para funcionar em qualquer uma das versões; desejando-se omitir o sistema de proteção contra curto-circuitos (Q6 a Q9, R15 a

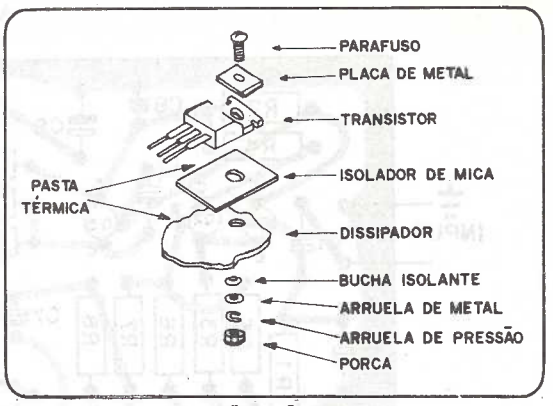


figura 6

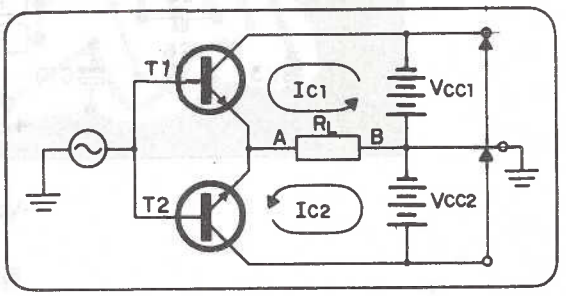


figura 7

RELAÇÃO DE COMPONENTES

	25 WATTS	35 WATTS	50 WATTS	60 WATTS	75 WATTS	OBSERVAÇÕES
R 1	47K	47K	47K	47K	47K	1/2 WATT
R 2	3K3	3K3	3K3	3K3	3K3	1/2 WATT
R 3	47	47	47	47	68	1/2 WATT
R 4	3K3	3K3	3K3	3K3	3K3	1/2 WATT
R 5	270	270	270	270	270	1/2 WATT
R 6	47K	47K	47K	47K	47K	1/2 WATT
R 7	47K	47K	47K	47K	47K	1/2 WATT
R 8	10	10	10	10	10	1/2 WATT
R 9	100	100	100	100	100	1/2 WATT
R10	56	47	--	--	--	1/2 WATT
R11	1K5	1K5	1K5	1K5	1K8	1/2 WATT
R12	1K5	1K5	1K5	1K5	1K8	1/2 WATT
R13	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	2 WATTS
R14	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	2 WATTS
R15	820	820	820	820	820	1/2 WATT
R16	1K	1K	1K	1K	1K	1/2 WATT
R17	1K	1K	1K	1K	1K	1/2 WATT
R18	82	82	100	270	270	1/2 WATT
R19	470	470	470	470	470	1/2 WATT
R20	470	470	470	470	470	1/2 WATT
R21	82	82	100	270	270	1/2 WATT
R22	2,2	2,2	1,0	1,0	1,2	1/2 WATT
R23	2,2	2,2	1,0	1,0	1,2	1/2 WATT
R24	390	390	390	390	390	1/2 WATT

	25 WATTS	35 WATTS	50 WATTS	60 WATTS	75 WATTS	observações
R25	470	470	470	470	470	trimpot
R26	330	330	330	330	330	1/2 WATT
C 1	100n	100n	100n	100n	100n	poliester metalizado-250V
C 2	1n	1n	1n	1n	1n	polistirol metalizado-160V
C 3	100µ	100µ	100µ	100u	100µ	6V - eletrolítico
C 4	47p	47p	47p	47p	47p	plate (100V)
C 5	15n	15n	15n	15n	15n	poliester metalizado - 250V
C 6	100n	100n	100n	100n	100n	poliester metalizado - 250V
C 7	100µ	100µ	100µ	100µ	100µ	25V eletrolítico
C 8	47µ	47µ	47µ	47µ	47µ	50V eletrolítico
C 9	220n	220n	220n	220n	220n	poliester metalizado - 250V
C10	220n	220n	220n	220n	220n	poliester metalizado - 250V
Q 1	EMP517	EMP517	EMP517	BC317B	EMP520	
Q 2	EMP517	EMP517	EMP517	BC317B	EMP520	
Q 3	BC527-16	EMP521	EP521	EMP522	EMP522	
Q 4	EM9300	EM9302	EM9305	EM9305	EM9305	
Q 5	EM9400	EM9402	EM9405	EM9405	EM9305	
Q 6	EMP506	EMP506	EMP506	EMP506	EMP506	
Q 7	EMP505	EMP505	EMP505	EMP505	EMP505	
Q 8	EMP506	EMP506	EMP506	EMP506	EMP506	
Q 9	EMP505	EMP505	EMP505	EMP505	EMP505	
Q10	EMP505	EMP505	EMP505	EMP505	EMP505	
D 1	1N914	1N914	---	---	---	1N4148
D 2	1N914	1N914	---	---	---	1N4148

R23), basta eliminar por completo esses componentes e colocar uma ligação direta no lugar do resistor R15 na placa impressa. Esta mudança não afeta as demais características elétricas do circuito.

5 - Para as versões de 25W e 35W pode-se substituir o sistema estabilizador térmico Q10, R24, R25, e R26 por R10 , D1 e D2 (figura 8).

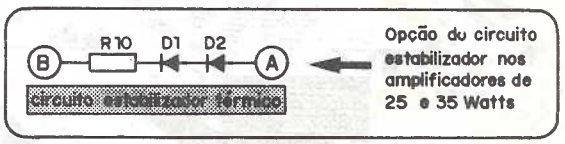


figura 8

6 - A Tabela II fornece os dados para os dissipadores térmicos dos transistores de saída.

DISSIPADORES

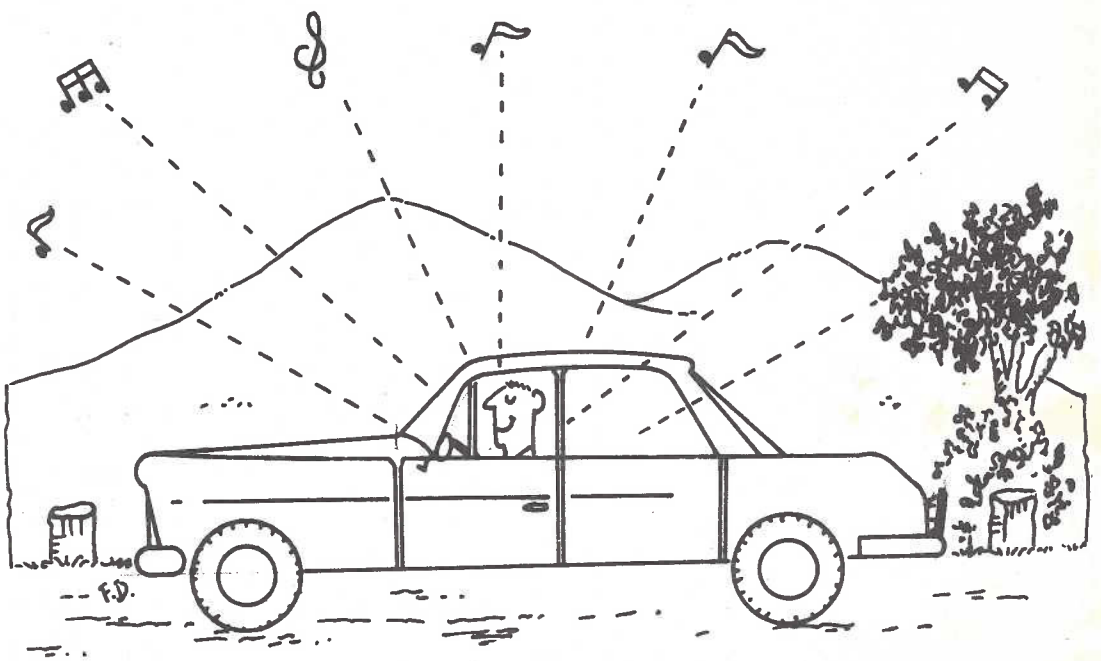
TABELA DOIS (II)

Em nosso emplificador utilizamos um único tipo de dissipador das várias encontradas no mercado.

Para a melhor facilidade para o alertar, anexamos a tabela anexa.

Paratronix Brasele	Uso recomendado
T 0-18 4,5 mm	Para transistores tipo BC107 / BC109 etc...
T 0 -5 6,5 mm	Para transistores tipo PA6003 / PA6004 etc...
T 0-5 10,0 mm	Para transistores tipo BD115, BC190 etc...
0+5-40 BR130k	Para transistores AD149, 2N3055
P+5-80 BR120k	Para 2 transistores AD149, 2N3055
D+50-120	Para Diodos Retificadores transistores de alta potência

Incrementando o Som do Carango



Atualmente com o avanço da tecnologia experimentado pelos modernos aparelhos de som para automóveis, torna-se cada vez mais necessário um sistema de alto-falantes compatível com o que esses aparelhos podem fornecer.

Vamos aqui falar sobre algumas melhorias possíveis, que em muito irão aumentar a eficiência dos atuais sistemas de alto-falantes.

A maioria dos alto-falantes empregados nos automóveis são do tipo "FULL RANGE" (faixa ampla), que segundo os fabricantes respondem acusticamente a todas as frequencias da faixa audível; porém isso não é bem verdade, pois, com os modernos toca-fitas cassete, com alcance de freqüências até 15 kHz, e os aparelhos dotados de freqüência modulada de alcance até 10 kHz, estes alto-falantes tornam-se obsoletos e deixam muito a desejar. Em geral o alcance de frequencias desses alto-falantes varia de 60 Hz até 7 kHz; como vocês podem notar, em relação ao cassete e ao FM a perda nas frequências altas é muito grande, pois é praticamente impossível produzir-se um alto-falante só, para todas as frequencias.

Visando melhorar essa deficiência publicaremos um esquema para ligação (correta) de um ou mais tweeters.

Mas, o que é tweeter?

Um tweeter é um alto-falante de baixissima compliância que responde acusticamente apenas a frequência altas, e serve para completar o que o alto-falante convencional não pode realizar.

A ligação correta de um tweeter possibilita um aproveitamento maior da faixa audível que esses aparelhos fornecem, minimizando as distorções e aumentando o brilho musical.

O esquema é simples e de fácil instalação, sem componentes caros ou difíceis de encontrar.

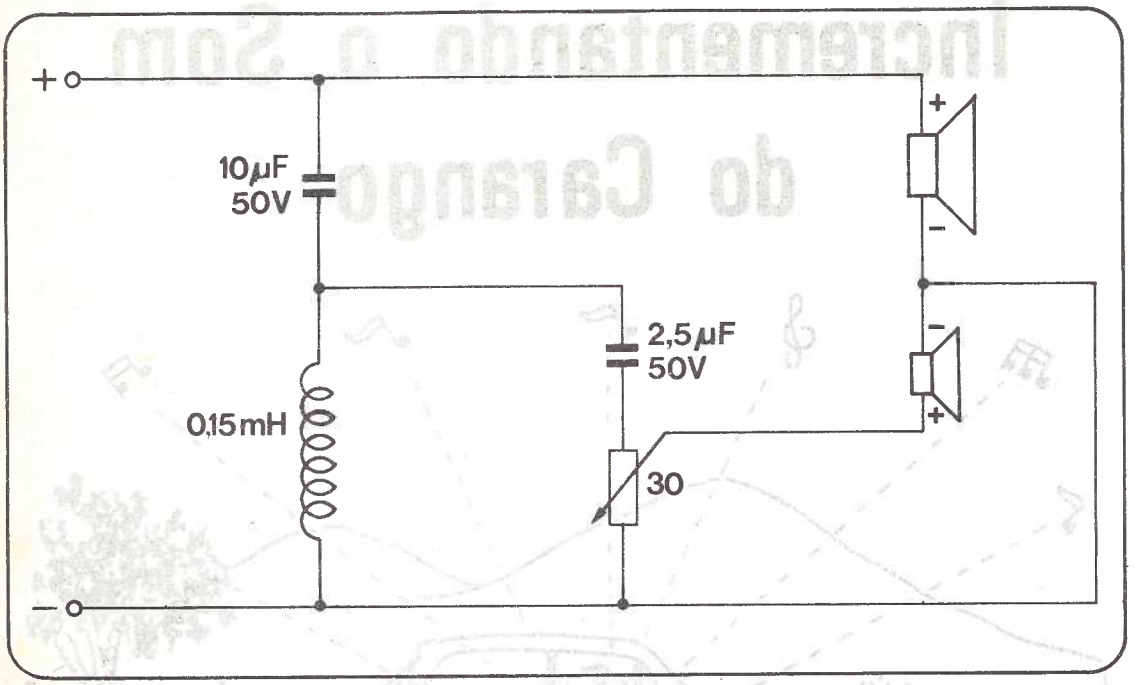


figura 1

Os capacitores utilizados são eletrolíticos montados despolarizados, pois com esta configuração apresentam constantes de tempo bem menores que os eletrolíticos convencionais.

EXEMPLO: O capacitor de 10μF, utiliza dois de 20 μF (ou 22 μF) em série.

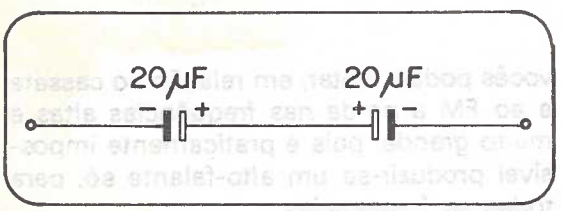


figura 2

O de 2,5μF utiliza dois de 5 μF em série.

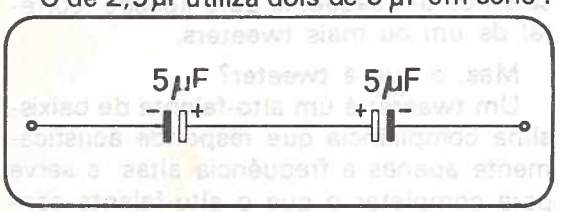


figura 3

A bobina utilizada (0.15 mH), foi confeccionada com fio esmaltado 22 AWG, tendo sido enroladas 44 espiras, em 3 camadas (total de 132 espiras), sobre uma válvula 6AQ5 comum.

Essa bobina tem por finalidade proporcionar um cross-over correto para o funcionamento do tweeter (5.000 Hz); isto é, o tweeter somente passará a funcionar com frequências a partir de 5.000 Hz , ficando o outro alto-falante condicionado às frequências abaixo de 5000 Hz pois não é sensível às frequências mais altas.

O potenciômetro é de 30 ohms (de fio) e serve para controlar o nível de sinal no tweeter.

Fornecemos também um outro esquema, um pouco mais sofisticado, que com o acréscimo de mais um potenciômetro de 30Ω e um capacitor de 20μF (também despolarizado), proporciona um controle para frequências médias. Quando este controle estiver fechado, haverá um corte em 3000 Hz que em nada influenciará os agudos e os graves do sistema. Quando o controle estiver aberto, o dispositivo funcionará com as mesmas características do primeiro por nós apresentado.

INSTALAÇÃO:

Aqui vão algumas "dicas" para uma instalação correta em seu carro:

Nunca use alto-falantes com suspensão acústica, pois estes alto-falantes só servem para serem montados em gabinetes herméticamente fechados; pelo fato do seu carro não ser herméticamente fechado o rendimento será muito menor, provocando uma baixa eficiência nas frequências graves (baixas).

Utilize alto-falantes comuns (sem sus-

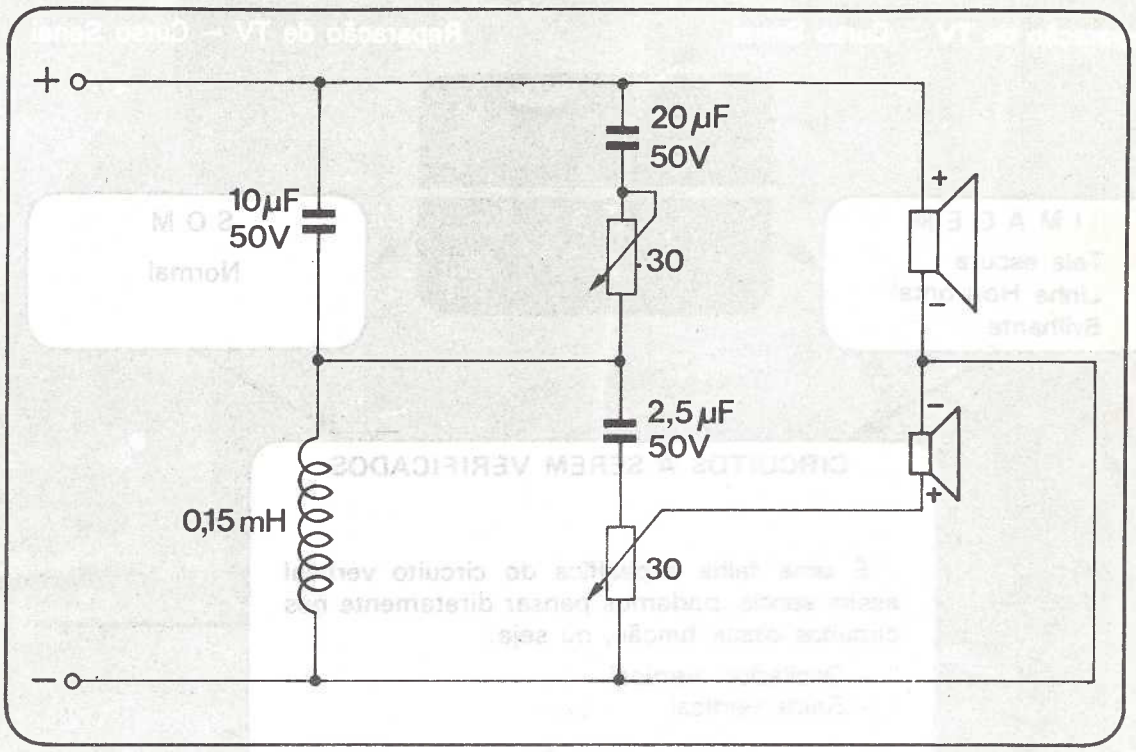


figura 4

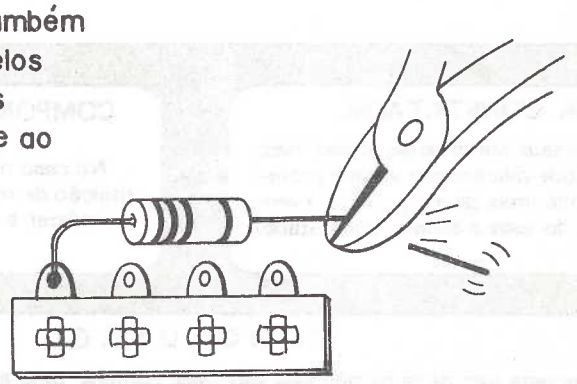
pensão acústica), ligados em fase. A fase dos alto-falantes é muito importante, pois, qualquer desfasamento reduzirá o volume de ar deslocado, provocando um cancelamento muito forte nas frequências baixas, como também, uma sensação estranha na audição. Ligue todos os positivos (+), corretamente, inclusive o do aparelho; procure não utilizar a corroceria do veículo como ponto de massa (-). Faça as ligações com fio polarizado; este fio é facilmente encontrado nas casas do ramo.

A maioria dos aparelhos para auto utilizam alto-falantes com impedância de 4Ω. Nas instalação de mais que um alto-falante, cuide que a impedância relfetida seja sempre 4Ω , pois daí depende em grande parte o bom funcionamento do sistema.

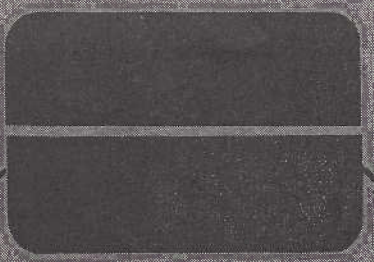
Instale agora o tweeter; atente para que o mesmo fique o mais direcional possível; coloque o divisor de frequência no local desejado e ligue o tweeter no ponto correspondente.

Depois de feito isso ligue o aparelho e sinta a diferença; você vai valorizar ainda mais o seu carango (e aposto que as meninhas também vão gostar).

Os resistores também dissipam calor pelos terminais; não os corte muito rente ao componente.



Reparação de TV — Curso Senai



IMAGEM

Tela escura
Linha Horizontal
Brilhante.

SOM

Normal

CIRCUITOS A SEREM VERIFICADOS

É uma falha específica do circuito vertical assim sendo, podemos pensar diretamente nos circuitos desta função, ou seja:

- Oscilador vertical
- Saída vertical

DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A análise, pode começar pelo transistor de saída, verificando-se as tensões em seus elementos. No caso prático, constatou-se a ausência de tensão de base. Como o sinal deve provir do transistor oscilador, partiu-se para a analise do transistor oscilador no qual se constatou a ausência de tensão de coletor.

Uma análise melhor com a medida de tensão antes da conexão ao coletor e depois da conexão mostrou-se tratar-se de um caso de solda fria, ou seja, ausência de contacto do transistor impedindo assim a transferência do sinal à etapa seguinte.

FALHA CONSTATADA

Se bem que maus contatos ou soldas frias, sejam defeitos que dificilmente seriam provenientes de fábrica, mas talvez de uma eventual reparação, foi este o defeito constatado.

COMPONENTES SUBSTITUIDOS

No caso não houve a necessidade de substituição de componente, mas tão somente de se refazer a solda.

CONCLUSÃO

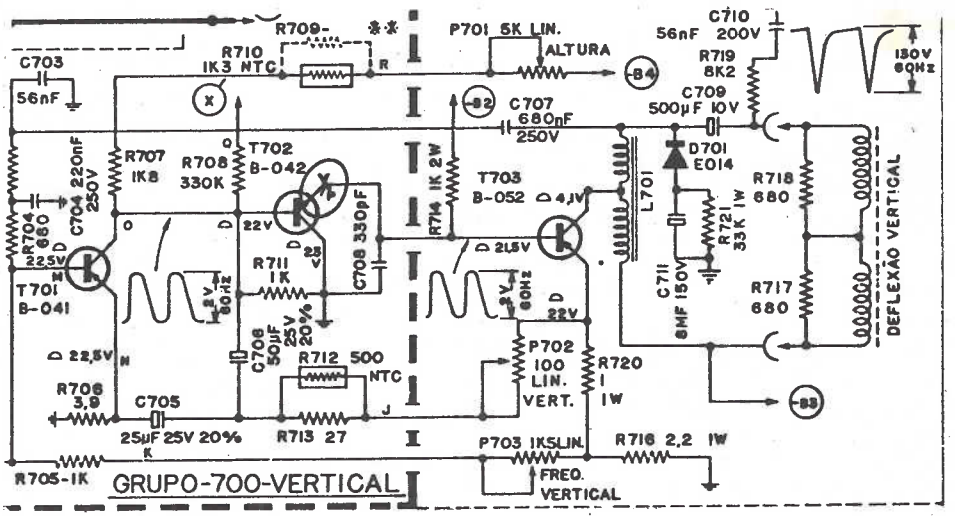
Se bem que este tipo de falha não seja das mais comuns, uma eventual deficiência no transistor oscilador poderia ser constatada pelo mesmo procedimento. De qualquer maneira, o processo de localização da etapa deficiente mostra-se bastante eficiente da maneira como foi descrito.

Reparação de TV — Curso Senai

Reparação de TV — Curso Senai

MEDIDAS DE TENSÃO EM T702

	CORRETA	CONSTATADA
coletor	2,5	21,5V
emissor	23	23 V
base	27	22 V



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

DIGITAL: CONTADORES - DECODIFICADORES - DISPLAYS

Os estudantes de eletrônica, amadores e hobistas, encontram sérias dificuldades em entender circuitos digitais, principalmente no que se refere ao modo como um sinal formado por pulsos, uma quantidade codificada em binário pode se converter numa indicação interpretada e visualizada como um número, algarismo ou outro sinal gráfico.

Neste artigo destinado ao estudante e ao principiante que já possua algumas noções básicas sobre circuitos digitais, abordamos o princípio de funcionamento dos contadores, decodificadores e displays, normalmente encontrados em todas as saídas de circuitos digitais, servindo de elo de integração entre a informação codificada obtida num circuito e o operador que dela precisa tomar conhecimento.

O entendimento do processo de funcionamento desta cadeia de circuitos é bastante importante para qualquer um que deseje montar ou projetar circuitos digitais que envolvam o aparecimento de uma informação num display, pois somente conhecendo-a é que se pode saber suas limitações, os tipos de sinais que devem processar e quais são as suas possibilidades de utilização.

Muitos estudantes e principiantes pouco familiarizados com a técnica digital se perguntam freqüentemente perplexos como pode uma informação codificada constante de pulsos (tensões ou correntes) se converter numa saída visual que possa resultar no aparecimento de letras ou números no painel de um aparelho, chegando mesmo a alguns a pensar em associar essa projeção ao princípio de funcionamento dos televisores...

Como podemos transformar sinais em indicações visuais que correspondam aos números da maneira como os conhecemos não é um processo tão simples pois envolve uma cadeia de três tipos de circuitos: os contadores, decodificadores e displays (figura 1).

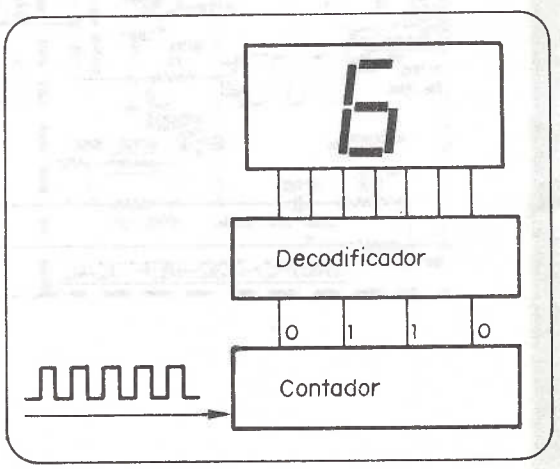


figura 1

O importante é, que a partir do momento em que se pretender elaborar qualquer equipamento digital em que a indicação numérica de uma quantidade se faça necessaria, não só o principiante que simplesmente o monta a partir de um diagrama completo, como o projetista que o cria devem estar perfeitamente aptos a saber como funciona cada etapa da saída deste circuito, ou seja, como a informação quantificada se converte num número no painel do instrumento.

A importância desse conhecimento torna-se mais evidente se considerarmos que muitos amadores que se julgam "entendidos" no assunto se propõem modificações e projetos "impossíveis" que sempre resultam em fracassos pela incapacidade que têm em conciliar o tipo de sinal obtido de um circuito básico com o tipo de

sinal necessário à correta excitação das saídas: contadores, decodificadores e displays. (figura 2).

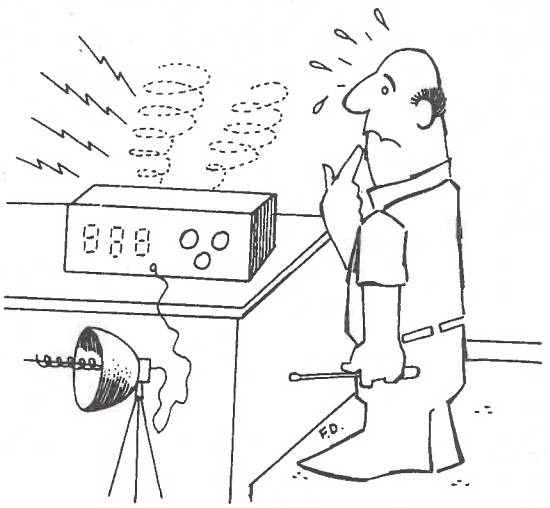


figura 2

Neste artigo, bastante didático, em que procuramos apenas focalizar o aspecto prático do assunto, analisamos exemplos de como funcionam os contadores mais comuns, os decodificadores e os displays normalmente encontrados em muitos projetos. Analisaremos também as características de funcionamento desses circuitos, suas limitações, possibilitando assim que o próprio leitor, baseado nas informações dadas possa chegar por si só a alguns projetos imediatos, desde que, evidentemente, já possua alguma prática em eletrônica digital.

Os exemplos dados são em função de circuitos integrados da tecnologia TTL (transistor-transistor-logic) da série 74, se bem que os mesmos princípios possam ser estendidos a outras famílias como por exemplo as COS–MOS, DTL, RTL, etc.

Obs: observamos que os circuitos integrados da série 74 (TTL) são alimentados com tensões entre 4,5 e 5,5 Volts (valor ideal 5 volts) e interpretam com nível lógico "0" ou "L0" as tensões entre 0 e 0,8 V, como nível lógico "1" ou "H1" as tensões entre 2,0 e 5,5 Volts.

OS CONTADORES:

Para exemplificar este circuito, suponhamos que dispomos de um circuito que nos forneça pulsos de determinada intensidade (que possam ser interpretados como nível lógico "1" pelos circuitos TTL) e em intervalos regulares de tempo e que queiramos contar esses pulsos do seguinte modo: (figura 3).

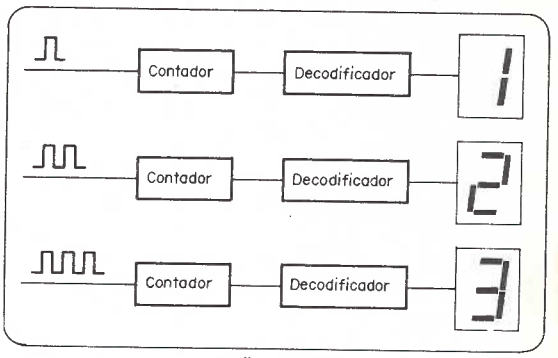


figura 3

No primeiro pulso o display deve indicar "1"

No segundo pulso o display deve indicar "2"

No terceiro pulso o display deve indicar "3", etc.

Para analisar o processamento dos pulsos de modo a obtermos o que desejamos, devemos ir por partes. Começamos portanto pela maneira como os pulsos são **contados** e **memorizados** no circuito de modo a termos a indicação desejada.

Porque precisamos contar os pulsos é obvio para o leitor. Porque memorizar precisa de uma explicação:

Os pulsos são transitórios, cessando após uma fração de segundo, de modo que enquanto o pulso seguinte não vier, o display, deve memorizar o número de pulsos já contado mantendo-o no display até vir o seguinte. Se isso não ocorresse, tão logo viesse o pulso, teríamos a indicação momentânea de seu número e o display apagaria, o que evidentemente não seria conveniente.

O contador atua portanto também como um memorizador (memória) guardando o número de pulsos que entram no seu circuito. (figura 4)

O circuito básico de um contador é formado por configurações denominadas "flip-flops" ou multivibradores biestáveis. (figura 5). Um multivibrador biestável ou flip-flop pode ser descrito como um circuito em que se tem apenas duas situações possíveis em cada um de seus ramos: condução ou não condução, o que nos leva a duas saídas possíveis: 0 ou 1.

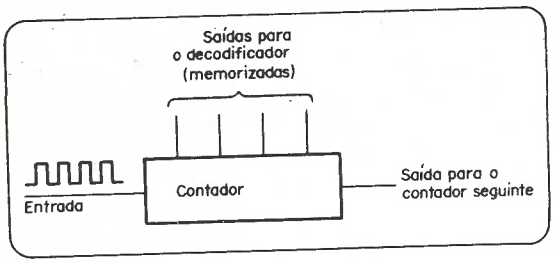


figura 4

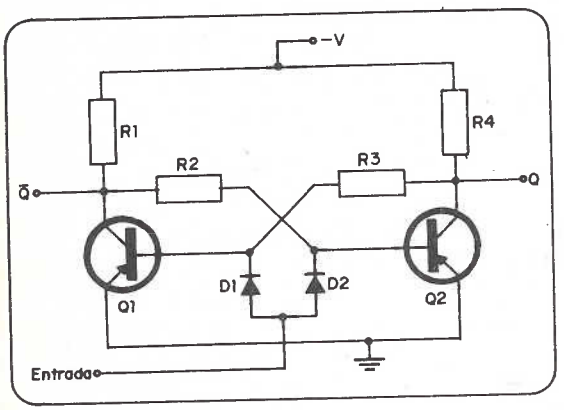


figura 5

Assim, de modo simples, podemos dizer que a presença de uma tensão na sua saída corresponde ao nível lógico "1" ou "HI" e a ausência de tensão corresponde ao nível lógico "0" ou "LO". Não podemos encontrar nenhuma situação intermediária entre essas duas. (Como os flip-flops podem ter duas saídas, o nível lógico de uma delas será sempre diferente do da outra. Assim, se a saída Q estiver no nível 0 obrigatóriamente a saída Q deverá estar no nível 1 e vice-versa).

Na figura 6 temos a representação comum de um flip-flop J-K, de que normalmente se formam os contadores.

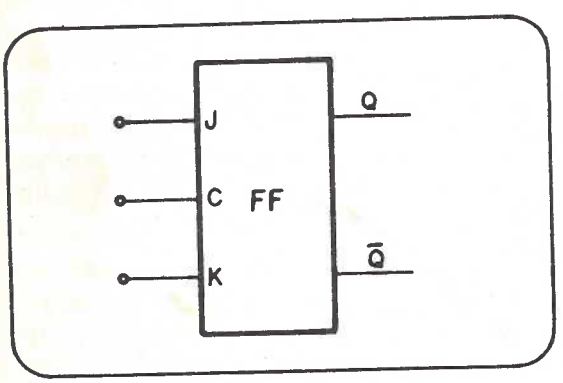


figura 6

Agora, se ligarmos à entrada de um flip-flop a fonte de sinal que produz pulsos em intervalos regulares, partindo de uma situação inicial em que a saída é 0, no primeiro pulso a situação passará a ser 1 na saída. No segundo pulso a situação voltará a ser 0 e no terceiro pulso 1. (figura 7).

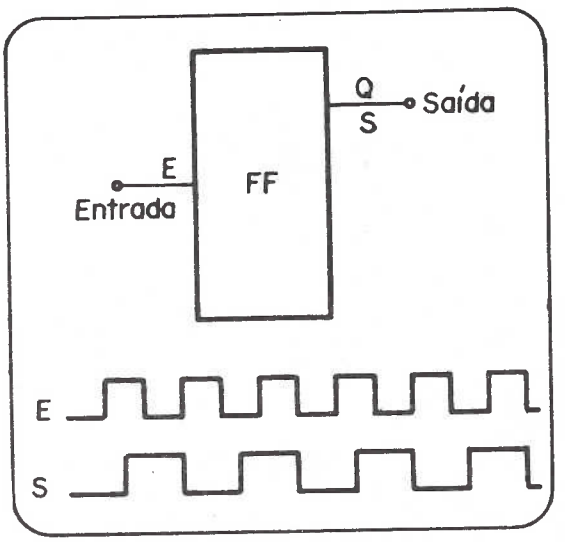


figura 7

Veja o leitor que, com esta configuração só podemos contar o primeiro pulso, porque o circuito apresenta apenas dois estados. No segundo pulso este circuito volta à situação inicial de zero na saída ou seja, ele "rearma-se".

Para a contagem de mais de 1 pulso, podemos associar diversos flip-flops, conforme mostra a figura 8.

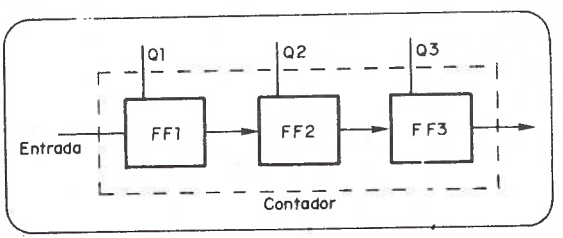


figura 8

Neste caso, o segundo flip-flop é excitado, ou seja, recebe um pulso quando o primeirc passa do estado 1 para o 0, ou seja, rearma-se. O terceiro flip-flop passa do estado 0 para o 1, ou seja, é excitado quando o segundo flip-flop passa do estado 1 para o 0, ou seja, rearma-se. Em suma, o primeiro flip-flop rearma-se a cada dois pulsos, o segundo a cada 4, o terceiro a cada 8, o quarto a cada 16, e assim por diante, dobrando-se a capacidade de contagem para cada flip-flop que acrescentarmos.

Uma maneira apropriada de representarmos as situações de cada flip-flop (abreviado por FF) em função dos pulsos aplicados na entrada do contador consiste em elaborarmos uma tabela verdade. Nesta tabela temos as saídas dos Flip-Flops em função do pulso de entrada, conforme mostra a figura 9.

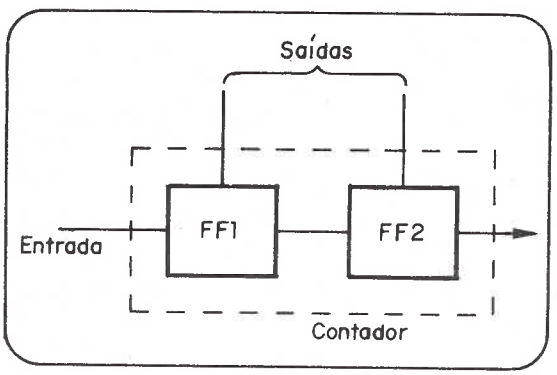


figura 9

Nesta figura, representamos a situação obtida para o caso da ligação de dois flip-flops no contador:

pulso	FF2	FF1
0	0	0
1	0	1
2	1	0
3	1	1
4	0	0

Volta á situação inicial

Perceba o leitor que, com dois flip-flops já podemos contar até 3, obtemos em duas saídas, 4 condiçõess distintas, conforme os pulsos sejam em número de 0 a 3.

Para o caso de um contador de 4 flip-flops a capacidade de contagem será muito maior, conforme podemos ver pela seguinte tabela verdade:

pulso	FF4	FF3	FF2	FF1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1

O importante a ser observado neste circuito é que ele transforma uma saída constante de pulsos de curta duração numa saída permanente que fica memorizada no contador e codificada numa linguagem mais apropriada ao funcionamento dos circuitos a ela associados. Observando a tabela, o leitor pode perceber que ele simplesmente nos dá a representação dos números em "binário" ou seja, dos números de tal modo que cada algarismo 0 ou 1, tenha um peso que seja uma potência de 2 em função de sua posição no número.

Os flip-flops na cadeia formadora do contador codificam a informação constante de um certo número de pulsos transformando-a numa saída em binário, mais apropriada à natureza dos circuitos utilizados.

Como 4 flip-flops podem contar até 15 e no nosso sistema decimal só usamos 10 algarismos (0 a 9) o uso de 4 flip-flops num contador para obtermos um algarismo decimal nos traz um problema: sobram 6 posições sem representação. Por ese motivo, os circuitos contadores são modificados com a finalidade de fazer uma codificação de acordo com o sistema decimal em que apenas 10 posições ou combinações de saída são usadas.

DECIMAL CODIFICADO EM BINÁRIO (BCD)

Se tivermos um circuito que possa interpretar cada uma das saídas fornecidas pelo contador e convertê-la no algarismo decimal correspondente, teremos exatamente o que desejamos: a visualização da quantiade de pulsos que entra no circuito. (figura 10).

Entretanto, para que isso se torne mais fácil, e sobretudo mais prático, devemos lembrar que o contador conta até 15, ou seja, volta a sua situação inicial no décimo sexto pulso, enquanto que, no sistema decimal, a volta ao zero (vai 1) ocorre no

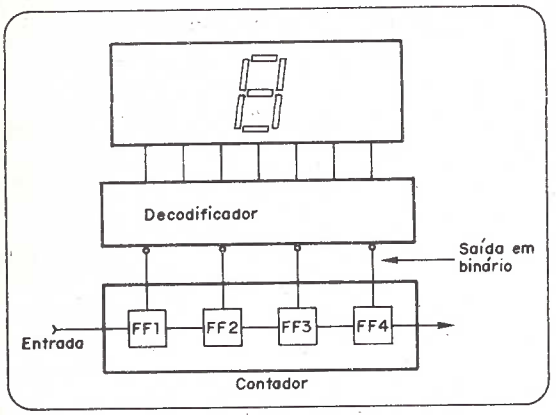


figura 10

décimo pulso: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, etc.

Para então representarmos números maiores que 9 precisamos de dois algarismos; para números maiores que 99, três algarismos, etc.

Os circuitos contadores formados por 4 flip-flops são portanto dotados de uma modificação interna que os faz voltar à situação inicial no décimo pulso, e não no décimo sexto, caso devam operar no sistema decimal. Esses contadores são então codificados em decimal, ou seja, fornecem uma saída em binário, mas como contam até 10 somente, são binários codificados em decimal, ou abreviadamente BCD.

A tabela verdade para um contador desse tipo seria a seguinte:

pulso	FF4	FF3	FF2	FF1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	0
10	0	0	1	0

zeramento

Uma outra possibilidade que deve ser considerada é que, em determinadas aplicações, em lugar de usarmos o sistema decimal, podemos usar o sistema sexagesimal, em que o zeramento deve ser feito no sexto pulso. É o caso dos relógios, em que, o zeramento dos mostradores de segundos e de minutos deve ser feito quando o contador correspondente às dezenas de segundos e dezenas de minutos deve ser zerado após o quinto pulso (figura 11)

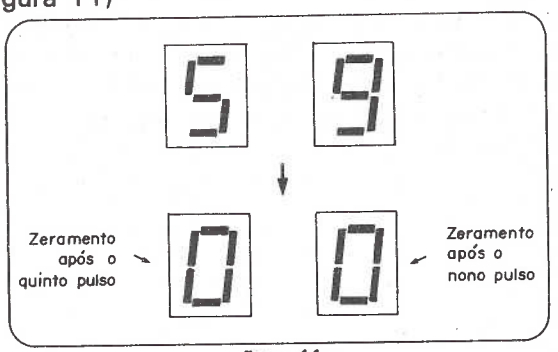


figura 11

Para tais circuitos existe a possibilidade de se usar contadores até 6 cuja tabela de saídas seria a seguinte:

pulso	FF3	FF2	FF1
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
4	1	0	1
6	0	0	0

zeramento

Como um conjunto de flip-flops que formam um contador podem ser levados ao zeramento com diferentes quantidades de pulsos pode melhor ser compreendido se o leitor consultar o artigo "Divisores de Freqüência Com Circuitos Lógicos" publicado no número 53 de nossa revista.

Contadores integrados TTL são disponíveis em diversas configurações.

Um deles, por exemplo é o contador de década (até 10) 7490 que fornece uma saída em binário codificado em decimal (BCD).

A disposição dos terminais de circuito integrado é mostrada na figura 12. Os terminais 12, 9, 8, e 11 correspondem, respectivamente as saídas dos flip-flops - FF1, FF2, FF3 e FF4.

Experiências interessantes podem ser feitas com um circuito integrado desse tipo para o aprendizado de técnico digital.

Podemos nas saídas dos flip-flops ligar LEDs em número de 4, e excitando o contador por meio de um gerador de pulsos (7400) obter um contador binário codificado em decimal: os LEDs acesos representarão o "1" da tabela, e os LEDs apagados os "0" da tabela. (figura 13)

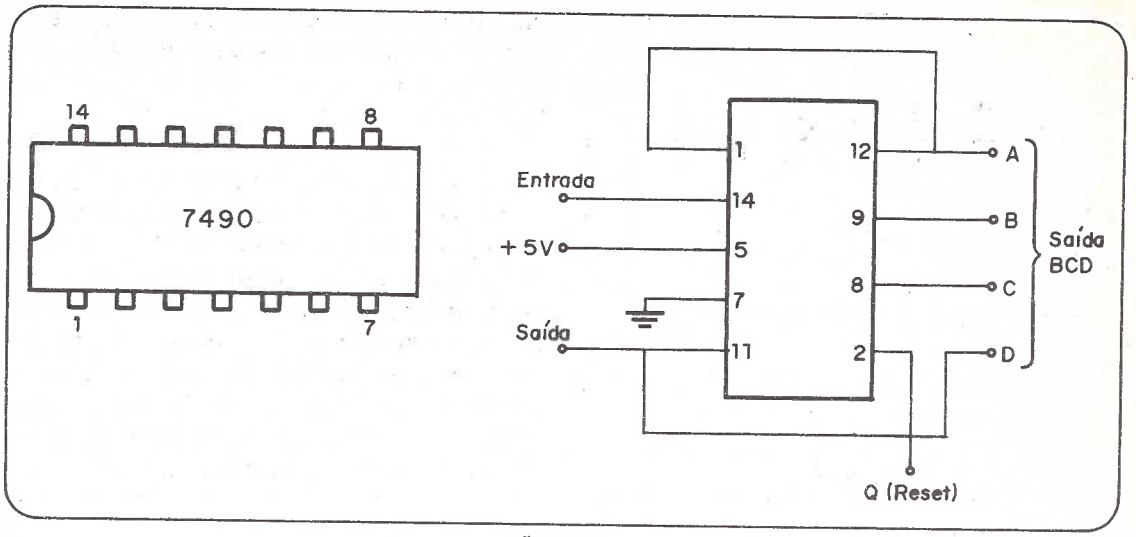


figura 12

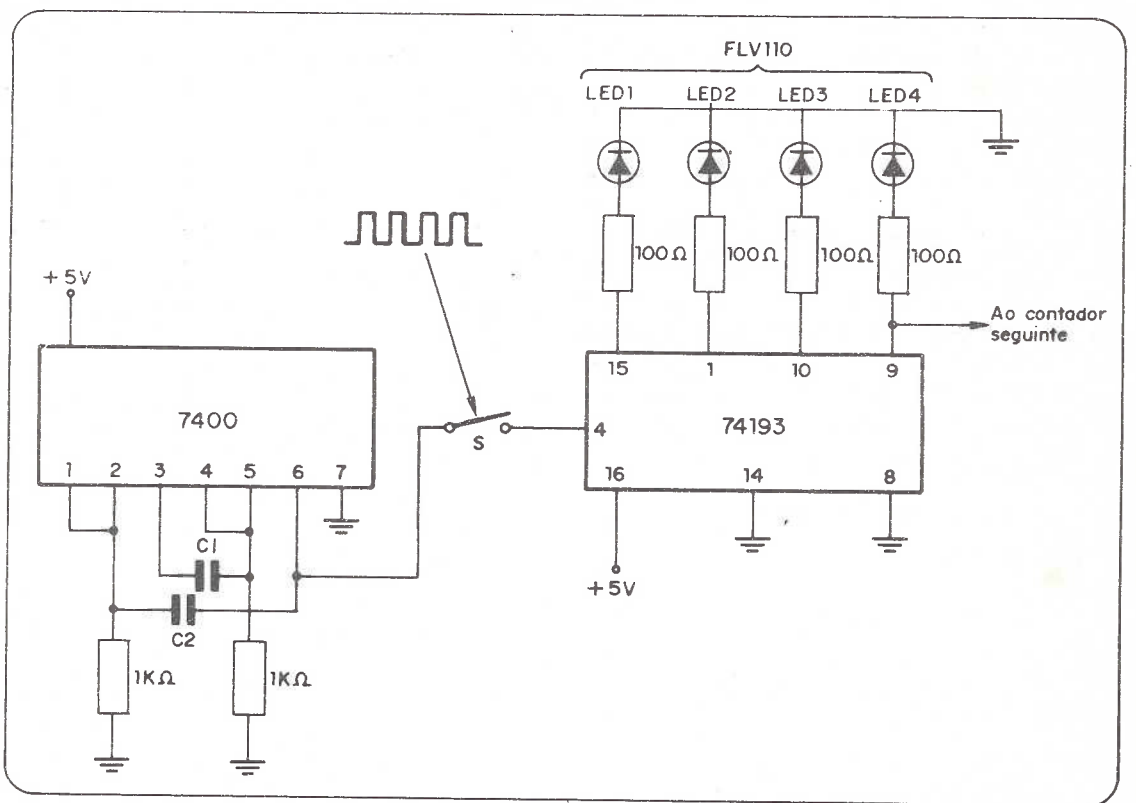


figura 13

Diversos desses contadores podem ser associados para uma contagem de mais de 9 pulsos. Para um limite de 99 pulsos serão necessários dois contadores de 8 leds. Naturalmente a representação será em binário. O número 45, por exemplo, será dado por 01000101.

O contador binário 7493 já não fornece uma saída codificada em decimal, mas sim uma saída em binário puro que permite a contagem até 15 (zeramento no décimo-sexto pulso). Na figura 14 temos a disposição dos terminais desse integrado assim como suas saídas.

Para a contagem até 5 podemos usar o circuito da figura 15 em que o zeramento se faz no sexto pulso.

Lembramos os leitores que sendo os integrados TTL, sua associação pode ser feita diretamente sem a necessidade de qualquer circuito intermediário. Assim, para experiências, o leitor pode associar

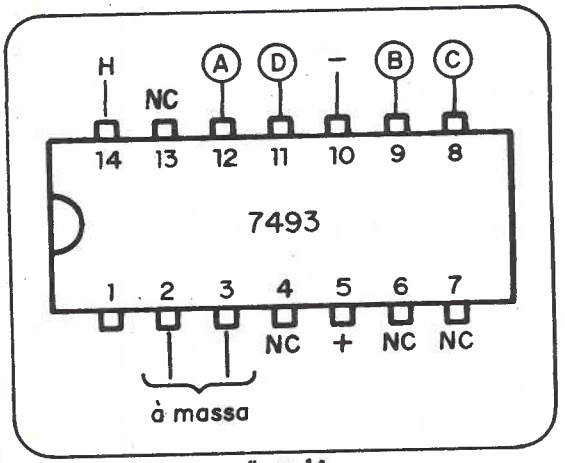


figura 14

um contador até 5 a um até 9, ou até 15 conforme sua vontade, sempre respeitando a tensão de alimentação de 5 volts, e a frequencia máxima de operação.

Na verdade, este é o caso de um cronômetro em que o primeiro dígito (unidades de segundo) deve contar até 9, o segundo dígito (dezenas de segundos) deve contar até 5, o terceiro dígito (unidades de minuto) deve contar até 9 e o quarto dígito (dezenas de minutos) até 5. Lembramos que o contador correspondente às horas deve produzir o zeramento no décimo segundo, ou no vigésimo quarto pulso, conforme o

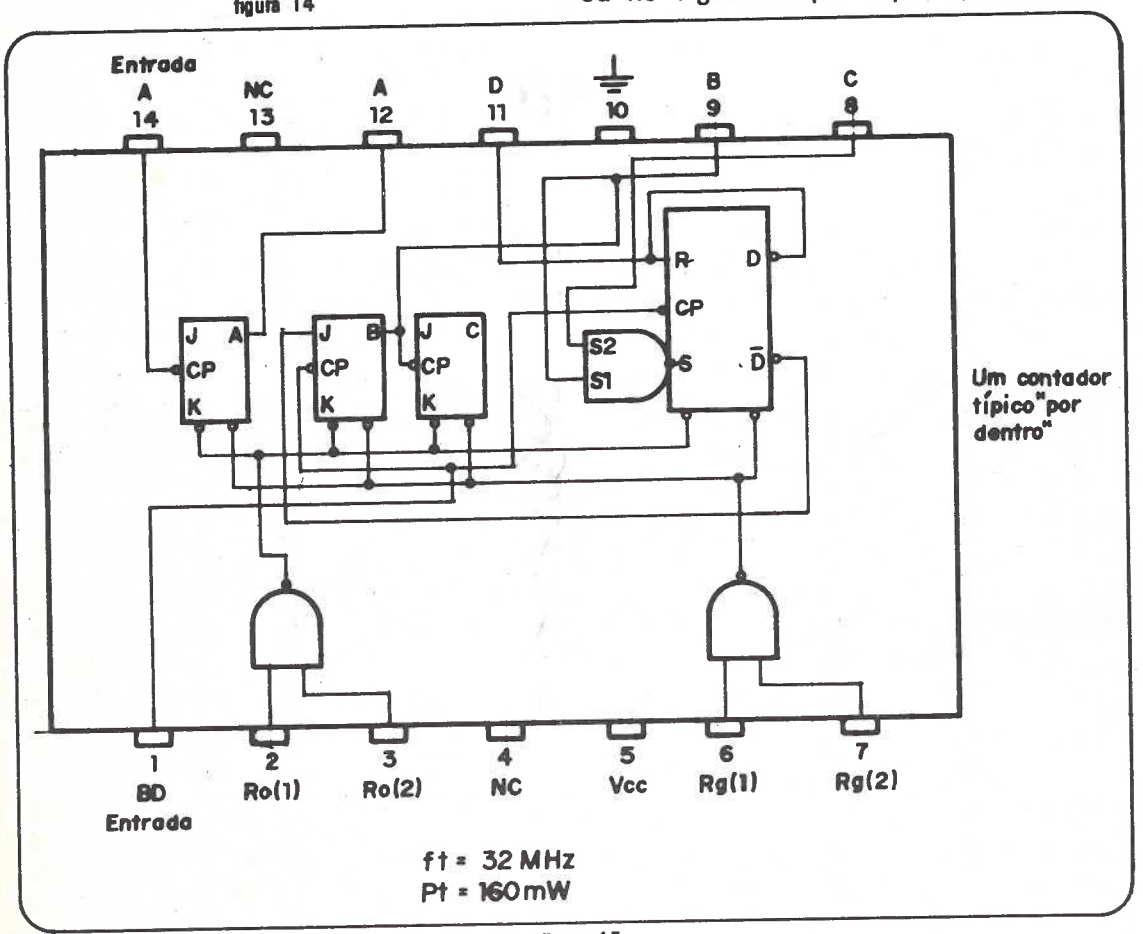


figura 15

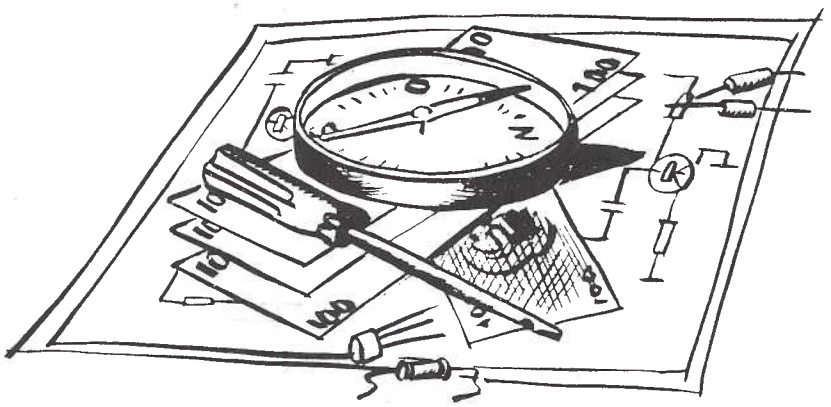
circuito escolhido, o que exige também uma observação cuidadosa na configuração escolhida para os contadores.

No caso de instrumentos de medida, em que a indicação é toda em decimal, esse problema já não existe. Todos os contadores têm seu zeramento no décimo pulso. Com um contador podemos contar até 9, com dois até 99, com três até 999, e assim por diante.

Como as saídas são sempre formadas de presença ou não de uma tensão, um processamento adicional deve ser feito para que possam excitar um display ou formem um algarismo de nosso sistema decimal, já que são codificadas em binário.

Esse processamento será feito por circuitos denominados decodificadores de que falaremos no próximo número, na segunda parte desse artigo.

orientação para o montador



AMPLIFICADOR UNIVERSAL DE 25, 35, 50, 60 e 75 W

De início o leitor deve optar por um dos amplificadores, ou seja, escolher a potência da versão que realizará e em função desta, planejar cuidadosamente como deverá ser feito. Se for uma versão monofônica, deve pensar de imediato na fonte, observando para esta finalidade a tabela de tensões, começando por adquirir o transformador.

Se a versão for estereofônica, deve observar a corrente da fonte correspondente e, evidentemente, dobrar a quantidade de material a ser adquirida.

Na aquisição dos componentes, o preço dos transistores não deve preocupar muito o montador, já que todos os tipos, para todas as versões são bastante baratos, oscilando entre Cr$ 5,00 e Cr$ 25,00 por unidade. O que deve ser principalmente observado neste projeto é o transformador para a fonte cujo custo em relação a outros componentes é mais elevado, além de outros acessórios importante: caixa, os dissipadores de calor para os transistores etc. Podemos dizer que, considerando todo o material para a montagem de uma versão monofônica, exceto a caixa, a custo total deverá estar compreendida entre Cr$ 350,00 e 600,00 conforme a potência e a procedência do material.

Devemos ainda observar em relação à montagem destes amplificadores que o leitor deve ser dotado de alguma experiência prévia em montagens dêsse tipo. A confecção da placa de fiação impressa deve ser feita pelo próprio montador, e na colocação dos transistores no dissipador deve ser usada graxa de silicone, de modo a permitir o máximo de contacto térmico. Não esquecer o isolador de mica ou plástico de que isola eletricamente o transistor do dissipador.

O tempo gasto com a montagem dependerá muito da habilidade do montador e dos recursos que possuir. Como todos os componentes são comuns, para sua aquisição o leitor não deverá encontrar problemas, terá um amplificador de ótima qualidade.

MICRO TRANSMISSOR DE FM

Já nesta segunda parte do artigo damos a relação do material a ser empregado na montagem do micro-transmissor. O leitor que está interessado na sua execução já pode pensar em providenciá-lo. Trata-se de material bastante comum no nosso mercado, não oferecendo maiores dificuldades de obtenção. Os transistores tem um custo bastante acessível, da ordem de Cr$ 4,00 a Cr$ 8,00 cada um, enquanto que a cápsula de microfone de cristal pode ser conseguida a um preço em torno de Cr$ 40,00. O fone de cristal, caso seja encontrado tem um custo variável entre Cr$ 10,00 a 25,00.

Os demais componentes, na sua totalidade não devem ficar em mais de Cr$ 30,00 o que faz com que o custo total do material empregado nesta montagem não supere os Cr$ 100,00.

Com relação ao tempo de montagem, será fornecido na última parte do artigo, no próximo número portanto.

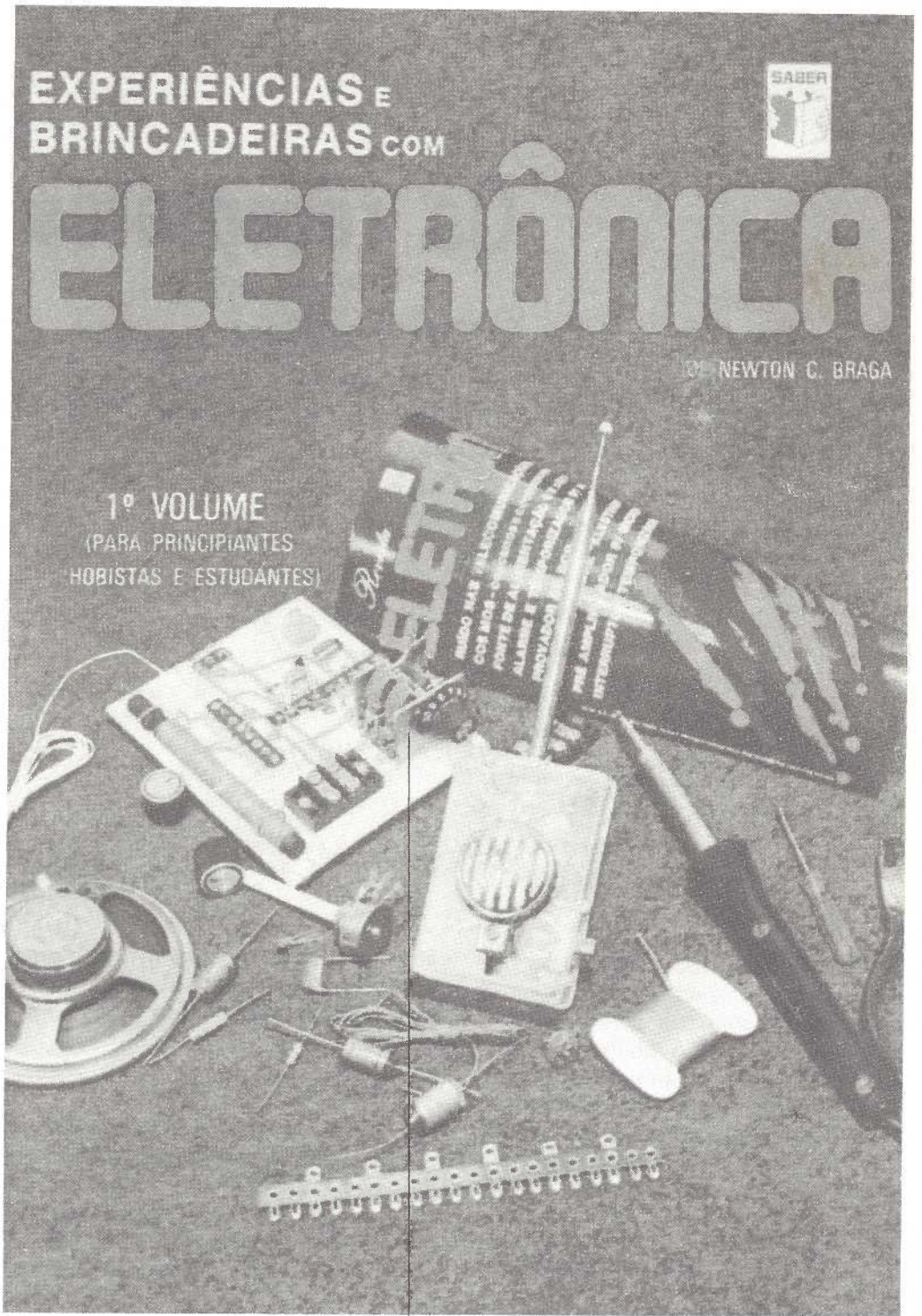
INTERVALADOR PARA LIMPADOR DE PARABRISAS

Os dois componentes básicos usados nesta montagem, o SCR e o TUJ são de tipos comuns em nosso mercado, não oferecendo maiores dificuldades para a obtenção . O TUJ do tipo 2N2646 tem um preço que oscila em torno dos Cr$ 20,00 dependendo da procedência enquanto que o SCR tem um custo em torno de Cr$ 30,00.

O tempo de montagem dependerá da habilidade do leitor, devendo também ser considerado o tempo de instalação do veículo. Nenhum cuidado especial precisa ser tomado a não ser em relação ao isolamento do SCR do dissipador de calor, e este do chassi do veículo, pois pelo contrário poderia ocorrer curto-circuito.

As ligações ao veículo devem ser feitas com fio grosso compatível com a corrente exigida pelo motor do limpador de parabrisas.

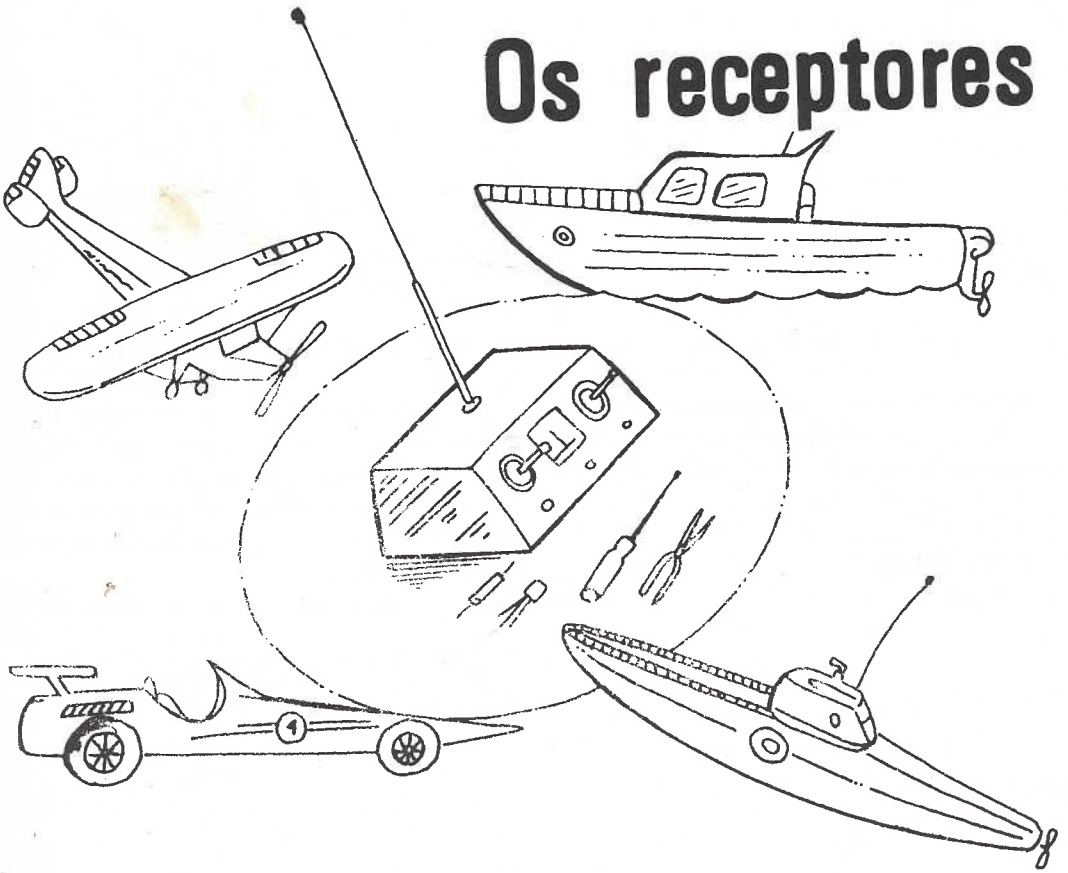
EM SUA CORRESPONDÊNCIA, NÃO ESQUEÇA DE COLOCAR "REVISTA SABER ELETRÔNICA".



JÁ NAS BANCAS

RÁDIO-CONTROLE - III

Os receptores



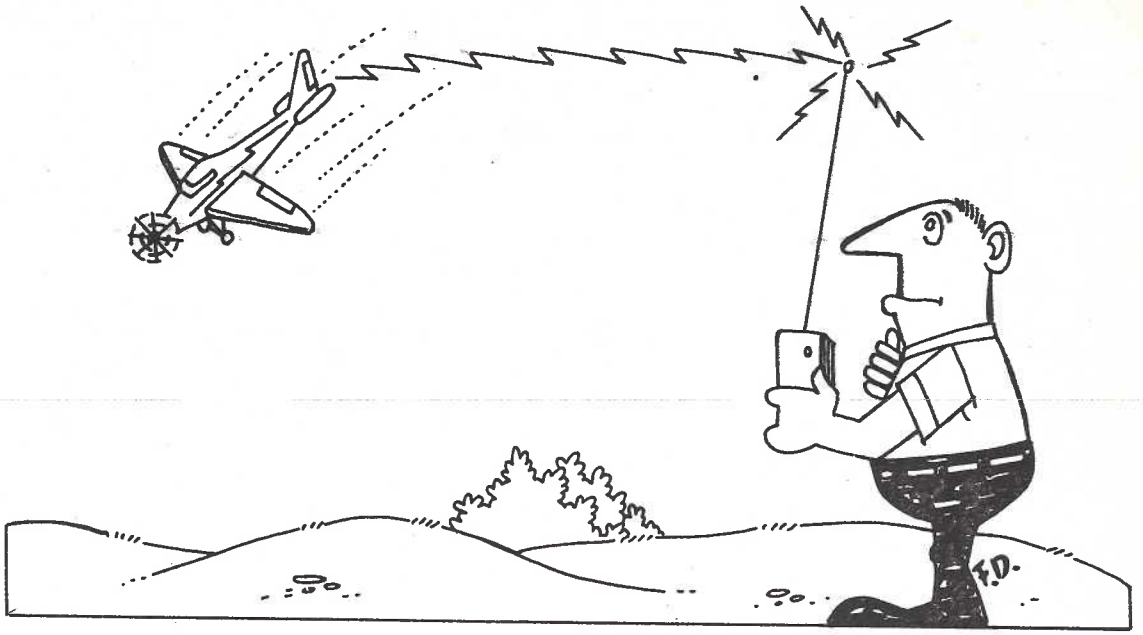
NEWTON C. BRAGA

RÁDIO CONTROLE — OS RECEPTORES

No artigo anterior desta série havíamos analisado alguns circuitos comerciais de transmissores para rádio controle, verificando suas funções, seu funcionamento e as características mais importantes a serem verificadas na sua escolha. Neste artigo falaremos um pouco dos receptores, analisando algumas das técnicas empregadas, focalizando alguns diagramas práticos e fazendo considerações a respeito de sua escolha, ajuste a instalação. Evidentemente, pelo grande número de circuitos diferentes e de variações em torno de uma mesma configuração, não temos condições de falar de uma vez de tudo que existe em matéria de receptores para rádio-controle, pelo que nosso artigo constitui-se apenas num apanhado geral que pode servir de orientação para o amador e o principiante.

A FUNÇÃO DO RECEPTOR:

Os sinais emitidos pelos transmissores de rádio-controle constituem-se em ondas eletromagnéticas de alta freqüência que se propagam pelo espaço com a velocidade da luz. Essas ondas, em muitos casos, são moduladas, ou seja, transportam informações adicionais de sinais de baixas freqüências que permitem que um circuito receptor as identifique de modo a poder acionar dispositivos diferentes conforme as necessidades do controle (figura 1).



O transmissor, ao emitir essas ondas, o faz em todas as direções em torno da antena, e estas se espalham de modo mais ou menos uniforme pelo espaço, enfraquecendo à medida que se afastam do ponto de partida, ou seja, do transmissor.

A função do receptor é captar essas ondas com eficiência por meio de uma antena e, por meio das correntes que estas ondas induzem, acionar circuitos e dispositivos que devem ser controlados à distância (figura 2).

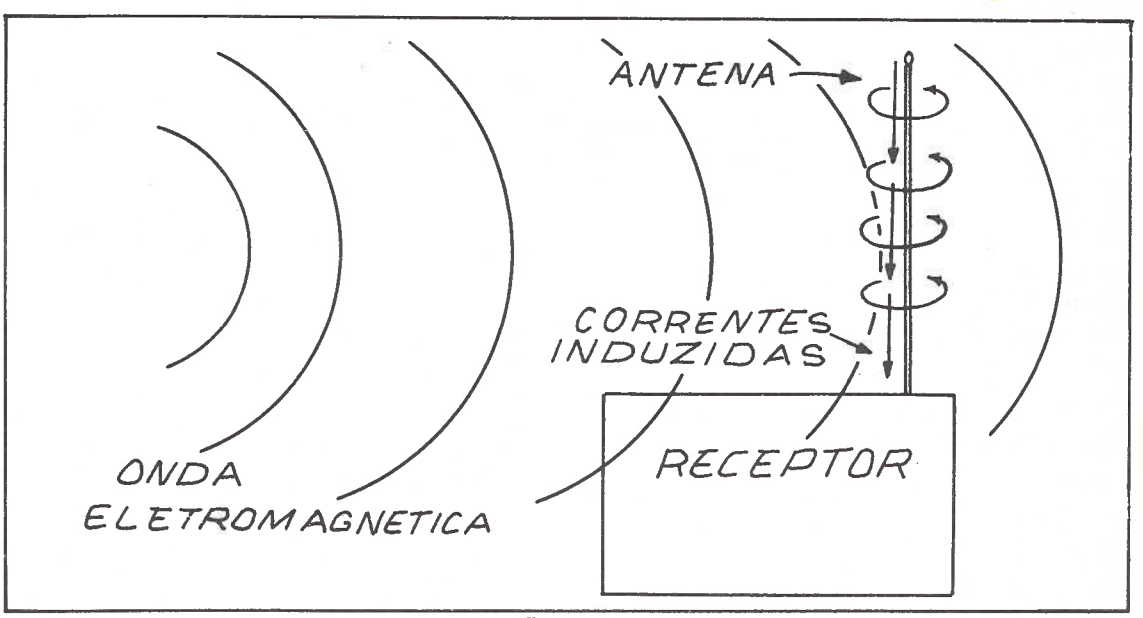


figura 2

Como as ondas ao chegarem ao sistema de antena do receptor são muito fracas, as correntes que induzem por sí só, não podem acionar nenhum dispositivo de controle, devendo portanto sofrer um processo de amplificação para poderem ser utilizadas.

Os receptores constam então de circuitos que devem, não só amplificar as ondas de apenas uma freqüência, correspondente ao transmissor, como também são dotados de circuitos que não permitem que se perca uma eventual informação de modulação para o controle de diversos canais.

Assim, ao analisarmos um receptor, devemos considerar diversos fatores, essenciais para um perfeito controle remoto.

O primeiro fator a ser considerado é a **sensibilidade**.

A sensibilidade de um receptor pode ser definida como a capacidade que ele tem de responder aos sinais de comando de pequena intensidade. Como os sinais diminuem de intensidade à medida que nos afastamos do transmissor, a sensibilidade do receptor influi bastante na distância máxima segura a que podemos ter o controle do modelo. É claro que, para o caso de um transmissor mais potente, a distância será maior do que para um menos potente, para um receptor único de sensibilidade determinada (figura 3).

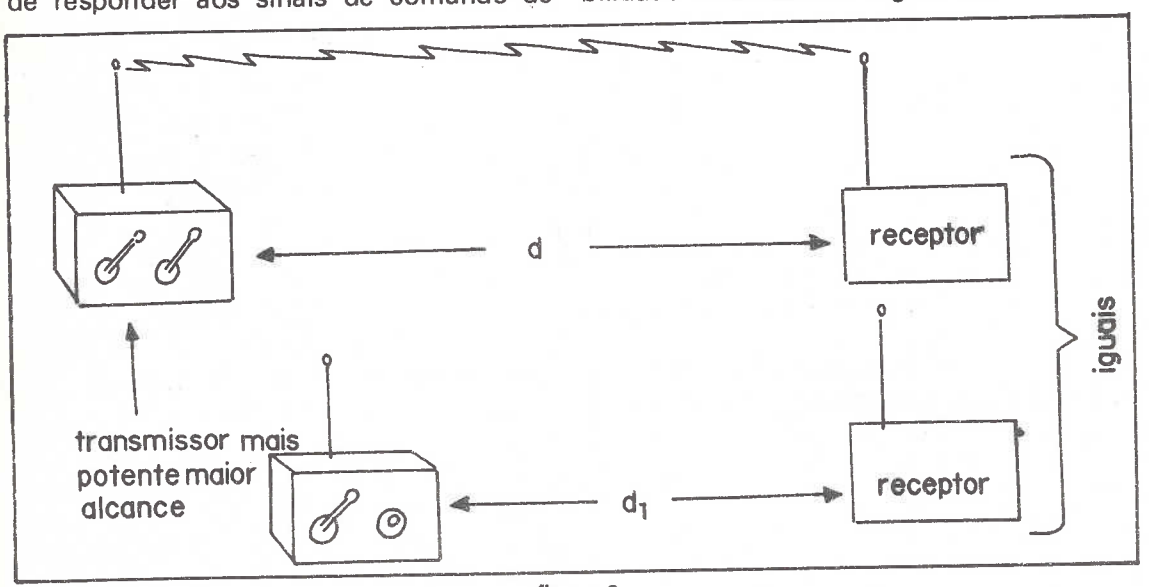


figura 3

Essa sensibilidade geralmente é medida em termos de microvolts (μV) induzidos na antena para que o receptor responda ao sinal.

O segundo fator a ser considerado é a **estabilidade** de funcionamento.

O receptor deve ser dotado de um circuito suficientemente estável para responder sempre à mesma freqüência, quaisquer que sejam as condições de funcionamento. Nos casos em que se usam circuitos comuns, sem dispositivos especiais de compensação de freqüência, a simples mudança de temperatura provocada pelo funcionamento do circuito pode provocar desvios da freqüência de sintonia, que fazem o receptor "fugir" da freqüência para o qual foi ajustado e portanto não responder aos comandos.

Existem circuitos bastante estáveis e que funcionam sem dispositivos especiais que permitam grande segurança de funcionamento, mas os circuitos ideais são os que utilizam cristais de quartzo na fixação da freqüência de operação (figura 4). Esses

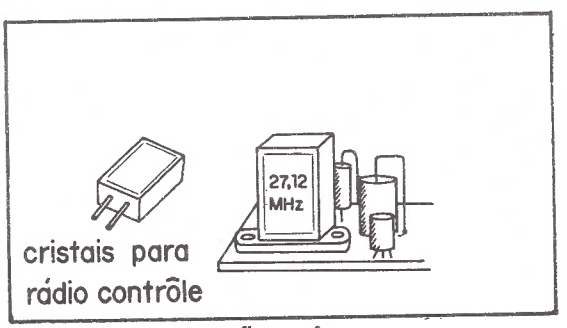


figura 4

cristais fazem com que o receptor tenha uma excelente estabilidade, mantendo-se rigorosamente dentro da freqüência para a qual é ajustado, mesmo em grandes variações das condições ambientes. Uma desvantagem dos circuitos que utilizam cristais é a necessidade de se fazer a troca desse componente, tanto no transmissor como no receptor, sempre que se desejar utilizar outra freqüência de operação. Nos modelos comerciais, dotados de diversos jogos de cristais, esses componentes são encaixados com facilidade tanto no circuito transmissor como no

receptor, em função do canal que se desejar utilizar.

O terceiro fator a ser considerado é o **tamanho.**

Como os receptores são montados nos modelos a serem controlados e estes normalmente não dispõem de muito espaço e tem sérias limitações quanto ao peso que podem carregar, uma das grandes preocupações que se deve ter na instalação de um receptor com os respectivos servos é em relação ao peso e ao espaço ocupado pelo conjunto (figura 5).

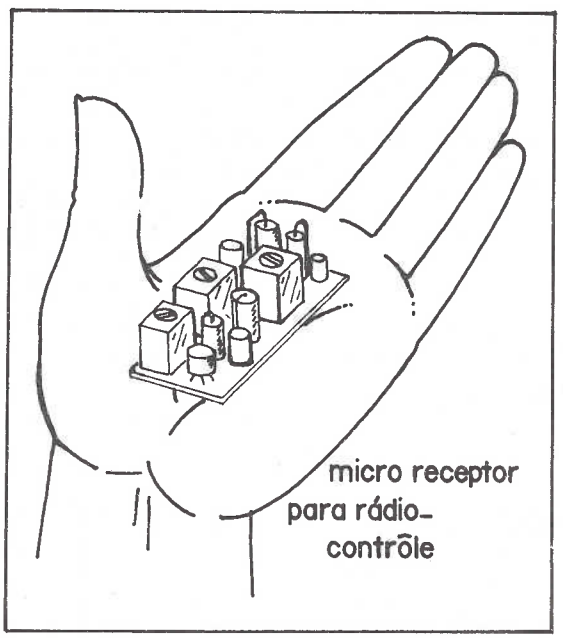


figura 5

Na atualidade, com a disponibilidade de circuitos transistorizados e integrados, é possível a obtenção de receptores de grande sensibilidade e eficiência, de tamanho perfeitamente compatível com os modelos comuns. Entretanto, devemos observar que, em alguns casos aliar sensibilidade, estabilidade a um tamanho reduzido não é tarefa fácil, que pode trazer sérias complicações aos que pretendem montar totalmente um sistema de rádio-controle, sem conhecimento prévio do assunto.

A seguir, descrevemos alguns circuitos básicos de receptores para rádio-controle que servirão de ponto de partida para projetos práticos que pretendemos publicar em edições futuras.

CIRCUITOS RECEPTORES:

Os receptores mais simples são os super-regenerativos cujo diagrama básico é dado na figura 6.

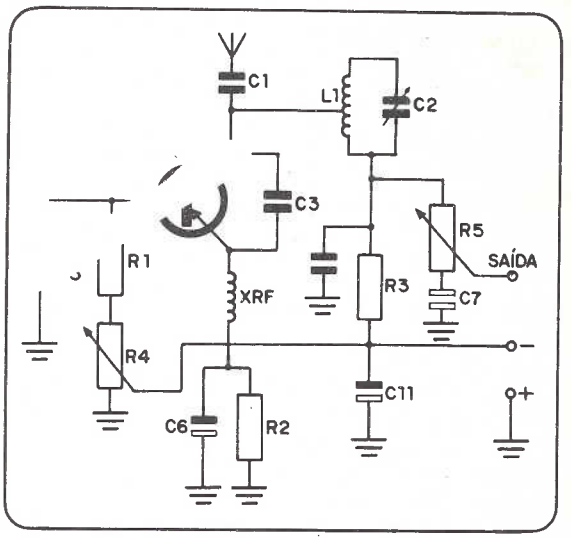


figura 6

Neste circuito é feita uma polarização do transistor, de tal modo a haver uma auto-excitação, isto é, o sinal amplificado, captado pela antena é reaplicado ao transistor mas sem ocorrer a oscilação.

Se a polarização fosse excessiva, o sinal reaplicado ao transistor faria com que este gerasse um sinal de freqüência determinada pelas suas condições de funcionamento e este sinal seria irradiado. O circuito operaria então como um transmissor e não como um receptor como se deseja.

No ponto em que se ajusta a polarização, de tal modo que a realimentação de sinal seja máxima sem que ocorram oscilações, o circuito apresenta seu máximo rendimento e portanto a sensibilidade do receptor é máxima.

O circuito detector deve ser projetado para oscilar na freqüência do sinal de contrôle transmitido e portanto nas freqüências das correntes que serão induzidas na antena do receptor (27, 36 ou 72 MHz), porém suas oscilações não devem ser contínuas mas interrompidas automaticamente numa freqüência mais baixa, geralmente superior à freqüência audível - entre 25 e 40 kHz (figura 7).

Com estas interrupções, o transistor é sempre mantido no ponto máximo da oscilação. Quando são produzidas as oscila-

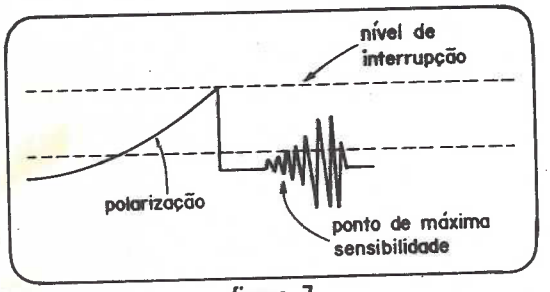


figura 7

ções, aumenta a polarização num sentido tal que faz com que as oscilações tendam a cessar. Com isso, ao mesmo tempo a polarização volta a aumentar e com ela a oscilação, num ciclo contínuo que caracteriza o funcionamento deste tipo de receptor (figura 8).

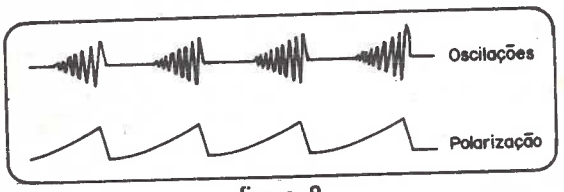


figura 8

Com uma polarização adequada, pode-se obter um nível médio de funcionamento que proporciona máxima sensibilidade.

CIRCUITO SUPER-REGENERATIVO:

Podemos dizer que a diferença existente entre um transmissor que é um oscilador de rádio-freqüência e um receptor super-regenerativo (que também é um oscilador de rádio-freqüência) é bastante pequena.

Na figura 6 temos o diagrama típico de um receptor super-regenerativo, empregando um único transistor.

Começamos por analisar o capacitor C1. Este capacitor faz o acoplamento da antena ao circuito de entrada, ou seja, permite que as correntes induzidas na antena cheguem ao circuito receptor. Sua capacitância deve ser pequena para não afetar a freqüência do circuito sintonizado e ao mesmo tempo serve para evitar a irradiação dos sinais produzidos pelo circuito em funcionamento.

Normalmente a conexão da antena através desse capacitor é feita numa tomada central da bobina de sintonia, com a finalidade de evitar um amortecimento excessivo e redução do Q, ou seja, da capacidade que o receptor tenha de separar diversas freqüências.

O capacitor C3 é o responsável pela contra-reação causadora das interrupções periódicas das oscilações, conforme analisamos no princípio de funcionamento.

O reator XRF impede que os sinais de RF passem do emissor do transistor para a massa e com isso se percam. A saída de baixa freqüência que deve ser amplificada para acionamento dos circuitos posteriores é obtida em C8.

O fator de ruído do circuito está condicionado aos resistores R2 e R3, enquanto que a freqüência de oscilação está condicionada à constante de tempo do circuito R1, R2, R3 e R5.

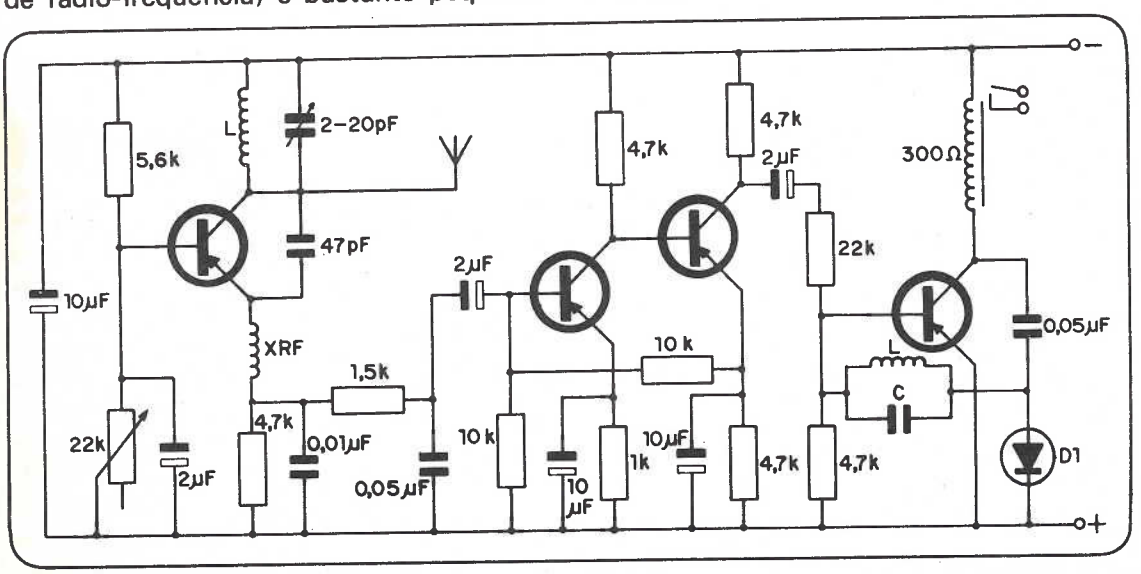


figura 9

Na figura 9 damos o diagrama prático de um receptor super-regenerativo com 4 etapas de amplificação, acionando um relê. Esse receptor é alimentado por 9 V e opera numa freqüência em torno dos 27 MHz.

CIRCUITO SUPER-HETERODINO

Temos aqui o caso de uma configuração bem mais sofisticada para receptor de rádio controle, apresentando características de excelente estabilidade, sensibilidade e seletividade. Entretanto, dada a complexidade do circuito, nem todos os modelos usam este circuito. O número relativamente grande de componentes dificulta, de certo modo, a obtenção de uma montagem compacta e a necessidade de diversos ajustes de funcionamento exige do amador um cuidado maior para sua colocação em condições de operar.

Analisamos basicamente como funciona um circuito deste tipo.

Na figura 10 temos a primeira etapa de um receptor super-heterodino (esta etapa lembra bastante a etapa de entrada dos rádios comuns de transistores, sendo apenas ajustada para operar em freqüências mais elevadas, correspondentes aos canais de rádio-controle).

Neste circuito, encontramos um oscilador, um misturador, um circuito sintonizado de entrada e um circuito sintonizado de freqüência intermediária (FI).

O circuito sintonizado de entrada permite que a corrente induzida na antena pela emissão do transmissor seja aplicada ao transistor misturador. Esse transistor deve misturar o sinal sintonizado com um sinal que é gerado pelo oscilador local de tal modo que, da sua combinação (batimento) resulte uma freqüência-diferença

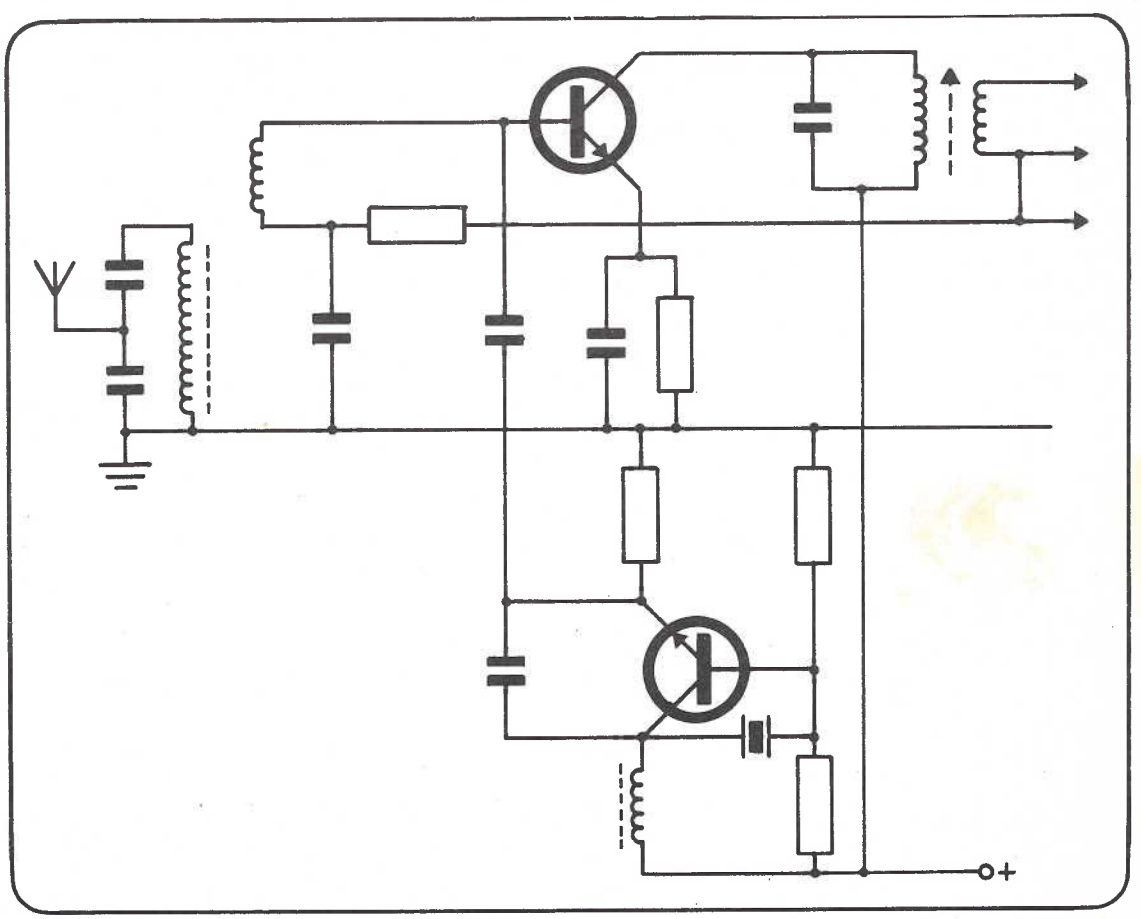


figura 10

de 455 kHz. Assim, se o sinal captado for de 27 MHz, o sinal gerado pelo oscilador local deve ser de 27,455 kHz de modo que a diferença entre ambos seja de exatamente 455 kHz (que é a freqüência intermediária).

Nos circuitos de rádio-controle super-heterodinos, em que o oscilador local opera por meio de cristal de quartzo para permitir maior estabilidade de funcionamento, a freqüência do cristal do receptor deve ser cerca de 455 kHz superior à freqüência do cristal do transmissor.

O sinal de 455 kHz obtido do misturador passa através das etapas amplificadoras de FI, que são dotadas de circuitos sintonizados para esta freqüência, recebendo portanto um considerável reforço antes de serem aplicados ao circuito detector.

No detector o sinal é retificado, podendo então ser usado para o acionamento de servos mediante mais amplificações, ou ainda, pode ser extraido o sinal de baixa freqüência que o modula e que então será aplicado aos filtros e posteriormente aos servos.

Para um perfeito funcionamento deste tipo de circuito é essencial que todos os transformadores de FI estejam sintonizados na freqüência correta de 455 kHz.

Evidentemente, como o cristal de quartzo empregado neste tipo de circuito tem freqüência fixa, a mudança de canal de operação deve ser feita trocando-se tanto o cristal do transmissor como também o cristal do receptor.

Os receptores super-heterodinos, mesmo sendo bem mais complexos, são os ideais para aero-modelos, permitindo a obtenção do máximo de sensibilidade e estabilidade, o que garante o máximo de segurança de operação.

Na figura 11 temos um diagrama completo das etapas de RF e FI de um receptor super-heterodino para 27 MHz. A escolha do cristal é feita conforme o transmissor.

No próximo artigo desta série voltaremos com outras informações e novidades sobre rádio-controles.

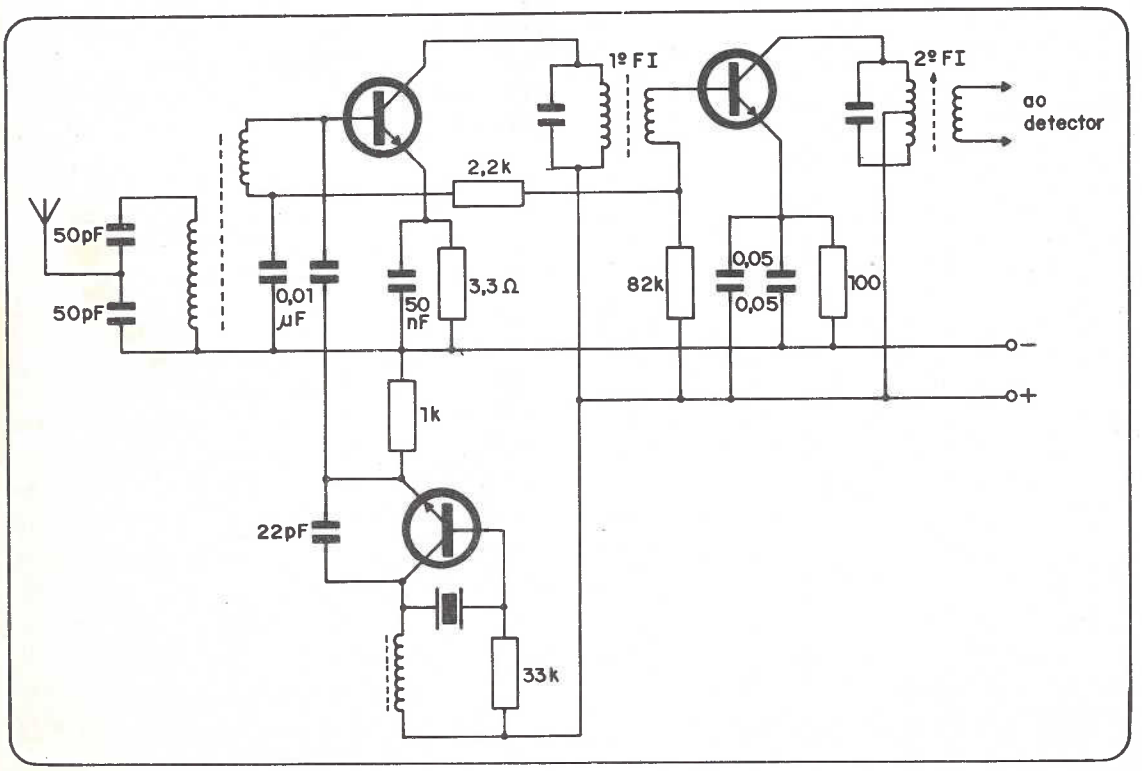


figura 11

INTERVALADOR PARA LIMPADOR DE PARABRISAS

Durante uma chuvinha leve que não chega a exigir o funcionamento contínuo do limpador de parabrisas, nada mais desagradável, do que ficar ligando e desligando-o tão logo a visibilidade comece a ficar prejudicada. A utilização de um intervalador torna-se bastante cômoda nestes casos, e neste artigo damos elementos para que o leitor monte o seu próprio "intervalador para limpador de parabrisas" utilizando pouco material de fácil obtenção.

Nas chuvas leves, a utilização continua do limpador, quando a quantidade de água não é suficiente para molhar o vidro, pode significar uma "operação a seco" responsável por arranhões no vidro. Por outro lado, se mantivermos o limpador desligado, em pouco tempo a visibilidade torna-se difícil e somos obrigados a acionar o limpador de modo que ele execute um ciclo completo e devolva a visibilidade completa.

Alguns carros possuem, já como equipamento de fábrica, os intervaladores que são dispositivos que fazem com que o limpador seja acionado automaticamente em intervalos regulares que podem ser ajustados entre 1 e 20 segundos, por exemplo, executando um ciclo completo que devolve a visibilidade completa ao motorista durante as chuvinhas leves.

Neste artigo descrevemos a montagem de um intervalador que permite a obtenção de intervalos entre 1 e 20 segundos, executando em cada acionamento um ciclo completo de limpeza do vidro.

Como o número de componentes é reduzido, sua montagem pode ser feita mesmo por aqueles que pouca experiência tenham em eletrônica, bastando para isso que possuam um bom soldador e leiam com atenção as instruções que daremos.

COMO FUNCIONA

São utilizados dois componentes básicos na obtenção dos efeitos que caracterizam este aparelho: um SCR (diodo controlado de silício) e um TUJ (transistor unijunção).

O transistor unijunção atua como um gerador de pulsos em intervalos regulares, determinando os momentos de disparo do SCR e portanto os momentos em que o limpador deva ser acionado.

O TUJ é disparado por meio de uma tensão em seu emisor, que é obtida por meio do capacitor C1 e dos resistores R1 (ajustável) e R2.

Quando o aparelho é ligado, o capacitor C1 se carrega lentamente através dos resistores até que a tensão em seus extre-

mos atinja o valor necessário ao disparo do TUJ. Neste momento, o capacitor se descarrega rapidamente através do transistor unijunção produzindo um pulso de disparo que é aplicado ao SCR.

Uma vez descarregado o capacitor, o transistor unijunção volta à sua situação inicial de não condução e o ciclo de carga do capacitor recomeça. Depois de decorrido o mesmo intervalo de tempo um novo pulso é produzido. O intervalo entre os pulsos depende de dois fatores: do valor do capacitor C1 e do valor da resistência oferecida por R1 e R2.

Neste circuito o capacitor tem valor fixo mas a resistência pode ser alterada porque R1 é variável, de modo que podemos fazer com que a frequência de produção dos pulsos seja alterada (figura 1).

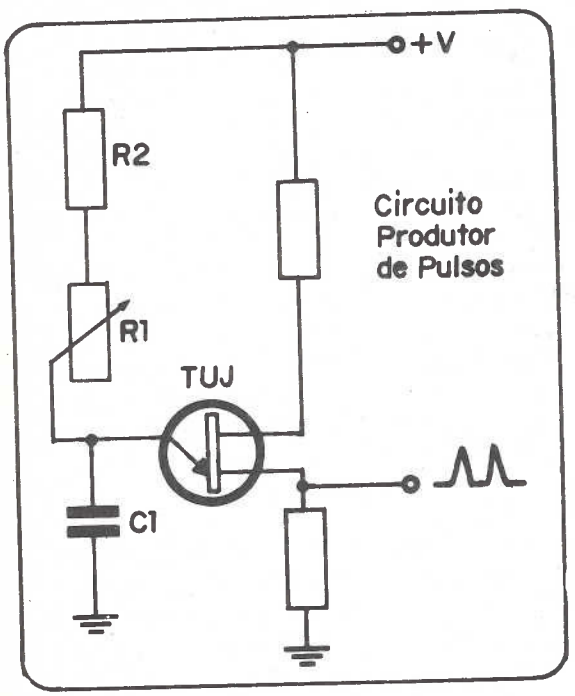


figura 1

O SCR funciona como um interruptor de alta corrente que pode ser acionado pelos pulsos produzidos pelo TUJ. Esse SCR é ligado em série com o motor do limpador de parabrisas de modo a poder controlá-lo totalmente. A ligação desse SCR é feita de tal maneira que no final de cada ciclo, o desligamento automático do motor já existente neste dispositivo também desligue o SCR e apenas um ciclo seja executado de cada vez.

A chave do painel que controla o limpador continua atuante de modo que este pode ser acionado normalmente quando o intervalador estiver fora de uso.

COMPONENTES E MONTAGEM

Importante na montagem deste intervalador é a utilização de ferramentas apropriadas. Deve ser usado um soldador de pequena potência e o leitor deve possuir os necessários recursos para sua instalação no veículo.

Para esta finalidade sugerimos a montagem do intervalador numa caixa de metal ou plástico que pode ser fixada sob o painel do veículo. (figura 2).

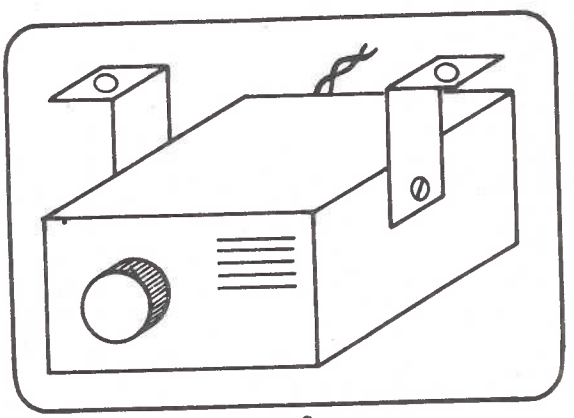


figura 2

Com relação aos dois componentes básicos, o SCR e o TUJ o leitor deve prestar bastante atenção à sua posição de ligação, pois uma inversão acidental poderá causar sua queima.

Para esta finalidade, deve-se orientar pela figura 3, onde os terminais desses componentes são identificados.

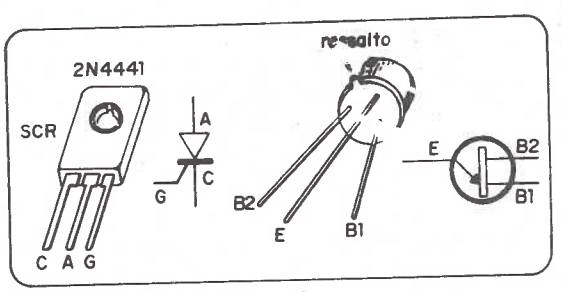


figura 3

O SCR é de um tipo para corrente de 8 A x 50 V. Se o leitor tiver dificuldades em conseguir o tipo recomendado poderá experimentar um equivalente de mesmas características.

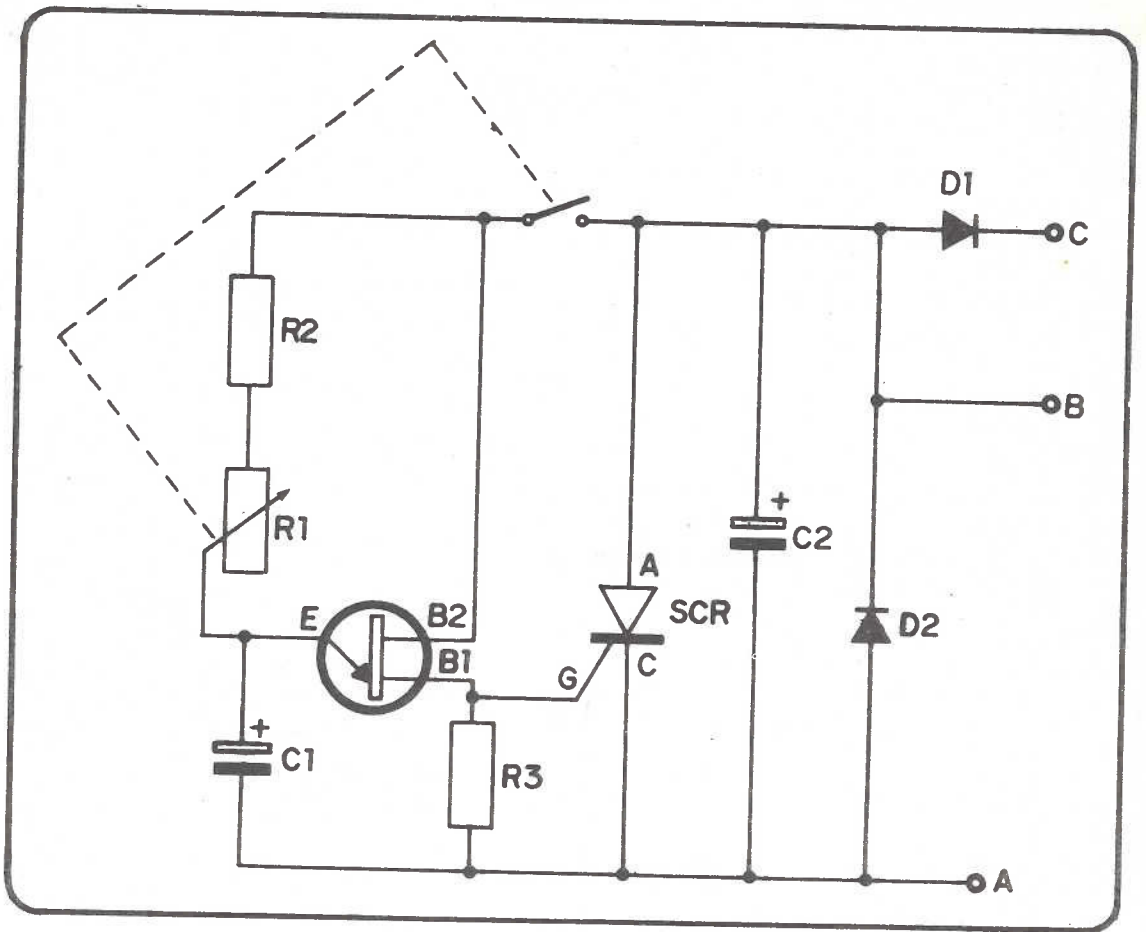


figura 4

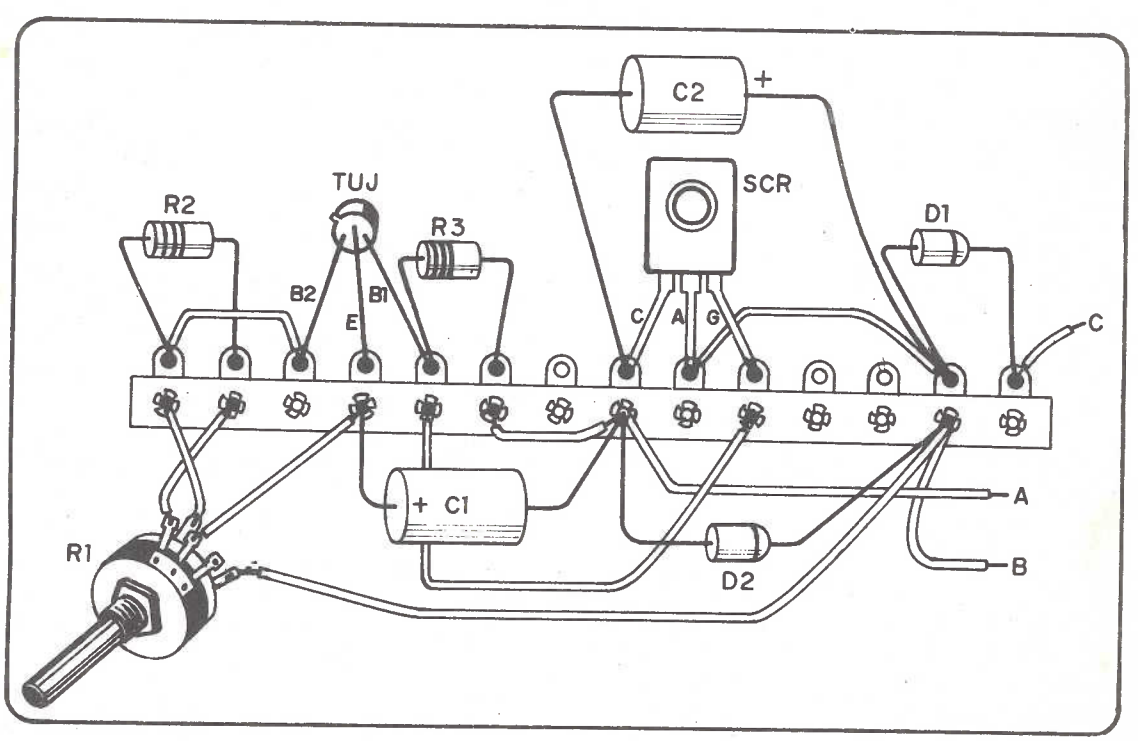


figura 5

Como a corrente exigida pelo limpador é relativamente elevada, o SCR deve ser montado num dissipador de calor que pode consistir numa placa de alumínio de uns 4 x 5 cm e que deve ficar isolada do chassi ou caixa em que o aparelho for montado.

O diagrama completo do aparelho é dado na figura 4 e a sua montagem numa ponte de terminais é mostrada na figura 5.

Para o caso de montagem em ponte de terminais que é a recomenda para os principiantes que não dominem a técnica de elaboração de placas de circuito impresso, deve-se tomar o máximo cuidado com a instalação na caixa, que de preferência deve ser de material isolante, de modo que nenhum ponto da conexão venha entrar em curto com o chassi do veículo, o que poderia causar dano ao aparelho.

Completada a montagem e conferidas as ligações, proceda à instalação no veículo conforme mostra a figura 6.

O circuito é feito para veículos que possuam o negativo da bateria ligado ao chassi, mas, mediante alterações também pode ser usado em veículos com positivo ao chassi.

Observamos também que este intervalador funciona satisfatoriamente, tanto em veículo de 6 como de 12 V.

LISTA DE MATERIAL

SCR - 2N4441 ou equivalente (8A x 50V)
TUJ - 2N2646 (transistor unijunção)
R1 - 100 kΩ - potenciômetro com interruptor
R2 - 4,7 kΩ x 1/4 W - resistor de carvão
R3 - 100Ω x 1/4W - resistor de carvão
C1 - 50μ F x 16V - capacitor eletrolítico
C2 - 4,7μF x 16 V - capacitor eletrolítico
D1, D2 - 4A x 50 V (diodo de silicio)
Diversos: ponte de terminais, fios, solda, caixa para montagem, botão plàstico para o ponteciômetro, porcas, parafusos, dissipador para o SCR, etc.

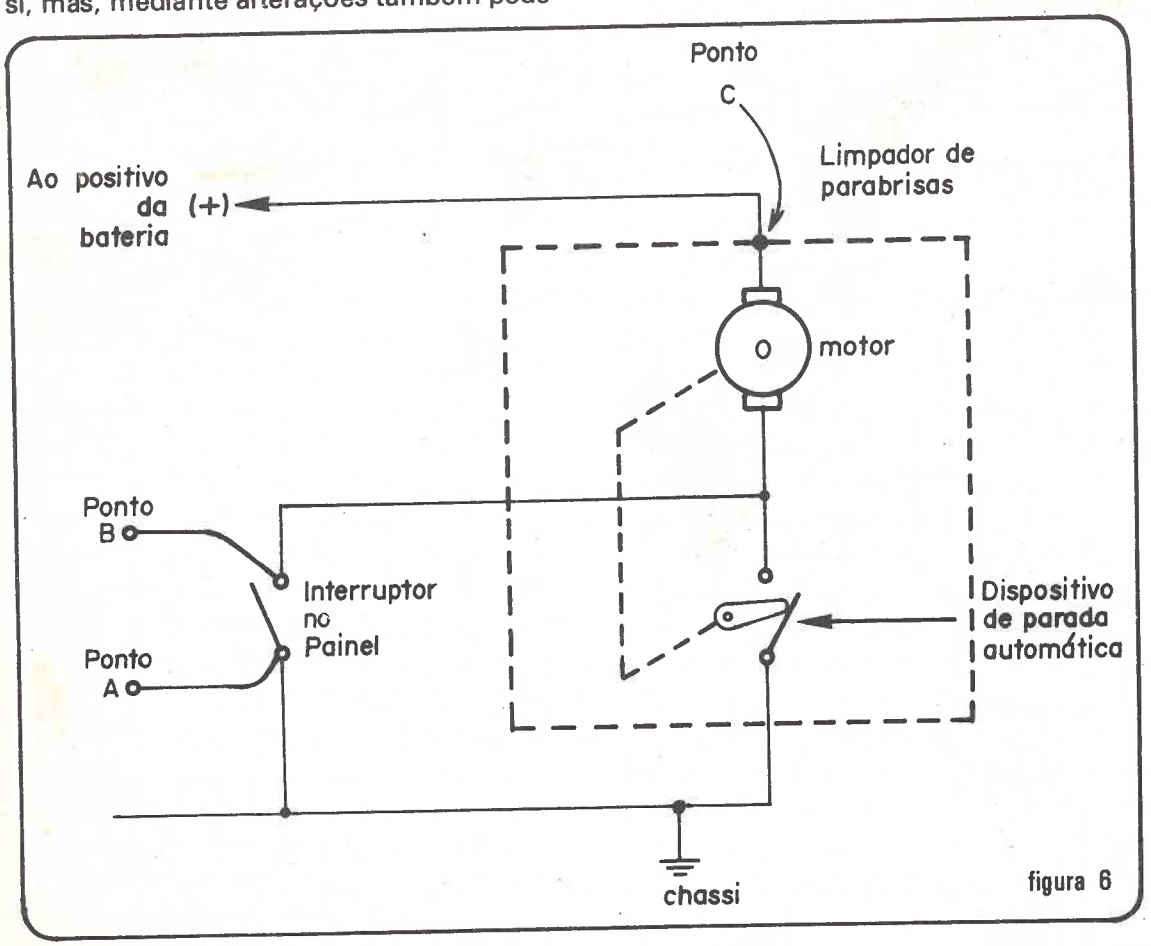


figura 6

ANTENA (DIFERENTE) PARA TV

ALDO VILLELA

O dipólo é a antena de televisão mais comum que existe e presta serviços excelentes em áreas de sinal forte. Devido à sua construção simples e econômica, as desvantagens que apresenta são consideradas como secundárias.

As principais desvantagens dêste tipo de antena, são sua impedância baixa e sua sensibilidade bidirecional. A impedância pode ser aumentada ao valor usual de 300 ohms, acrescentando-se um condutor paralelo ao dipólo, o que resulta em um dipólo dobrado. A sensibilidade bi-direcional, porém, só pode ser alterada para uni-direcional mediante o acréscimo de refletores e diretores, resultando assim uma estrutura bastante complicada e, portanto, dispendiosa.

A sensibilidade bi-direcional é bastante desagradável no momento em que há muitos sinais refletidos por prédios vizinhos ou morros. Neste caso, todos os sinais interferentes que atingem a antena pela parte de trás são captados tão bem pela mesma como os sinais vindos do transmissor. Portanto, a imagem será acompanhada por fantasmas fortes que não podem ser eliminados por uma orientação diferente da antena. Conseqüentemente, é necessário instalar uma antena mais completa, não devido à falta de sensibilidade, mas para poder suprimir os sinais posteriores.

Nestes casos, aconselhamos a experimentar a antena descrita a seguir, que corresponde a uma antena dipólo de feitio especial: as duas varetas do dipólo comum são curvadas em forma circular até que as duas pontas quase se toquem; entre estas duas pontas é colocado um resistor não indutivo de 500 ohms.

O diagrama de sensibilidade direcional, que no dipólo simples tem a forma típica de um 8 (fig. 1-a), é alterado do dipólo circular de tal maneira que numa das direções a sensibilidade é aumentada, enquanto na outra direção a mesma é diminuída

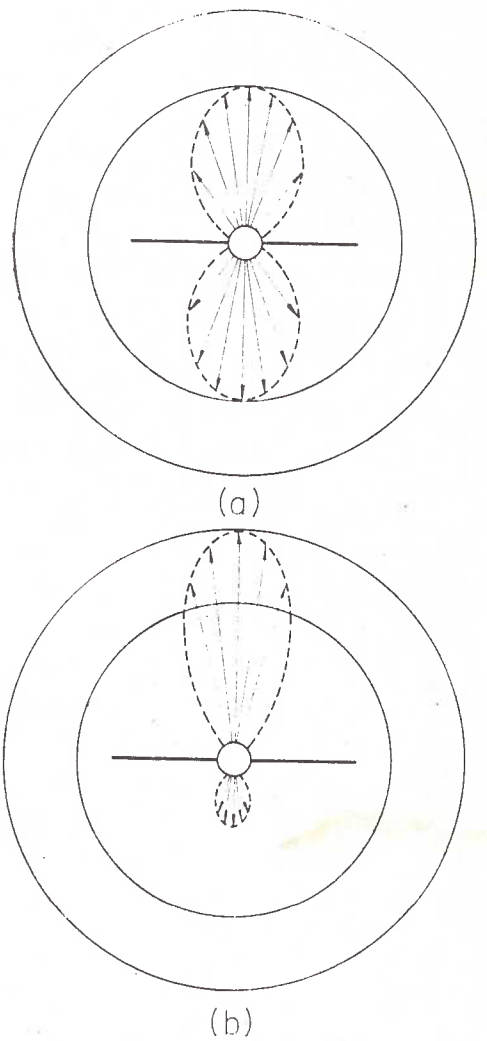


figura 1

(fig. 1-b). A relação entre as sensibilidades dos dois lados é de aproximadamente 5 para 1. Embora esta relação não seja tão boa como a apresentada por outros tipos especiais, ajudará bastante na supressão de fantasmas.

A figura 2 mostra as dimensões da antena. O aro deve ficar em posição horizontal. O diâmetro do aro depende do canal a ser recebido. Se a freqüência central dêste fôr de 79 MHz, então o comprimento da onda será de 300/79 = 3,80 metros. A circunfe-

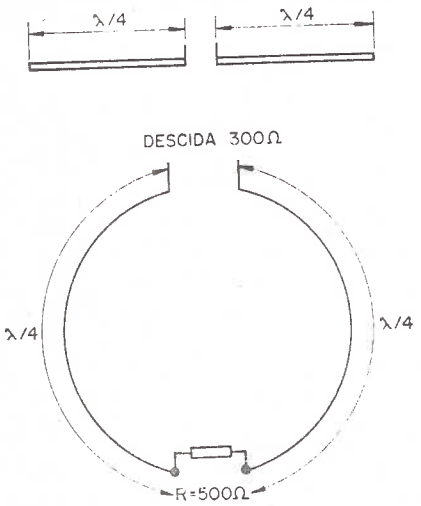


figura 2

rência do aro portanto será de 1,90m, o que corresponde a um diâmetro de 190/3,14 = 60,5 cm.

Usando-se tubo de alumínio para a formação do aro, a antena resulta tão leve que não haverá problemas mecânicos para suportar a estrutura.

A construção é tão simples que pode ser feita em poucas horas, sendo portanto o tipo ideal para o experimentador.

A tabela I fornece, já calculadas, as dimensões para os diversos canais. Como pode ser notado, os diâmetros diferem relativamente pouco dentro das faixas de canais baixos — 2 a 6 — (0,87 a 0,57 m) e de canais altos — 7 a 13 — (0,27 a 0,22 m). Poder-se-ia usar, para cada faixa, um valor médio — por exemplo: 0,70 a 0,75 m para canais baixos, 0,25 m para canais altos.

TABELA I

CANAL	DIÂMETRO (m)
2	0,87
3	0,78
4	0,71
5	0,62
6	0,57
7	0,27
8	0,26
9	0,25
10	0,25
11	0,24
12	0,23
13	0,22

MONTAGEM

A parte mais trabalhosa da montagem é dar aos tubos uma curvatura adequada e uniforme. Para isso, procedemos da seguinte maneira:

Numa tabua de dimensões apropriadas, fazemos o desenho de uma circunferência com diâmetro 1 cm menor que o diâmetro da antena que desejamos construir. Como compasso improvisado para êsse fim pode servir um pedaço de arame ou fio (ou mesmo barbante) fixado ao centro ou com prego e em cuja extremidade é preso um lapis (fig. 3)

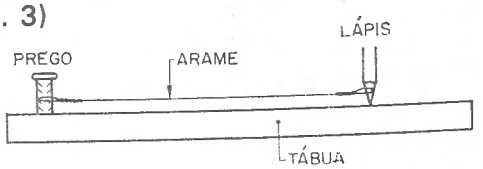


figura 3

Traçada a circunferência, colocamos ao longo da mesma, pregos sem cabeça de 1,5 e 2 cm de comprimento, distanciados de 5 a 10 cm um do outro. Curvamos então o tubo de alumínio por fora dos pregos, que servem de guias (fig. 4).

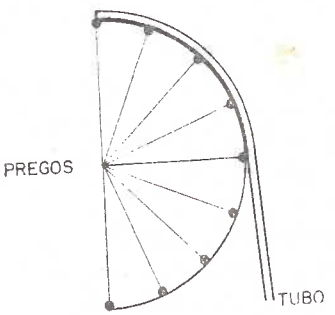


figura 4

Depois de curvadas as duas metades da antena, cortamo-las nas dimensões corretas (fig. 5), e achatamos as suas extremi-

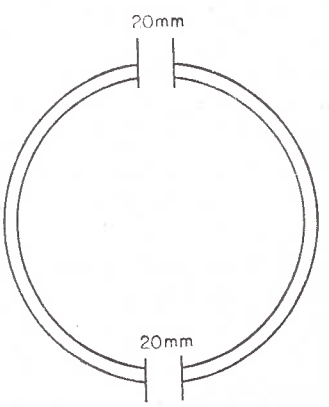


figura 5

dades (fig. 6) prendendo-as na morsa e apertando. Dando um acabamento arredondado à parte achatada e furando (fig. 6-b) temos a parte metálica da antena pronta.

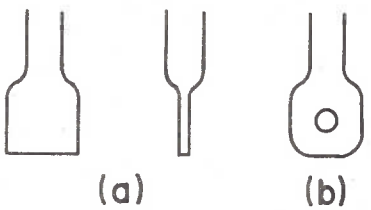


figura 6

As duas metades são unidas por peças isolantes plásticas de lucite, acrílico, etc. (Fig. 7).

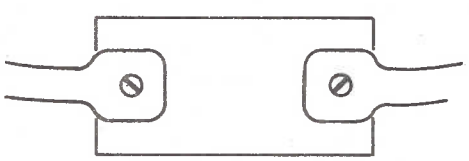


figura 7.

Os mesmos parafusos que fixam o tubo aos suportes isolantes prendem igualmente terminais de ligação para o fio de descida e o resistor de 500 Ω

Êste resistor deve ser envolto em fita isolante, espaguete ou outro material que lhe dê uma proteção adequada contra as intempéries.

Resta apenas construir um suporte de fixação ao mastro da antena, o que pode ser feito de duas maneiras.

O primeiro processo é mediante o emprego de tiras de plástico (ou fibra) de 3 a 5 mm de espessura, unidos em forma de cruz, uma delas colada ou parafusada aos dois suportes isolantes. A outra suporta a parte central de cada arco e a ele é fixada (fig. 8) Ao cruzamento das duas tiras é parafusado o mastro vertical.

A segunda solução consiste no emprego de tubulações plásticas, do tipo usado para água (fig. 9) unidas por uma conexão.

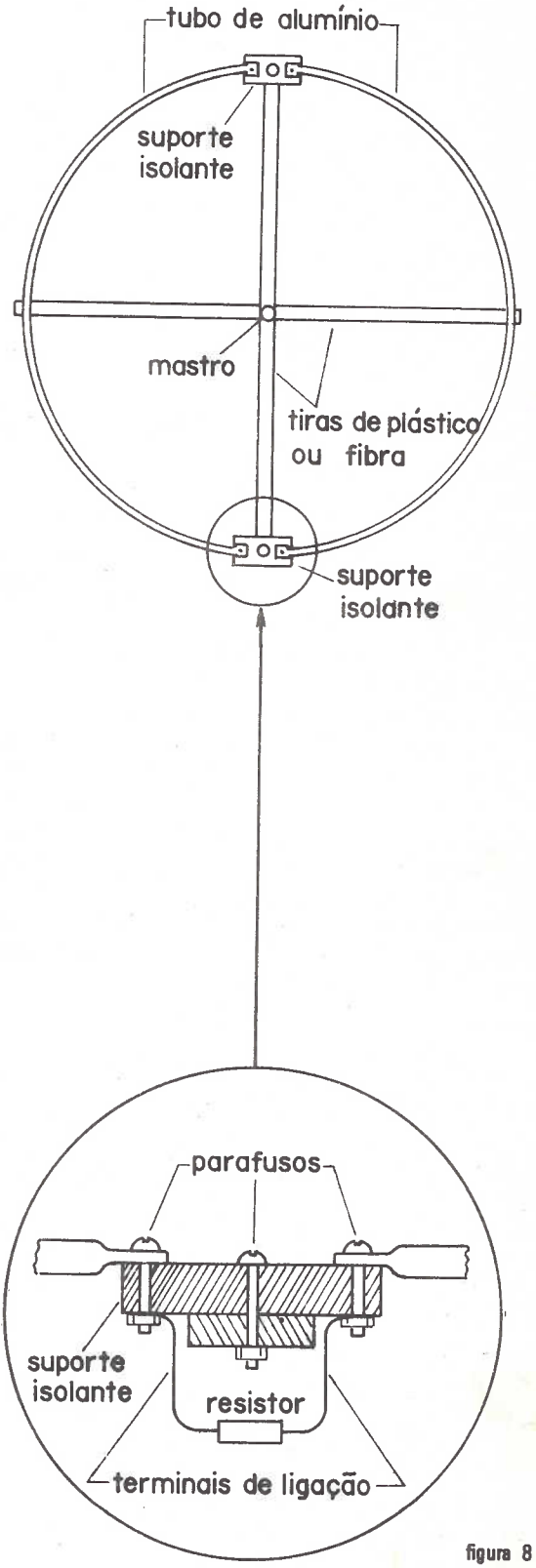


figura 8

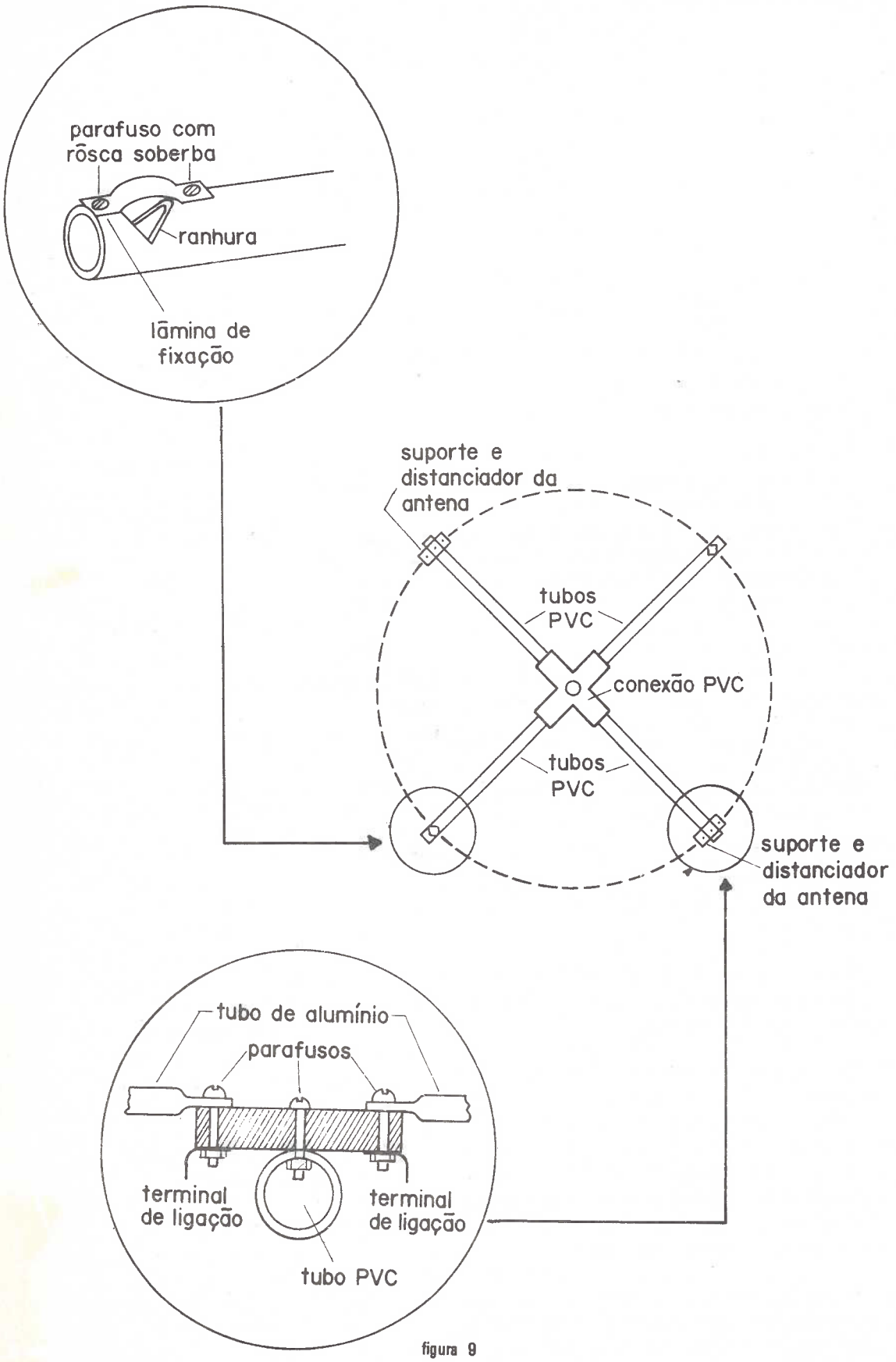

parafuso com
rôsca soberba
ranhura
lâmina de
fixação
suporte e
distanciador da
antena
tubos
PVC
conexão PVC
tubos
PVC
suporte e
distanciador
da antena
tubo de alumínio
parafusos
terminal
de ligação
terminal
de ligação
tubo PVC

figura 9

RESISTORES: CARBONO X FILME METÁLICO

Este artigo pretende oferecer a projetistas e demais interessados, material para pesquisa que facilitará tanto na escolha de resistores em novos projetos, como na substituição em equipamentos importados, tão necessária, se levarmos em conta a crescente tendência à nacionalização de componentes. Abordaremos, de maneira simples e direta, as técnicas empregadas na fabricação de resistores, prestando informações sobre parâmetros normativos e, como curiosidade, juntaremos alguns dados históricos.

RESISTORES DE COMPOSIÇÃO DE CARBONO

São fabricados pela extrusão de bastões compostos de carbono em pó e aglomerante plástico. Após a extrusão, os bastões são cortados em dimensões adequadas e colocados em um forno que os aquecerá até que o aglomerante adquira a rigidez mecânica necessária. A obtenção de toda a gama de valores resistivos depende, basicamente, da proporção carbono/aglomerante; para valores resistivos elevados a mistura conterá proporcionalmente maior quantidade de aglomerante; com a redução dessa proporção reduz-se o valor da resistência elétrica.

Existem, neste tipo de resistores, dois inconvenientes. Um deles é a inerente impossibilidade física de se conseguir pequenas tolerâncias, que acarreta uma grande dispersão nos valores resistivos, outro incovenientes é o ruído extra que advém quando os valores de resistência elétrica se elevam; este ruído surge devido à pequena área de contato existente entre as partículas de carbono. Para que estes problemas fossem sanados, ou minimizados, pensou-se em outro tipo de resistor de carbono.

RESISTOR DE FILME DE CARBONO

Uma camada muito fina de carbono (filme) é depositada sobre um bastão cerâmico. Para os valores mais elevados é cortado um sulco helicoidal neste filme de carbono. Desta forma, o resistor passa a ser constituído basicamente de uma pista helicoidal de carbono em torno de bastão cerâmico, o conjunto é recoberto por várias camadas de laca. Os valores resistivos podem, pois, ser obtidos de duas maneiras simultâneas: a alteração na espessura do filme de carbono (quanto menor a espessura maiores os valores resistivos) e a escolha do passo apropriado para o sulco, (quanto menor o passo, maiores os valores resistivos). Conseguimos assim, valores resistivos mais precisos e minimizamos o problema de ruído, que eram os pontos fracos dos resistores de composição.

O desenvolvimento dos resistores de filme de carbono apresentava no entanto, diversas dificuldades intrínsecas, e somente após 20 anos de pesquisas e experiências (1930 a 1950) este processo pode ser utilizado para a fabricação, em larga escala, de resistores confiáveis. As características básicas deste tipo de resistor estabelecem que:

- o filme de carbono deve ter baixo coeficiente de temperatura.
- — após a laqueação, o resitor não pode ser afetado por umidade, corrosão e avarias mecânicas.
- — uma junção confiável entre o filme de carbono e os terminais, o que não é tão fácil de se conseguir quanto possa parecer.
- — o filme deve ser perfeitamente homogêneo e aderir firmemente ao bastão cerâmico pois, no corte do sulco helicoidal o desprendimento de uma partícula de carbono pode ocasionar a interrupção do resistor.

Atualmente, um processo de fabricação baseado na mais avançada tecnologia permite que se obtenha destes resistores um desempenho bastante satisfatório. O processo é iniciado partindo-se de bastões de cerâmica com uma superfície tão lisa quanto possível, (a) que são colocados em fornos rotativos nos quais é injetado um gás hidrocarboneto que, aquecido se decompõe, por pirólise, e o carbono se deposita uniformemente nos bastões formando o filme. (b) A espessura do filme é função direta da continuidade (tempo) do processo. Na fase seguinte são colocadas as capas laterais de material elástico (c), sendo colocadas sob pressão, temos a garantia do bom contato necessário com o filme de carbono. O valor inicial do resistor (R_O) é medido e, baseando-se nesta medição, calcula-se o passo necessário para a obtenção do valor final desejado (R_n). Uma máquina provida de um rebolo extremamente fino, executa o corte do sulco helicoidal (d) e, quando o valor final é atingido, esse rebolo afasta-se automaticamente do corpo do resistor. Para que se possa ter uma idéia da sofisticação do processo é interessante notar que quando se deseja valores excessivamente elevados de resistência elétrica, ou seja, quando é necessário um sulco extremamente fino, executa-se o corte deste sulco com raio Laser. Feito o sulco helicoidal, os terminais são soldados, por descarga capacitiva, às capas laterais (e). São aplicadas três camadas de laca e o respectivo código de cores (f). A laca tem, simultâneamente, a característica de isolante e impermeabilizante. Como etapa final, os resistores são medidos e colocados em fitas de papel colante(g).

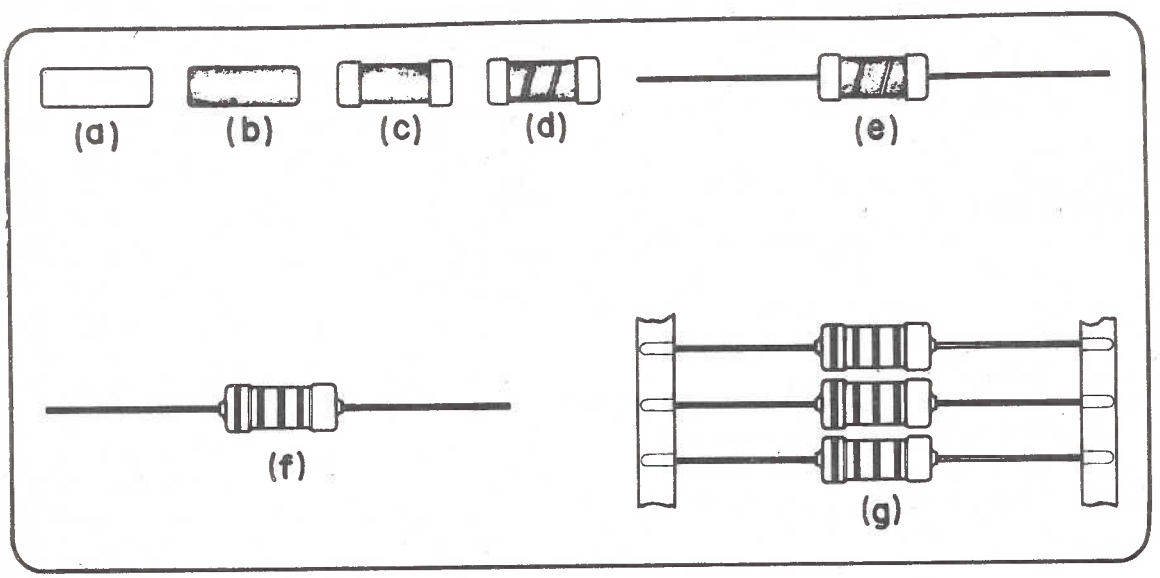


figura 1

Os resistores de filme de carbono, produzidos como descritos, possuem baixo coeficiente de temperatura, sempre negativo ou seja, para

$\Delta T > 0 \Rightarrow \Delta R < 0$. Em valores resistivos até 100 k são obitidos coeficientes de temperatura da ordem de -300 x $10^{-6}\ \Omega/°C$, e um nível de ruído inferior a +4 dB.

Apesar dos grandes progressos conseguidos no que diz respeito a confiabilidade e estabilidade desses resistores eles ainda

possuem alguns pontos fracos que não puderam ser eliminados. O maior valor resistivo possível é de 10 MΩ e nessa faixa de valores, em face à camada de carbono reduzir-se a alguns milésimos de microns (o que em outras palavras significa algumas moléculas), resulta em níveis de ruído elevados (da ordem de +15 dB). A performance conseguida em atmosfera agressiva (umidade, corrosivos, etc...) é ainda limitada, e não pode ser melhorada com um aumento na espessura da camada de laca, pois tal procedimento poderia influir adversamente sobre a resistência térmica. Um último fator negativo é conseqüência direta do coeficiente de temperatura. Quando a temperatura ambiente e a carga são elevadas o valor resistivo se reduz gradualmente. Supondo então que o resistor esteja conectado a uma fonte de tensão constante, a queda no valor resistivo implicará em um aumento de corrente que, por sua vez, tornará a temperatura mais elevada ainda e nova queda no valor resistivo ocorrerá, repetindo-se o ciclo.

Como vemos, algumas limitações persistem e com a necessidade crescente de requisitos cada vez mais estritos para certas aplicações, em particular profissionais, foram desenvolvidos os resistores de filme metálico.

RESISTORES DE FILME METÁLICO

O processo de fabricação dos resistores de filme metálico é, basicamente, o mesmo que o dos resistores de filme de carbono, porém, ao invés da deposição de carbono, neste caso o filme é constituído de níquel-cromo e é na deposição deste filme que ocorre a alteração mais notável no processo de fabricação; ou seja, o filme é depositado sobre o bastão cerâmico por vaporização em câmara de vácuo.

Como limitação para esta família de resistores podemos citar a impossibilidade de obtenção de valores resistivos superiores a 1 MΩ devido a baixa resistividade elétrica do filme. Por outro lado, as vantagens conseguidas sobre os resistores de carbono justificam largamente sua preferência em aplicações profissionais. Dentre elas destacamos o baixo coeficiente de temperatura (da ordem de 25.10^{-6} /ºC), a performance sensivelmente superior quando submetidos a atmosferas agressivas ou a altas temperaturas e, por serem mais estáveis, justificam sua fabricação em tolerâncias bastante baixas (até 0,25%).

PARÂMETROS IMPORTANTES

Com a finalidade de facilitar a escolha de resistores, faremos a seguir algumas considerações sobre os mais importantes e sua influência na aplicação destes componentes.

ESTABILIDADE X POTÊNCIA DISSIPADA

A dissipação de potência ocasiona nos resistores uma acréscimo de temperatura devido às correntes de condução e convecção e à radiação térmica. Este acréscimo de temperatura, denominado temperatura de superfície, será máximo aproximadamente no meio do resistor. Baseados nesta afirmação podemos formular: $\Delta T = R_{term} \cdot P$ (I); onde P é a potência em watts e R_{term} a resistência térmica, função das dimensões e do material utilizado na fabricação dos resistores, dada em ºC/W.

Se quisermos obter a temperatura máxima de superfície Tm deveremos levar em consideração também a temperatura ambiente e ficaremos:

$$T_m = T_{amb} + \Delta T \quad (II)$$

A estabilidade de um resistor é determinada principalmente em função da temperatura de superfície e do valor resistivo. Habitualmente um resistor é especificado por sua dissipação nominal e pela função: temperatura ambiente x potência dissipada, tendo como limite a máxima temperatura de superfície permissível (EX-fig.2).

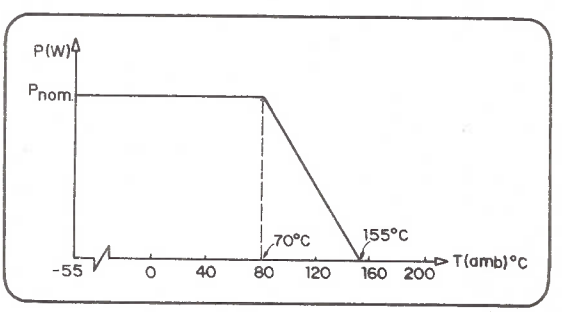


figura 2

Entretanto, se levarmos em conta que a estabilidade pode ser determinada experimentalmente como função de T_m, tendo

como parâmetro o valor do resistor, e que das fórmulas (I) e (II) obtemos

$$P = \frac{Tm - Tamb}{Rterm} \quad (III)$$

poderemos construir um gráfico (fig. 3), que nos dará a potência dissipada em função da temperatura máxima de superfície e da temperatura ambiente, e no qual a correção dos valores da Rterm é feito na escala de potências.

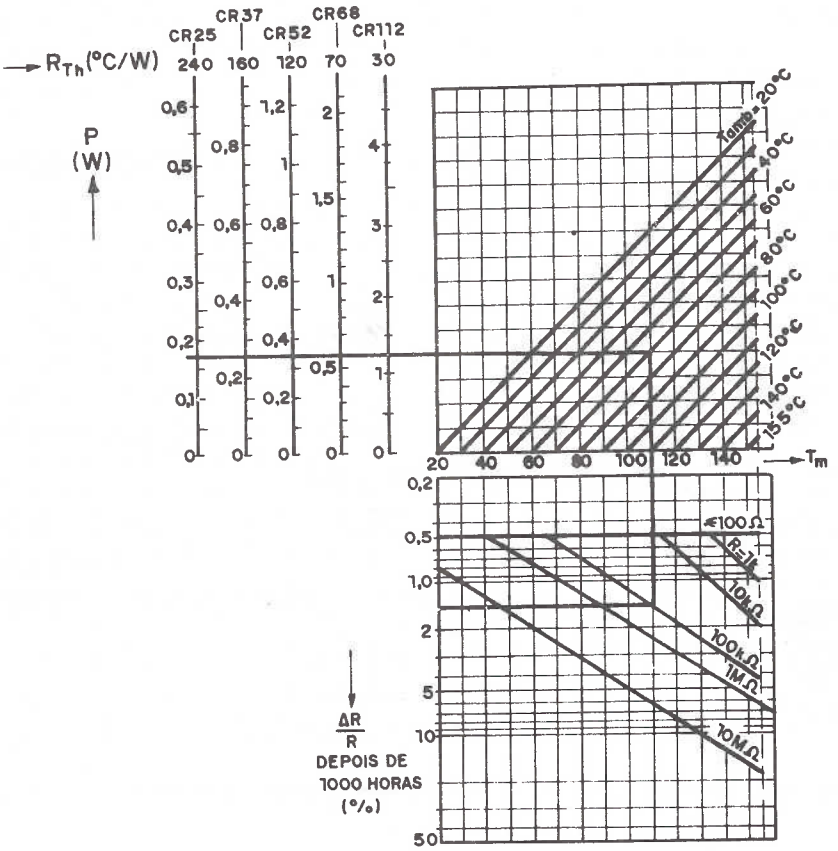


figura 3 a

Como exemplo, suponha que necessitemos um resistor de 100 kΩ que irá dissipar 0,3 W a Tamb = 70°C e que admitiremos uma variação máxima, após 1000 h de operação, de 1,5%.

- tomemos o gráfico (a) - resistores de filme de carbono. Quando fixamos Δ R/R = 1,5% teremos como consequência um valor de máxima temperatura de superfície, para R = 100 kΩ, de 110°C. A 70°C de temperatura ambiente, teremos o máximo valor de potência dissipada (escala das potências); levando em consideração que o resistor deverá dissipar 0,3 W concluiremos que o CR-52, com diâmetro 5,2 mm e comprimento 16,5 mm, é o de menores dimensões capaz de suprir as exigências impostas.
- com o gráfico (b) - resistores de filme metálico, vamos percorrer o caminho inverso.

Tomemos o MR-25, com diâmetro 2,5 mm e comprimento 6,5 mm, que é o resistor de menor dimensão. Ao fixarmos a potência dissipada de 0,3 W e levando em consideração a temperatura ambiente de 70°C obteremos para a temperatura máxima de superfície o valor de 140°C. Agora, com o valor de 100 kΩ e para 1000 h de operação, concluiremos que a variação máxima é de 0,5%. Isto nos dá uma idéia, bastante clara, da diferença brutal que existe entre os resistores de filme de carbono e os de filme metálico; ou seja, um resistor de filme metálico (MR-25) com área superficial de aproximadamente 5

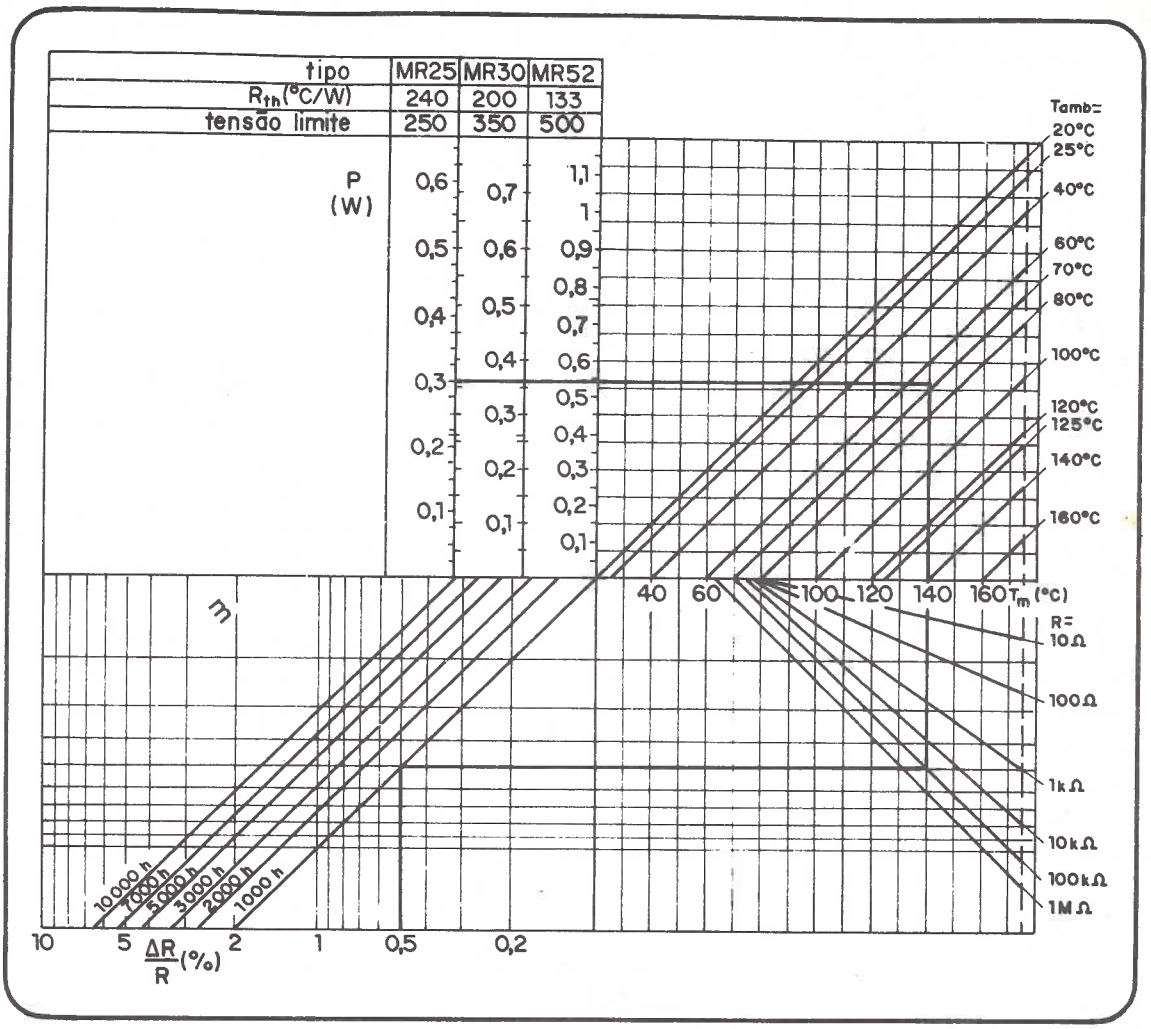


figura 3 b

vezes menor que o de filme de carbono (CR-52), possui, após 1000 h de operação uma estabilidade 3 vezes melhor.

Nota:- A título de exemplo, transcrevemos a seguir uma tabela de resistores especificados com relação a dissipação de potência nominal.

COEFICIENTE DE TEMPERATURA

No caso de resistores de filme de carbono damos como referência a fig. 4, já para os resistores de filme metálico podemos obter até $25.10^{-6}\ \Omega$ /ºC. Para termos uma idéia de ordem de grandeza, tomemos o resistor de filme de carbono CR-52, 100 k e T =110ºC. Supondo que o valor nominal seja garantido a 25ºC de temperatura ambiente e que a essa temperatura a dissipação no resistor seja desprezível, teremos uma variação de até -3,4%. Para o resistor de filme metálico MR-25, 100 kΩ e Tm = 140ºC teremos, sob as mesmas condições, uma variação da ordem de + 0,5%; torna-se então, bastante claro que para baixas tolerâncias, próximas a 1 ou 2%, o resistor indicado é o de filme metálico.

RUÍDO

Nos resistores de filme de carbono a referência é a figura 5. Para os resistores de filme metálico, teremos:

0,25 μV/V ou -12 dB para R 100kΩ
0,50 μ V/V ou -6 dB para R 10 kΩ

E aqui também podemos notar a superioridade dos resistores de filme metálico sobre os de carbono, pois para estes últimos, na faixa de 100 kΩ, a figura de ruído é igual ou superior 1 μ V/V ou 0 dB.

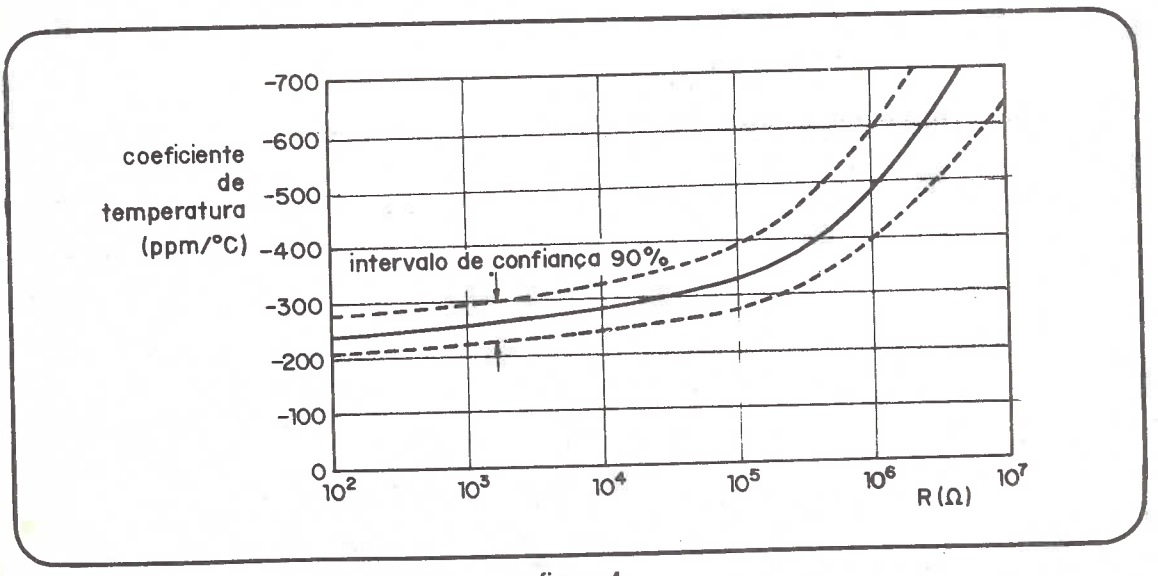


figura 4

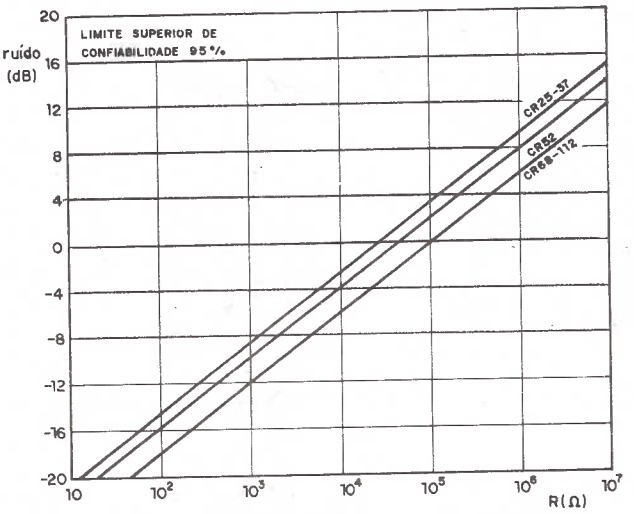


figura 5

OBS:- Colaboração da Constanta Eletrotécnica S/A.

ERRATA

Solicitamos aos leitores que façam as seguintes correções no artigo publicado no número anterior "Circuitos de Temporização .Portas TTL".

Pág. 19 - Na 5ª e 7ª linha onde se lê V_h leia-se V_H; e onde se lê V_l leia-se V_L.
Pág. 22 - A figura B é na realidade fig. 8.
Pág. 24 - Na fração t/RC deve-se ler - t/RC
Nas linhas 10, 12 e 18, após os valores 0,70, 1,2 e 0,80 falta a letra grega "tau"

Completa linha de resistores de carbono.

Em todo o Brasil você pode contar com a presença da Constanta e sua linha completa de resistores de carbono.

Nos tipos CR-25 (0,33 W*), CR-37 (0,5 W*), CR-52 (0,67 W*), CR-68 (1,15 W*) e CR-112 (2,5 W*), nas tolerâncias que você precisa (5 ou 2%) e nas embalagens mais convenientes: enfitados em carretéis, enfitados ou soltos em caixas.

(*) Potência máxima.

Além de cobrir o mercado interno, a Constanta também está presente no Canadá, Estados Unidos e toda a América Latina.

Quando pensar em resistores de carbono de qualidade comprovada, lembre-se do "atendimento total" da Constanta.

E peça pela marca.

CONSTANTA

ELETROTÉCNICA S.A.

Escritório de vendas: Rua Peixoto Gomide, 996 - 3.º andar - Tel.: 289-1722
Caixa Postal 1.980 - São Paulo SP

MICRO TRANSMISSOR DE FM: II

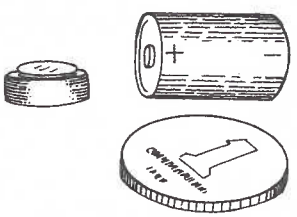
NEWTON C. BRAGA

MICRO TRANSMISSOR DE FM - Parte II

Na primeira parte deste artigo, fizemos algumas considerações sobre o princípio de funcionamento das emissoras de FM e dos receptores, mostrando as vantagens deste sistema em relação as emissões em amplitude modulada (AM). Como a finalidade deste artigo é descrever a montagem de um interessante micro-transmissor de FM de tamanho suficientemente reduzido para poder ser instalado até mesmo numa caixa de fósforos, passamos à parte prática, fazendo algumas considerações sobre a fonte de alimentação e dando instruções de como obter os componentes.

ALIMENTAÇÃO:

O alcance do micro-transmissor de FM depende bastante da tensão de alimentação. A partir de tensões de 1,5 volt ele já funciona e apresenta um alcance da ordem de 15 metros. As pilhas do tipo "pastilha" usadas em máquinas fotográficas ou calculadoras permitem a obtenção de uma montagem bastante compacta. (figura 1)



pilhas miniatura comparadas com uma moeda

figura 1

Para uma alimentação de 3 volts, obtida de duas pilhas pequenas ligadas em série de suporte apropriado, obtem-se uma alcance da ordem de 30 metros. A durabilidade das pilhas, no caso, será bastante grande, conforme pode ser atestado pelo consumo do aparelho, fornecido nas suas características técnicas. É claro, que o leitor que desejar aliar um bom alcance a um alto grau de miniaturização poderá ligar em série duas pilhas do tipo pastilha,

Para um alcance bem maior (respeitando as considerações feitas em relação ao uso) uma tensão de 6 a 9 volts pode ser usada. A tensão de 6 volts pode ser obtida da associação de 4 pilhas pequenas em série, e para o caso dos 9 volts, pode ser usada uma bateria.

Observação: não devem ser usadas tensões maiores que 9 volts pois estas podem danificar o transistor oscilador.

O QUE O LEITOR PRECISA PARA MONTÁ-LO:

A parte referente a obtenção dos componentes, ferramentas e montagem propriamente dita é feita de tal modo a permitir que até mesmo os mais inexperientes tenham êxito em concluí-la.

De posse da placa de fiação impressa, as ferramentas necessárias à montagem são as comuns para os trabalhos de eletrônica:

— Um ferro de soldar de pequena potência (figura 2) de no máximo 30 watts, de ponta fina (3 mm) do tipo usado para o trabalho com transistores e circuitos integrados

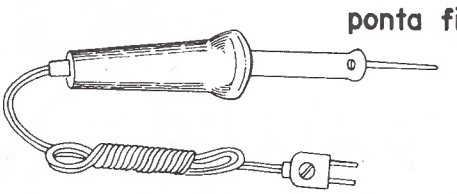


figura 2

— Solda de boa qualidade (60/40) de 0,8 ou 1 mm
— Um alicate de corte
— Um alicate de ponta

— Uma chave de fenda pequena

Além disso, é evidente que o leitor precisará dispôr de um receptor de FM. Recomendando isso na primeira parte deste artigo, demos ao leitor tempo suficiente de pensar em prividenciar um.

COMO FUNCIONA:

Temos duas etapas formando o circuito deste transmissor: uma etapa osciladora de alta frequência e uma etapa moduladora. (figura 3)

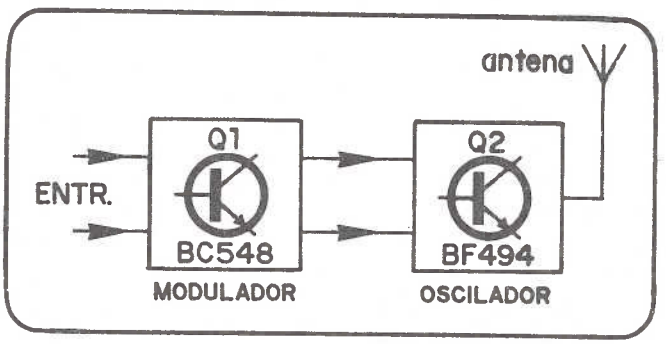


figura 3

A etapa osciladora de alta frequência é formada por um único transistor do tipo BF494 que gera um sinal de rádio frequência correspondente à faixa de FM (frequência modulada) entre 88 e 108 MHz, que será emitido pelo aparelho ao ser aplicado à sua antena.

As correntes de altas frequências, como é o caso, ao circularem por um condutor, como a antena, criam em seu redor uma "perturbação" eletromagnética que se propaga pelo espaço. São as denominadas "ondas de rádio" ou "ondas eletromagnéticas".

figura 4

Esta etapa é a mais crítica do aparelho, por sua elevada frequência de operação. Por esse motivo, quaisquer deficiências que possam ocorrer com a montagem podem afetar de modo sensível seu funcionamento. A simples aproximação da mão aos pontos críticos desta etapa pode modificar sua frequência de operação (figura 4).

A frequênciade operação desta etapa é determinada pelo circuito ressonante formado pela bobina L1 e pelo trimmer C3. O trimmer permite justamente que a frequência do oscilador seja deslocada sensivelmente, de modo a corresponder a um ponto em que não existam estações operando.

Em outras palavras, o trimmer é um componente dotado de um parafuso de ajuste (figura 5) onde deve ser determinado o ponto de funcionamento do transmissor de modo que seu sinal seja captado num local de rádio em que não haja nenhuma estação funcionando. Se o transmissor operar na mesma frequência de uma estação, conforme o caso, o sinal nem de um nem de outro poderá ser ouvido convenientemente, pois a interferência será mútua.

A etapa de modulação em frequência é menos crítica, constando também de um único transistor do tipo BC548. Na verdade, diversos são os transistores equivalen-

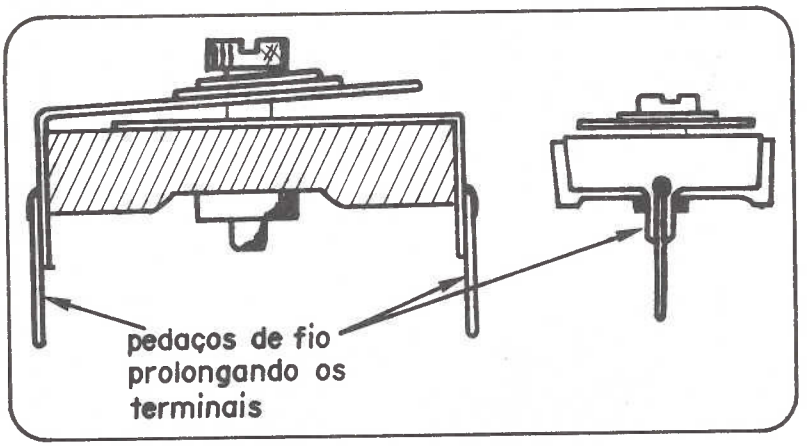


figura 5

tes que podem ser usados neste caso. O BC547, o BC549, o BC238, BC239 são exemplos típicos. Observando-se a ligação, já que o invólucro é diferente, também podem ser usados os BC107, BC108 e BC109 (figura 6).

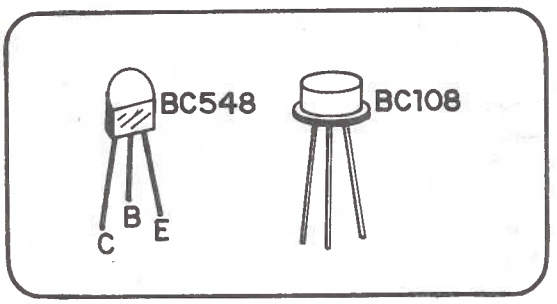


figura 6

Esta etapa tem por finalidade aplicar o sinal de baixa frequência proveniente do microfone (cápsula de cristal ou saída de um televisor) à portadora de rádio frequência gerada na outra etapa, modulando-a em frequência.

A etapa é projetada para operar com um microfone de cristal, por diversos motivos. O principal é entretanto o nível de sinal que estes mocrofones fornecem, relativamente alto, não se necessitando de uma amplificação muito grande para obter boa modulação. Outro motivo importante é a possibilidade de usar como microfone um fone de cristal, que pelo seu reduzido tamanho permite o máximo de miniaturização para o aparelho (figura 7).

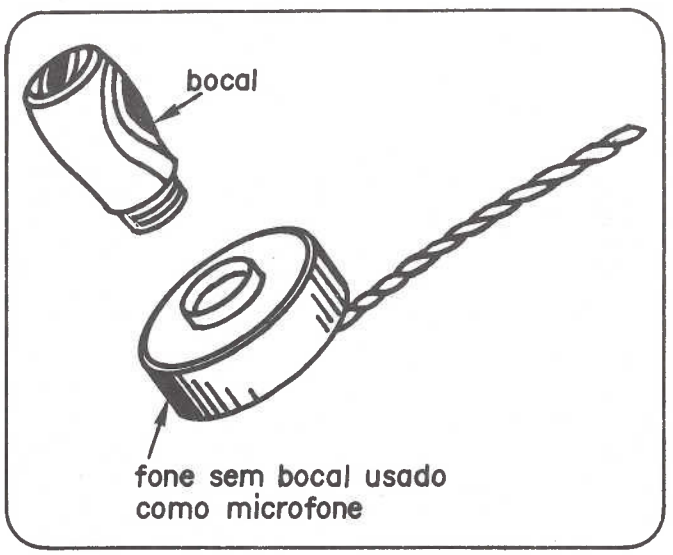


figura 7

OBTENÇÃO DOS COMPONENTES

A obtenção dos componentes para a montagem deste micro-transmissor não oferece maiores dificuldades, pois todos são comuns em nosso mercado. Os transistores, o microfone e os demais componentes, na sua maioria são de fabricação nacional e empregados em diversos equipamentos comerciais (rádios, televisores, etc) existindo portando um bom estoque à disposição no mercado de reposição.

Em São Paulo e no Rio de Janeiro, o leitor não terá dificuldades para a obtenção de todo o material. Assim, caso o leitor residir no interior e na sua cidade não existir uma casa de material que possua todos os componentes para esta montagem, deve procurar, por intermédio de alguém que venha para estas cidades pedir o que lhe falta. (figura 8)

figura 8

Conforme o caso, entretanto, existe a possibilidade do emprego de equivalentes, o que só deve ser feito após uma consulta a alguém que realmente entenda do assunto.

Pela lista de material, o leitor já pode providenciar o material básico:

LISTA DE MATERIAL:

Q1 - Transistor BC548 (podem ser usados os equivalentes BC547, BC549 BC237, BC238, etc)
Q2 - Transistor BF494
C1 - 0,05 μF ou 0,1 F - capacitor de cerâmica miniatura
C2 - 0,005 μF ou 0,0047 F - capacitor de poliester metalizados (amarelo, violeta, vermelho)
C3 - Trimmer (ver texto)
C4 - 5,6 pF - capacitor de mica ou cerâmica.
C5 - 0,0047 μF - capacitor de poliester metalizado (amarelo, violeta, vermelho).
R1 - 10 kΩ x 1/8 watt - resistor de carvão (marrom, preto, laranja).
R2 - 2,2 MΩ x 1/8 watt - resistor de carvão (vermelho, vermelho, verde).
R3 - 4,7 kΩ x 1/8 watt - resistor de carvão (amarelo, violeta vermelho).
R4 - 47Ω x 1/8 watt - resistor de carvão (amarelo, violeta, preto).
R5 - 3,3 kΩ x 1/8 watt - resistor de carvão (laranja, laranja, vermelho).
M - microfone de cristal (ver texto)
B1 - Bateria (ver texto).

Diversos: fio rigido para a antena; caixa para a instalação, suporte para as pilhas; interruptor, etc.

OS TRANSISTORES Q1 E Q2

Os transistores Q1 e Q2 são os elementos ativos deste circuito, dividindo entre sí a função de gerar o sinal de RF e modular o sinal.

Para o oscilador de RF é usado um transistor plástico do tipo BF494 que pode inclusive alcançar freqüências bem mais elevadas que as correspondentes à faixa de FM. Esse transistor é de modelo relativamente recente, podendo no entanto ser encontrado com facilidade em nosso mercado. Não deve ser empregado substituto.

O transistor empregado como pré-amplificador de áudio e modulador é de tipo bastante comum. Se bem que o recomendado seja o BC548, diversos são os equivalentes que podem ser utilizados com êxito. Citamos por exemplo o BC238, BC237 que possui mesmo invólucro. Para o caso do BC107, BC108, BC109, se forem usados, deve ser observada a disposição de seus terminais.

O TRIMMER:

O capacitor C3 é do tipo ajustável (trimmer) podendo ser encontrado com bastante facilidade em qualquer casa de material eletrônico. A única observação a ser feita é em relação ao tamanho deste componente já que existem diversos, devendo ser escolhido o menor, que se encaixa no espaço a ele destinado conforme teremos oportunidade de ver.

OS RESISTORES

Todos os resistores empregados nesté montagem são de carbono de 1/8 watt, mas se houver problemas para obtenção, um ou outro pode ser de 1/4 watt e até mesmo 1/2 watt, desde que haja espaço suficiente para sua colocação e isso não prejudique o tamanho final da montagem. Lembramos que os resistores de 1/4 e 1/2 watt são bem maiores que os de 1/8 watt (figura 9).

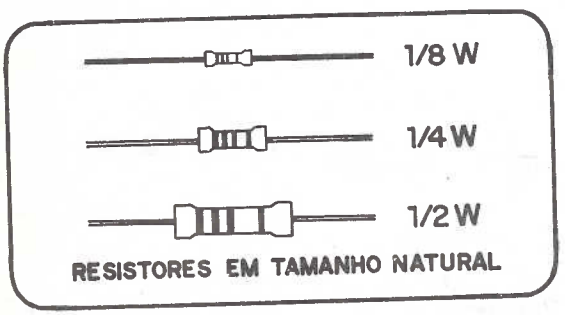


figura 9

A tolerância desses resistores também não é crítica, podendo ser de 20 ou 10% (anel prateado ou sem anel).

OS CAPACITORES

C4 deve ser de mica ou cerâmica de boa qualidade, não sendo crítico seu valor que pode estar entre 2,7 e 10 pF, sem problemas. Seu tamanho apenas, deve ser escolhido de tal modo a poder ser instalado no espaço que lhe é destinado.

C1, C2 e C5 são todos de poliester metalizado, devendo estes serem identificados pelo código de cores. A leitura e feita a partir da parte superior em direção aos terminais. Também não são críticos, podendo ser substituídos por tipos de policarbonato, óleo, etc. Sua tensão de trabalho também não é importante neste circuito.

O MICROFONE

Este componente oferece diversas opções que devem ser estudadas com antecedência em função da finalidade que se deseja dar ao transmissor.

Para o caso de uma montagem compacta ao máximo, pode ser usado como microfone um fone de cristal. Devemos observar que os fones usados em rádios portáteis e gravadores, na sua maioria são magnéticos de baixa impedância, não oferecendo possibilidade de serem usados com microfone neste circuito. A não ser que o leitor tenha certeza que o fone de que dispõe seja de cristal, deve procurar adquirir um para esta finalidade.

Uma observação importante que deve ser feita em relação a utilização de um fone como microfone é em relação à sensibilidade e à resposta de freqüência. Como o diagrama do fone é menor e sua rigidez é calculada para operar como fone, sua sensibilidade é menor do que se fosse usado um microfone, mas mesmo assim suficientemente boa para permitir o uso do aparelho em escuta à distância. Por outro lado, o tamanho reduzido do diagrama faz com que haja uma tendência de haver uma melhor resposta aos agudos do que aos graves de modo que o som pode tender a ser estridente. Isso entretanto pode ser corrigido pela ligação em paralelo com o fone de um capacitor cujo valor deverá estar compreendido entre 100 pF e 1 000 pF.

Para o caso da utilização de cápsulas de cristal para microfone, como estas são maiores, a sensibilidade é bem melhor, e também a resposta de freqüência. O leitor que experimentar as duas possibilidades observará a diferença. Entretanto, as cápsulas existentes no comércio são de tamanho relativamente grande, com o que a miniaturização da montagem poderá ficar sensivelmente prejudicada (figura 10).

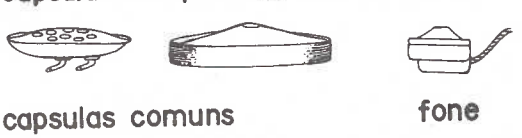


figura 10

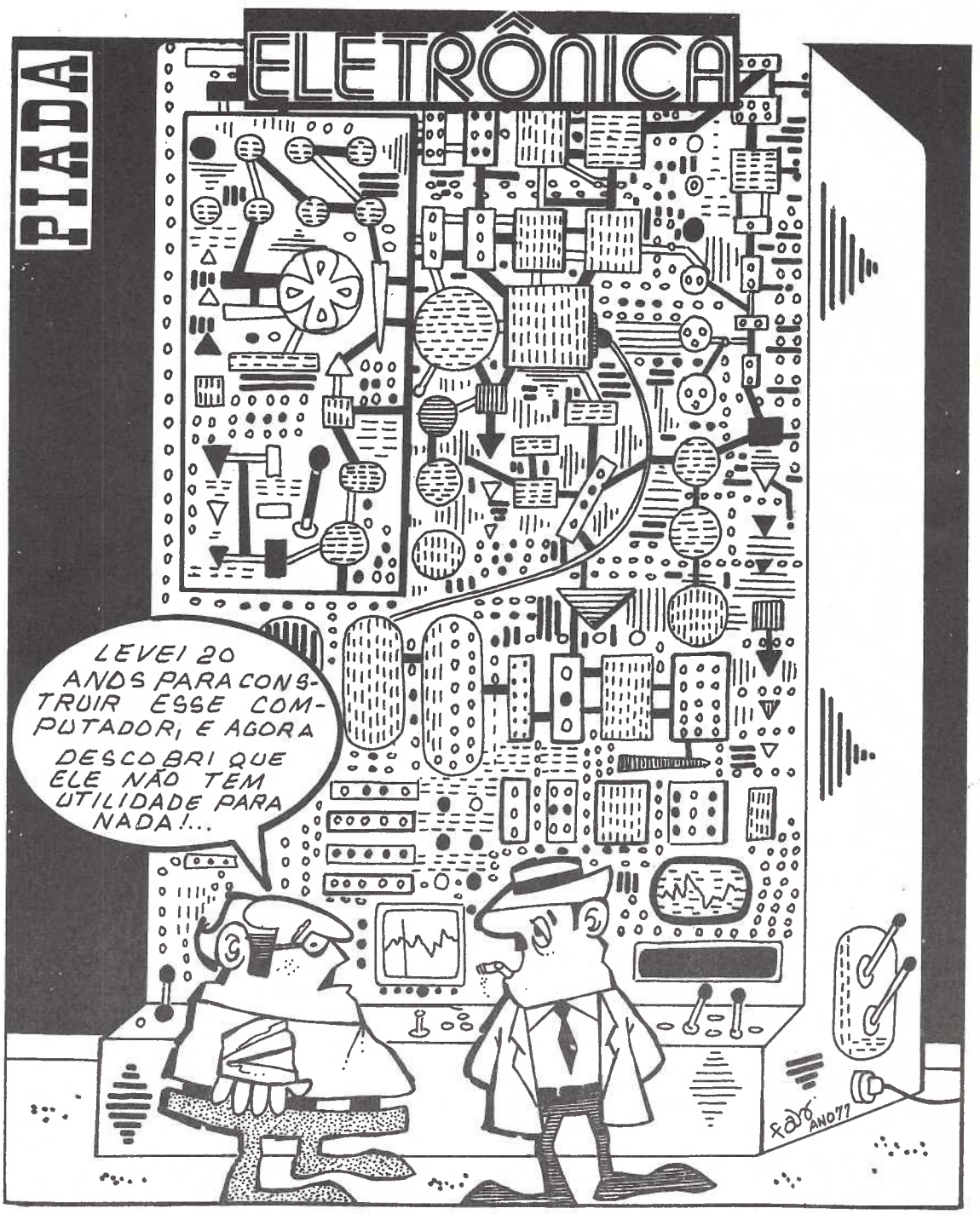
Para o caso da instalação do transmissor numa caixa maior, se houver possibilidade, o tipo ideal de microfone será o de cristal com cápsula grande.

Devemos observar que em ambos os casos (fone ou microfone) deve-se tomar as devidas precauções para que a umidade e o calor não possam afetar o cristal, que é extremamente sensivel a isso. O próprio falar muito perto pode significar a produção de respingos de umidade que podem, em pouco tempo, estragar o cristal (isto será notado pelas distorções produzidas

no som e pelo baixo volume). O cristal deve portanto ser devidamente protegido por meio de um pedaço de tecido poroso ou qualquer outro recurso. Para o caso da escuta clandestina em que não se fala perto do microfone, esta precaução não precisa ser tomada.

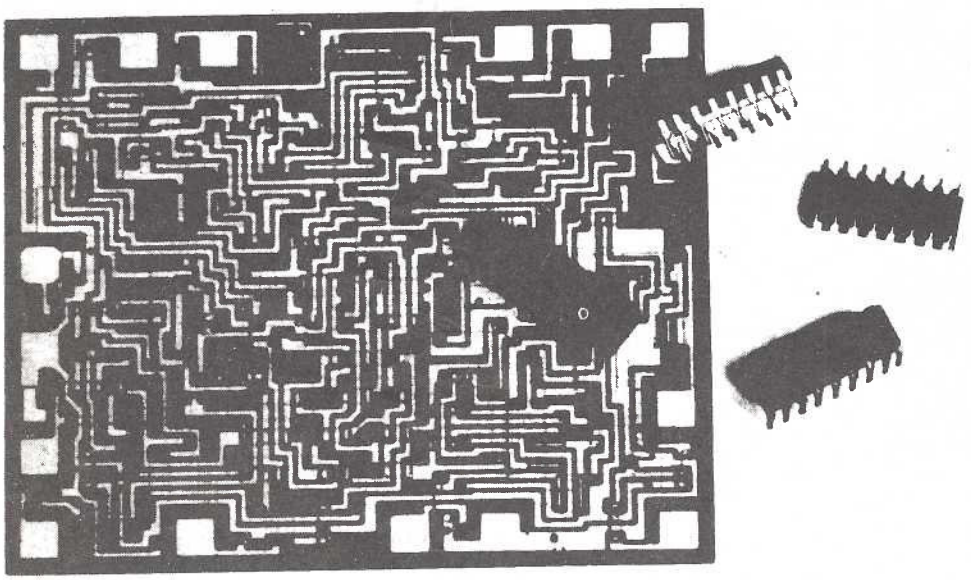
Se o transmissor for usado como oscilador fonográfico, uma das possibilidades que citamos na primeira parte do artigo, a única recomendação a ser feita é em relação a cápsula do toca-discos, que deve ser cristal.

No próximo número descrevemos a parte final da montagem, com a placa de circuito impresso, o procedimento para colocação dos componentes, os ajustes e o uso do micro-transmissor.



COS-MOS CONCEITOS E CONSIDERAÇÕES — IV

PAULO CESAR MALDONADO

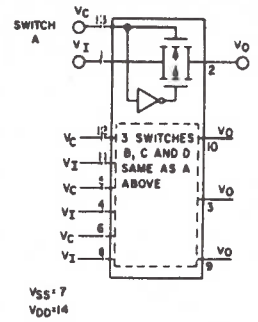


Prosseguindo com esta série de artigos, que visam levar ao leitor o máximo de informações sobre os circuitos lógicos do tipo COS-MOS, focalizamos mais alguns tipos, analisando também suas funções.

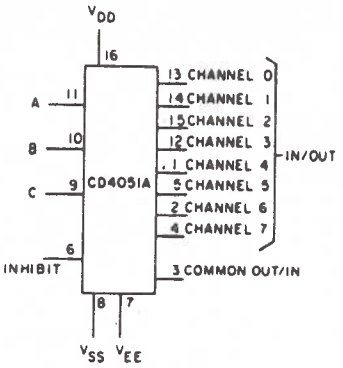
MULTIPLEXADORES

A palavra "multiplexação" tem por significado a transmissão de um certo número de diferentes sinais simultaneamente por meio de um único circuito. Também pode ser usado este termo como o processo de se utilizar um único dispositivo para diversas finalidades. Operando em sistemas de eletrônica digital, pode-se ter a necessidade de retirar sinais provenientes de diversas fontes e enviá-los através de um único canal. Do mesmo modo, pode-se ter a necessidade de distribuir um certo número de sinais provenientes de um único circuito entre diversos outros.

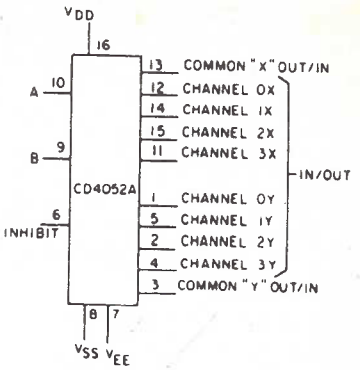
São os seguintes os circuitos integrados COS-MOS encontrados para a função multiplexadora:



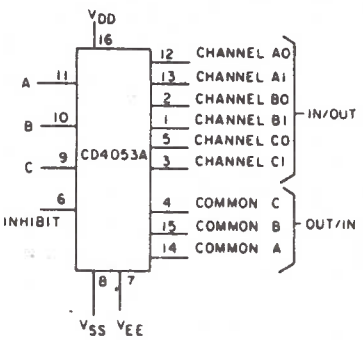
CD4016A
Quad Bilateral Switch



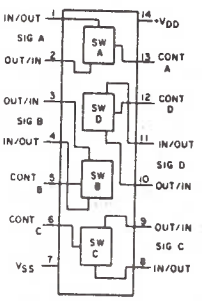
CD4051A Preliminary
Single 8-Channel



CD4052A Preliminary
Differential 4-Channel

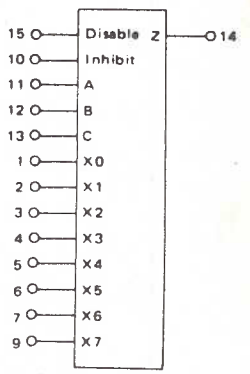


CD4053APreliminary
Triple 2-Channel

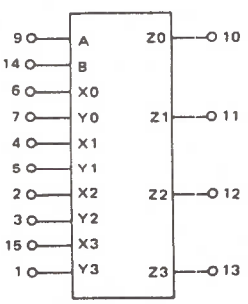


CD4066A Preliminary
Quad Bilateral Switch

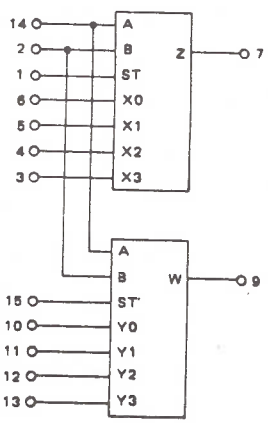
MC14512
8-Channel Data Selector



MC14519
4-Bit AND/OR Selector



MC14539
Dual 4-Channel Data Selector/Multiplexer



FUNÇÕES ESPECIAIS

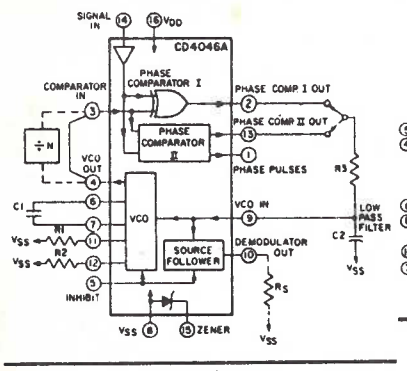
São muitas as funções especiais que podem ser encontradas em sistemas lógicos digitais.

Entre elas, encontramos os PLL (Phase Locked Loop) que podem ser utilizados para diversas finalidades, e cujo princípio de funcionamento pode ser melhor compreendido pelo artigo publicado na revista anterior.

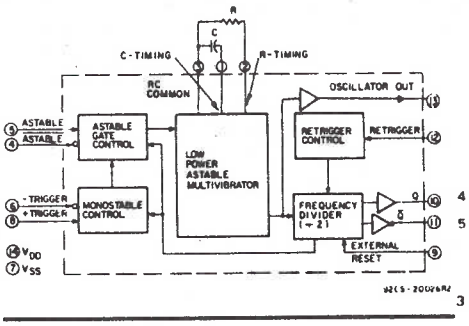
Temos também multivibradores monoestáveis que são circuitos em que o estado lógico volta ao inicial decorrido certo intervalo de tempo que pode ser ajustado externamente em função da constante RC do circuito. Recebendo um pulso, este circuito muda de estado, para em seguida, decorrido determinado intervalo de tempo, voltar à situação inicial.

Outra função importante é o Schmitt Trigger, que nos permite a obtenção de pulsos retangulares compatíveis com os circuitos lógicos a partir de pulsos de outros formatos e durações.

São os seguintes os circuitos que enquadramos como "Funções Especiais".

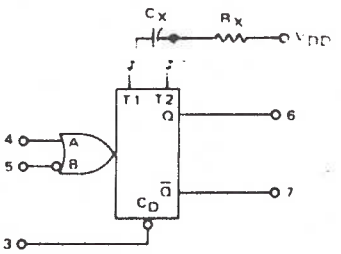


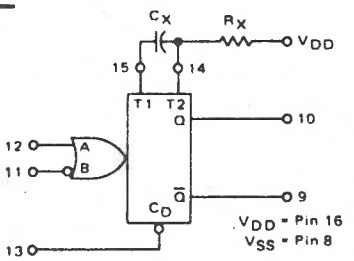
CD4046A
Phase-Locked Loop



CD4047A
Monostable/Astable
Multivibrator

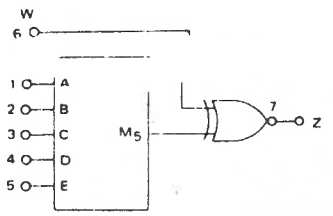
MC14528
Dual Retriggerable/Resettable Monostable Multivibrator



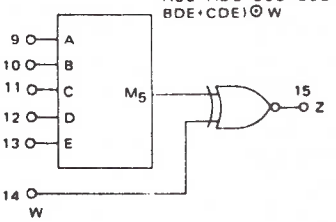


R_X and C_X are external components.

MC14530
Dual 5-Input Majority Logic Gate



$Z = M_5 \odot W$ (ABC+ABD+ABE+ACD+ACE+ADE+BCD+BCE+BDE+CDE) $\odot$ W

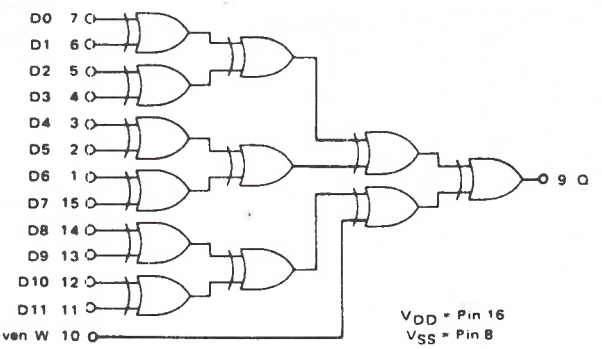


*M_5 is a logical "1" if any three or more inputs are logical "1"

$\odot$ ≡ Exclusive NOR ≡ $\overline{\text{Exclusive OR}}$

V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

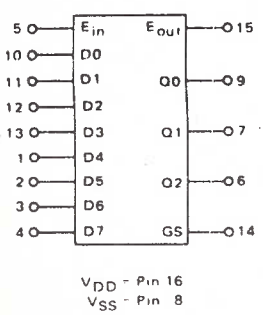
MC14531
12-Bit Parity Tree



$Q = D0 \oplus D1 \oplus D2 \oplus \ldots \oplus D11 \oplus W$

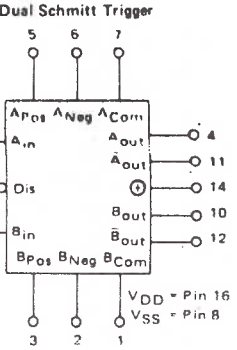
V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

MC14532
8-Bit Priority Encoder



V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

MC14583
Dual Schmitt Trigger

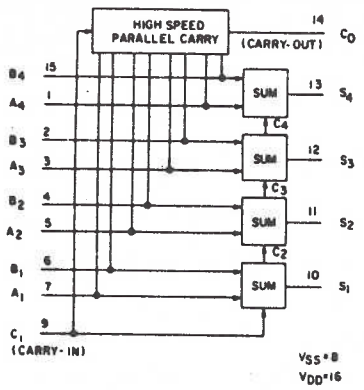


V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

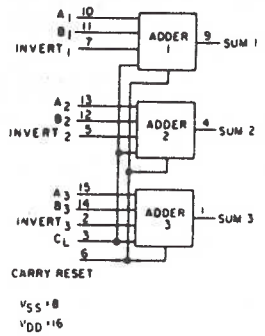
CIRCUITOS ARITMÉTICOS

Os circuitos aritméticos são capazes de realizar uma operação aritmética em binário, como por exemplo uma soma. Um exemplo de circuito desse tipo é o "full adder". Quando se realiza a soma de um número de diversos dígitos, os excessos (vai um) de cada adição feita, devem ser considerados na adição dos algarismos seguintes. O "full adder" tem justamente essa capacidade, realizando a soma de um número binário, mas considerando também os excessos.

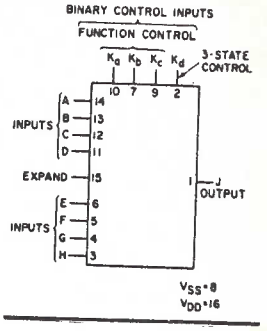
Outras funções mais complexas podem ser encontradas, como se pode verificar pelos diagramas dos circuitos enquadrados neste grupo:



CD4008A
Four Bit Full Adder with Parallel Carry Out

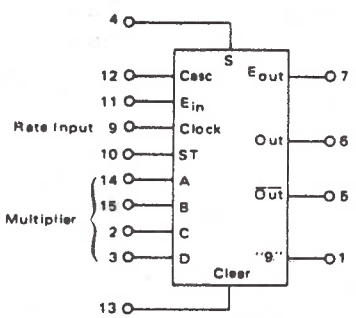


CD4032A
Triple Serial Adder (+Logic Version) With Internal Carry

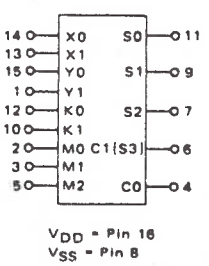


CD4048A
Multifunctional Expandable 8-Input Gate (3 Output States)

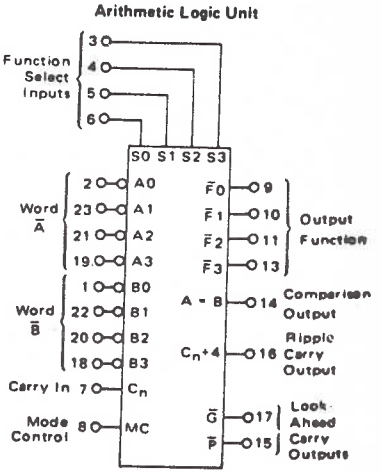
MC14527
BCD Rate Multiplier



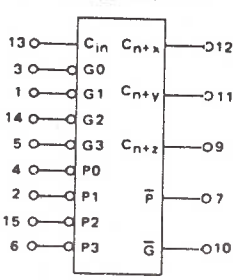
MC14554
2 x 2-Bit Parallel Binary Multiplier



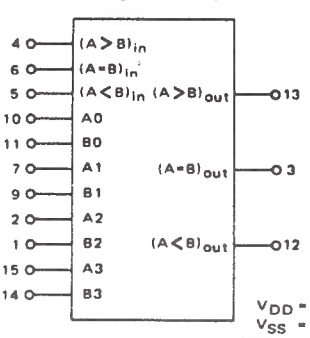
MC14581
Arithmetic Logic Unit



MC14582
Look-Ahead Carry Block



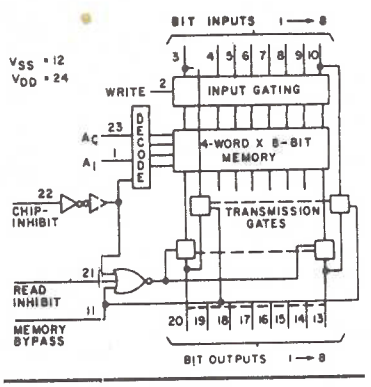
MC14585
4-Bit Magnitude Comparator



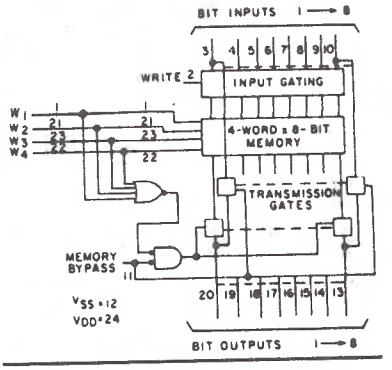
MEMÓRIAS

As memórias ocupam uma posição de grande importâncias entre as funções lógicas, pois permitem a armazenagem de informações que podem ser utilizadas sob diversas circunstâncias. Podem ser usadas para armazenar uma informação até que outra necessária a resolução de um problema seja obtida pelo mesmo circuito, armazenar constantes que podem ser usadas em operações subseqüentes, etc.

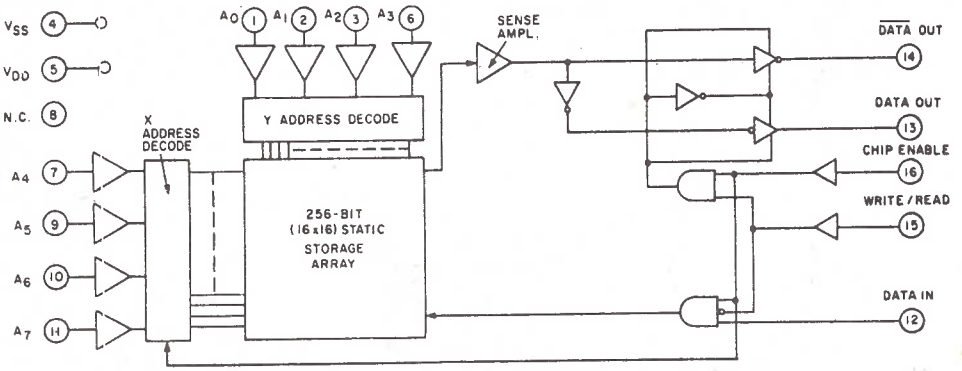
São as seguintes as memórias disponíveis para os circuitos lógicos COS-MOS:



CD4036A
4-Word X 8-Bit (Binary Addressing)

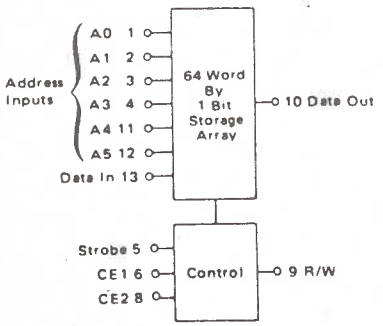


CD4039A
4-Word X 8-Bit (Direct Word-Line Addressing)



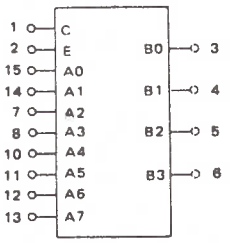
CD4061A
256-Word by 1-Bit Static Random Acces

MCM14505
64-Bit Static Random Access Memory



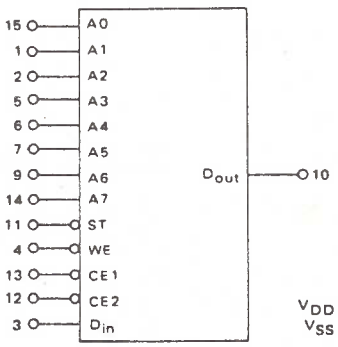
V_{DD} = Pin 14
V_{SS} = Pin 7

MCM14524
1024-Bit Read Only Memory



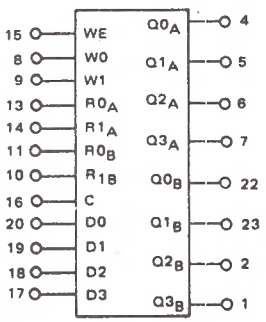
V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

MCM14537
256-Bit Static Random Access Memory



V_{DD} = Pin 16
V_{SS} = Pin 8

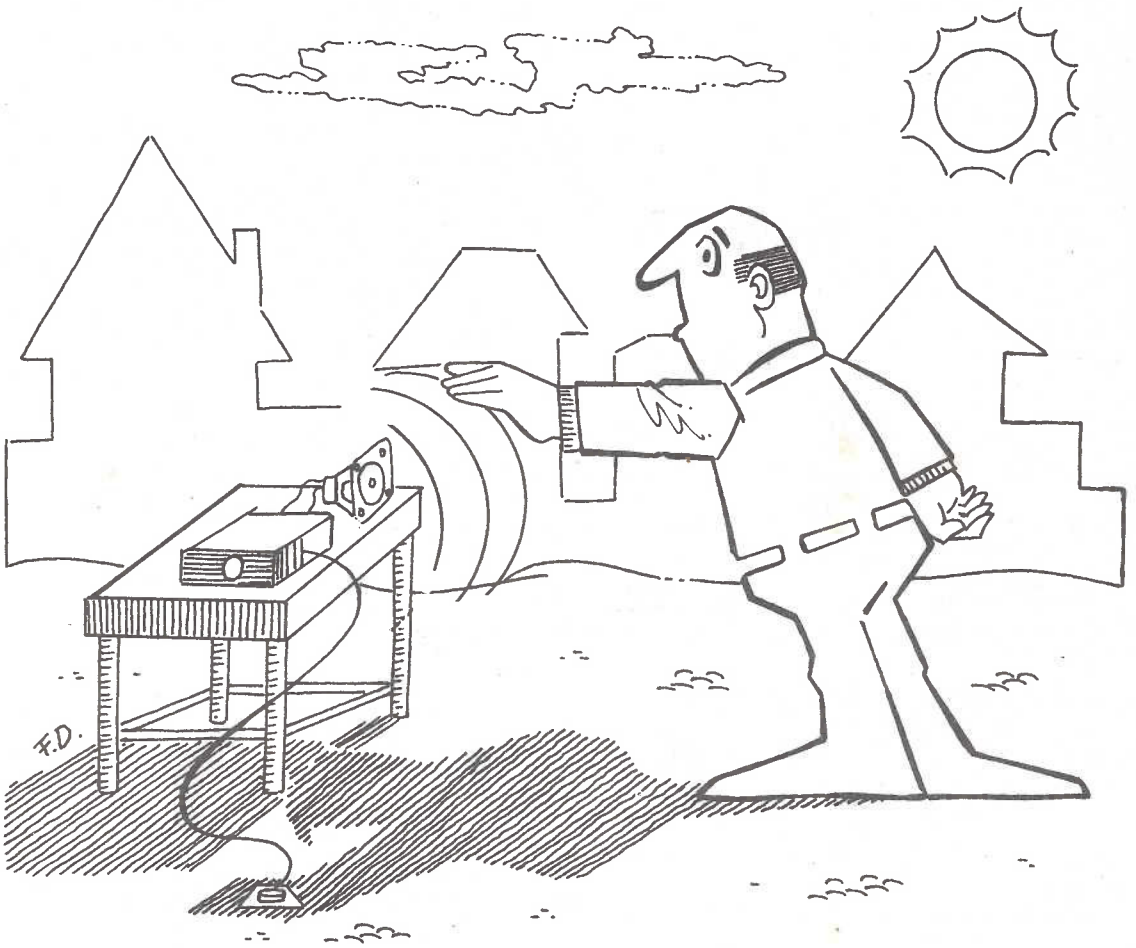
MC14580
4 x 4 Multiport Register



3 State A = Pin 3
3 State B = Pin 21

V_{DD} = Pin 24
V_{SS} = Pin 12

ALARME CONTROLADO PELA LUZ



Eis aqui um circuito muito simples que pode ser montado por qualquer principiante e que produz sons que dependem da iluminação a que um dispositivo sensível é submetido.

Sugerimos a montagem deste circuito, principalmente aos estudantes, amadores, e professores que poderão utilizá-lo para:

- Demonstrações em feiras de ciências
- Ilustração de aulas de física ou eletrônica que versem sobre dispositivos foto-sensíveis.
- Sistema de alarme experimental

Os sons produzidos pelo oscilador, se bem que não sejam dos mais fortes podem ser aplicados a um alto-falante com bons resultados.

Os LDRs (Light Dependent Resistor ou Resistores Sensíveis à Luz) são dispositivos que se caracterizam por apresentar uma resistência elétrica que depende do gráu de iluminação que recebem numa superfície sensível. Os LDRs mais comuns são os de sulfeto de cádmio (figura 1) que encontram diversas aplicações práticas como em alarmes, interruptores acionados por luz, controles automaticos de luminosidade e iluminação, etc.

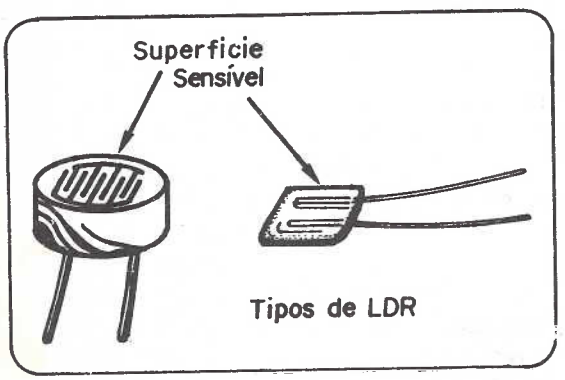


figura 1

Neste artigo utilizaremos um LDR para controlar a constante de tempo de um oscilador de relaxação de modo que a frequência dos sons produzidos por este oscilador estará diretamente vinculado à luz incidente no componente sensível.

Os sons produzidos pelo oscilador em função da luz poderão ser ouvidos com a utilização de uma etapa de amplificação e um pequeno alto-falante, com o que o aparelho poderá ser utilizado com diversas finalidades práticas, entre elas as seguintes:

Os estudantes poderão montar este circuito como trabalho prático ou ainda para uma feira de ciências, explorando as propriedades elétricas dos elementos foto-sensíveis. Os alunos poderão explicar como a luz pode alterar a condutividade de um material pela libertação de elétrons , analisando também o comportamento das foto-células (efeito fotoelétrico) - figura 2.

Os professores de eletrônica ou física poderão usá-lo para ilustrar aulas sobre aplicações de dispositivos foto-sensíveis, explicando o efeito-foto-elétrico, mostrando a natureza energética da luz, etc.

Experimentalmente, o leitor pode montar este aparelho para usá-lo como interes-

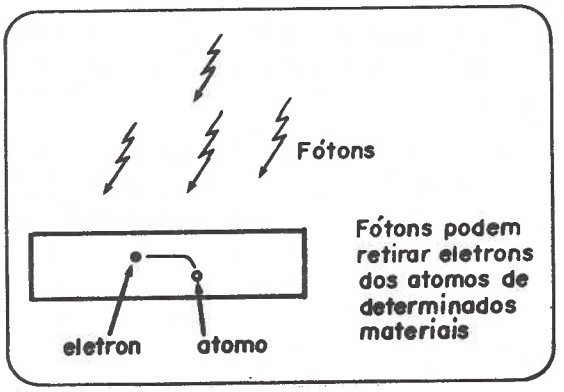


figura 2

sante detector experimental de luz e sombra, para verificar pessoalmente o funcionamento dos LDRs e dos circuitos osciladores, ou ainda em algumas brincadeiras e demonstrações que poderão ser feitas para seus amigos que os impressionarão por seu gênio inventivo. (figura 3).

figura 3

Todo o material empregado nesta montagem encontra-se com facilidade em nosso mercado eletrônico por se tratar de componentes comuns e muitos de fabricação nacional. Como a montagem é bastante simples e opta-se pela técnica de fixação dos componentes em ponte de terminais isolados, desde que o leitor tenha um bom soldador,e siga à risca as instruções que daremos, mesmo sem experiência prévia em eletrônica poderá ter êxito na elaboração deste projeto.

COMO FUNCIONA:

O LDR, conforme tivemos oportunidade de analisar na introdução, é um componente, um resistor, cuja resistência depen-

de da quantidade de luz que incide numa superfície sensível. No escuro, poucos elétrons dessa substância que forma sua superfície sensível são liberados e a corrente não pode circular com facilidades através desse componente. Ele apresenta portanto, uma resistência bastante elevada que em alguns casos chega a ser da ordem de 1.000.000Ω. Quando incide luz em sua superfície sensível, são liberados elétrons e a corrente pode circular com mais facilidade pelo componente, o que significa que ele passa a apresentar uma resistência elétrica muito menor. Em alguns casos, para os LDRs comuns, essa resistência a iluminação forte, chega a ser inferior a 1000 Ω (figura 4).

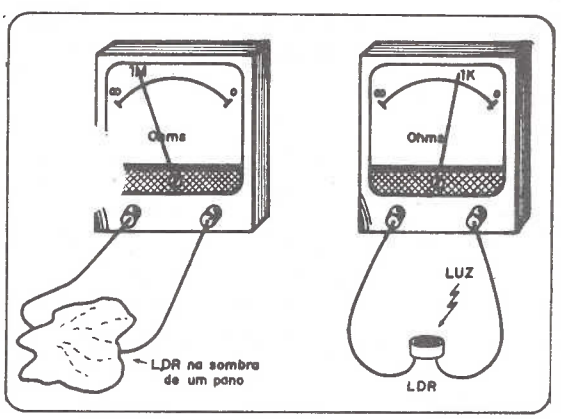


figura 4

Perceba o leitor que a diferença de resistência apresentada pelo LDR quando no escuro e no claro é muito grande (mais de 1 000 vezes) o que significa uma grande sensibilidade à luz. Por esse motivo, os LDRs tem sido empregados com grande eficiência em muitos dispositivos de controle e detecção de luz tais como alarmes, interruptores acionados por luz, detectores de luz, e até mesmo na medida da intensidade da luz, ou seja, em fotômetros.

No nosso circuito, portanto, o LDR atua como elemento sensível à luz, transformando a informação de sua intensidade, numa resistência, ou seja, numa intensidade de corrente que pode influir diretamente na operação do oscilador.

O oscilador empregado nesta montagem é um oscilador de relaxação com transistor unijunção. Pela frequência com que temos utilizado esta configuração ela já é bem conhecida dos nossos leitores que acompanham a revista assiduamente. Para os novos, ou os ainda não se interessaram pelo assunto, aqui vai uma explicação:

O transistor unijunção (figura 5) opera como um interruptor acionado por uma tensão elétrica. Quando a tensão em seu terminal denominado "emissor" (E) atinge certo valor, o TUJ, transistor unijunção, dispara, conduzindo a corrente intensamente. Se ao eletrodo de emissor ligarmos um resistor em série com um capacitor (figura 6), o capacitor se carregará através do resistor de modo que em determinado momento a tensão de disparo do TUJ seja atingida, e com isso o capacitor se descarrega através do transistor. Pois bem, a velocidade da carga e descarga do capacitor determina a frequência do oscilador, ou seja, a tonalidade do som produzido e essa frequencia pode ser controlada tanto em função do valor do capacitor como pelo valor do resistor. No nosso circuito prático, o resistor e portanto o componente que determina a frequência é o LDR, pois o capacitor é fixo, de modo que, a frequência do som será diretamente dependente da intensidade da luz que incide sobre o LDR.

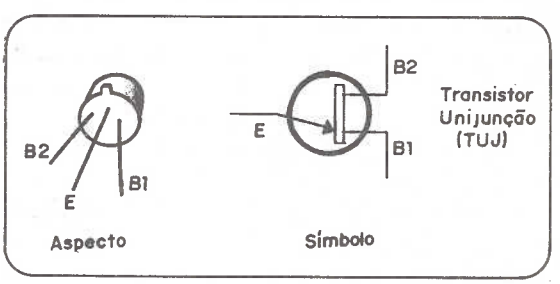


figura 5

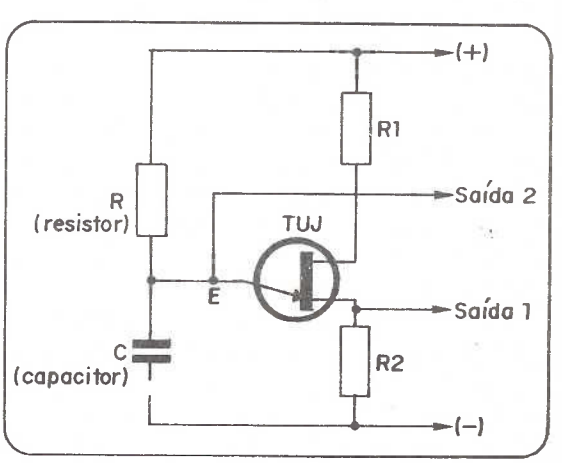


figura 6

Quando o LDR receber maior intensidade de iluminação, sua resistência será menor, e o capacitor se carregará e descarregará mais rapidamente, ou seja, a frequência do oscilador será mais elevada e os sons produzidos serão mais agudos.

Quando o LDR receber menor intensidade de luz, sua resistência será maior e o capacitor se carregará mais devagar. Consequentemente, a frequência do oscilador será reduzida e os sons mais graves. Em alguns casos, fazendo-se uma boa sombra sobre o LDR, o som chega a se constituir de pulsos isolados separados por até alguns segundos. (figura 7).

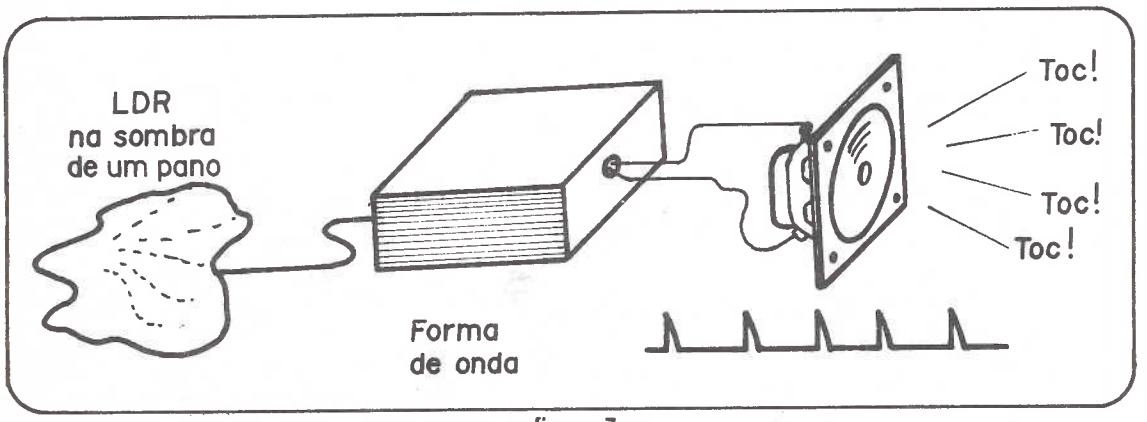


figura 7

Além do LDR e do TUJ, temos um transistor adicional que é utilizado com a finalidade de amplificar o sinal produzido pelo oscilador, que não teria condições de excitar satisfatoriamente um alto-falante. Com isso obtém-se um volume razoável, suficiente para a aplicação experimental a que se destina esse aparelho.

MONTAGEM:

Além do material que consta da lista no final do artigo, o leitor necessitará de algumas ferramentas que são comuns em oficinas de eletrônica: um ferro de soldar de pequena potência (máximo 30 W); solda de boa qualidade, um alicate de ponta, um alicate de corte e uma chave de fenda pequena.

OSCILADOR CONTROLADO PELA LUZ

Para facilitar ao principiante, a montagem é feita utilizando-se como base uma ponte de terminais isolados a qual pode ser fixada numa base de madeira ou qualquer outro material isolante. Essa ponte de terminais pode ser adquirida em pedaços de meio ou um metro, podendo ser cortadas de acordo com o tamanho que se necessitar. Para uma montagem mais compacta, recomenda-se a utilização de pontes de terminais miniatura em que a distância entre os terminais é da ordem de 8 mm.

O alto-falante o suporte de pilhas e o LDR são os únicos componentes que não são fixados na ponte de terminais.

O montador deve guiar-se pela figura 8, em que damos a disposição dos componentes na ponte de terminais, assim como as demais ligações, e ao mesmo tempo deve também observar o diagrama dado na figura 9, de modo a familiarizar-se com os símbolos empregados em eletrônica.

O máximo de cuidado deve ser tomado com a soldagem do transistor unijunção (TUJ), cuja posição, conforme indica a figura, é tal que o pequeno ressalto existente em seu invólucro fica voltado para cima e ligeiramente para a esquerda.

O transistor Q1 também deve ter sua posição de soldagem rigorosamente observada: a sua parte achatada deve ficar voltada para cima, conforme mostra a figura.

O LDR por sua vez, ao ser soldado não deve receber calor excessivo. A soldagem deve portanto ser feita rapidamente e, se possível bem longe de seu corpo; pode ser usado um alicate de ponta para segurar o terminal no momento em que essa soldagem for feita, para evitar que o calor se propague pelo fio. (figura 10).

A polaridade da fonte de alimentação é outro fator a ser observado. O suporte de pilha possui dois fios de cores diferentes

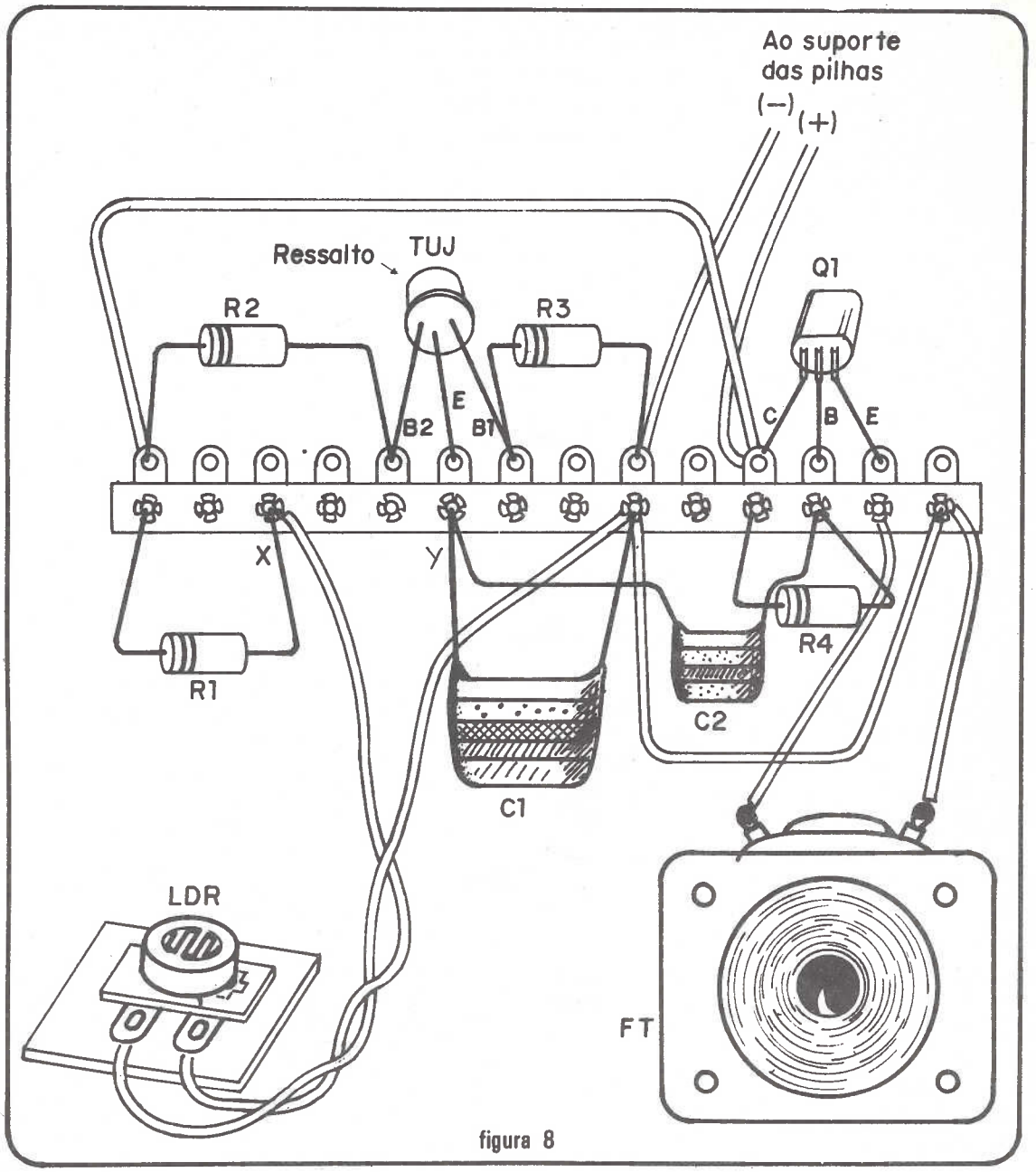


figura 8

que indicam a polaridade da energia, ou seja, a maneira como são ligadas as pilhas internamente. A posição correta, positivo e negativo, deve ser observada, pois qualquer inversão será prejudicial ao aparelho.

Caso o leitor queira completar a montagem de maneira melhor, poderá instalar a ponte de terminais em uma caixa e utilizar um interruptor para ligar e desligar a fonte de alimentação. Essa caixa deve também possuir orifícios para a saída do som do alto-falante; o LDR deve ser ligado externamente ao circuito por meio de um cabo longo (entre meio e um metro).

AJUSTES E USO

Nenhum ajuste é necessário para a colocação deste aparelho em funcionamento. Terminada a montagem, confira todas as ligações e se tudo estiver certo, coloque as pilhas no suporte.

Conforme a iluminação ambiente, o aparelho deverá imediatamente começar a emitir um som de determinada tonalidade.

Se o leitor fizer sombra com a mão sobre o LDR, verificará que a tonalidade do som modificará, pois este se tornará mais grave. Conforme a sombra, ou seja, a distân-

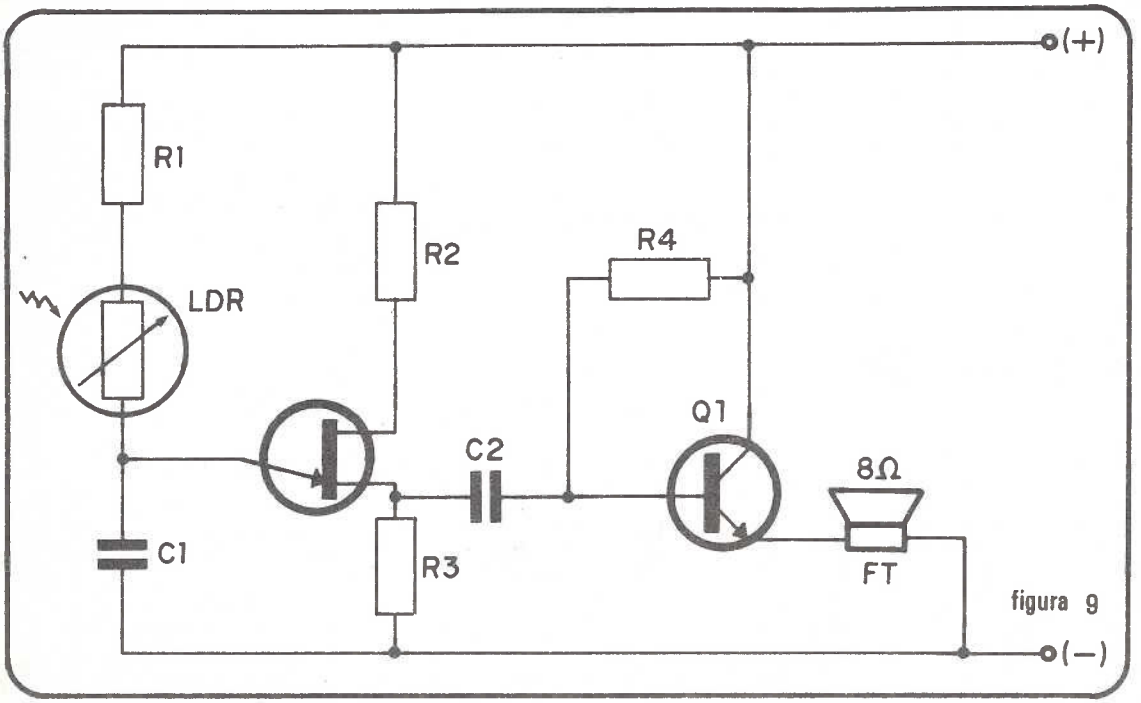


figura 9

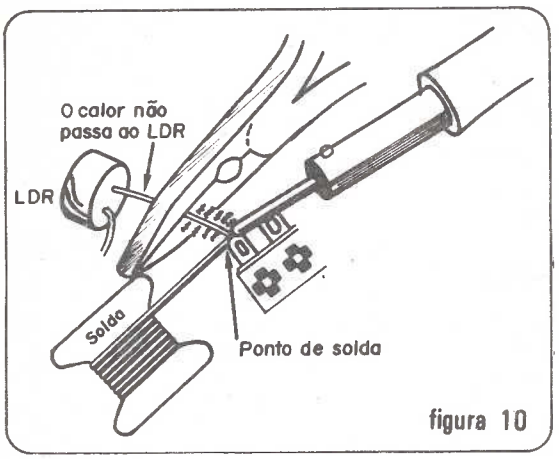


figura 10

cia em que for colocada a mão na frente do LDR, será a tonalidade do som emitido.

Uma modificação que pode ser realizada neste circuito de modo a se obter um comportamento diferente consiste em desligar o LDR da posição em que se encontra na ponte, ou seja, desligar-se o fio do ponto X e ligá-lo ao ponto Y.

Nestas condições, um potenciômetro de 100 k deverá ser ligado entre o ponto X e o ponto correspondente ao emissor do TUJ (Terminal E).

Ajustando o potenciômetro pode-se fazer com que o oscilador torne seu som mais agudo quando a luz incidir no LDR e não quando se fizer sombra, ou seja, um comportamento "ao contrário". O som poderá inclusive cessar quando houver iluminação e voltar na sombra, possibilitando o uso do oscilador como um interessante alarme experimental.

O ajuste do potenciômetro, evidentemente, dependerá muito da iluminação ambiente, devendo ser obtido experimentalmente.

LISTAS DE MATERIAL:

TUJ — transistor unijunção 2N2646 ou equivalente
Q1 — BC548, BC238, transistor bipolar
R1 — 1 kΩ x 1/2 W - resistor de carvão (marrom, preto, vermelho)
R2 — 470 Ω x 1/2 W - resistor de carvão (amarelo, violeta, marrom)
R3 — 100 Ω x 1/2 W - resistor de carvão (marrom, preto, marrom)
R4 — 470 kΩ x 1/2 W - resistor de carvão (amarelo, violeta, amarelo)
C1 — 0,1 μF (100nF) - capacitor de poliester (marrom, preto, amarelo)
C2 — 0,05 μF (50 nF) - capacitor de poliester (verde, azul, laranja)
LDR — RPY-58 ou qualquer equivalente
B1 — bateria de 6 V (4 pilhas ligadas em série)
FT — Alto-falante de 8 Ω (10 cm ou maior)
Diversos: base de madeira, pontes de terminais, fios, solda, parafusos, suporte de pilhas, etc.

CURSO DE ELETRÔNICA ©

LIÇÃO 10

Na lição anterior, vimos o significado do quarto anel pintado no corpo de um resistor comum de carbono, analisando a importância de sua indicação na escolha desse componente e também falamos da maneira como a energia elétrica pode converter-se em calor, ou seja, a potência desenvolvida num resistor. Vimos também de que modo o tamanho de um resistor está relacionado com a energia térmica que ele pode transferir ao meio ambiente.

Nesta lição, o assunto focalizado ainda está relacionado com resistência e resistores. Em primeiro lugar, estudaremos de que modo podemos calcular a potência elétrica desenvolvida num resistor em função de outras grandezas que já conhecemos. Também falaremos dos resistores variáveis, ou seja, daqueles que tem valores que podem ser modificados conforme nossa necessidade.

Para um bom aproveitamento desta lição, recomendamos aos nossos leitores a leitura em sequência de toda a matéria e a resolução integral dos testes.

27. CÁLCULO DE POTÊNCIA I (LEI DE JOULE)

Conforme estudamos na lição anterior, a oposição encontrada pela corrente ao tentar circular através de um resistor se traduz na necessidade de haver um dispêndio de energia. Assim, a energia elétrica disponível num circuito, utilizada para forçar a circulação da corrente através de um resistor, se converte em energia térmica, ou seja, calor, o que provoca uma elevação da temperatura do resistor.

A elevação da temperatura de um resistor durante seu funcionamento, conforme estudamos, depende fundamentalmente da capacidade que o resistor tenha de transferir o calor gerado ao meio ambiente, ou seja, da diferença de temperatura entre o próprio componente e o meio ambiente e da superfície de contacto desse componente com o meio ambiente.

diferença de temperatura
superfície de contacto.

Para as pequenas potências e resistores de considerável superfície, a temperatura, normalmente, não sobe muito, mas quando a quantidade de calor gerado é maior e o resistor não consegue transferí-la ao meio ambiente à medida que é gerado, a temperatura sobe e isso pode até culminar com a queima do componente.

Devemos, portanto, em termos práticos, distinguir entre a quantidade de calor **gerado** num resistor e a quantidade de calor **transferido**. Quando o resistor opera abaixo de sua capacidade de dissipação, o resistor consegue transferir ou seja, dissipar todo o calor gerado de modo que, a quantidade de calor desenvolvido é

calor gerado e calor transferido

igual à quantidade de calor dissipado, ou seja, a **potência desenvolvida** (P_G) é igual à **potência dissipada.** (P_D)

potência desenvolvida e dissipada

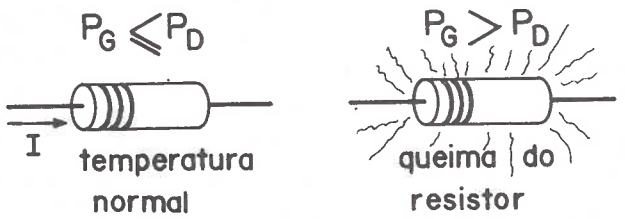


figura 89

A quantidade de calor gerada por um resistor numa determinada aplicação prática é função, não somente de sua resistência, como também de outros fatores, tais como a corrente e a tensão encontradas nesse componente.

Na verdade, se considerarmos que a resistência, tensão e corrente estão inter-relacionadas através da Lei de Ohm, para o resistor, podemos dizer que, como a terceira grandeza é sempre dependente das outras duas, a potência que um resistor desenvolve em forma de calor numa aplicação prática é função de pelo menos duas das três grandezas citadas.

grandezas que determinam a potência

Assim, podemos fixar a quantidade de calor gerada por um resistor, em função de:

a) resistência e corrente (R & I)
b) resistência e tensão (R & V)
c) tensão e corrente (V & I)

Entretanto, para melhor compreendermos o modo como a energia elétrica convertida em calor está em dependência com as grandezas elétricas encontradas nesse resistor, podemos melhor analisar o processo em termos de tensão e corrente, ou de maneira mais didática, em termos de causa e efeito.

Levando em conta que a resistência, ou oposição oferecida à passagem da corrente, fixa a corrente em função da tensão, para efeito de estudo, podemos esquecer de início a resistência envolvida no processo.

Suponhamos então que temos um resistor de determinado valor que ligamos a um gerador de modo que nele circule deter-

minada corrente, em consequência da diferença de potencial (d.d.p) existente entre seus extremos.

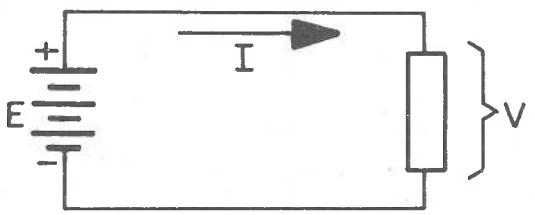


figura 90

Nestas condições, cada elétron que circular através do resistor é um portador de uma certa quantidade de energia elétrica que depende da diferença de potencial entre os pontos entre os quais ele deve se deslocar (a sua carga e fixa). Cada elétron é portanto portador de uma certa carga entre dois pontos, entre os quais existe uma diferença de energia potencial. O **trabalho** realizado pelas forças elétricas ao transportarem esse elétron entre os dois pontos em questão é justamente uma medida de variação da energia envolvida no processo, ou seja, uma medida da energia transformada em calor.

portador de carga

trabalho e energia

Para o caso do resistor temos então uma certa quantidade de elétrons circulando em cada instante, transportando uma certa carga entre seus extremos o que, em termos mais próprios, pode ser traduzido em uma intensidade de corrente. Temos também a considerar a diferença de energia potencial entre os extremos do resistor, o que pode ser traduzido em termos de d.d.p. ou tensão no resistor, portanto podemos concluir que a quantidade de energia elétrica usada no processo de circulação de corrente e portanto de transformação em calòr está diretamente ligado à **intensidade da corrente** e à **tensão** encontrada no resistor.

corrente e tensão

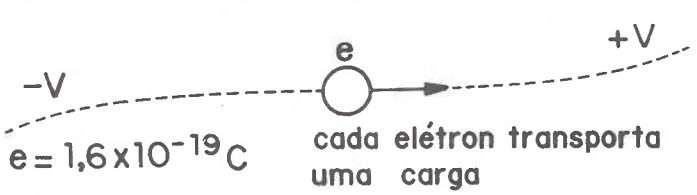


figura 91

Chamando então de P à potência desenvolvida num resistor, medida em **watts**; chamando de V a tensão a que está sujeito o resistor medida em volts; e de I a intensidade da corrente circulante nesse resistor, medida em ampères, podemos estabelecer

a fórmula que nos dá a quantidade de energia convertida em calor, por unidade de tempo num resistor (Lei de Jaule).

Lei de Joule

$$P = V \times I$$

P = potência (watts)
V = tensão (volts
I = corrente (ampères)

O correto uso desta fórmula no cálculo de potências geradas e dissipadas é de grande importância para o projeto de circuitos eletrônicos, pois podemos dizer logo de início que esta fórmula nos permite estabelecer a capacidade de dissipação de calor de um resistor para um projeto, além de muitas outras condições fundamentais ao bom funcionamento de muitos equipamentos.

A seguir, um resumo, algumas questões de avaliação e em seguida estudaremos algumas fórmulas consequentes desta, com exemplos de aplicações práticas.

Resumo do quadro 27

- Um resistor converte energia elétrica em calor
- Essa conversão se faz quando a corrente encontra a necessidade de dispender energia para vencer a oposição a sua passagem.
- A quantidade de energia convertida em calor é função, não somente da sua resistência, como também da tensão e da corrente.
- Como a tensão, corrente e resistência são inter-dependentes de acordo com a Lei de Ohm, podemos dizer que a potência depende em verdade de **duas** das três grandezas citadas.

-A potência depende da resistência e corrente; da resistência e tensão, e da tensão e corrente.
- Analisando a forma de dependência, levando em conta que a tensão determina a quantidade de energia para cada eletron e a corrente o número de elétrons, podemos estabelecer que a potência é diretamente proporcional a tensão e à corrente.

- A fórmula para a potência pode ser escrita como: P = V x I, onde P é dado em watts, V em volts e I em ampères.
- Outras fórmulas podem ser escritas em função desta.

Avaliação 82

Se reduzirmos a superfície de contacto de um resistor com o meio ambiente, ou seja, diminuirmos seu tamanho, podemos afirmar em relação à sua capacidade de dissipação de calor que: (assinale a alternativa correta).

a) Ela permanece constante
b) Ela aumenta
c) Ela diminui
d) Ela se altera se a resistência do resistor também for modificada.

Resposta: c

Explicação

A capacidade de transferência do calor gerado para o meio ambiente está condicionada, entre outros fatores, à superfície de contacto deste componente com o meio ambiente. Reduzindo-se essa superfície reduz-se também sua capacidade de dissipação. A alternativa correta é portanto a C. Se você acertou, tente resolver o teste seguinte que, desde já alertamos, se encontra num nível um pouco superior à média. Os alunos de cursos técnicos ou que possuam uma boa base matemática colegial terão mais facilidade para sua resolução. Os outros devem apenas tentar.

Avaliação 83

Supondo inicialmente que a capacidade de dissipação de calor de um resistor seja diretamente proporcional a sua superfície de contacto com o meio ambiente, um resistor cilíndrico de Raio R e comprimento H dissipa uma potência P. Se dobrarmos o raio deste resistor e também dobrarmos seu comprimento, a potência que esse novo resistor será capaz de dissipar será: (assinale a alternativa correta).

a) P/2
b) P
c) 2P
d) 4P
e) 8P

Resposta: d

Explicação:

A superfície de contacto com o meio ambiente de um corpo cilíndrico (área lateral, desprezando-se a base) como o resistor

em questão pode ser calculada por:

$S = 2 \pi R \times H$

Assim, observando esta expressão vemos que a superfície é diretamente proporcional ao raio e à altura (comprimento) do resistor. Nestas condições, se multiplicarmos o raio e a altura por 2 estaremos também multiplicando por 2 e por 2 a superfície de contacto desse resistor com o meio ambiente, ou seja, estaremos multiplicando essa superfície por $2 \times 2 = 4$. A capacidade de dissipação fica portanto multiplicada por 4, o que corresponde à alternativa d.

Passe para o teste seguinte.

Avaliação 84

A potência que um resistor desenvolve depende fundamentalmente de que grandezas? (assinale a alternativa correta)

a) Somente da resistência
b) Somente da corrente
c) Da corrente e da tensão
d) De qualquer uma das três grandezas: corrente, tensão ou resistência.

Resposta: c

Explicação

Conforme vimos, a resistência, tensão e corrente estão interligadas pela Lei de Ohm, de modo que, para o caso dos resistores puros, se citarmos duas dessas grandezas automaticamente estaremos fixando a terceira. Assim, no caso da potência, podemos dizer que ela pode ser expressa em função de apenas duas das três grandezas no sentido de que a terceira está automaticamente determinada por estas e portanto não precisa ser considerada. A resposta correta é portanto a correspondente à alternativa c.

Se você acertou passe para o teste seguinte. Caso contrário leia novamente a parte teórica.

28. Cálculo da potência II (Lei de Joule)

Conforme vimos no quadro anterior, a potência desenvolvida num resistor pode ser expressa em função da tensão e da corrente através da fórmula $P = V \times I$.

Entretanto, se levarmos em conta que a Lei de Ohm estabelece a relação entre a tensão e a corrente num resistor, ou seja $R = V/I$, podemos jogar com as duas expressões, e obtermos

outras duas para a potência.
Chamando então $P = V \times I$ de (1) e
$R = V/I$ de (2), da fórmula (2) podemos obter: $V = R \times I$ e $I = V/R$

Jogando então com essas duas fórmulas adicionais, e a primeira da potência, podemos escrever outras duas expressões para a potência desenvolvida num resistor.

a) Considerando que $V = R \times I$ e que $P = V \times I$, podemos substituir o V da segunda fórmula, pelo seu valor na primeira, ou seja R x I. Obtemos então:

$P = V \times I \quad V = R \times I$

$P = (R \times I) \times I$

Desenvolvendo o segundo membro da igualdade temos:

$P = R \times I^2$ — segunda fórmula

Essa é justamente a expressão da potência em função da **resistência** e da **corrente.**

b) Considerando que $I = V/R$ e que $P = V \times I$, podemos substituir o I da segunda fórmula pela expressão V/R da primeira o que nos leva à:

$I = V/R$ e $P = V \times I$

$P = V \times V/R$

Desenvolvendo o segundo membro, realizando a multiplicação:

$P = V^2/R$ — terceira fórmula

Essa é justamente a expressão da potência em função da **resistência** e da **tensão.**

Temos então as três fórmulas que podem ser usadas para o cálculo da potência desenvolvida num resistor:

(I) $P = V \times I$
(II) $P = R \times I^2$
(III) $P = V^2/R$

A seguir, daremos exemplos de aplicação das três fórmulas e em seguida alguns exercícios de aplicação que o leitor deve procurar resolver. Se tiver dificuldades com a matemática sugerimos um estudo em livros do curso ginasial.

a) USO DE P = V X I

Exemplo 1

Exemplo: Qual é a potência desenvolvida num resistor que ao ser ligado a um gerador que estabelece entre seus extremos uma d.d.p. de 12 Volts, é percorrido por uma corrente de 3 ampéres?

Resolução: neste caso, como temos a tensão (12 V) e a corrente (3 A), ou seja, temos V e I, usamos a primeira fórmula: P = V x I

Assim: P = V x I
P = 12 x 3
P = 36 watts

A potência desenvolvida no resistor é portanto de 36 watts.

b) USO DE $P = R \times I^2$

Exemplo 2

Exemplo: Qual é a potência dissipada num resistor de 22 ohms que é percorrido por uma corrente de 2 ampéres?

Resolução: neste caso, como temos a resistência (22 ohms) e a corrente (2 A), temos de usar a fórmula: $P = R \times I^2$.

Assim: $P = R \times I^2$
$P = 22 \times 4$
$P = 88$ watts

A potência desenvolvida é portanto de 88 watts.

c) USO DE $P = V^2/R$

Exemplo 3

Exemplo: Qual é a potência dissipada num resistor de 12 ohms quando o submetemos a d.d.p. de 6 volts?

Resolução: neste caso, temos a tensão (6 volts) e a resistência (12 ohms) o que nos leva a usar a fórmula $P = V^2/R$.

Assim: $P = V^2/R$
$P = (6x6)/12$
$P = 36/12$
$P = 3$ watts

A potência desenvolvida e dissipada no resistor em questão é portanto 3 watts.

A seguir, um resumo da lição e testes de avaliação. Tente resolver estes testes. Se tiver dúvidas, procure verificar se isso não reside numa possível deficiência do seu conhecimento de matemática.

Resumo do quadro 28

- Da expressão $P = V \times I$ podemos em função da Lei de Ohm tirar outras duas para o cálculo da potência.
- Fazendo $V = R \times I$ chegamos à expressão $P = R \times I^2$ que é a nossa segunda fórmula.
- Fazendo $I = V/R$ chegamos a expressão $P = V^2/R$ que é a nossa terceira fórmula.

- Usamos a primeira fórmula ($P = V \times I$) quando conhecermos a tensão e a corrente circulante num resistor.
- Usamos a segunda fórmula ($P = R \times I^2$) quando conhecermos a resistência e a corrente circulante.
- Usamos a terceira fórmula ($P = V^2/R$) quando conhecermos a tensão e a resistência.
- No uso de cada fórmula sempre devem ser respeitadas as unidades para cada grandeza.

Avaliação 85

Qual é a potência desenvolvida num resistor que é percorrido por uma corrente de 2 ampéres ao ser submetido a uma diferença de potêncial de 4 volts? (assinale a alternativa correta)

a) 0,5 W
b) 1,0 W
c) 2,0 W
d) 8,0 W

resposta: d

Explicação:

Neste caso, conhecemos a tensão (4 volts) e a corrente (2 ampéres) o que nos leva a utilização da primeira fórmula: $P = V \times I$. Assim, para obtermos a potência basta multiplicar a tensão (4 V) pela corrente (2 A), ou seja: $2 \times 4 = 8$ watts. A resposta correta e portanto a correspondente a alternativa d.

Se você acertou passe ao teste seguinte. Se teve dificuldade, antes de tentar novamente, procure memorizar as três fórmulas.

Avaliação 86

Um resistor de resistência 4 ohms é percorrido por uma corrente de 3 ampères ao ser conectado em determinado gera-

dor. Qual é a potência elétrica que deve dissipar esse resistor? (assinale a alternativa correta).

a) 3/4 W
b) 4/3 W
c) 12 W
d) 36 W
e) 64 W

Resposta: d

Explicação

No caso, temos a resistência (4 ohms) e a corrente (3 ampéres) o que nos leva a utilizar a segunda fórmula: $P = R \times I^2$.

Devemos portanto fazer 4 x 3 x 3 o que resulta em 36 watts, valor correspondente a alternativa d. Se você tem dúvidas em matemática, procure ver algumas noções de potenciação em algum livro de matemática do 1º gráu. Se você acertou passe ao teste seguinte.

Avaliação 87

Um resistor de 6 ohms é submetido a uma diferença de potencial de 3 volts. Dterminar a potência desenvolvia nesse resistor.
(assinale a alternativa correta)

a) 0,5 W
b) 2 W
c) 1,5 W
d) 18 W

Resposta: c

Explicação:

Neste teste temos a tensão (3 volts) e a resistência (6 ohms) o que nos leva a utilização da terceira fórmula: $P = V^2/R$. Devemos portanto multiplicar a tensão por ela mesma e dividir o resultado obtido pela resistência. Temos então 3 x 3 = 9, e 9 dividido por 6 resultando em 1,5 que é a resposta correspondente a alternativa c.

29. Potenciômetros e reostatos

Conforme estudamos em lições anteriores, os resistores comuns de fio e de carbono, denominados "resistores fixos" se

caracterizam por apresentarem uma resistência fixa, ou seja, uma relação constante entre a tensão e a corrente que depende da maneira como são fabricados.

Entretanto, em determinadas aplicações práticas, tem-se a necessidade de variar a resistência oferecida a uma corrente com a finalidade de modificar os efeitos manifestados num circuito, ou alterar seu comportamento em função de suas condições de funcionamento.

controles de volume

E o caso do controle de volume de um receptor de rádio em que a quantide de sinal que deve ser aplicada ao circuito e ao alto-falante depende do volume em que desejamos ouvir um programa e que portanto pode variar conforme a ocasião.

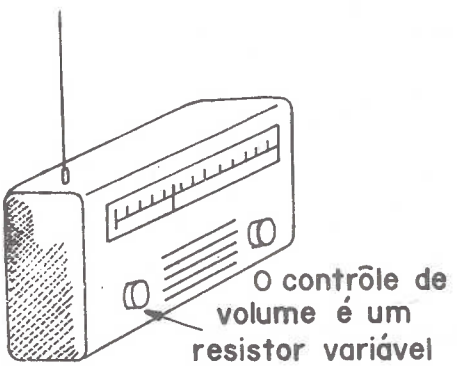


figura 92

reostatos
potenciômetros

Para este caso, existem resistores cuja resistência que oferecem à corrente pode ser ajustada por meio de uma ação externa, por meio de um prafuso, alavanca ou ainda um eixo ao qual se prende um botão. Esses resistores, cuja resistência pode ser modificada externamente são denominados "reostatos e potenciômetros" e deles falaremos nesta lição.

Um reostato, assim como um potenciômetro, consiste basicamente num resistor com um, de carbono ou de fio, ao qual em lugar de se fazer a ligação somente entre seus dois extremos, se coloca um terceiro fio de ligação (cursor) que pode correr sobre o fio ou carbono obtendo-se assim uma alteração de sua resistência em relação ao circuito externo.

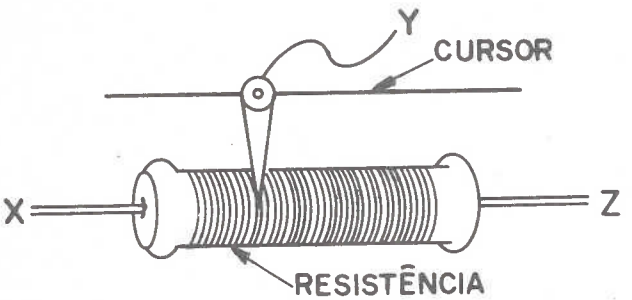


figura 93

reostato

Na figura 93 temos um reostato típico. Neste caso, um dos fios de ligação é o marcado com X, e o outro fio está preso ao cursor que pode correr pela resistência, marcado com Y. Como a resistência oferecida por este componente depende da distância, pelo elemento de resistência, que a corrente tem de percorrer de X a Y, a resistência apresentada pelo componente da posição do curso.

Quando o cursor estiver mais afastado do extremo X a resistência é maior. A resistência será máxima no extremo oposto ao terminal X e mínima quando o cursor estiver encostado no extremo X.

Em alguns tipos de resostatos, em lugar do cursor percorrer em linha reta o elemento de resistência, ele está preso a um eixo de modo a fazer uma curva sobre esse elemento, conforme mostra a figura 94.

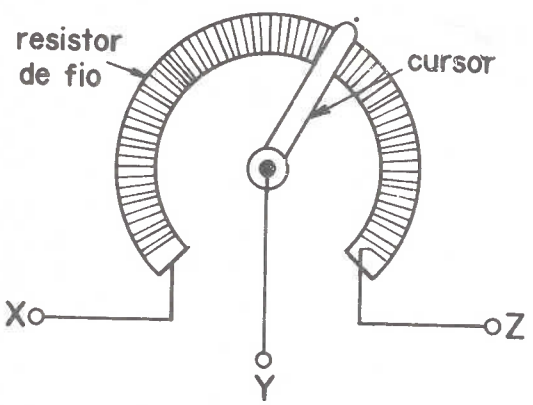


figura 94

potenciômetros

No caso dos potenciômetros, em lugar de dois terminais externos encontramos três terminais, sendo dois ligados aos extremos do elemento que oferece resistência e o terceiro ao cursor (Z).

valor nominal

A resistência encontrada entre os terminais X e Y será sempre a mesma, qualquer que seja a posição do cursor, e esta resistência determinará o **valor nominal** do potenciômetro, ou seja, o valor segundo o qual o compramos. Entretanto, a resistência que podemos encontrar entre um dos terminais e o cursor será função da posição do cursor.

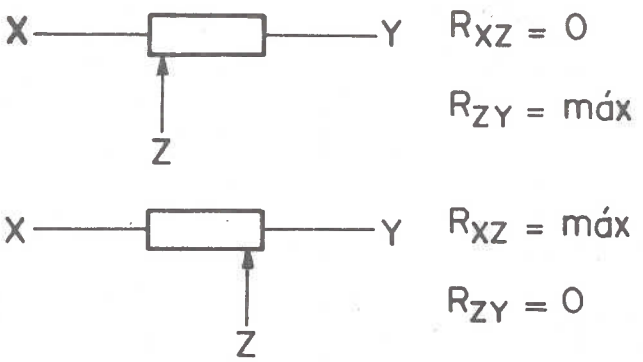


figura 95

Assim, quando o cursor corre para a direita, a resistência entre o cursor e X aumenta ao mesmo tempo que a resistência entre o cursor e Y diminui. Claro que, a soma das duas resistências, entre X e Z e entre Z e Y, mantém-se constante, sendo igual à resistência nominal do componente.

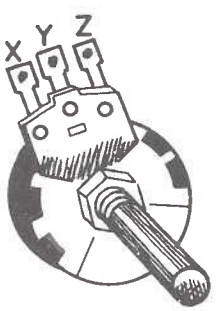
Do mesmo modo que os reostatos, encontramos potenciômetros com diversos tipos de construção: com o cursor correndo em linha reta sobre um elemento de resistência, ou ainda girando preso a um eixo.

potenciômetros de fio e de carvão

Na prática, encontramos nas montagens eletrônicas, diversos tipos de potenciômetros, cujo elemento de resistência pode ser de fio de nicromo ou de carbono, conforme a potência que devem dissipar.

Os potenciômetros mais comuns nas montagens eletrônicas são os de carbono ou carvão em que o cursor, correspondente ao terminal central está preso a um eixo, girando sobre um elemento resistivo que possui dois terminais. Girando o eixo no sentido horário (para a direita) a resistência entre X e o cursor diminui ao mesmo tempo que a resistência entre Y e o cursor aumenta.

Esses potenciômetros podem também ter os eixos conjugados a interruptores que podem ser usados com outras finalidades num circuito. No caso de um rádio, por exemplo, enquanto o potenciômetro propriamente dito controla o volume, o interruptor serve para ligar e delisga sua alimentação.



POTENCIOMETRO COMUM SEM INTERRUPTOR

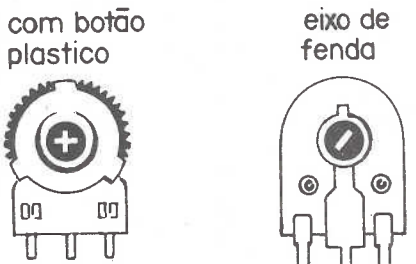
figura 96

deslizantes

Temos também os potenciômetros do tipo deslizante ou "slide", em que o cursor corre em linha reta sobre o elemento que oferece resistência (carbono), e finalmente os "trim-pots" que

trim-pots

são potenciômetros de carvão de tamanho reduzido, cujo cursosr pode ser movido por meio de um botão plástico ou ainda por meio de uma chave de fenda introduzida numa abertura para esta finalidade existente nesse componente.



TIPOS DE TRIM-POTS

figura 97

Nos trim-pots o terminal central corresponde ao cursor. Os potenciômetros em geral podem ser encontrados com valores nominais entre 1 e 2 000 00 ohms, normalmente correspondentes às mesmas séries comerciais usadas para os resistores.

linear e log

Normalmente, nas especificações dos potenciômetros, costuma-se adotar as designações linear e logarítmico (log). Estas se referem a maneira como a resistência entre os terminais do potenciômetro varia com o movimento do cursor.

O potenciômetro se diz linear quando a resistência varia na mesma proporção que ocorre o deslocamento do cursosr, ou seja, em função direta de seu deslocamento sobre o elemento de resistência. Um gráfico para um potenciômetro linear seria como o da figura 98.

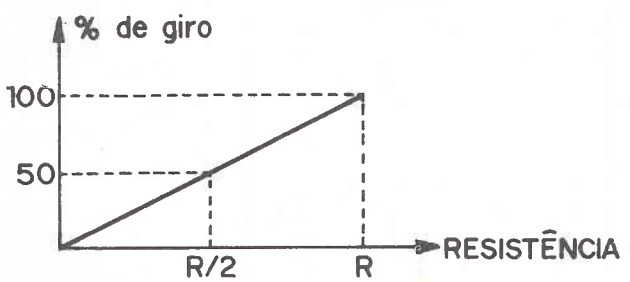


figura 98

Os potenciômetros lineares são usados em aplicações em que a resistência oferecida deva ser mantida em proporção direta com o movimento de ajuste.

O potenciômetro se diz logarítmico quando a variação de resistência se faz de tal modo a corresponder a denominada função logarítmica.

Nestes potenciômetros, ao se girar ao eixo, a resistência de início varia lentamente, para depois variar mais rapidamente, resultando num gráfico conforme mostra a figura 99.

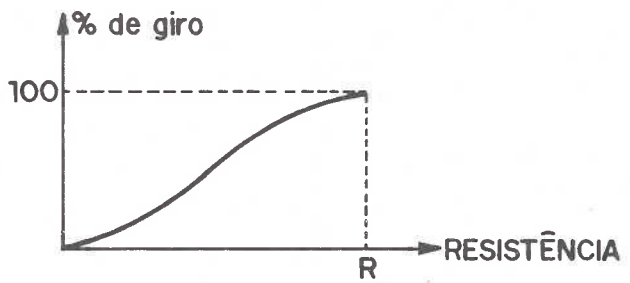


figura 99

Isso ocorre porque tais potenciômetros normalmente são usados em circuitos de audio (controles de volume) já que o ouvido humano apresenta uma curva de sensibilidade logarítmica, isto é, é mais sensivel as variações de volume dos sons de pequena intensidade do que dos sons de maior intensidade. Assim, a curva do potenciômetro se adapta perfeitamente a curva de sensibilidade do ouvido o que permite que tais componentes sejam usados de maneira ideal nos controles de volume de aparelhos de som. Em lições posteriores, voltaremos a falar deste assunto.

Resumo do quadro 29

- Os resistores fixos oferecem uma resistência determinada que não pode ser modificada.
- Os resistores variáveis podem mudar de resistência conforme a ação de um operador.
- Existem dois tipos básicos de resistores variáveis: reostatos e potenciômetros.
- Em ambos os casos temos um elemento básico de carvão ou fio que oferece uma resistência, sobre o qual corre um cursor.
- No reostato temos dois terminais entre os quais temos uma resistência variável que depende da posição do cursor.
- No potenciômetro temos três terminais, sendo dois correspondentes ao elemento de resistência e o terceiro ao cursor.
- Quando o cursor de move, a resistência entre ele e um dos extremos aumenta enquanto que entre ele e o outro extremo diminui.
- Os potenciômetros lineares são aqueles cuja resistência varia na mesma proporção que o movimento do cursor.
- No potenciômetro logarítmico, as variações são menores nos extremos da posição do cursor e maiores no meio.

Avaliação 88

O que diferencia basicamente um reostato de um potenciômetro é: (assinale a alternativa correta).

a) O elemento que oferece resistência
b) O número de cursores
c) A maneira como varia a resistência
d) O número de terminais

Resposta d

Explicação:

Conforme vimos na lição teórica, num reostato, temos uma variação de resistência entre dois terminais, sendo um correspondente a um cursor e o outro ao extremo de elemento de resistência. No potenciômetro temos três terminais. A diferença básica reside portanto no número de terminais. Observe o leitor que, nessas condições um potenciômetro também pode ser usado como reostato, sem modificações. Se acertou passe para o teste seguinte.

Avaliação 89

Num potenciômetro, a resistência entre os dois extremos do elemento de resistência: (assinale a alternativa correta)

a) Aumenta com o movimento do cursor
b) Diminui com a movimento do cursor
c) Não se altera com o movimento do cursor
d) Pode aumentar ou diminuir conforme o sentido do movimento do cursor.

Resposta: c

Explicação

Conforme explicamos, o cursor num potenciômetro corre sobre um elemento de resistência de tal modo que a resistência entre esse cursor e os extremos varia. Entretanto, a resistência entre os extremos do elemento é constante sendo a resistência normal do potenciômetro. A alternativa correta é portanto a c. Se você acertou passe ao teste seguinte.

Avaliação 90

Elaborando uma tabela para um potenciômetro em que anotamos a posição do eixo em graus e a resistência entre o cursor e um dos extremos, conforme se segue, o que podemos dizer a respeito desse potenciômetro?

Ângulo	Resistência
0	0
15º	100 ohms
30º	200 ohms
45º	300 ohms
60º	400 ohms
75º	500 ohms

Assinale a alternativa correta:

a) Trata-se de um potenciômetro linear
b) Trata-se de um potenciômetro logarítmico
c) Nada podemos afirmar com relação ao tipo do potenciômetro

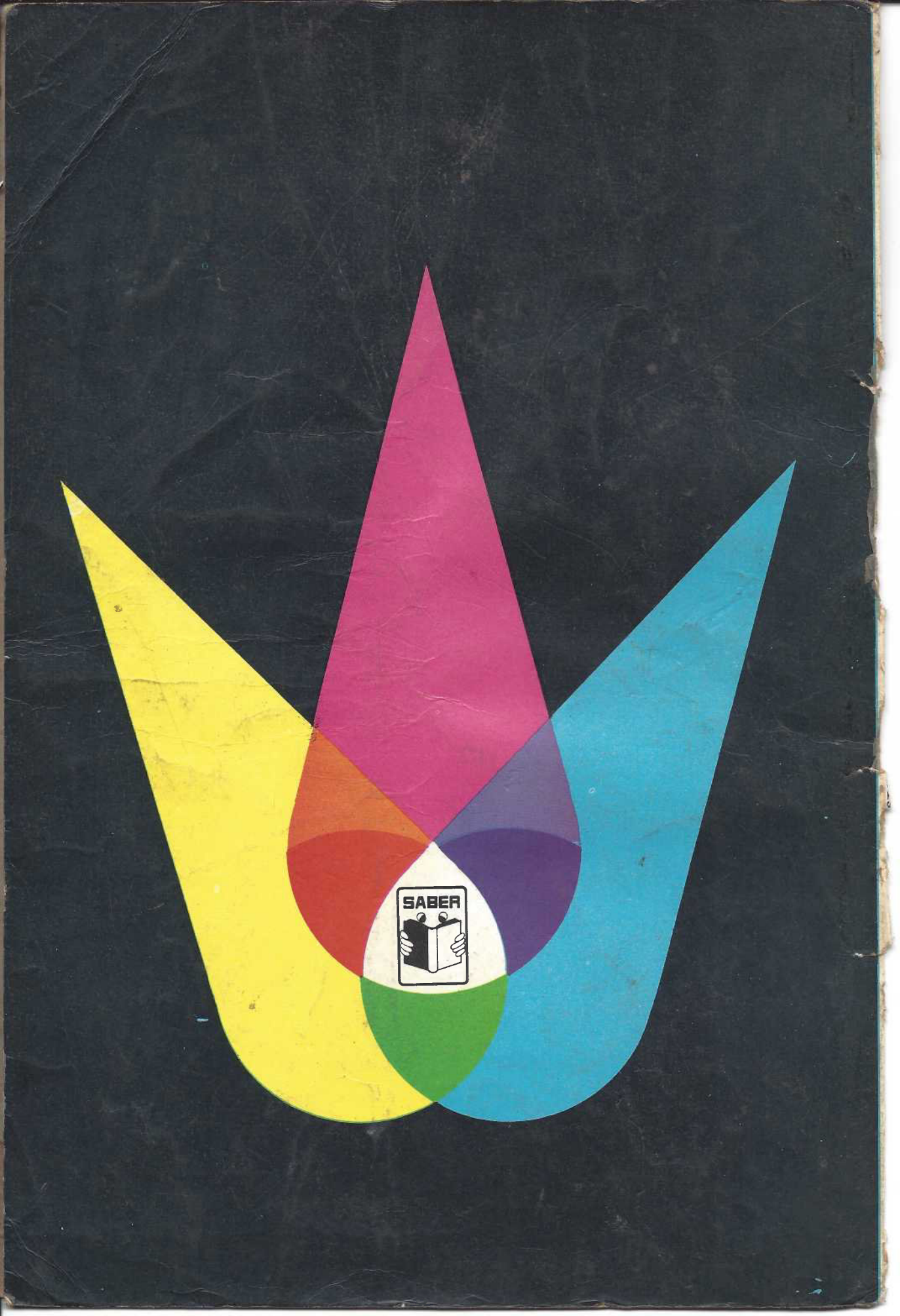
Resposta a

Explicação

Analisando a tabela, vemos que à proporção que o ângulo aumenta a resistência aumenta na mesma proporção, cerca de 100 ohms para 15º.

Trata-se portanto de um potenciômetro linear, o que corresponde à alternativa a.

Se você acertou aguarde a próxima lição. Se errou estude novamente esta e as lições anteriores.


SABER