

# ELETRÔNICA

## Montagens

Fonte regulada 5-24V x 2A

Rádios Transistorizados  
para principiantes

Fonte para Experiências  
Físico-Químicas

Um pouco sobre antenas

Curso de ELETRÔNICA  
(4ª Lição)

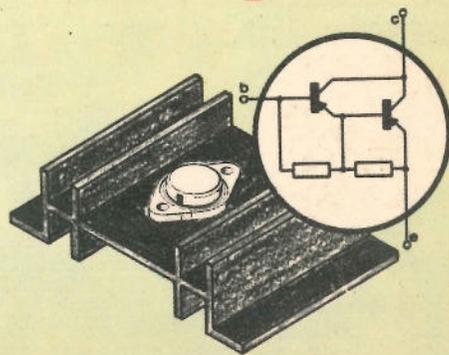


## Reparação de TV Curso SENAI 1ª Parte



Cara ou coroa / Pisca-pisca com CI  
Indicador de seta para automovel

## Amplificador de Potência Darlington



Fitobiônica  
Comunicação Eletrônica  
com OS VEGETAIS

Revista

# ELETRÔNICA

nº 49  
julho  
1976



diretor  
superintendente:  
diretor  
administrativo:  
diretor  
de produção:

EDITORA  
SABER  
LTDA.

Savério  
Fittipaldi  
Élio Mendes  
de Oliveira  
Hélio  
Fittipaldi

REVISTA  
SABER  
ELETRÔNICA

diretor  
de redação:

diretor  
técnico:

diretor de  
publicidade:

serviços  
gráficos:

distribuição  
nacional:

diretor  
responsável:

Newton  
C. Braga

W. Roth  
& Cia. Ltda.

ABRIL S.A. -  
Cultural e  
Industrial

Élio Mendes  
de Oliveira

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

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

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

## sumário

Amplificador de Potência Darlington (parte 1).....	2
As características do som .....	16
Reparação de TV - Curso Senai .....	19
Três radios transistorizados para o principiante montar .....	22
Um pouco sobre antenas.....	35
ORIENTAÇÃO PARA O MONTADOR .....	40
Fitobiônica, a comunicação eletrônica com os ve- getais.....	43
Fonte para experiências de físico/química.....	50
Indicador de seta para o automóvel .....	56
Amplificadores Operacionais em Audio .....	59
Cara ou Coroa - Pisca Pisca com CI.....	61
Fonte Regulada 5-24 V, 2A .....	63
CURSO DE ELETRÔNICA (Lição 4).....	65

CAPA: Aula prática do Curso de Reparação de TV da Escola Roberto Simonsen (SENAI - São Paulo), Hobby - Cara ou Coroa Eletrônica (sugestão para ilustração da Caixa), Eletrônica Avançada - símbolo de um transistor Darlington e sua montagem em dissipador.

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 Potência DARLINGTON

## PARTE I

Como exemplo de aplicação de transistores Darlington de alta potência, forneceremos neste artigo informações sobre o projeto e montagem de um amplificador de 60 Watts. Para a obtenção de componentes, ou para a elaboração de projetos similares, os revendedores IBRAPE devem ser consultados. Os circuitos apresentados nesta parte não se destinam a aplicações práticas imediatas; são ilustrativos das explicações teóricas.

### 1. INTRODUÇÃO

Os transistores de potência Darlington complementares de base epitaxial, disponíveis atualmente, simplificam o projeto e a montagem de amplificadores de potência de áudio.

Este artigo fornece uma descrição geral das etapas de projeto de um amplificador com saída complementar, com alguns esclarecimentos sobre os aspectos onde é possível certa flexibilidade como, por exemplo, em relação ao tipo de fonte de alimentação e dos efeitos conseqüentes no projeto e proteção contra curto-circuitos. Desde os pontos de vista dos valores limites SOAR dos transistores, é dada especial atenção a três condições: sobre-excitação, transistórios de comutação e curto-circuito da saída.

São dados pormenores da construção e rendimento de um circuito prático cuja saída é de 60 Watts. Sob a impedância de carga de 4 Ohms. O rendimento do amplificador supera em elevada margem os requisitos das normas DIN 45 500. O circuito está projetado para funcionar tanto com fonte simples como com fonte simétrica.

### 2. ESPECIFICAÇÕES DO AMPLIFICADOR

Antes de analisar o projeto do circuito amplificador exporemos as características de rendimento desejadas. Devido ao fato de ser usual de pensar num amplificador em termos de certa saída obtida através da impedância de carga especificada, o projeto se inicia da saída e se desloca em direção à entrada.

A especificação do amplificador se dá em termos dos seguintes parâmetros (os valores assinalados para estes parâmetros determinam em grande parte o custo do amplificador e sua complexidade):

#### 2.1. - PARÂMETROS

- Potência de saída
- Impedância de carga
- Distorção
- Sensibilidade de entrada e impedância de entrada
- Resposta de freqüência
- Largura da faixa de freqüências
- Fator de amortecimento
- Relação sinal/ruído
- Condições térmicas

Devido ao fato de alguns desses parâmetros admitirem mais de uma interpretação, no item 2.2 eles são definidos. Também são indicados os valores estabelecidos em função das normas DIN 45 500. Chamamos a atenção dos amantes de áudio para esses conceitos; assim poderão aproveitar e corrigir as "barbaridades" que se ouvem a esse respeito!...

## 2.2 - DEFINIÇÃO DE TERMOS

### POTÊNCIA DE SAÍDA

Das diferentes formas de se definir esse parâmetro, a mais comumente usadas são:

- a)- potência de saída senoidal - que é o valor eficaz, contínuo, medido da potência entregue à carga especificada durante um tempo maior que 10 minutos com um nível de distorção menor ou igual a 1%;
- b)- potência musical - que é a potência de saída do nível de distorção especificado com uma entrada senoidal, mas durante um intervalo de tempo tão pequeno que a tensão de alimentação não varia significativamente em torno de seu valor sem sinal.

Para um determinado amplificador, a saída de potência definida em (b) pode ser muito maior que a definida em (a). Sem dúvida, é evidente que a definição a se adotar deve ser decidida antes de se iniciar o projeto. Neste artigo, todas as referências posteriores à potência são feitas em relação à definição (a).

### Impedância de carga

O amplificador descrito na parte prática deste artigo pode ser usado com uma impedância de carga de 4 Ohms.

### Distorção

A distorção é o termo geral que inclui todas as causas devido às quais um amplificador deixa de produzir, em seus terminais de saída, uma forma de onda que seja uma exata réplica da forma de onda do sinal de entrada.

São definidos cinco tipos de distorção:

- a) - distorção harmônica - é a relação entre o valor eficaz do harmônico e o valor eficaz

da frequência fundamental; o valor indicado normalmente nas especificações de amplificadores é a distorção harmônica total ( $d_{tot}$ ) que, em termos de distorção de harmônicos individuais  $d_2, d_3, d_4, \dots$ , pode ser dada por:

$$d_{tot} = d_2^2 + d_3^2 + d_4^2 + \dots + d_n^2 \quad \text{---- (I)}$$

- b) - distorção por intermodulação - É a distorção não linear caracterizada por componentes na saída que têm frequências iguais às somas e diferenças de múltiplos inteiros das frequências componentes do sinal de entrada; a distorção de intermodulação está dada por:

$$d_{im} = \frac{1}{V_o(f_1)} \left[ \left\{ V_o(f_2 - f_1) + V_o(f_2 + f_1) \right\}^2 + \dots + \left\{ V_o(f_2 - n f_1) + V_o(f_2 + n f_1) \right\}^2 \right]^{1/2} \quad \text{..... (II)}$$

As normas DIN 45 500 estabelecem para  $f_1 = 250$  Hz,  $f_2 = 8$  KHz, e a relação entre as tensões do sinal de entrada  $V_i(f_1): V_i(f_2)$  como 4:1.

Esta distorção normalmente está especificada para potência de saída total e não deve ser maior que 2% para amplificadores de potência.

- c) - distorção de intermodulação por transitórios - se apresenta quando um elo de realimentação se estende a várias etapas e a frequência de corte sem realimentação destas etapas é menor que das etapas pré-amplificadoras precedentes.

Se um sinal de entrada tem suficiente amplitude e uma frequência maior que a de corte sem realimentação do amplificador de potência, são produzidos sobre-impulsos na tensão de excitação do elo interno da realimentação do amplificador e estes impulsos podem ser algumas centenas de vezes maiores que o valor nominal desta tensão. Se não se dispõe de suficiente margem de sobre-carga nas etapas excitadoras do amplificador, os sobre-impulsos se recortariam e se produziriam então "salvas" de intermodulação de 100%. Este efeito audível é similar ao da distorção cruzada de alta-frequência, para o qual o ouvido é extremamente sensível.

d) - **distorção cruzada** - se apresenta em amplificadores em contra-fase em classe B se a variação da corrente de um transistor a outro não é uma transição suave; isto ocorre invariavelmente devido à incorreta polarização da etapa de saída, o que produz uma descontinuidade no ponto de cruzamento da característica de transferência combinada.

e) - **distorção cruzada secundária** - é devida à carga armazenada nas bases dos transistores de saída (especialmente); o efeito é a introdução de um retardo na passagem de uma metade da etapa de saída em relação à outra, de modo que se produzem curtos impulsos de distorção no ponto de cruzamento.

Normalmente, não se especificam as distorções (c), (d) e (e) devido ao fato de não haver método normalizado para sua medida. Sem dúvida, são mencionadas aqui brevemente, já que seus efeitos devem ser considerados no projeto de qualquer amplificador.

#### Sensibilidade de entrada e impedância de entrada

A sensibilidade de entrada é o nível de sinal requerido na impedância de entrada para produzir a potência de saída normal. As normas DIN 45 500 estabelecem que a impedância de saída de um pré-amplificador não deve ser menor que  $47\text{ K}\Omega$  e que a tensão de saída obtida nesta impedância não deve ser menor que 1 V. Portanto, este fato deve ser tomado como base para o projeto do circuito de entrada do amplificador. No amplificador que descrevemos na parte prática deste artigo, a sensibilidade de entrada é de uns 500 mV através de uma impedância não menor que  $75\text{ K}\Omega$ .

#### Resposta de frequência

É a tensão de saída ou potência desenvolvida pelo amplificador através da impedância de carga especificada em função da frequência, para uma tensão de entrada especificada constante. As normas DIN 45 500 estabelecem que, entre 40Hz e 16 KHz a resposta deve estar dentro dos limites de mais ou menos 1,5 dB de um nível médio. A entrada se ajusta de modo que este nível médio esteja 6 dB abaixo da

potência de saída máxima nominal (as últimas edições das normas DIN 45 500 indicam 10 dB abaixo da potência de saída máxima nominal). **NOTA** - a maioria dos fabricantes de amplificadores dão esta característica apenas do pré-amplificador; e o amplificador de potência?

#### Largura de Faixa de Potência

A largura da faixa de potência é a resposta de frequência para um nível de distorção constante de sinal de saída (usualmente se toma  $d_{\text{tot}} = 1\%$ ). Os limites desta resposta de frequência são os valores de frequência para os quais a potência de saída está 3 dB abaixo do nível que corresponde a 1 KHz. Devem ser menor que 40Hz e maior que 12,5 KHz.

#### Fator de Amortecimento

É a relação entre a impedância de carga externa e a impedância de saída do amplificador. As normas DIN 45 500 dão 3 como o mínimo valor para este fator, mas os amplificadores modernos alcançam,

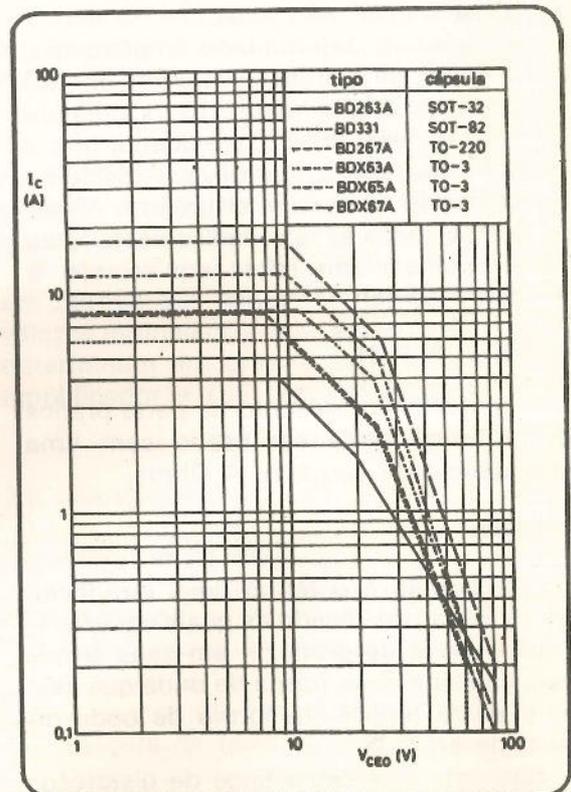


Figura 1

facilmente, um fator de amortecimento muito superior.

#### Relação Sinal/Ruído

É a relação sinal/ruído S/N entre a tensão do sinal de saída para uma frequência especificada e o nível de saída para a tensão de ruído equivalente na saída. Já que o espectro de frequências do ruído térmico é indefinido e os componentes de ruído em distintas partes do espectro não têm o mesmo nível sonoro, a relação S/N se mede, às vezes, por meio de uma rede especial (uma rede que tem uma resposta de frequência de acordo com a curva audível, descrita das normas DIN 45 405) que compensa essa desigualdade. Tal medida se conhece como relação S/N ponderada.

Se, se mede sem esta rede, o resultado obtido é a relação S/N não ponderada.

#### Condições térmicas

O amplificador deve ser projetado de modo que, abaixo das piores condições para uma temperatura máxima especificada, a temperatura máxima de junção ( $T_j$  max) não deve ser excedida em nenhum transistor.

#### 3. Seleção dos transistores de saída

A eleição dos transistores de saída corretos para a etapa final de saída se baseia nas considerações de tensão de ruptura ( $V_{CEO\ max}$ ), da corrente de coletor ( $I_{CM\ max}$ ) e do ganho de corrente ( $h_{FE}$ ) além do SOAR. (figura 1 e tabela I).

TABELA I

Características dos transistores Darlington do amplificador

tipo	polar.	cápsula	$V_{CEO\ max}$	$I_{CM\ max}$	$P_{tot\ max}$	$h_{FE}$	$V_{CE}$	$I_C$
BDX66	pnp	TO-3	60 V	20 A	150 W	> 1000	3V	10A
BDX67	nnp	TO-3	60 V	20 A	150 W	> 1000	3V	10A

Estes parâmetros estão "incorporados" a cada dispositivo e, portanto, não podem ser modificados pelo projetista do circuito. Deste modo, é possível realizar uma tabela que facilite a rápida escolha dos transistores corretos para uma determinada saída de potência. (figura 2).

#### 4. ESTABILIDADE TÉRMICA

##### 4.1. ESTABILIZAÇÃO DA CORRENTE DE REPOUSO

A estabilização das condições de funcionamento da etapa de saída é necessária devido à dispersão das características do transistor, das tolerâncias dos componentes e das variações da tensão de alimentação, além da dependência da temperatura de algumas características.

Uma dessas características é a corrente de repouso  $I_{CQ}$  dos transistores de saída que aumenta com a elevação da temperatura da junção. Dependendo das condições do circuito, isto pode ocasionar uma eleva-

da dissipação do coletor, a qual aumenta ainda mais a temperatura da junção e portanto a corrente de coletor. Se produz, assim, a condição denominada "aquecimento cumulativo" e se diz que o sistema é termicamente instável. O resultado final é a destruição dos transistores de saída. Para evitar que se produza esta condição,  $I_{CQ}$  é regulada com uma fonte estabilizadora que utiliza um transistor, um diodo e um dispositivo de coeficiente negativo de temperatura (NTC).

Na figura 3 (não são fornecidos os valores dos componentes por se tratar de ilustração e não para aplicação prática), a fonte estabilizadora é o transistor Q3 que funciona como um diodo regulador de tensão juntamente com R9 e R10. O resistor R10 deve ser ajustado de modo que se obtenha  $V_{CE}$  (Q3) aproximadamente igual à soma de  $V_{BE}$  (Q4) e  $V_{BE}$  (Q5) para a corrente  $I_{CQ}$  de corrente contínua requerida nos transistores de saída.

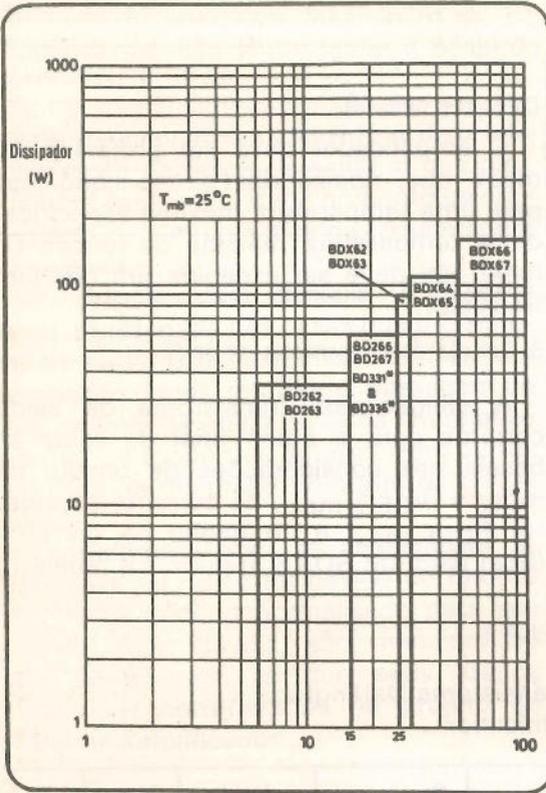


Figura 2

O coeficiente de temperatura é compensado aproximadamente frente à variação de temperatura ambiente de acordo com a relação de tensão  $V_{CE}/V_{BE}$  ( $Q_3$ ) que é resultante do ajuste de  $R_{10}$ . A variação  $dV_{CE}/V_{BE}$  ( $Q_3$ ) dos transistores individuais determina a efetividade da compensação.

O valor mínimo de  $I_{CQ}$  (tipicamente 30 mA) se escolhe para mínima distorção cruzada; o valor máximo de  $I_{CQ}$  se escolhe pela capacidade de dissipação do transistor. Pode se calcular a máxima dissipação de potência (pior caso) para cada transistor de saída e determinar o radiador requerido. Para a estabilidade térmica, a dissipação em repouso deve ser menor que a máxima dissipação dinâmica e, portanto, pode-se calcular  $I_{CQ\ max}$ . Uma vez determinada a margem permissível de  $I_{CQ}$ , pode-se calcular o mínimo valor do resistor de emissor  $R_E$  que assegurará a estabilidade térmica.

A velocidade segundo a qual diminui a corrente de repouso após a potência de CA total não depende somente do valor de  $R_E$ , como também do acoplamento térmico

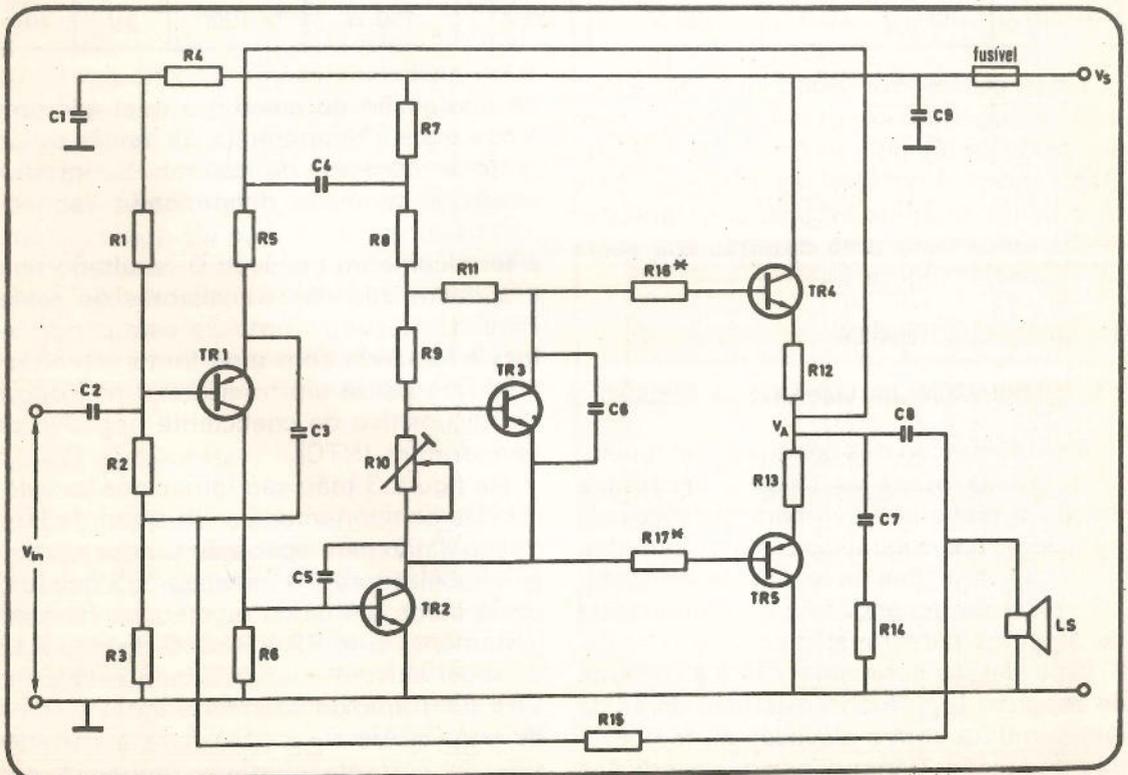


Figura 3

entre o transistor estabilizador e o radiador do transistor de saída.

A figura 4 mostra os resultados da variação do acoplamento térmico. No caso, (c) o acoplamento térmico é elevado, o qual pode produzir uma oscilação lenta de  $I_{CO}$  com efeito resultante adverso na distorção cruzada.

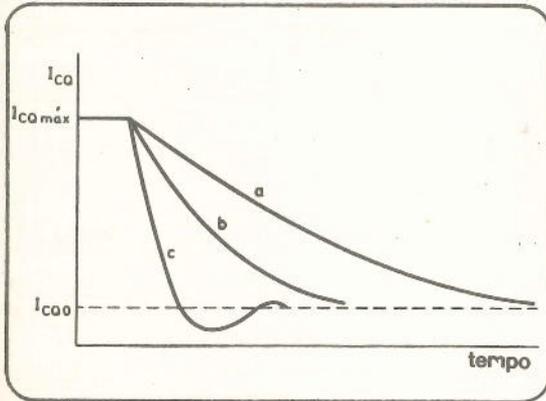


Figura 4

#### 4.2. - PROJETO DO RADIADOR

A temperatura da junção de um transistor é função da potência dissipada e da temperatura ambiente. A temperatura da junção  $T_j$  é dada por:

$$T_j = T_{amb} + R_{th\ j-a} P_{tot} \dots\dots\dots(III)$$

onde: ( $T_{amb}$ ) é a temperatura ambiente; ( $R_{th\ j-a}$ ) é a resistência térmica entre a junção e o ar circundante e ( $P_{tot}$ ) é a potência total dissipada.

A máxima temperatura da junção normalmente é fornecida pelo fabricante do transistor; a máxima temperatura para a qual se projeta o equipamento é conhecida do projetista e a dissipação de potência pode ser calculada para as piores condições de funcionamento.

A dissipação do pior caso, para transistores de saída numa configuração de alta-fidelidade em classe B é dada por:

$$P_{tot} = \frac{(1,1 V_A)^2}{\pi^2 (0,8 R_L + R_E)} \dots\dots\dots(IV)$$

onde:  $V_A$  é a tensão de CC total através do transistor para uma excursão de  $2/\pi$

(em circuito de saída complementares esta se toma como a tensão no ponto médio);  $R_L$  é a impedância da carga externa e  $R_E$  é a resistência de emissor. Os valores  $R_L$  e  $R_E$  da equação (IV) devem ser os valores nominais; os fatores 1,1 e 0,8 dão a dissipação de potência quando a tensão de alimentação é superior à nominal e a impedância de carga é uns 20% inferior à nominal.

Voltando à equação (III) pode-se calcular um valor para  $R_{th\ j-a}$  de modo que não seja excedida a máxima temperatura da junção:

$$R_{th\ j-a} = \frac{T_j - T_{amb}}{P_{tot}} \dots\dots\dots(V)$$

A resistência térmica entre a junção e o ar ambiente pode ser representada por um circuito série (figura 5) que compreende  $R_{th\ j-mb}$ ,  $R_{th\ mb-h}$  e  $R_{th\ h-a}$ . A transferência de calor ocorre primeiro entre a junção e a base de montagem e depois, através do radiador, para o ar ambiente. Devido à possibilidade de contacto térmico imperfeito entre a base da montagem e o radiador, se utiliza uma substância apropriada (graxa de silicone ou um material de propriedades semelhantes).

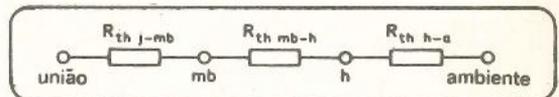


Figura 5

Os transistores de potência elevada às vezes tem o coletor conectado à cápsula e, assim em uma configuração complementar que tem ambos os transistores montados em um mesmo radiador, pelo menos um transistor deve estar isolado da massa. Isso se realiza normalmente inserindo um isolante de mica entre a base de montagem do transistor e o radiador. Os terminais de montagem e os parafusos se isolam mediante arruelas e tubos de passagem em material isolante. Se necessário, pode-se melhorar o contacto térmico entre a base de montagem, o isolante de mica e o radiador utilizando-se um composto químico. São disponíveis diversos tipos de acessórios dissipadores apropriados para os diversos tipos de transistores.

Já que os valores de  $R_{th\ j-mb}$  e  $R_{th\ mb-h}$  são conhecidos a partir de dados fornecidos, só resta calcular o valor de  $R_{th\ h-a}$  mediante a seguinte expressão:

$$R_{th\ h-a} = R_{th\ j-a} - (R_{th\ j-mb} + R_{th\ mb-h}) \dots (VI)$$

A resistência térmica  $R_{th\ h-a}$  depende da dissipação de potência, das condições da superfície, da posição de montagem e, no caso de radiadores planos, da espessura do radiador, e finalmente, do tipo de cápsula utilizada para o transistor. O tipo de radiador e suas dimensões são determinados a partir do valor  $R_{th\ h-a}$  calculado mediante os gráficos que são dados nas figuras 6 e 7. O gráfico da figura 7 compreende 4 secções que se utilizam conforme explicado na figura 6. A secção 1 mostra a dependência entre a resistência térmica, a orientação e acabamento da

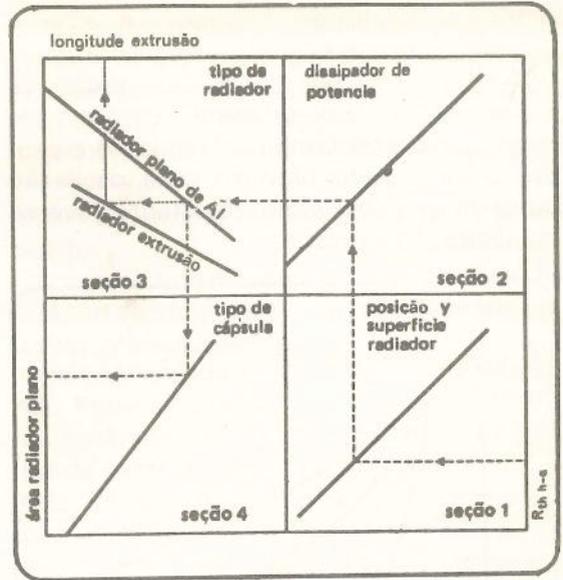


Figura 6

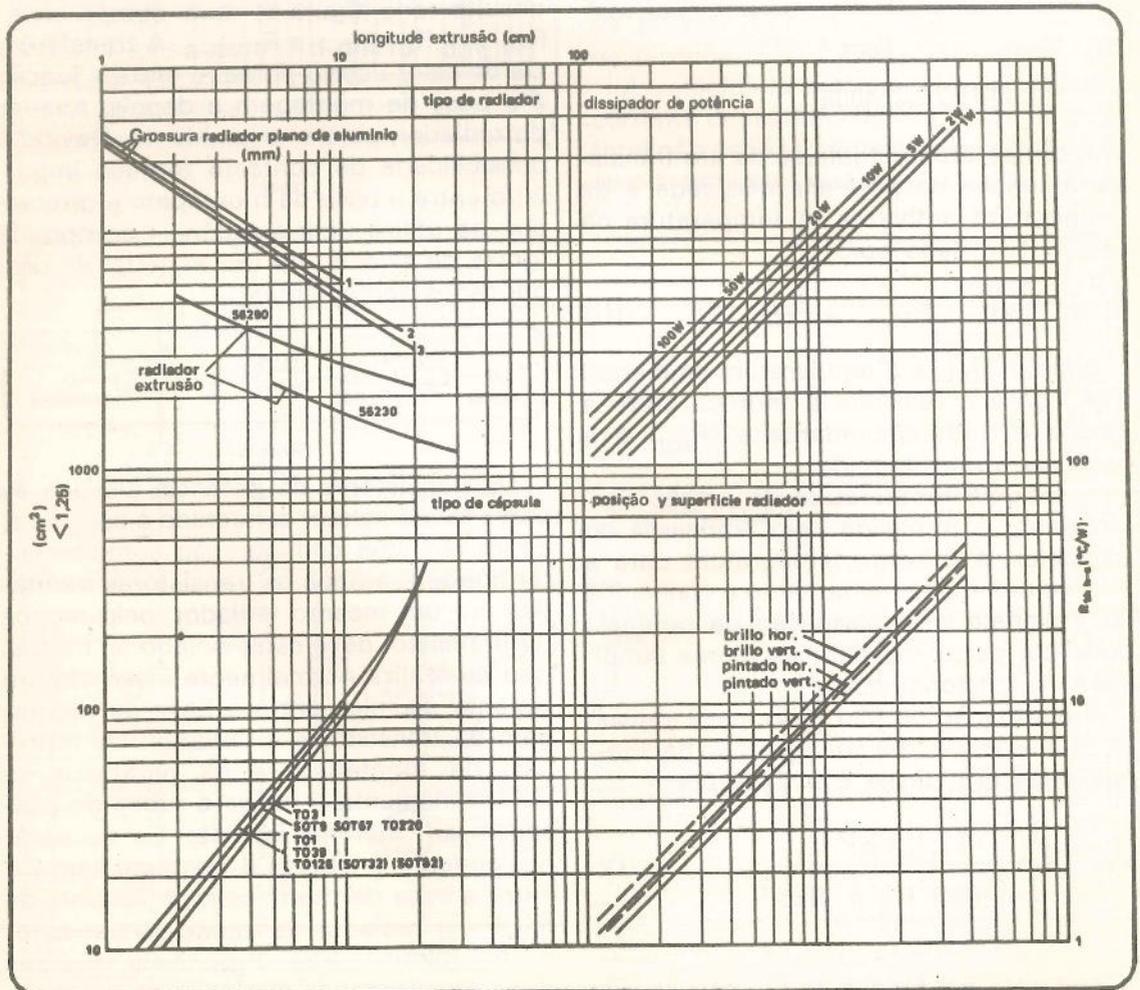


Figura 7

superfície do radiador. A secção 2 mostra a influência da dissipação de potência em condições de livre convecção na resistência térmica. A secção 3 mostra a variação da resistência térmica em função da área e da espessura do radiador, para radiadores planos, ou do comprimento (no caso de radiadores de estrusão). A secção 4 mostra a influência da cápsula resistência térmica.

Observe-se que a secção 1 das curvas, do radiador se referem a um acabamento pintado do radiador. Com efeito, a cor da pintura é relativamente pouco importante: a resistividade térmica do radiador de placa plana pintado de branco brilhante é somente uns 3% maior que a do mesmo radiador pintado de preto. Com radiadores com aletas (estrudados) a pintura é menos efetiva, mas também digna de se levar em conta. O anodizado e o ataque químico diminuem a resistividade térmica. As pinturas metálicas, tais como a pintura de alumínio, têm uma emissividade mais baixa, mas são umas 10 vezes melhores que um acabamento metálico de alumínio brilhante.

As curvas completas do radiador, que somente se aplicam a radiadores de alumínio, são dadas na figura 7.

## 5. TRANSITÓRIOS E SOAR

Neste artigo supomos um conhecimento das curvas da área de segurança de funcionamento (SOAR).

No projeto de amplificadores de áudio devem ser examinadas três condições dos transistores de excitação e saída para se ter segurança, não se ultrapassando os valores limites SOAR.

Estas condições são:

- condições de sobre-excitação do amplificador de potência;
- transitórios devidos a efeitos de conexão da fonte de alimentação;
- condições de curto-circuito.

O caso (a) se apresenta quando a entrada do amplificador de potência se sobre-excita até ao ponto de máxima excursão na característica  $I_C/V_{CE}$ . o rendimento do amplificador, neste caso, deve ser comprovado para as condições do pior caso de carga e de tensão de alimentação. Para esta prova, a impedância de carga (representada por  $R_L$  e  $L_L$  em série), a tensão de alimentação  $V_S$ , a frequência  $f_1$  e a tensão de entrada  $V_i$  do amplificador, assim como a impedância do gerador  $R_i$ , devem ser iguais aos valores indicados na Tabela II para cargas nominais de 4 ou 8 Ohms.

TABELA II  
Condições de prova de sobrecarga

carga nominal ( $\Omega$ )	$R_L$ ( $\Omega$ )	$L_L$ (mH)	$V_S$	$V_i$	$f_i$ (Hz)	$R_i$ ( $\Omega$ ) (gerador)
4	3,2	0,5	$V_{so}^* + 10\%$	$20V_i \text{ nom}^{**}$	450	600
8	6,4	1,0	$V_{so} + 10\%$	$20V_i \text{ nom}$	700	600

\* $V_{so}$  é a tensão de alimentação nominal sem carga

\*\*  $V_i \text{ nom}$  é a tensão de entrada para potência de saída total.

O caso (b) se apresenta especialmente em amplificadores que utilizam fontes de alimentação assimétricas onde a corrente de carga de comutação em  $C_L$  (figura 8) provoca um transitório através de  $Q_1$  que poderia ser superior ao valor nominal do SOAR. Se o tempo  $R_C$  de  $V_S$  é menor que o tempo  $R_C$  da tensão no ponto médio  $V_A$ , o que ocorre, quase sempre, é que  $Q_1$  começará a conduzir enquanto que  $V_A$  é ainda zero. Assim, é possível que circule uma grande corrente através de  $Q_1$ , enquanto sua  $V_{CE}$  é elevada.

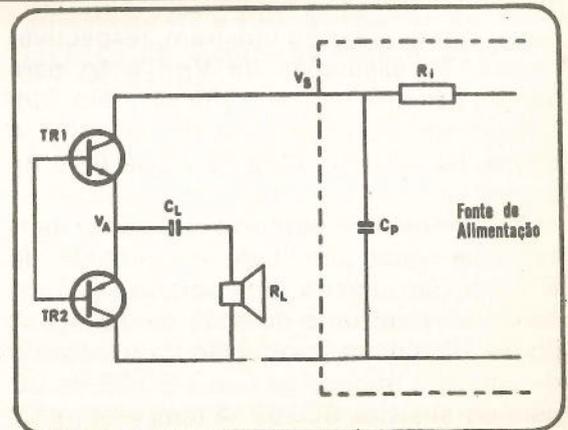


Figura 8

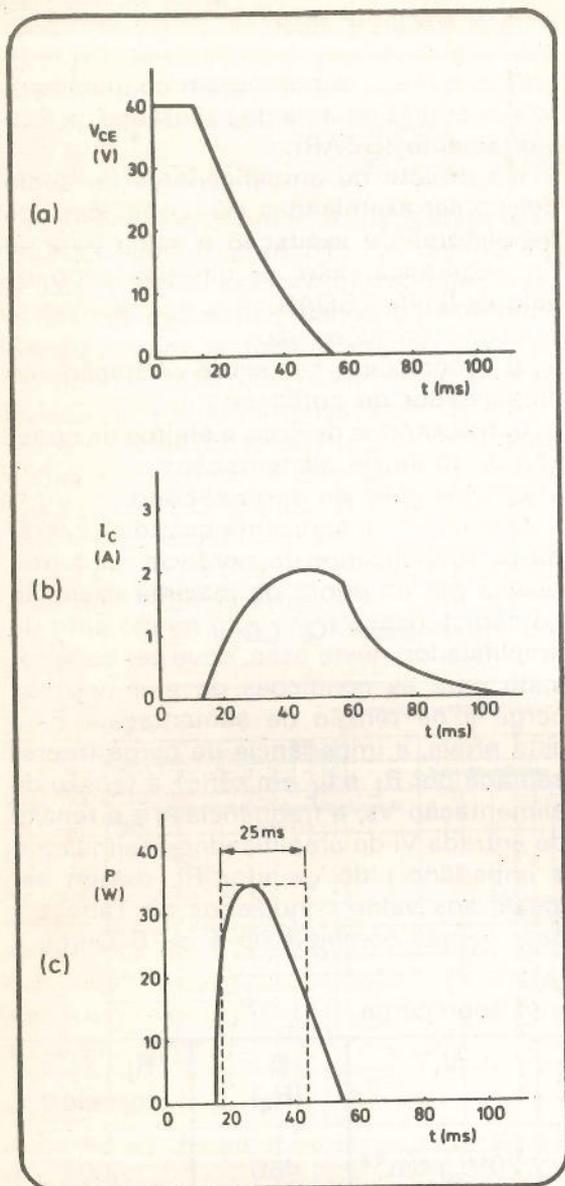


Figura 9

As figuras 9a e 9b mostram, respectivamente, as excursões de  $V_{CE}$  e  $I_C$  para estes transitórios de conexão em um amplificador experimental de 25 W e 4 Ohms. Neste caso,  $C_L$  é de 2 200  $\mu F$  e  $R_L$  é de 4 Ohms. A figura 9c mostra o correspondente pico de potência retangular derivado de igual amplitude e conteúdo de energia. Isto mostra uma potência de pico de 35 W para uma duração de 25 ms. A figura 10 mostra a excursão do transitório de conexão traçado na curva SOAR de CC para o transistor BD267. A temperatura da base de montagem, durante a conexão,

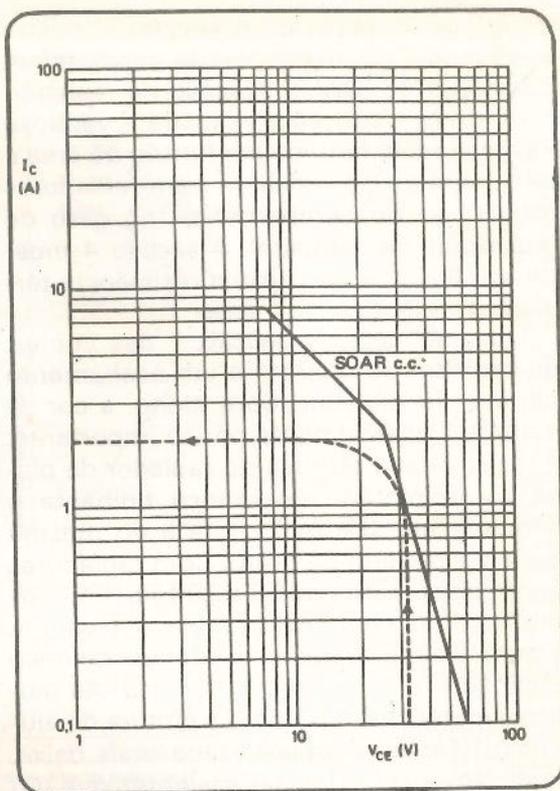


Figura 10

será baixa, de modo que  $T_{mb}$  pode ser tomada igual a 25°C. Sem dúvida, este ponto não é muito importante, visto que o comportamento na segunda ruptura dos dispositivos Darlington de base epitaxial é independente da temperatura. Em teoria deveria ser calculado se a curva SOAR para 25 ms fosse considerada, mas seu desvio com relação à curva de CC seria tão pequeno que, na prática, pode ser usada esta última.

Se são utilizadas redes de proteção contra curto-circuitos, é necessário comprovar-se o rendimento SOAR do amplificador sob condições reais de curto-circuito (caso c). As condições de prova são as seguintes:

- curto-circuito nos terminais de saída
- gerador de onda senoidal com  $R_i = 600$  Ohms
- excursão de excitação para saída de potência nominal em todas as frequências entre 20 Hz e 20 KHz.

Em nenhum momento, durante esta prova, devem ser excedidos os valores SOAR.

## 6. PROTEÇÃO CONTRA CURTO-CIRCUITO

Em amplificadores em simetria complementar classe B, como o que descrevemos na parte prática deste artigo, uma saída curto-circuitada fará com que os transistores drenem uma corrente superior ao seu valor nominal. A não ser que os transistores sejam extremamente robustos, estarão sujeitos à destruição. Para potências de saída baixas (inferiores a 25 Watts), um fusível na linha de alimentação se é utilizada uma fonte simétrica).

Para potências de saída elevadas (superiores a 25 W), é aconselhável um circuito de proteção eletrônico. A seguir descrevemos dois métodos de proteção.

### 6.1. Circuitos de disjunção de corrente

A figura 11 mostra um simples circuito (dentro das linhas tracejadas); funciona da seguinte maneira; a corrente através do transistor de saída Q3 é controlada pela tensão entre os pontos E e C, ou seja, pela soma das tensões através de R7 e R2 e por  $V_{BE}$  de Q3. O aumento da corrente de saída através de Q3 faz com que aumente a tensão entre E e C, até que eventualmen-

te o ponto D se faz positivo em relação ao ponto E. Um novo aumento em um ponto pré-determinado fará com que a tensão no ponto D faça conduzir o transistor Q1 através do divisor de tensão R1-R5 (o ponto de passagem para condução se ajusta por meio de R5). Se Q1 conduz, o sinal de excitação é desviado da base de Q3 e, quanto mais se excita o circuito, maior é a condução do transistor Q1, tendendo a bloquear Q3. Deste modo, a proteção contra curto-circuito se efetua reduzindo a corrente através de Q3 a um nível pré-estabelecido. O transistor complementar de saída Q4 está protegido de forma similar pela passagem à condução de Q2. O diodo D2 impede a circulação da corrente inversa na junção coletor/base de Q1 se o transistor Q4 conduz e analogamente para D2, Q2 e Q3.

O ajuste dos circuitos da figura 11 se efetua da seguinte maneira: são conectados às entradas de um osciloscópio de duplo feixe, através dos resistores de emissor R7 e R8. É ligado um resistor de 2,2 Ohms (amplificadores de 4 Ohms) ou um resistor de 3,9 Ohms (amplificadores de 8 Ohms) através da saída do amplificador. A dissipação nominal do resistor, por suposição, depende da saída nominal do amplificador. Ajustar R5 e R6 em suas posições médias. A partir do conhecimento da corrente de emissor do transistor de saída para a qual deve começar a proteção e o valor dos resistores de emissor, calcular a tensão de sinal de pico através de R7 e R8. Introduzir um sinal de 1 000 Hz na entrada do amplificador (de suficiente amplitude para produzir a tensão de pico calculada através de R7 e R8). Ajustar, agora, R5 ao começo do recorte da tensão através de R7 (figura 12a). Ajustar, depois, R6 para dar uma forma de onda através de R7 e R8 similar à representada na figura 12b.

A figura 13 mostra um circuito algo mais complexo. Neste circuito Q1/Q2 e Q3/Q4 são conectados como tiristores para proteger os transistores de saída Q5 e Q6. Pelo dito, vê-se que é viável a substituição dos "tiristores" em questão por tiristores reais como por exemplo, o BRY39. Este circuito opera da seguinte maneira: se a corrente em Q5 alcança cer-

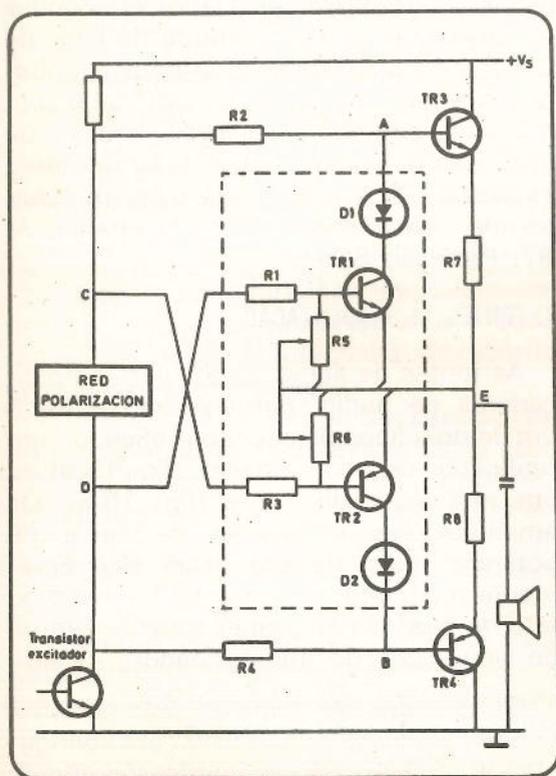


Figura 11

to valor pré-determinado pelo divisor de tensão R2-R3, o tiristor Q1/Q2 dispara desviando, assim, toda a corrente de base de Q5. O tiristor volta à posição de repouso automaticamente durante o semi-ciclo seguinte.

A inclusão de R1 aumenta a proteção proporcionada pelo circuito para cobrir uma excessiva tensão da fonte de alimentação. Se  $V_s$  aumenta acima de um valor determinado por R1, os tiristores disparam.

Na configuração excitadora da figura 13, o diodo D3 previne a segunda ruptura do transistor de excitação. Se se utiliza um circuito excitador convencional, a saída curto-circuitada produzirá uma forte corrente através do excitador e circulará uma elevada corrente através dos transistores Q3 e Q4. Como há sempre uma tensão de coletor elevada no excitador quando a saída está curto-circuitada, haveria o perigo de segunda ruptura deste transistor, não fosse a presença de D3.

## 6.2. Circuito limitador de corrente

A figura 14 mostra um circuito básico para proteção de curto-circuito mediante a limitação de corrente. Neste caso, a corrente através do transistor de saída Q3 está controlada pela detecção da tensão através do resistor de emissor R7. Esta tensão é aplicada à base de Q1 por meio do divisor de tensão R2-R3. Se a corrente de saída ultrapassa certo valor, Q1 conduz e deriva toda a nova corrente de base de Q3. Assim, a corrente de saída fica limitada a um valor pré-determinado. Como com o circuito anterior, a proteção contra uma excessiva tensão de alimentação se obtém através de R1, o que produz o mesmo efeito que uma tensão excessiva através de R7. Proteção SOAR.

## 7. FONTES DE ALIMENTAÇÃO

As fontes de alimentação, para amplificadores de áudio, normalmente utilizam um de dois tipos de circuito retificador: um retificador de onda completa (fig. 15-a) ou um retificador de ponte (fig. 15-b). Os amplificadores da classe de saída de potência mais elevada usam frequentemente o circuito da figura 15-b devido ao fato de que não se requer tomada central do secundário do transformador.

Os circuitos de fonte de alimentação, podem, ademais, se subdividir em configurações simétricas e assimétricas, como se mostra na figura 16, para o caso de retifi-

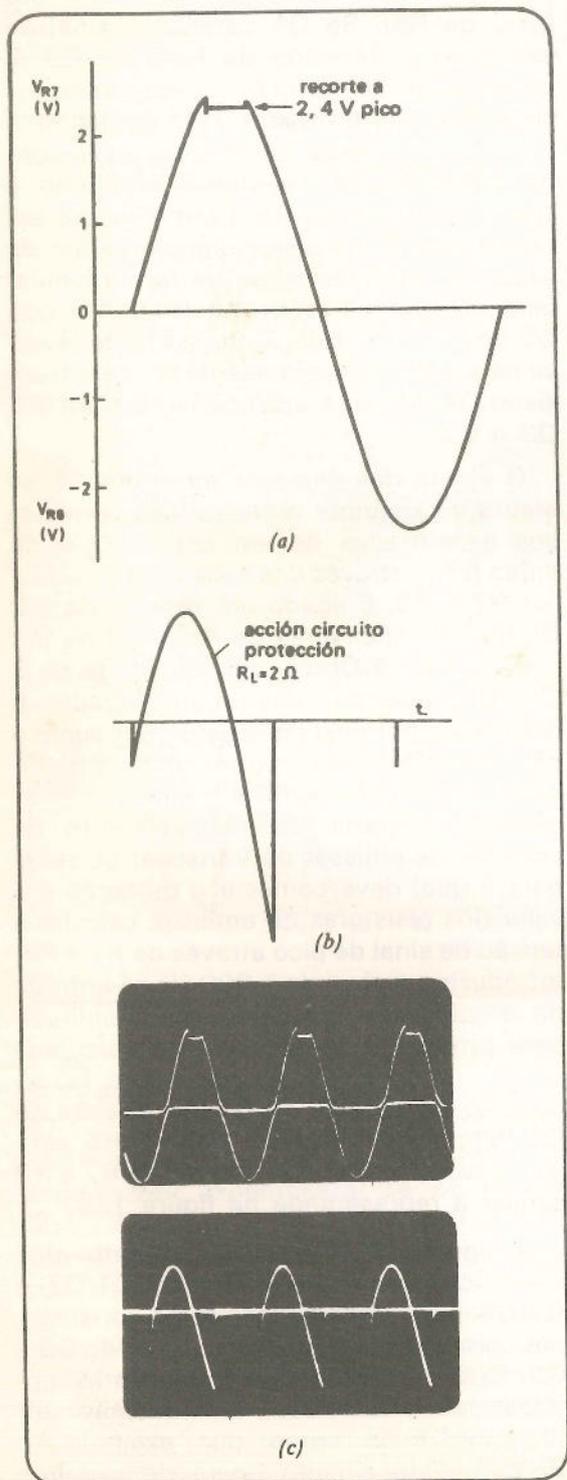


Figura 12

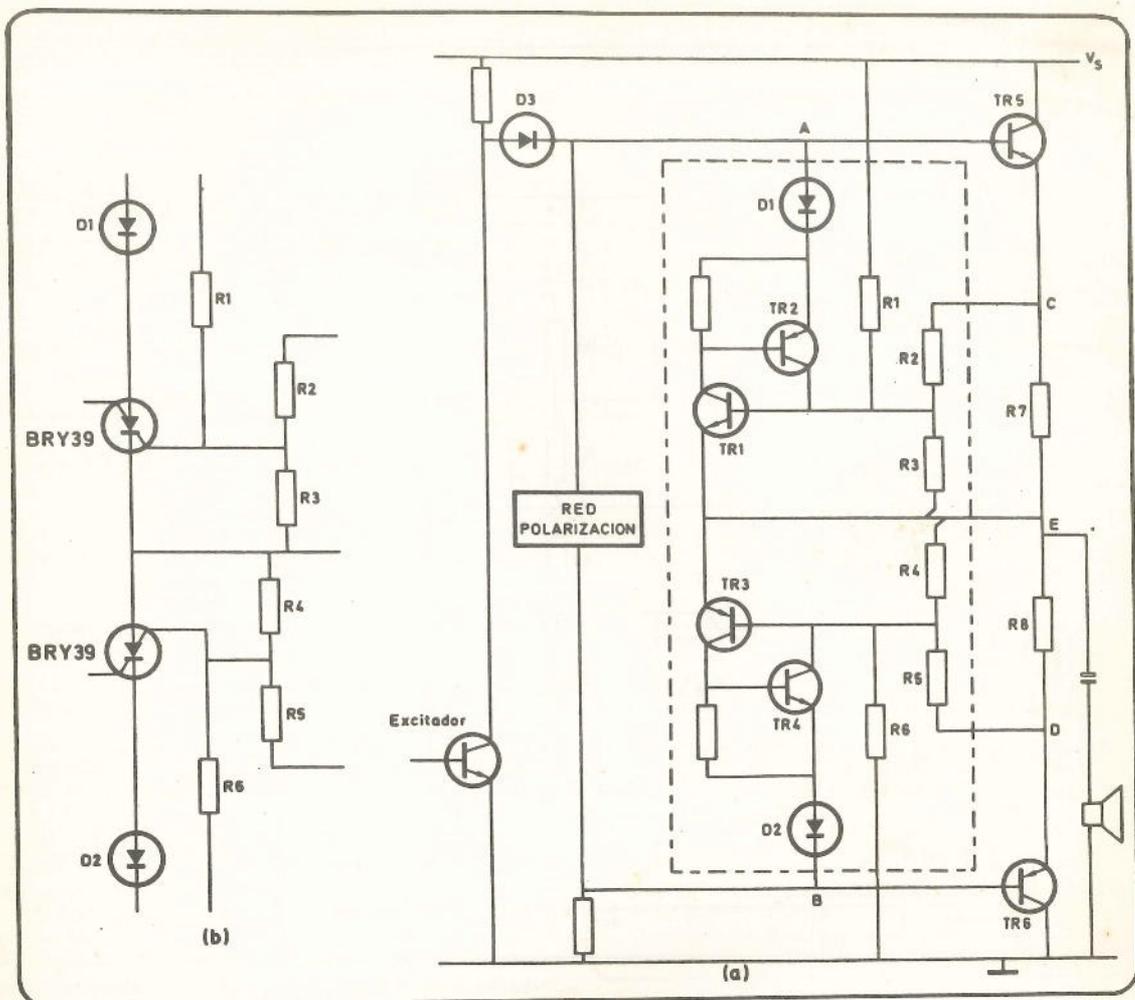


Figura 13

gador em ponte (considerações similares se aplicam ao retificador de onda completa).

Ambas as configurações têm desvantagens e vantagens e corresponde a cada projetista eleger a adequada de acordo com suas necessidades.

O amplificador em que se baseia este artigo usa uma fonte de alimentação assimétrica. É projetado para uma fonte não estabilizada que tem uma resistência interna tal que a tensão de alimentação com carga total seja 15% inferior à tensão sem carga.

Visto que os transistores de saída para uma determinada potência de saída são os mesmos qualquer que seja o tipo de fonte de alimentação, os projetos do amplificador podem ser adaptados facilmente para uma fonte simétrica.

### 7.1. Vantagens de uma fonte simétrica

- Não se requer capacitor eletrolítico de saída em série com o alto-falante. Isto apresenta duas vantagens adicionais: a primeira é que se eliminam os transitórios de comutação de saída e do alto-falante. Isto é importante em outro aspecto, ou seja, a limitação da excursão SOAR dos transistores de saída (especialmente importante em amplificadores de elevada potência onde o capacitor de saída em alimentação assimétrica deve ter um elevado valor, por exemplo, no canal do Woofer em sistemas de realimentação cinética). A segunda vantagem é que a ausência do capacitor de saída proporciona uma largura de faixa muito boa para as baixas frequências.

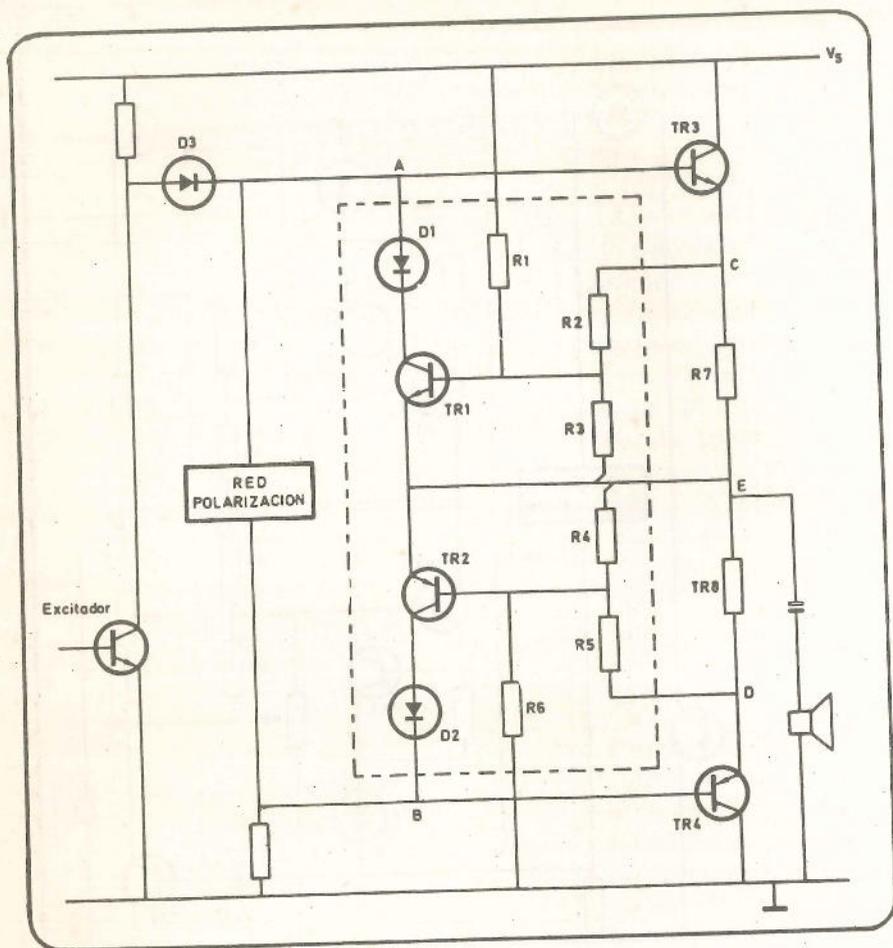


Figura 14

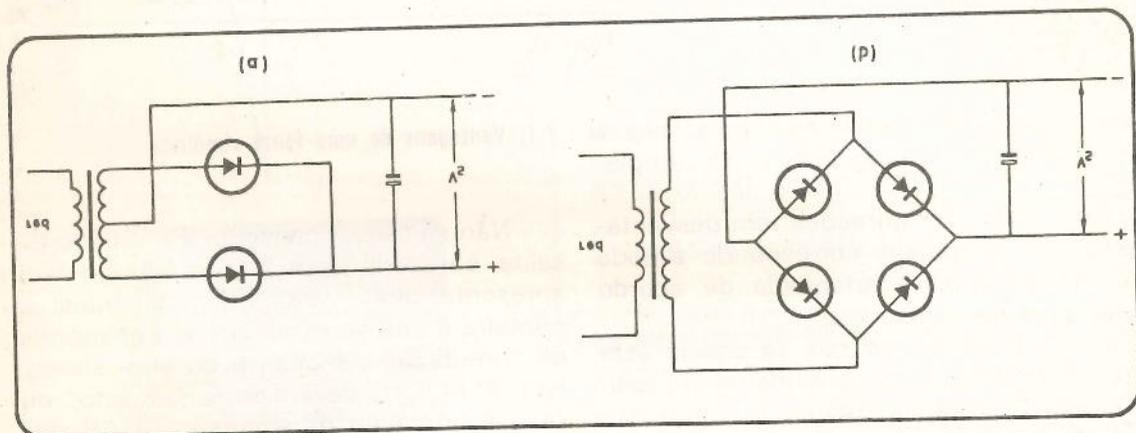


Figura 15

- O nível de recorte devido ao zumbido é simétrico.

### 7.2. Desvantagens de uma fonte simétrica

- É necessário um transformador com secundário dotado de tomada central.

- A tensão do ponto médio  $V_A$  (fig. 17) deve ser próxima de zero, já que, de curto modo, ocorreria uma polarização do alto-falante. Uma baixa tensão "offset" é especialmente importante nos casos em que se alimente um alto-falante eletrostático a partir de um transformador com resistên-

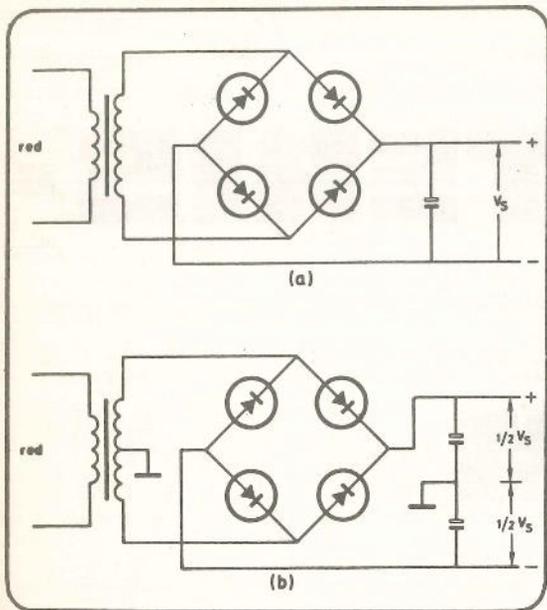


Figura 16

cia de primário muito baixa. Uma boa solução tecnicamente viável, é utilizar uma etapa amplificadora diferencial com um gerador de corrente para a etapa de entrada do amplificador de potência.

- A simples proteção contra curto circuito requer dois fusíveis, em lugar de um único requerido por uma fonte de alimentação assimétrica.

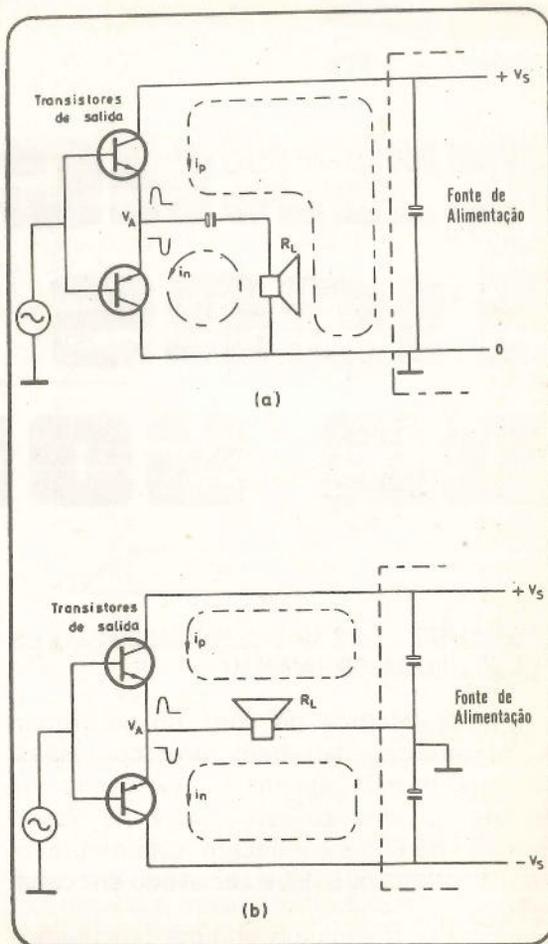


Figura 17



## MONTE UM FREQUENCIÔMETRO DIGITAL

No artigo, sob título acima, publicado em nosso número anterior (48), retifique na **RELAÇÃO DE COMPONENTES** (pág. 23) o que segue:

### CIRCUITOS INTEGRADOS

- CI 9 – 9368
- CI 10 – 9368
- CI 11 – 9368
- CI 12 – 9368
- CI 13 – 9368
- CI 20 – 7492
- CI 24 – 7805

# AS CARACTERÍS- TICAS DO SOM

TERMOS TÉCNICOS E SEUS SIGNIFICADOS PARA OS NÃO INICIADOS E PARA OS INICIADOS TAMBÉM!

Muitos adeptos do som, ao conversar sobre música costumam fazer confusões com os termos usados na descrição de efeitos ou das características de sons; quando não, desconhecem totalmente o termo correto que deve ser usado em cada caso.

Como a música e a eletrônica estão ligadas por um laço bastante estreito, já que não só são eletrônicos os aparelhos usados na reprodução e gravação da música como também encontramos largamente difundidos os instrumentos eletrônicos, tais como órgãos, sintetizadores e "theremins", que resolvemos, neste artigo, abordar as características dos sons, numa lição para os principiantes e também para os veteranos que ainda fazem confusões.

## FREQÜÊNCIA E PERÍODO

O som caracteriza-se por ser um fenômeno periódico. Podemos defini-lo como uma perturbação mecânica que se propaga num meio material e cuja velocidade de propagação depende exclusivamente da natureza do meio e não das características desse som.

Sendo um fenômeno periódico, ou seja, as perturbações ocorrem em intervalos regulares, para um som puro, podemos

definir período como sendo o intervalo do tempo entre duas perturbações sucessivas (figura 1).

Para definir freqüência partimos justamente do período, dizendo como de qualquer outro fenômeno periódico em Hertz. Numericamente, a freqüência corresponde ao número de perturbações ou vibrações que ocorrem em cada segundo. Um som, cujo período seja de 0,05 segundo, a freqüência será de 20 Hertz.

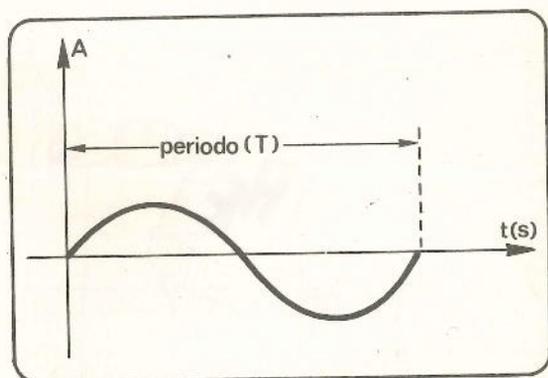


Figura 1

Nosso aparelho auditivo só pode perceber sons cujas freqüências estejam compreendidas entre limites que variam sensivelmente de pessoa para pessoa, estando, entretanto, a média entre 15 e 15 000 Hz.

## INTENSIDADE

A segunda característica a ser analisada num som é a sua intensidade. A intensidade de um som está relacionada com a amplitude da perturbação, ou seja, com a energia contida nessa perturbação (figura 2). Essa intensidade é medida em Decibéis (dB).

Não percebemos da mesma maneira sons de frequência diferentes e da mesma

intensidade porque a curva de sensibilidade do ouvido não é linear em função da frequência, ou seja, a sensibilidade do ouvido varia de frequência para frequência.

## TIMBRE

O timbre está relacionado com o número de perturbações harmônicas constantes de um determinado som. Explicamos melhor.

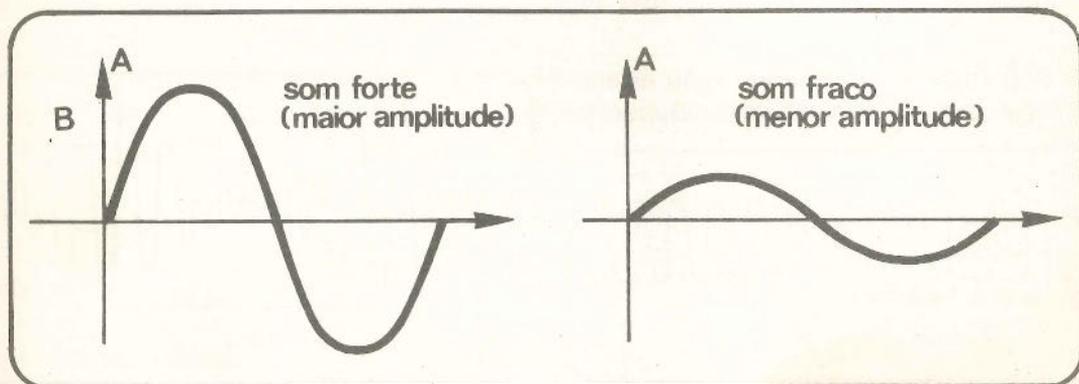


Figura 2

Se um som for puro, ele constará de perturbações constantes de frequência determinada (o período será o mesmo para cada uma) podendo ser representado por uma senoide (figura 3). Nenhuma perturbação suplementar estará presente nesse

determina o que denominamos de timbre do som (figura 4). É o timbre que nos permite diferenciar a mesma nota musical (mesma frequência) emitida por dois instrumentos diferentes (piano e violino por exemplo).

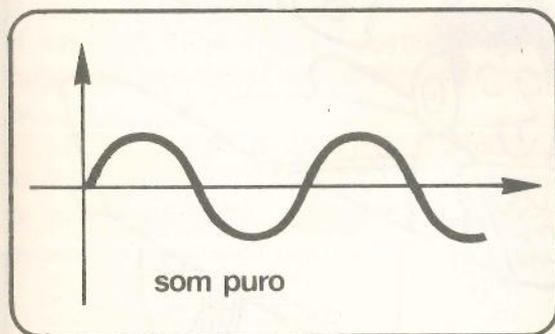


Figura 3

som. Entretanto, isso não ocorre quando produzimos na prática uma perturbação qualquer, ao tocarmos a corda de um instrumento, por exemplo. Juntamente com a frequência básica, ou fundamental, são produzidas perturbações de frequências múltiplas da fundamental e que se sobrepõem a ela. O número dessas perturbações adicionais e sua intensidade relativa

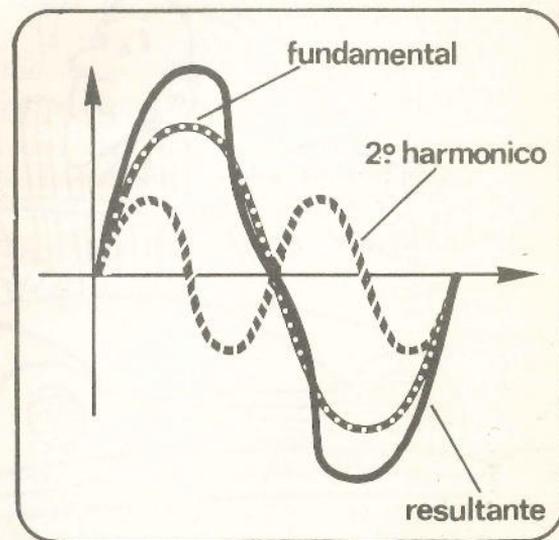


Figura 4

## PORTAMENTO

Poucos conhecem esta característica de sons ou sabem defini-la corretamente. O

portamento ocorre quando, durante a emissão de um som contínuo, é feita uma variação de sua frequência. A nota "muda de frequência" durante a emissão obtendo-se uma espécie de "corrimento". O exemplo mais patente desse efeito é a guitarra havaiana.

### VIBRATO E TRÊMULO

O vibrato e o trêmolo, ao contrário do que muitos pensam, não são a mesma coisa, apesar de que os efeitos obtidos são bastante semelhantes.

O vibrato consiste numa variação de baixa frequência da frequência fundamental

de um som, em torno de um certo valor. A profundidade do vibrato é o desvio total da frequência causado pelo sinal. Normalmente esta frequência costuma ser de 7 Hz, entretanto, outras frequências também podem ser usadas. (figura 5).

O trêmolo se refere a uma variação de baixa frequência da amplitude ou intensidade do som. A frequência básica usada na obtenção desse efeito também costuma ser de 7 Hz. (figura 6).

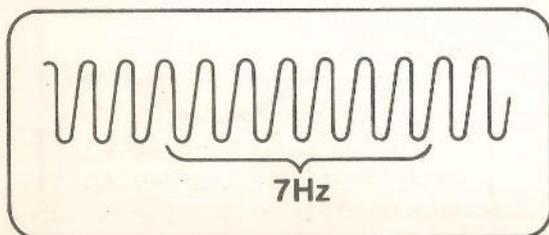


Figura 5

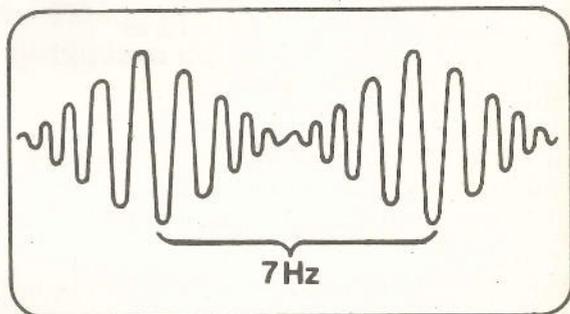
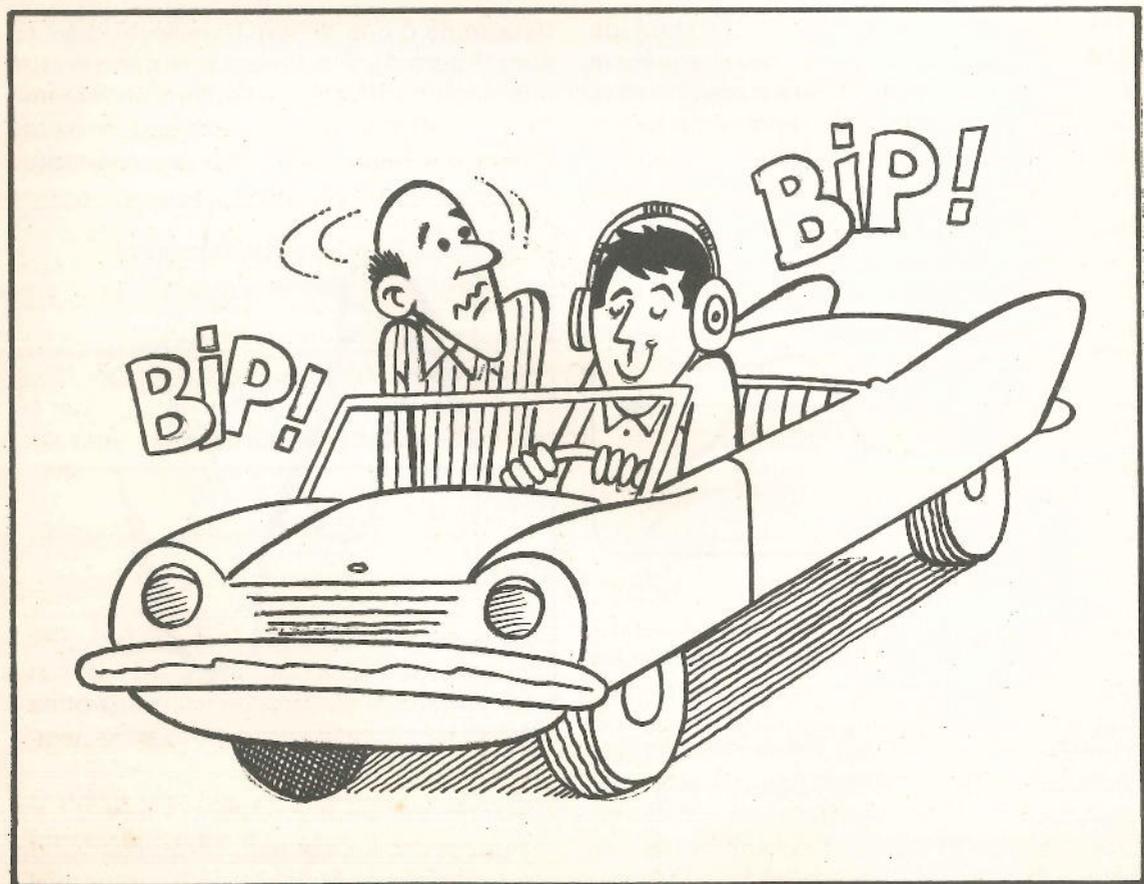


Figura 6



## REPARAÇÃO DE RECEPTORES DE TV PELA OBSERVAÇÃO DA IMAGEM

### METODOLOGIA SENAI

Esta seção é elaborada em colaboração com o SENAI — Escola Roberto Simonsen de São Paulo, tomando como base relatórios dos próprios alunos do curso de Reparador de Radio e Televisão.

Diante de um aparelho receptor de TV que apresente qualquer tipo de deficiência, teoricamente, qualquer pessoa que possua conhecimentos básicos de eletrônica (como por exemplo a leitura de diagramas e o manuseio de ferramentas), pode encontrar a causa da falha, bastando para isso provar todos os componentes. Evidentemente, a busca da causa de qualquer falha por um método de tentativas aleatórias, não é o mais apropriado para o técnico profissional. O número de componentes que compõem um televisor comum é bastante elevado, e a prova de todos, um a um, seria um trabalho excessivamente moroso, o que profissionalmente é totalmente condenável.

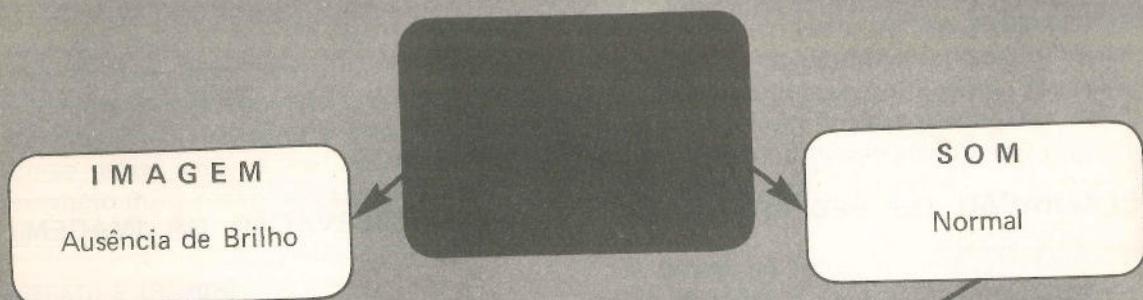
Quem possuir um conhecimento maior dos princípios de funcionamento de um receptor de TV, pode abreviar consideravelmente a área de pesquisa de uma falha em uma etapa, simplesmente pela observação de como essa falha se manifesta. Na verdade, a localização de falhas pela observação do sintoma, especificamente a observação da imagem e do som, nos levam a uma metodologia de reparação bastante eficiente e simples que é justamente a metodologia empregada pelo SENAI no seu curso de reparação de televisores e que nos propomos levar ao leitor através desta seção.

A eficiência deste método pode ser avaliada pelos milhares de técnicos formados pelo SENAI e que hoje fazem parte do quadro de funcionários de muitas de nossas principais indústrias de componentes e equipamentos eletrônicos, além de possuírem suas próprias oficinas de reparação.

#### O Método

Diante de um receptor inoperante ou apresentando alguma espécie de deficiência, o primeiro passo a ser dado é a verificação do que está "anormal" no que se espera dele. Procuramos então os sintomas da "doença" do receptor. Um sintoma pode ser uma distorção do som, a ausência de imagem, a presença de faixas na imagem, etc.

No curso do SENAI, um dos receptores usados é o Philco TV-374/TV 374ULD-1. Trata-se de um receptor híbrido, isto é, usa transistores e válvulas, monocromático.



### CIRCUITOS A SEREM VERIFICADOS

Este tipo de falha pode ter como causa um funcionamento deficiente dos seguintes circuitos:

1. Oscilador e saída horizontal
2. Fonte de alimentação (parte)
3. Controles de brilho e contraste

Na página ao lado temos os diagramas das etapas suspeitas com a verificação de tensões para o caso do receptor defeituoso e para o caso de um receptor normal.

### DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

- a. Em primeiro lugar são realizadas medidas de tensão na etapa osciladora e na etapa de saída horizontal.
- b. Constatando-se que a etapa se encontra **sem alimentação** devemos suspeitar imediatamente de deficiência na fonte. Uma análise do controle de brilho e contraste fica portanto desnecessária.
- c. Medidas realizadas na fonte mostraram a **existência de um diodo retificador aberto e um capacitor eletrolítico de filtro em curto**. Neste caso, podemos concluir que a queima do diodo se deve justamente a entrada em curto do capacitor.
- d. Pelo diagrama da fonte de alimentação pode perceber o leitor que a etapa de saída e osciladora é alimentada independentemente daí a razão do som não ser afetado.

### FALHA CONSTATADA

Chegamos portanto a conclusão que a falha se deve a uma deficiência na fonte de alimentação.

### COMPONENTES SUBSTITUIDOS

Constamos portanto que existem dois componentes defeituosos que devem ser substituídos:

- diodo semiconductor
- capacitor eletrolítico de 130  $\mu\text{F}$  x 350 V

### CONCLUSÃO

Neste caso, pudemos encontrar a falha antes mesmo de examinar todas as etapas suspeitas. O exame do controle de brilho e contraste foi desnecessário tão logo se constatou se encontrar a deficiência na própria fonte de alimentação.

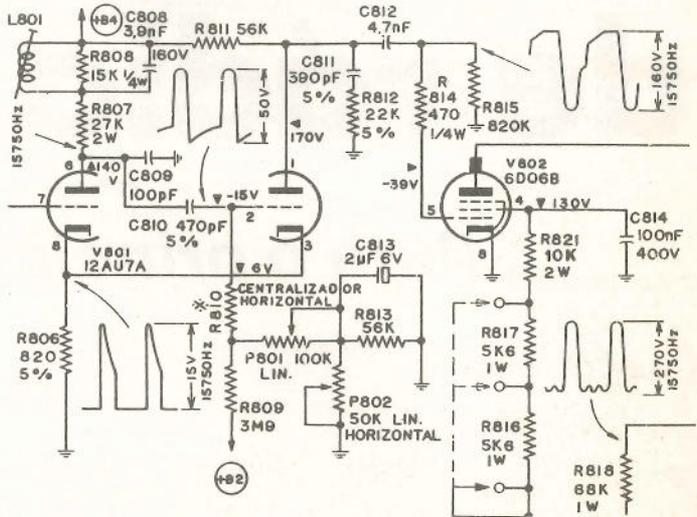
## VERIFICAÇÃO DOS CIRCUITOS

INSTRUMENTO(S) UTILIZADO(S): VOLTÍMETRO ELETRÔNICO

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

### CIRCUITO HORIZONTAL

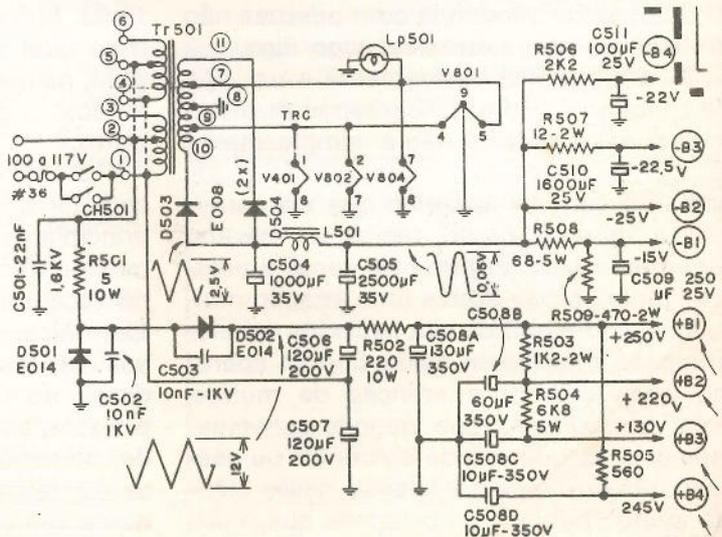
VÁLVULA	TENSÃO	
	Certa	Encontrada.
6DQ6		
Pino 4	130	10 Volts
Pino 5	-39	-5 "
12AU7		
Pino 1	170	20 Volts
Pino 6	140	19 "



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

### FORNE DE ALIMENTAÇÃO

PONTO	TENSÃO	
	Certa	Encontrada
+ B-1	220	10 Volts
+ B-2	190	100 "
+ B-3	100	50 "
+ B-4	200	110 "



# três receptores de rádio

*Para o principiante montar*

*NEWTON C. BRAGA*

NESTE ARTIGO DESCREVEMOS TRÊS RECEPTORES DE RADIO MUITO SIMPLES, ESPECIALMENTE INDICADOS PARA O PRINCIPIANTE QUE ESTEJA INTERESSADO NA CONSTRUÇÃO DE SEU PRÓPRIO "RADINHO" TRANSISTORIZADO.

Quando conversamos com pessoas não praticantes de eletrônica logo ligam a palavra eletrônica basicamente e um tipo de aparelho: o rádio! Evidentemente, sabemos que a eletrônica não é simplesmente rádio, mas devemos lembrar que foi praticamente com tal aparelho que ela começou e durante muito tempo se baseou totalmente nele. Entretanto, como a palavra "rádio" ainda exerce uma atração muito forte sobre muitos não iniciados em eletrônica, a montagem desse tipo de aparelho pode chamar a atenção de muitos. Veja, por exemplo, que, quando conversamos com estudantes de eletrônica ou pessoas que pretendem iniciar-se nessa ciência como "hobby", percebemos que o primeiro interesse manifestado se refere justamente à montagem de um receptor de

rádio. Mesmo os veteranos, se perguntarmos qual teria sido sua primeira montagem, na maioria dos casos a resposta será: o rádio a galena, a válvulas, ou qualquer outro.

As publicações técnicas atuais parecem ter esquecido o rádio e, com isso, o principiante. Não encontramos mais com a mesma frequência "planos" de montagem de receptores de rádio. A Revista Saber Eletrônica, levando em conta que montar um receptor transistorizado possa ser desejo de muitos, publica neste artigo três projetos, em graus crescentes de dificuldade, de receptores que poderão ser executados mesmo pelos mais inexperientes numa demonstração de que nem tudo que é interessante para o leitor tem de ser necessariamente complicado.

## RÁDIOS ANTIGOS E RÁDIOS MODERNOS

O que é um receptor de rádio? A resposta para esta pergunta pode ser dada de diversas maneiras. Podemos, por exemplo, dizer que um rádio consiste num equipamento cuja função é captar ondas eletromagnéticas emitidas por uma estação distante e extrair desta onda a informação que ela transporta, transformando-a em som.

Para o principiante não familiarizado com o princípio de funcionamento desse tipo de aparelho, baseando-se apenas nos receptores como ele conhece, tudo isso pode parecer bastante complicado. Entretanto, devemos lembrar que os receptores de rádio que normalmente vemos são receptores bem elaborados, fruto de diversos anos de desenvolvimento das técnicas eletrônicas com o que se alia eficiência, compactidade e baixo custo num único equipamento. Mas, para termos simplesmente um rádio, não precisamos de tudo isso. Para recebermos ondas eletromagnéticas e as convertermos em um sinal audível, não precisamos, necessariamente, de todas aquelas "peças" que o leitor vê no seu "radinho" comum.

Os antigos receptores a galena, não tinham etapas de amplificação, isto é, o sinal da estação emissora já fornecia toda a energia necessária à operação do aparelho e o receptor não necessitava de pilhas ou de qualquer outra espécie de fonte de energia. É óbvio que isso apresentava um sério inconveniente: para que a maior quantidade de energia possível pudesse ser obtida das estações, a antena deveria ser bastante longa e, mesmo assim, só era obtido som razoável num fone (figura 1) quando a estação captada era relativamente "forte" e estivesse próxima.

Com o advento das válvulas foi possível obter-se uma amplificação para o sinal captado, isto é, o som poderia ter sua intensidade aumentada a ponto de poder acionar um alto-falante (figura 2). Novas técnicas, o uso de diversas válvulas, culminaram com os receptores à válvula do tipo como conhecemos agora. O transistor começou a substituir a válvula pois podia realizar a mesma amplificação com econo-

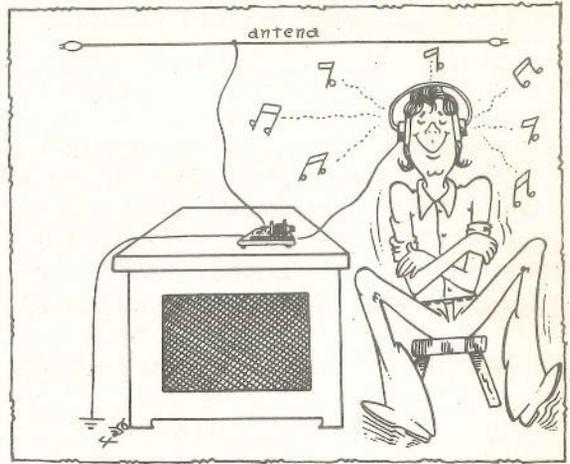


Figura 1



Figura 2

mia de espaço e de energia, o que possibilitou a construção dos receptores portáteis. (figura 3).

Hoje, os receptores de rádio são do tipo transistorizado, normalmente empregando cinco ou mais transistores, obtendo-se, com isso, boa sensibilidade (capacidade de captar estações "fracas") e boa seletividade (capacidade de separar estações próximas em frequência).

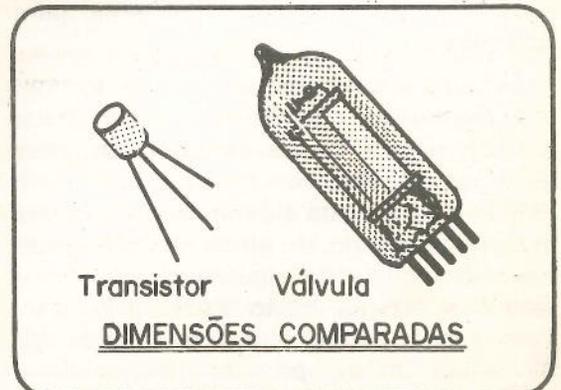


Figura 3

Perceba o leitor que não precisamos, necessariamente, de cinco transistores para termos um rádio. A sensibilidade do receptor dependerá do número de etapas de amplificação, ou seja, do número de transistores, mas a complexidade do circuito também dependerá disso. Deste modo, levando em conta a inexperiência do montador, equilibramos sensibilidade com complexidade elaborando três projetos: um receptor mais simples de apenas um transistor e, portanto, apenas uma etapa de amplificação. Este receptor de menor sensibilidade só pode excitar razoavelmente um fone e necessita de uma boa antena externa. O segundo receptor utiliza dois transistores e possui duas etapas de amplificação, possibilitando escuta num alto-falante das estações mais fortes; isso com uma boa antena externa. O terceiro receptor utiliza três transistores e tem três etapas de amplificação: é o mais sensível de todos permitindo a escuta em alto-falante, mesmo com uma pequena antena interna, das estações mais fortes.

A escolha de qual receptor montar deve ser feita em função do local em que o leitor residir. Por exemplo: se na sua cidade não existirem estações de rádio, o receptor de um transistor não terá sensibilidade para possibilitar a captação de estações distante e nada será ouvido. Assim, analise as características dos três receptores dadas a seguir, e faça a escolha:

#### Receptor 1

Número de transistores ..... 1  
 Alimentação . . . . . 6 Volts (4 pilhas)  
 Tipo de escuta Fone de alta impedância  
 Antena 5 metros (mínimo - externa, para estações locais)

Este receptor, por contar apenas com um transistor, não possui sensibilidade suficiente para captar estações distantes ou fracas. Assim, sua montagem só será indicada se em sua cidade houver alguma estação operando, ou ainda se você residir nas vizinhanças de alguma cidade como estações "fortes" (São Paulo, Rio, etc). Com isso, com uma antena externa de uns 5 metros de comprimento, no mínimo, uma boa recepção pode ser obtida. Para estações um pouco "fracas", ou distantes,

a antena deve ser mais longa para a obtenção de resultados satisfatórios.

#### Receptor 2

Número de transistores ..... 2  
 Alimentação . . . . . 6 Volts (4 pilhas)  
 Tipo de escuta . Em fone ou alto-falante  
 Antena externa ou interna com um comprimento mínimo de 5 metros.

Este receptor possui duas etapas de amplificação e com isso pode excitar convenientemente um alto-falante comum no caso das estações mais "fortes" e mais próximas. Para isso, deve ser usada uma boa antena externa e uma boa ligação à terra. Para as estações mais "fracas", a escuta só será possível num fone. Se você residir em cidades que tenham estações muito "fortes" (São Paulo ou Rio), até mesmo com uma antena interna de 2 ou 3 metros, resultados satisfatórios podem ser obtidos.

#### Receptor 3

Número de transistores ..... 3  
 Alimentação . . . . . 6 Volts (4 pilhas)  
 Tipo de escuta . Alto falante de 8 Ohms  
 Antena interna ou externa de 5 metros no mínimo.

A utilização de três transistores amplificadores permite a obtenção de boa sensibilidade com um sinal de intensidade suficiente para excitar bem um alto-falante comum, com as estações mais "fortes". Com isso, com uma boa antena externa, as estações mais "fracas" poderão ser ouvidas razoavelmente bem e as mais "fortes", até mesmo sem o uso de antena mas tão somente um pedaço de fio de uns 3 ou 4 metros esticado. Este receptor é o mais sensível dos três sendo o tipo recomendado se o leitor residir em zona rural ou se na sua cidade não existirem estações de rádio, mas tão somente em alguma cidade vizinha. Se a estação mais próxima estiver muito longe uma boa antena externa deve ser usada.

#### O QUE É NECESSÁRIO PARA A MONTAGEM

A obtenção dos componentes não é difícil já que todos se encontram em casas de material eletrônico, podendo, inclusive, haver aproveitamento de "peças" de

velhos rádios, mesmo a valvula, caso do capacitor variável e do alto-falante, (figura 4)

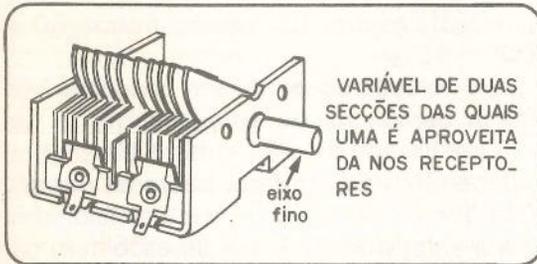


Figura 4

Para a montagem, desenhos e instruções bastante pormenorizadas serão fornecidas de modo que, mesmo sem prática, bastará seguir o texto à risca e o receptor funcionará. Como se trata de receptor especialmente projetado para o principiante, nenhum tipo de ajuste é necessário. Assim, se tudo estiver certo, completada a montagem, é só instalar a antena e fazer a ligação à terra que o aparelho deve funcionar imediatamente.

Com relação às ferramentas para a montagem, podemos dividi-las em dois grupos: as ferramentas para o trabalho de fixação mecânica dos componentes e as ferramentas para os trabalhos de conexão.

Para o primeiro caso, como no protótipo optamos por uma base de acrílico (que pode ser adquirido em retalhos em casas de plásticos) usamos uma serra fina para cortá-la no tamanho apropriado e os furos foram feitos com uma furadeira elétrica comum. As pontes de terminais foram fixadas com parafusos de 1/8" enquanto que para o capacitor variável usamos o próprio parafuso original de componente. Deste modo, uma broca 9/64" é a mais recomendada para a furação. Para os fios de enlaçamento da bobina que a prenderão nas base, usamos uma broca mais fina: 5/64".

Para a parte de conexões, o soldador usado foi do tipo elétrico de pequena potência, não sendo recomendada a utilização de soldadores de mais de 30 Watts, pois o calor excessivo poderá danificar os componentes, especificamente o diodo semiconductor e os transistores.

Um alicate de corte lateral e um de ponta completarão o jogo de ferramentas juntamente com chaves de fendas.

A solda usada nas conexões deve ser do tipo normalmente empregado em serviços eletrônicos (60/40) podendo ser encontrada em casas de materiais eletrônico. Um metro será suficiente para a montagem de qualquer um dos três receptores (figura 5).



Figura 5

O fio usado para a interligação dos componentes é do tipo rígido com capa plástica. Para a antena e terra, assim como o enrolamento da bobina, optamos pelo fio flexível fino, normalmente usado nos trabalhos com transistores.

#### A BOBINA DE ANTENA E SINTONIA PARA OS TRÊS RECEPTORES

Um ponto comum às três montagens é a bobina de antena e de sintonia que são enroladas na mesma forma. A maneira como essa bobina é enrolada determinará a faixa de frequência das estações captadas. Como todos os três receptores são para a faixa de ondas médias (550 a 1600 Khz) a mesma bobina é utilizada para os três rádios. Deste modo, antes mesmo de se decidir por qual receptor montar, o leitor já pode providenciar o enrolamento dessa bobina.

Um pormenor deve ser observado neste artigo: normalmente, no enrolamento de bobinas deste tipo, o fio mais recomendado é o de cobre esmaltado, por diversas razões técnicas, como, digamos, a baixa resistência que implica em melhor seletividade. Entretanto, como não é fácil obter-se o fio esmaltado, já que só pode ser encontrado em casas de enro-

lamentos de motores (que na maioria das vezes se recusam a vender os 5 ou 10 metros que necessitamos para a bobina) optamos pelo fio comum de capa plástica que pode ser encontrado em qualquer casa de material elétrico. Como nossa montagem visa o principiante, preferimos sacrificar um pouco a seletividade em função de fácil obtenção de todo o material para a montagem. Uns 10 metros de "cabinho para transistores é mais do que suficiente para a bobina.

Evidentemente, se o leitor dispuser de fio esmaltado # 26 ou # 28 poderá usá-lo com vantagem no enrolamento de bobina (fig. 6).

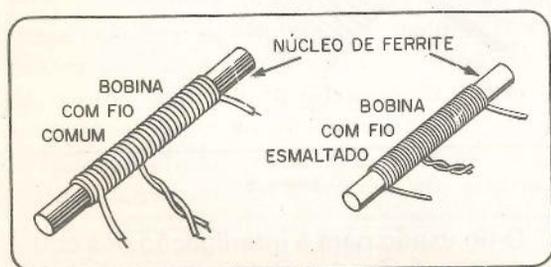


Figura 6

Essa bobina de antena deve ser enrolada num bastão de ferrite de 0,8 a 1,2 cm de diâmetro com um comprimento de 11 a 22 cm.

O número de espiras a ser enroladas e a posição em que tomada deve ser feita dependerá de fatores que discutiremos a seguir.

## SELETIVIDADE & SENSIBILIDADE

Em primeiro lugar, o número total de espiras de bobina, ou seja, de "voltas" de fio que devem ser dadas, dependerá do valor do capacitor variável que o leitor tenha adquirido. No comércio existem normalmente capacitores de 285 a 410 pF. Qualquer tipo entre esses valores pode ser usado, bastante para isso que as diferenças de valores sejam compensadas pelo número de espiras da bobina. O leitor não precisa se preocupar muito com isso, pois em caso de engano, o máximo que pode ocorrer é o deslocamento da faixa de sintonia, ou seja, as estações dos extremos da faixa poderão ser "podadas".

Para um capacitor variável de 410 pF a bobina deverá ter um número de espirais compreendido entre 60 e 80, enquanto que para um capacitor de 285 ou 365, o número de espiras deverá estar entre 80 e 100.

Com relação ao ponto em que deve ser feita a derivação, ou seja, em que o fio deve ser dotado de uma tomada (ver figura 7) dependerá de um fator bastante importante que é o equilíbrio entre a sensibilidade e a seletividade. Antes de escolhermos o local de derivação devemos analisar o problema.

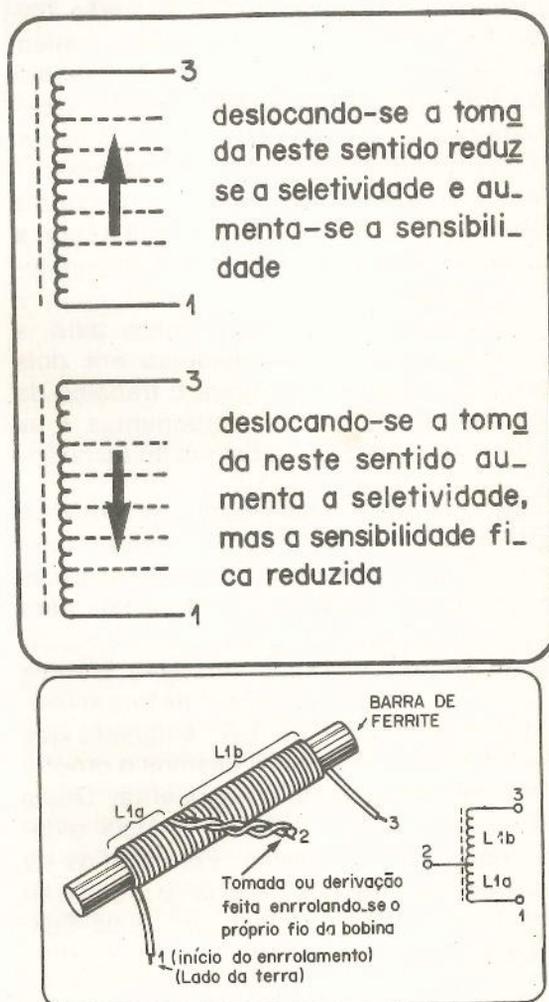


Figura 7

a) Se na sua cidade houver apenas uma ou duas estações "fracas", separadas de boa distância no "mostrador", ou seja, tiverem frequências bastante diferentes,

você deve preocupar-se em aumentar a sensibilidade do receptor mas não precisará se preocupar com a seletividade, ou seja, o receptor deve ser sensível aos sinais fracos mas não precisa ter uma capacidade muito grande de separação das estações. Neste caso, a tomada pode ser feita no meio ou a 2/5 do número de espiras da bobina. Se a bobina tiver 100 espiras faça a tomada entre a 40ª e a 50ª. Se a bobina tiver 80 espiras faça a tomada entre a 30ª e a 40ª (figura 8). Observe o

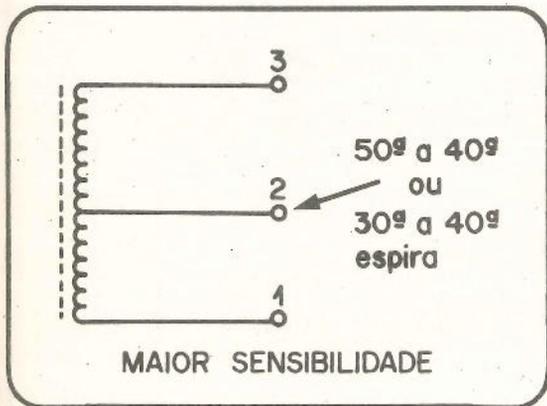


Figura 8

leitor que, deslocando a tomada para o lado do extremo superior, a sensibilidade aumenta mas, em compensação, a seletividade diminui. O ponto de equilíbrio deve ser função das condições locais de recepção.

b) Se na sua cidade operarem estações "fortes", de frequências próximas, a seletividade será o requisito principal do receptor. Se o leitor residir numa cidade como

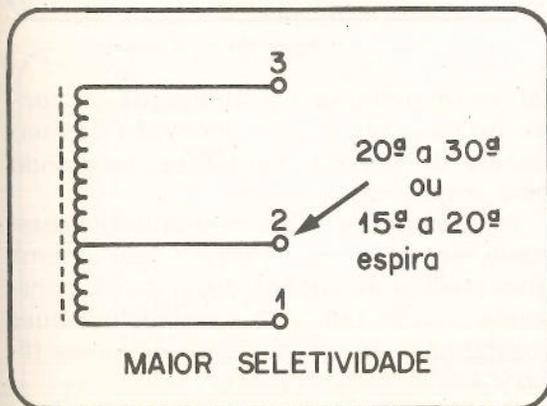


Figura 9

São Paulo ou Rio, que está neste caso, esta é a bobina que deve ser enrolada. Faça a tomada entre 1/5 e 2/5 das espiras. Se a sua bobina tiver 100 espiras faça a tomada entre a 20ª e 30ª espiras e se a sua bobina tiver 80 espiras entre a 15ª e a 20ª espira, conforme mostra a figura 9.

C) Se na sua cidade existir uma única estação "fraca" e toda sensibilidade for necessária para sua captação, a tomada deve ser feita a partir da metade do enrolamento. Entre 1/2 e 3/4 do enrolamento é o recomendado.

A bobina de antena enrolada sobre esta de sintonia consiste em 10 ou 15 espiras do mesmo fio enrolada numa camada superior (figura 10).

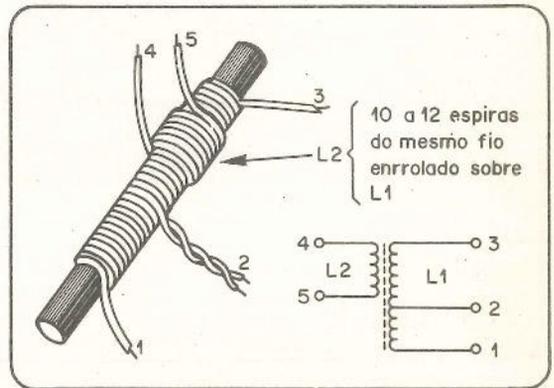


Figura 10

## MONTAGEM DOS TRÊS RECEPTORES

### RECEPTOR 1

Conforme mostra a figura 11, foi usada uma base de acrílico de 11 x 13 cm, com 4 pés plásticos fixados por meio de parafusos comuns. Nesta base se encontram todos os componentes, exceto o suporte de pilhas e o fone de ouvido. Esses componentes são os seguintes:

- capacitor variável (2 orifícios);
- ponte de 8 terminais para o transistor e demais componentes (2 furos);
- ponte para soldagem dos terminais da bobina (2 furos);
- ponte de terminais para a ligação da fonte de alimentação (1 furo);
- ponte de terminais com parafusos para o fone (2 furos);
- bobina de sintonia (4 furos);

Comece por fixar as pontes de terminais e o capacitor variável. Em seguida,

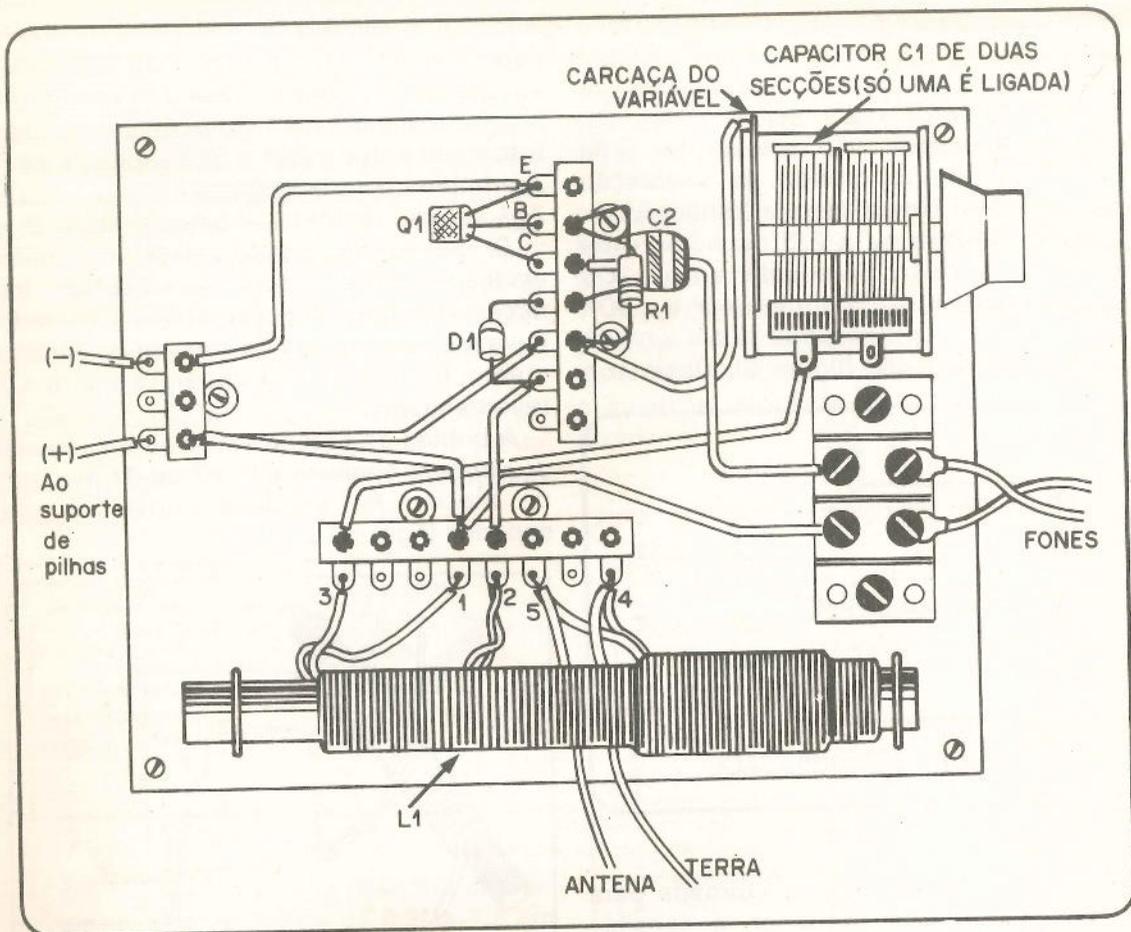


Figura 11

solde o transistor, o capacitor C1 e o resistor R1 na ponte de terminais conforme mostra a figura 11. O máximo de cuidado deve ser tomado com a soldagem do diodo, já que se trata de componente bastante sensível ao calor. Ao soldar o transistor observe a disposição de seus terminais. Completada a fixação dos componentes, prenda a bobina por meio de dois elásticos ou dois pedaços de fio rígido, conforme mostra a figura 12. Cuidado ao enrolar o fio rígido, para que não haja contacto eléctrico entre seus extremos. Completada a fixação de todos os componentes proceda à soldagem dos terminais; em primeiro lugar da bobina e depois faça a conexão dos terminais do capacitor variável com fio rígido. Em seguida, faça a interligação de todos os componentes com fio rígido, conforme mostra o desenho. Acompanhe o diagrama, se tiver dúvidas. (figura 13).

Depois faça a conexão dos fios correspondentes à antena e à terra que devem

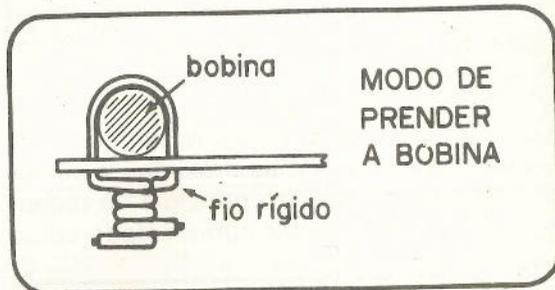


Figura 12

ter, no mínimo, uns 3 metros de comprimento cada um e faça a conexão dos terminais do suporte de pilhas, atentando para a polaridade correta.

A antena poderá ser interna (se as estações locais forem "fortes") ou externa (para melhor recepção), devendo ser construída com fio rígido nú e isolada por duas "castanhas" de cerâmica nos extremos (figura 14).

Completada a montagem, ligue um fone magnético de alta impedância da ponte de

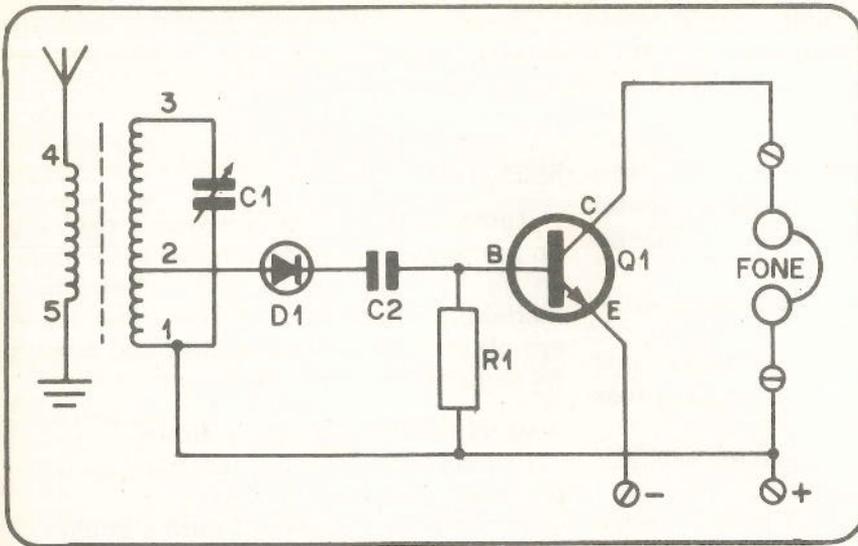


Figura 13

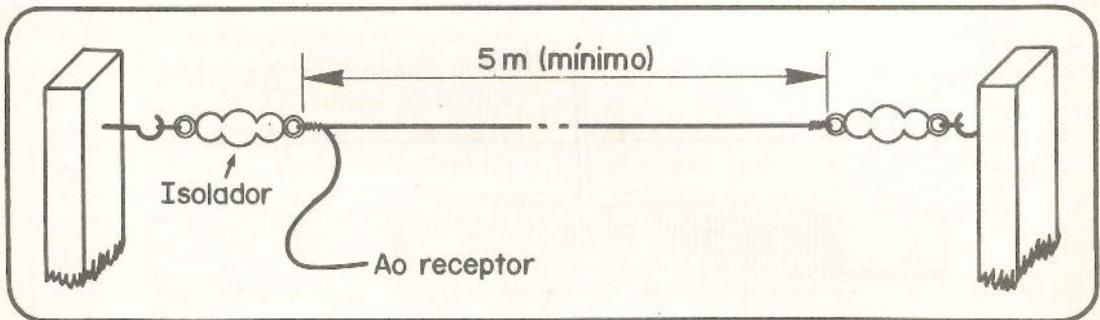


Figura 14

terminais correspondente (não serve fone de rádios portáteis, pois estes, normalmente, são de baixa impedância - se não tiver à mão este componente, veja mais adiante como fazer um), ligue a bateria colocando as pilhas no suporte.

Em seguida faça a conexão à antena e à terra. Essa ligação à terra pode ser feita de duas maneiras:

a) descasque uns 20 cm da ponta do fio e enrole numa torneira ou no encanamento de água no ponto em que ele penetra na terra ou ainda numa barra de metal enterrada pelo menos uns 40 cm no solo (figura 15).

b) Ligue, por meio de um capacitor de  $0,005 \mu\text{F}$  (óleo ou poliéster) o fio ao polo negativo da tomada, aproveitando, portanto, o neutro da rede de alimentação.

Coloque o fone nos ouvidos e gire o variável até sintonizar alguma estação. A intensidade do som e o número de estações captadas dependerá de diversos fatores tais como:

- tamanho da antena;
- potência das estações e distância a que se encontram;
- eficiência da ligação à terra;
- montagem bem feita;
- qualidade dos fones;
- uso de componentes corretos.

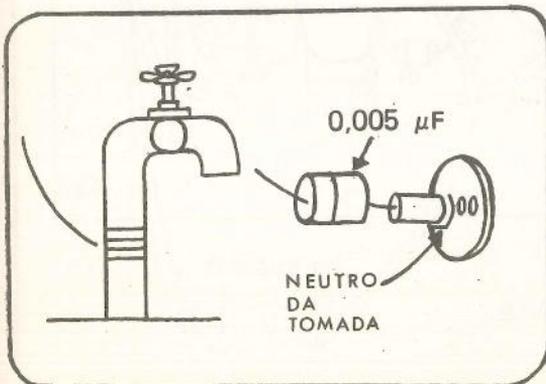


Figura 15

Se o receptor não funcionar corretamente, verifique a possibilidade de algumas exigências dos itens anteriores não terem sido satisfeitas.

### RELAÇÃO DOS COMPONENTES

- Q1 - transistor BC548 ou equivalente
- D1 - Diodo semiconductor 1N60 ou equivalente
- C1 - 0,033  $\mu$ F (33nF) poliester
- C2 - Capacitor variável (ver texto)
- R1 - Resistor de carvão de 1M $\Omega$
- L1 - Bobina de antena e sintonia (ver texto)
- F1 - Fone magnético de alta impedância (2 000 a 10 000 Ohms)
- B1 - Bateria de 6 Volts (4 pilhas ligadas em série)

Diversos: pontes de terminais, suporte de pilhas, base de montagem, fios, parafusos, solda, antena, etc.

### RECEPTOR 2

Também para este receptor, a exemplo do primeiro, utilizamos uma base de acrílico de 11 x 16 cm (o leitor poderá usar madeira compensada se tiver dificuldade em obter acrílico). Nesta base são fixados os seguintes componentes (fig 16).

- a) capacitor variável (2 furos);
- b) ponte de 10 terminais para os componentes soldados (2 furos);
- c) ponte de 7 terminais para a bobina (2 furos);

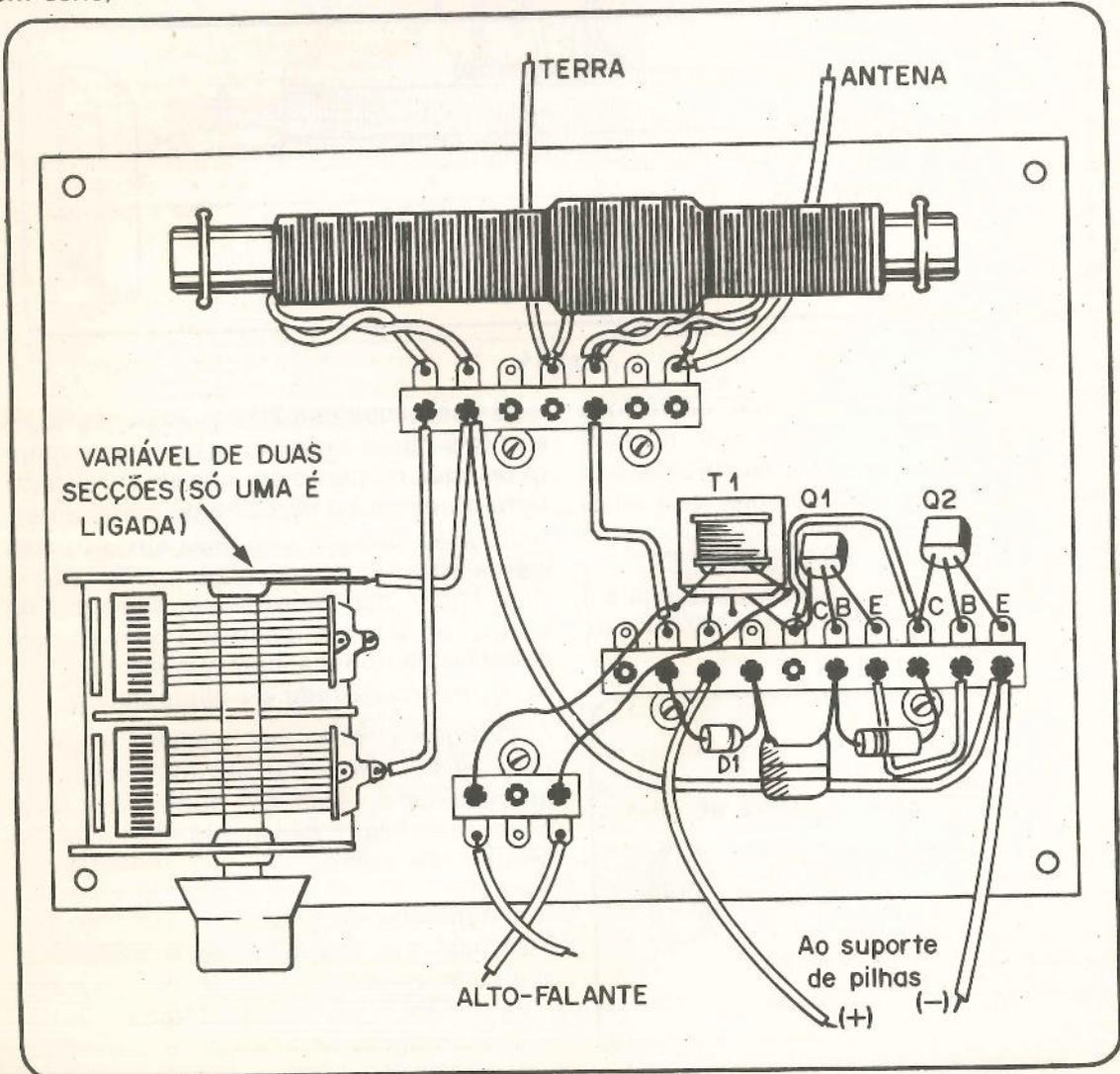


Figura 16

d) ponte de 3 terminais para a fonte de alimentação (1 furo);

e) bobina de antena (4 furos);

f) alto falante (optativo).

Fora da placa, no protótipo, foram instalados o alto falante e a fonte de alimentação que consiste num suporte de 4 pilhas pequenas.

Inicie por fazer a furação da base de montagem e fixar, em seguida, as pontes de terminais, o capacitor variável e a bobina. Utilize para as pontes, parafusos de 1/8" x 1/2" e para o variável, os parafusos indicados para esse componente. A bobina é fixada por meio de elásticos enlaçados ou fio rígido, conforme o receptor número 1. Em seguida, solde os transistores e demais componentes na ponte de terminais. Observe cuidadosamente a polaridade do diodo e dos transistores. O transformador é do tipo comumente usado como "saída" de receptores transistorizados, com terminais rígidos que são soldados na ponte sustentando o próprio componente. Os que oferecerão melhores resultados serão os que apresentarem uma impedância de primário da ordem de  $1k\Omega$ . O terminal central encontrado num dos enrolamentos (o primário) não é ligado, podendo ser cortado se assim o leitor preferir.

Depois de soldados todos os componentes na ponte, faça a interligação com os demais, usando para isso fio rígido com capa plástica. São feitas 6 ligações, conforme se pode observar na figura 16. Finalmente, complete a montagem realizando as conexões externas correspondentes ao

alto falante, a ligação da antena, da terra e da bateria (que é o suporte das 4 pilhas).

Completada a montagem, ligue um dos fios a uma antena de, pelo menos, 5 metros (interna ou externa, conforme o receptor anterior) e o outro fio a uma boa terra (conforme o receptor anterior também), e coloque as pilhas no suporte ligando a unidade com isso. Gire o capacitor variável até sintonizar alguma estação. O número de estações captadas e a intensidade do seu som dependerá dos seguintes fatores (figura 17 diagrama):

- eficiência da antena;
- potência das estações e distância em que se encontram;
- eficiência da ligação à terra;
- montagem bem feita;
- qualidade do alto falante;
- utilização de componentes conforme as especificações.

Observamos que, para desligar o receptor, bastará retirar as pilhas do suporte. Por medida de economia foi suprimido o controle de volume e o interruptor da fonte de alimentação.

Com relação à sensibilidade do receptor podemos dizer que, o protótipo, montado em São Paulo, usando como antena um pedaço de fio de uns 5 metros esticado ao ar livre, captamos 4 estações mais "fortes" com bom volume para o alto falante. Outras puderam ser ouvidas, mas com intensidade apenas para excitar um fone. Com uma antena maior, estas também poderiam excitar o alto falante.

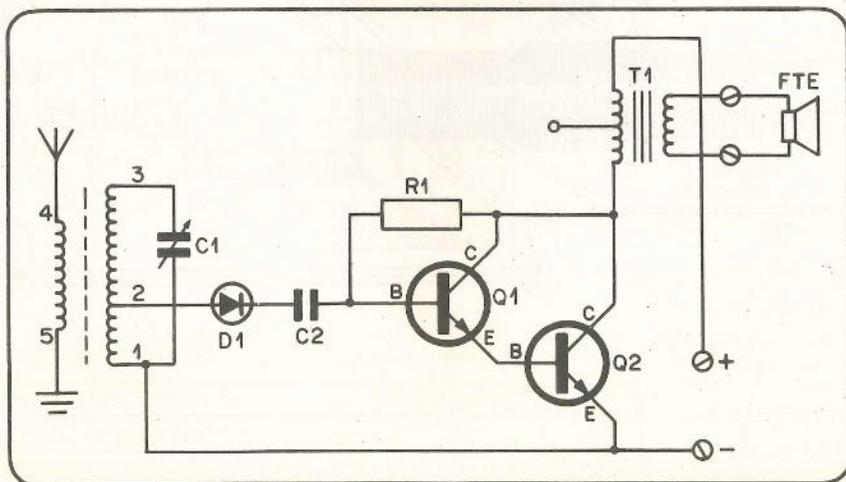


Figura 17

## RELAÇÃO DE COMPONENTES

Q1, Q2 - transistores BC548 ou equivalentes

D1 - diodo de germânio 1N60 ou equivalente

C1 - Capacitor variável (ver texto)

C2 - Capacitor de poliéster de 15 a 33 nF

R1 - Resistor de 4,7 M $\Omega$

T1 - Transformador de saída para transistores (ver texto)

L1 - Bobina de antena e sintonia - ver texto

FTE - Alto falante de 8 ou 16 Ohms (10 centímetros ou menor)

Diversos: suporte para 4 pilhas, base de madeira, pontes de terminais, fios, solda, knob para o variável, etc.

## Receptor 3

A base para a montagem deste receptor é de acrílico (ou madeira) de 15 x 15 cm com todos os componentes, exceto o suporte de pilhas, montados em cima. São os seguintes esses componentes:

- capacitor variável (2 furos);
- alto-falante quadrado de 10 cm (2 furos);

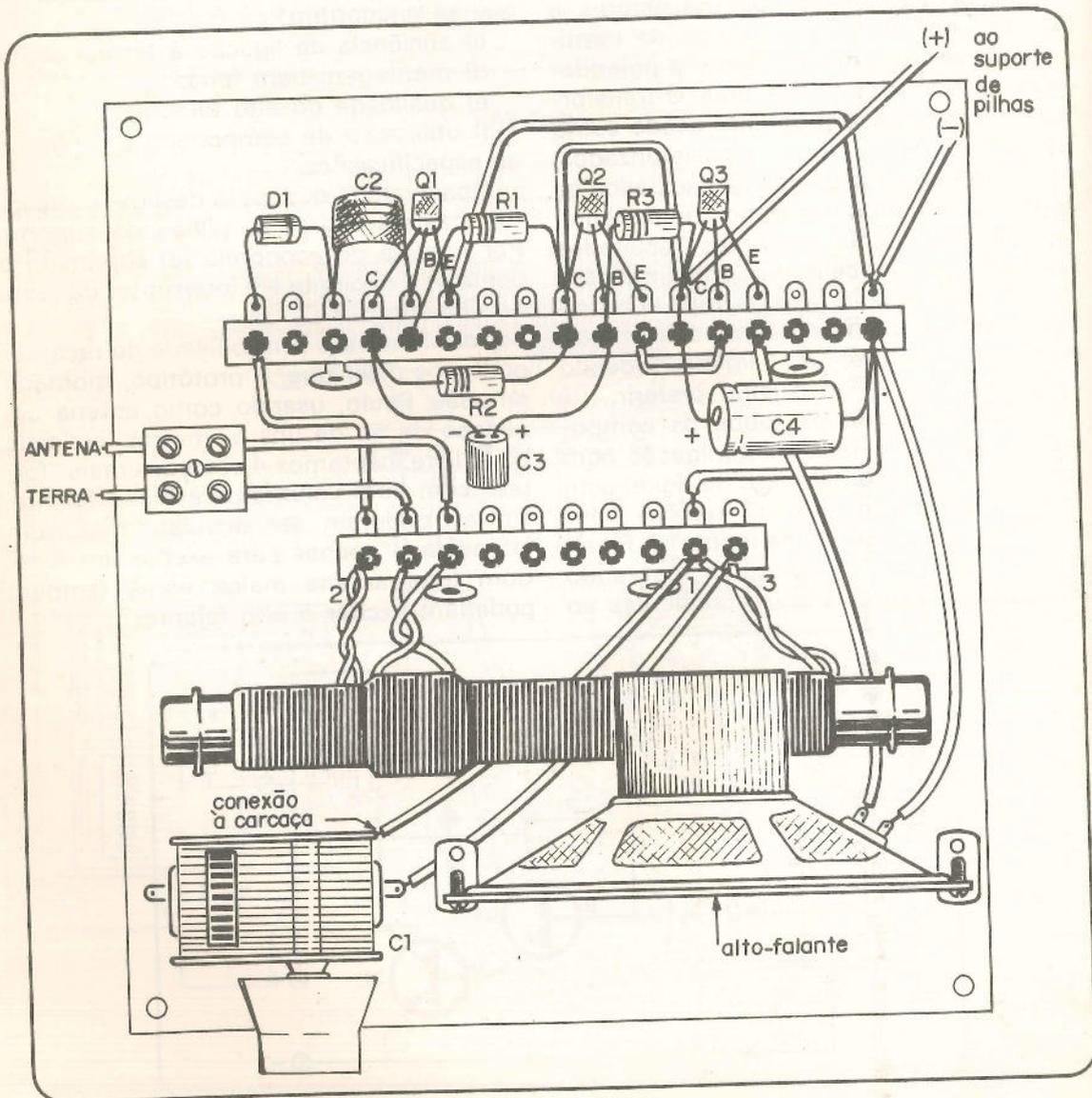


Figura 18

- c) bobina de antena e sintonia (4 furos)
- d) ponte de 2 terminais para ligação da antena e terra (2 furos);
- e) ponte de 17 terminais para os componentes (2 furos);
- f) ponte de 11 terminais para a bobina e outras ligações (2 furos).

Comece a montagem fixando na base todos os componentes, exceto o alto falante que é o último. Para isso use parafusos de acordo com o componente a ser fixado e elásticos para a bobina. O alto-falante é preso na posição vertical depois de toda a montagem ser feita, por meio de "L" de metal com dois furos (figura 18).

Fixados os componentes proceda a sua soldagem, começando pelos transistores e pelo diodo semiconductor. Atente para a sua posição já que se houver qualquer inversão o receptor não funcionará.

Em seguida, solde os terminais da bobina, os capacitores eletrolíticos e os demais componentes. Observe a polaridade dos capacitores eletrolíticos. Com relação aos resistores, o código de cores é dado juntamente com a lista de material.

Completada esta fase, faça a interligação dos diversos componentes usando fio rígido e ligue o suporte de pilhas observando a polaridade. O diagrama do receptor é dado na figura 19 para maior orientação do leitor.

Para a antena e terra são feitas conec-

xões semelhantes aos receptores anteriores.

Completada a montagem ligue a unidade colocando pilhas no suporte. Ligue os terminais correspondentes a uma antena conforme seu caso e também à terra. Gire o variável até sintonizar alguma estação.

Neste caso também, a recepção dependerá de diversos fatores:

- a) potência das estações locais;
- b) eficiência da antena e da ligação à terra;
- c) perfeição da montagem;
- d) qualidade dos componentes que devem estar de acordo com as especificações;
- e) boa qualidade do alto-falante.

Observamos que, tanto neste receptor como no anterior, fones de ouvido do tipo normalmente usado em rádios portáteis podem ser usados no lugar do alto-falante sem nenhuma alteração no circuito.

A título de orientação, podemos dizer que, em São Paulo, usando como antena um pedaço de fio de 4 metros estendido sobre os móveis vizinhos à bancada e como terra o neutro da tomada, captamos cerca de 5 ou 6 estações com sinal suficiente para excitar o alto-falante e outras com sinais mais "fracos", para escuta em fone. Com uma antena externa de maiores dimensões, mais estações poderiam ser ouvidas.

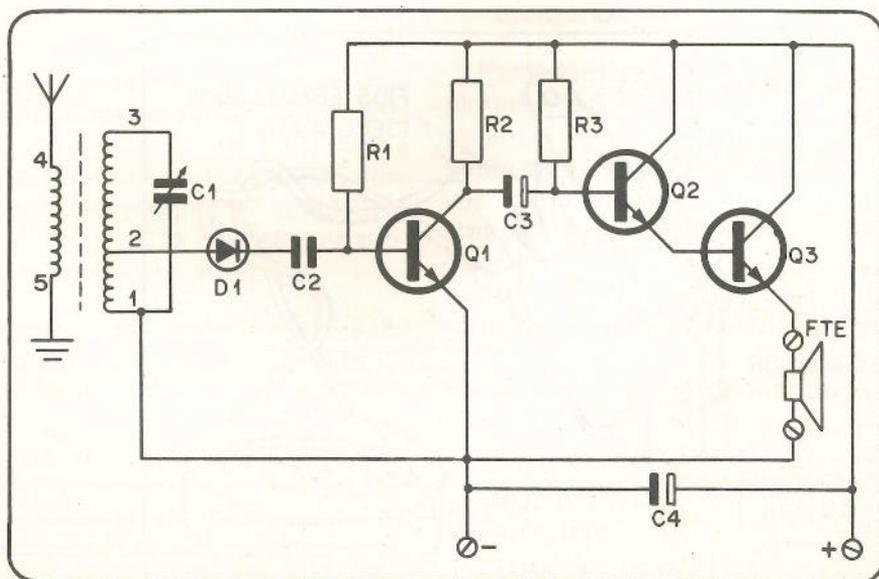


Figura 19

### RELAÇÃO DE COMPONENTES

Q1, Q2, Q3 - Transistores BC548 ou equivalentes

D1 - Diodo de germanio 1N60 ou equivalente

C1 - Capacitor variável (ver texto)

C2 - Capacitor de poliéster de 33 nF

C3 - Capacitor eletrolítico de 5  $\mu$ F 6 V

C4 - Capacitor eletrolítico de 100  $\mu$ F x 6 V

R1 - Resistor de 4,7M $\Omega$  (amarelo, violeta, verde)

R2 - Resistor de 10 k $\Omega$  (marrom, preto, laranja)

R3 - Resistor de 2,2 M $\Omega$  (vermelho, vermelho, verde)

FTE - Alto falante de 8 Ohms - 10 cm (4 polegadas)

Diversos: 4 pilhas, suporte para 4 pilhas, base de montagem, fios, pontes de terminais, knob para o variável, etc.

### CONSTRUINDO UM FONE MAGNÉTICO DE ALTA IMPEDÂNCIA

Um fone magnético pode ser improvisado utilizando para esta finalidade um alto-falante comum do tipo miniatura para receptores transistorizados com 8 ohms de impedância e um transformador de saída do tipo normalmente empregado em receptores a válvula. O desenho e o diagrama (figura 20) ilustram bem como isso deve ser feito.

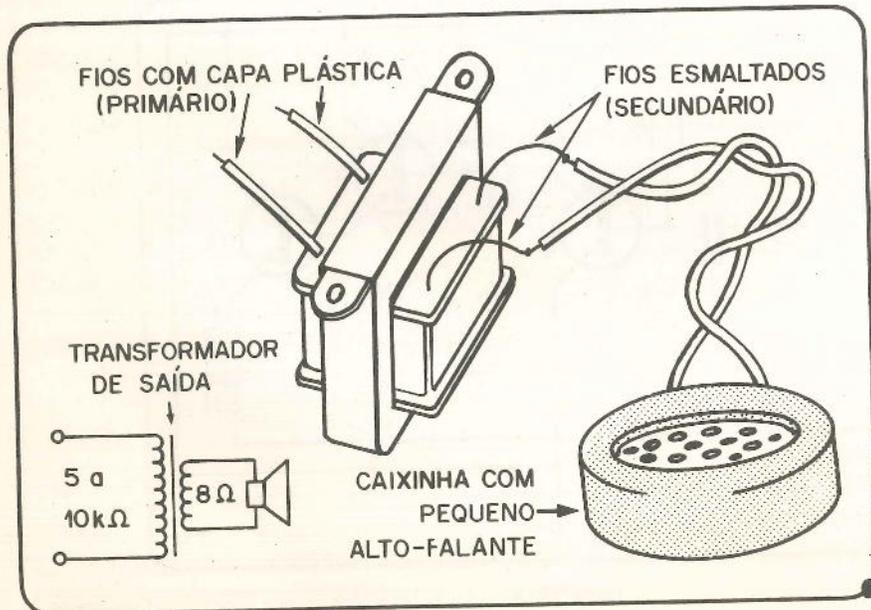


Figura 20

O alto-falante é instalado numa caixa de plástico ou outro material, tendo uma série de furos para saída do som e neste lado será apoiado nos ouvidos. O transformador de saída, pelo seu tamanho, é fixado numa base de madeira com terminais para a ligação dos fios. A impedância que este fone apresentará dependerá da impedância de primário do transformador de saída. Recomendamos transformadores de saída para circuitos com válvulas que apresentem de 2 500 a 10 000 Ohms de impedância (transformador de saída para a válvula 6AQ5) serve perfeitamente.

### FONTE DE ALIMENTAÇÃO PARA OS RECEPTORES

Se o leitor não quiser usar pilhas, mas desejar alimentar os receptores a partir da rede de alimentação, poderá montar a fonte ilustrada na figura 21. O transformador tem um primário para 110 ou 220 Volts e um secundário para 6 Volts 150 mA. O diodo usado é do tipo 1N4001.

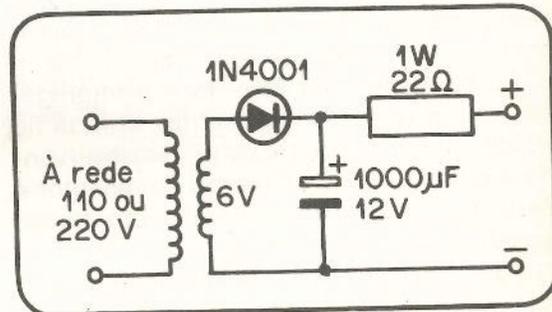


Figura 21

# Um pouco sobre antenas

Aquilino R. Leal

Como todo componente, as antenas se caracterizam por certas propriedades a elas inerentes. A formulação destas propriedades é fundamentada em definições impostas ao estudo das antenas. São, justamente, algumas destas definições e propriedades o assunto do nosso tema. Evidentemente, outras propriedades mais específicas permitirão, ao engenheiro antenista ou mesmo ao antenista instalador, informações necessárias para a avaliação da "performance" da antena para uma dada aplicação prática; porém isto se encontra fora do escopo deste trabalho, cuja finalidade é a de fornecer e tecer idéias nas quais se fundamenta uma teoria bastante complexa que é a teoria dos sistemas radiantes ou, simplesmente, antenas ou, ainda, radiadores.

De início devemos dizer que a descrição da radiação de uma antena requer dois gráficos, ou modelos de radiação, em dois planos ortogonais entre si: um horizontal e outro vertical. Os gráficos de radiação desses dois planos são geralmente suficientes para descrever com certa precisão, as propriedades direcionais da antena.

Em realidade, um plano de radiação descreve a quantidade de intensidade do campo ou potência irradiada pela antena nas várias direções no plano em pauta. Evidentemente, se a antena é empregada para a recepção, o mesmo gráfico irá descrever a quantidade de intensidade do campo ou potência que a antena capta de sinais proveniente de várias direções do espaço.

O diagrama de potência de uma antena pode ser confeccionado de diversos modos, a saber:

- 1 - pela intensidade de campo elétrico em diversos pontos do espaço: a unidade de intensidade de campo elétrico, no SI (Sistema Internacional de Medidas), é Volt por metro ou, abreviadamente, V/m;
- 2 - pela densidade de potência nos diversos pontos do espaço; sendo expressa em  $W/m^2$  no SI;
- 3 - por Decibéis: 20 vezes o logaritmo da intensidade do campo ou 10 vezes o logaritmo da densidade de potência, ambos relativos a níveis de referência arbitrários.

Paralelamente, os diagramas podem ser plotados em coordenadas retangulares ou polares. As primeiras já são "velhas" conhecidas através, por exemplo, das curvas características dos semicondutores, enquanto as coordenadas polares, assim como as retangulares, também são constituídas por um par de números: o primeiro fornece a direção angular (ângulo) da radiação em relação a um ângulo de referências num plano enquanto o outro número fornece a amplitude (intensidade) do campo, da potência ou mesmo do nível de Decibéis de radiação no ponto em questão.

Os gráficos plotados em termos de intensidade de campo ou em densidade de

potência podem ser absolutos ou relativos. Os primeiros são identificados quando a escala for rotulada em números definidos na unidade coerente -  $V/m$  ou  $W/m^2$  - para cada caso. Quando a escala é normalizada para que o gráfico tenha um valor máximo igual à unidade ou se o gráfico não tiver um número definido para sua escala, é dito relativo isto é: o gráfico expressa simplesmente a intensidade de campo ou densidade de potência nas várias direções em relação ao seu valor máximo de intensidade ou densidade conforme for o caso.

Como sabemos as antenas irradiam para o espaço tri-dimensional uma boa parte da energia que receberam para tal fim e, portanto, o seu gráfico de radiação irá descrever as suas características de radiação só (e somente) no plano de radiação considerado; porém, como já dissemos, podemos ter uma avaliação satisfatória do radiador (antena) se considerarmos apenas dois planos, um vertical e outro horizontal. O primeiro escreve a intensidade de radiação da antenna para os diversos ângulos de elevação acima da horizontal enquanto o outro, o horizontal, descreve o comportamento da antenna para os diversos ângulos tomados, a partir de uma referência fixa - um plano vertical - horizontalmente. Normalmente, o plano vertical de radiação é tomado perpendicularmente ao eixo da antenna passando intermediariamente entre os pontos de alimentação da antenna. O outro plano de radiação - horizontal - é considerado paralelamente ao eixo da antenna, contendo-o. Estes dois planos podem ser melhor visualizados na figura 1 em que se considerou um dipolo; enquanto isso a figura 2 nos mostra dois gráficos de radiação típicos de uma antenna direcional isto é, uma antenna cujo feixe é bem estreito e unidirecional - este feixe, mostrado pelos gráficos da fig. 2, recebe o nome de lóbulo de radiação ou simplesmente lóbulo. Dependendo da estrutura física e geométrica do radiador, os diagramas de radiação podem apresentar vários lóbulos em diversas direções.

Os diagramas de antenas com o feixe unidirecional do tipo mostrado na fig. 2 são caracterizados por um lóbulo maior de

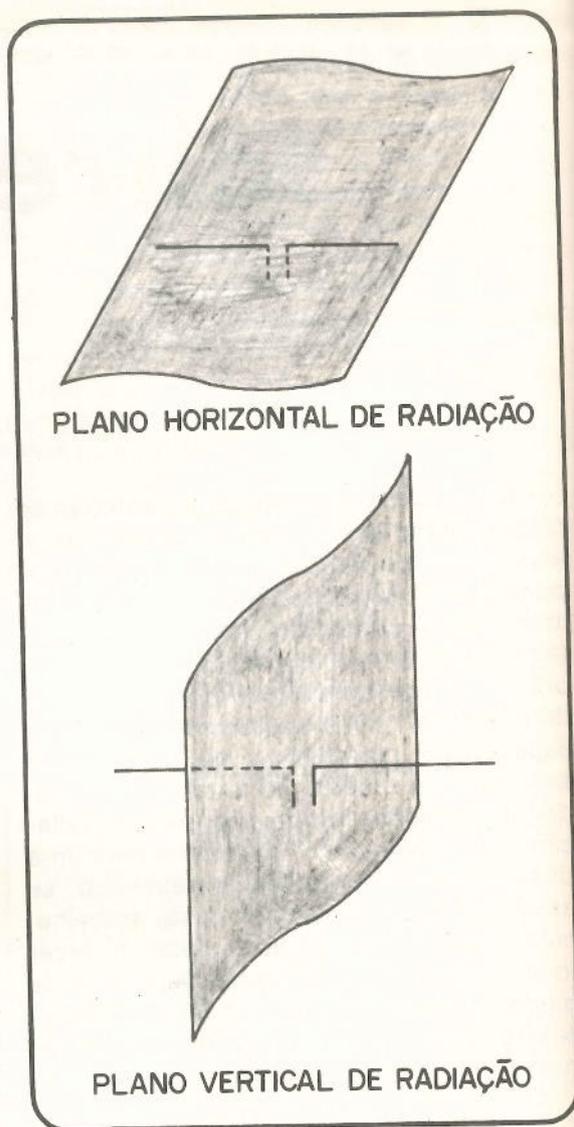


Figura 1

radiação denominado feixe principal, os outros lóbulos menores ou àqueles que não nos interessam para uma determinada aplicação da antenna, recebem o nome de lóbulos menores, lóbulos laterais ou ainda lóbulos secundários. Normalmente estes lóbulos menores são indesejáveis, mas estão inevitavelmente presentes: eles representam radiação em direções indesejáveis sendo, em alguns casos, prejudiciais pois representam potência perdida - esta potência está sendo irradiada para uma outra direção diversa daquela onde aponta o lóbulo maior (principal) e, segundo a qual, o receptor, digamos assim, se deve encontrar para poder absorver com maior eficácia, parte da energia irradiada.

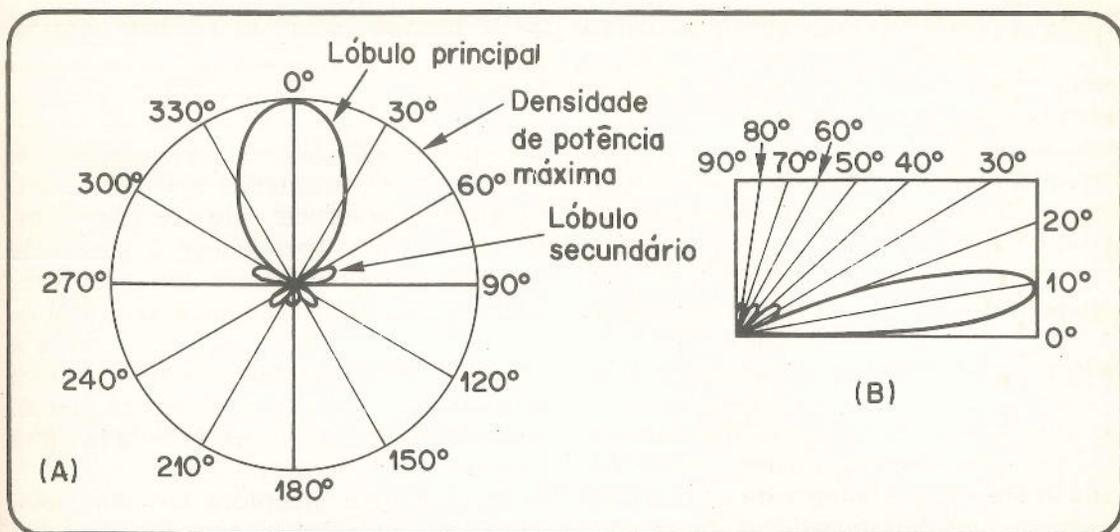


Figura 2

O nível dos lóbulos laterais é, normalmente, expresso em Decibéis como 10 vezes o logaritmo decimal entre as densidades de potência, respectivamente, do maior lóbulo (principal) e do lóbulo lateral em pauta. Esta relação em dB é chamada "relação ao nível do lóbulo menor ou lóbulo lateral" sendo deveras importante na maior parte das rádios - comunicações como bem o podem afirmar os PY!

A lâmpada de faixa é o "comprimento", no gráfico, entre dois pontos para os quais a densidade de potência irradiada, pelo lóbulo principal, é a metade do seu valor máximo de radiação. Se o gráfico estiver plotado em termos de intensidade de campo em vez de densidade de potência como anteriormente foi mostrado, a largura feixe da antena é medida entre os pontos para os quais a intensidade do campo é 71% (ou  $1/\sqrt{2}$ ), da intensidade máxima do lóbulo principal.

Entendemos por antena isotrópica como a que irradia a potência recebida uniformemente em todas as direções do espaço - tais antenas não existem na prática. Posto isto, podemos definir o ganho de potência de uma antena: é a relação, em dB, da densidade de potência máxima irradiada pela antena em uma direção - usualmente a direção do lóbulo principal - a uma certa distância da mesma e a intensidade de potência irradiada por uma antena isotró-

pica nas mesmas condições e com as mesmas considerações que a primeira antena. Disto, é imediato concluir que o ganho de uma antena isotrópica é nulo isto é, 0 dBi (dBi é a sigla empregada para representar o ganho, em dB, de uma antena tomando como referência a antena isotrópica).

Obs.: uma antena em si não apresenta ganho propriamente dito, quer seja de intensidade de campo irradiado ou de densidade de potência; o que realmente sucede é o fato da antena, para uma dada direção, apresentar um melhor rendimento de radiação do que a antena isotrópica para aquela específica direção. É óbvio que, nestas circunstâncias, a primeira antena em relação à isotrópica apresenta um ganho de intensidade de campo sendo, portanto, expresso em unidade Decibel cuja simbologia para este caso específico de antenas, como já vimos, é dBi (o "i" refere-se à antena isotrópica).

A resistência de radiação de uma antena é definida como sendo a relação da potência total irradiada pelo quadrado da corrente, em valor eficaz (RMS), na antena (no ponto da antena onde este valor é máximo).

Quando a antena é alimentada, isto é, é conectada a uma linha de transmissão, em seu ponto de máxima corrente, verifica-se que, praticamente, toda a potência é liberada pela antena sob forma de radiação;

nestas condições a impedância no ponto de alimentação é praticamente igual à resistência de radiação da antena. Isto nos permite afirmar que as perdas devidas às resistências dos condutores da antena e dos isoladores são pequenas. Quando existem perdas apreciáveis, a resistência do ponto de alimentação (composta da componente de radiação e da componente de perdas) deve ser diferente da resistência de radiação. Para ter-se uma idéia da variação da impedância de uma antena ao longo do seu eixo, são mostrados na fig. 3 as curvas típicas de tensão e corrente para um dipolo de meia onda; a impedância  $Z$  é obtida pela lei generalizada de Ohm a partir destas duas curvas características  $V$  e  $I$  da antena dipolo de meia onda em pauta. Quando a antena ilustrada na fig. 3 é igual ou menor que um dipolo de  $1/2$  onda ou é um número ímpar de  $1/2$  comprimento de onda maior, o ponto de alimentação também será um ponto de máxima corrente. Quando o ponto de alimentação não é o ponto de máxima corrente, a impedância será maior que a resistência de radiação, quando medida para a corrente máxima.

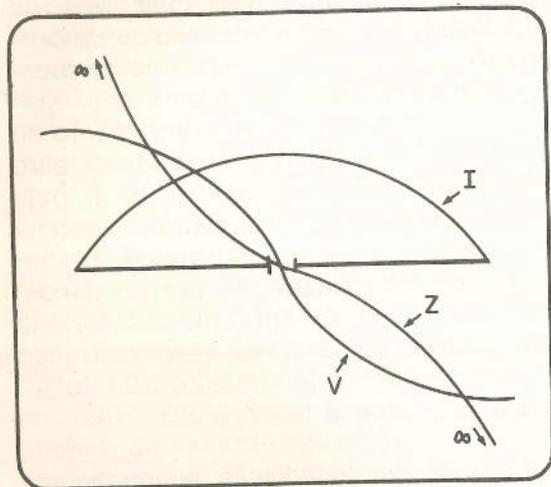


Figura 3

Em verdade a impedância do ponto de alimentação deverá também possuir uma componente reativa. Geralmente, essa impedância será equivalente a uma resistência em combinação com uma capacitância ou indutância.

Como sabemos, a direção de polarização de uma onda eletromagnética, é definida como sen-

do a direção do vetor campo elétrico, podendo ser polarizada linearmente, circularmente ou elípticamente; por esta razão a radiação de uma antena deve atender à polarização da onda eletromagnética. A maior parte das antenas possuem polarização linear e vertical, isto é, o valor campo elétrico é perpendicular à superfície terrestre, outras, também comuns, apresentam uma polarização linear porém horizontal (o vetor campo elétrico é paralelo à superfície terrestre que, numa primeira aproximação, pode ser considerada plana). Evidentemente, uma vez projetada uma antena transmissora com uma certa polarização, a antena receptora também deve ser capaz de receber esta determinada polarização e somente esta, rechazando as opostas.

Obs.: quando se projeta uma antena transmissora para uma dada aplicação prática, automaticamente estará projetada a antena receptora para aquela aplicação prática - ambas são idênticas como pudemos constatar anteriormente.

Desde que a posição relativa de uma antena com a superfície terrestre determina o tipo de polarização podemos dizer que uma antena vertical em relação à terra irradiará ondas verticalmente polarizadas; da mesma forma uma antena horizontal irradiará ondas horizontalmente polarizadas que, tanto num caso como no outro, deslocar-se-ão no espaço até agintir, com a mesma polarização, as suas respectivas antenas receptoras.

Em verdade, para baixas frequências, o fenômeno descrito se verifica, isto é, a onda conserva a sua polarização à medida que "caminha" no espaço; porém, para altas frequências, a polarização varia na maioria dos casos; isto ocorre porque a onda se divide em alguns componentes que seguem "caminhos" diferentes. Desde que esses "caminhos" não tenham o mesmo comprimento, os vetores elétricos recombinados não serão geralmente paralelos e, dependendo da configuração geométrica do caminho traçado por um ponto de vetor campo elétrico, este pode ser cir-

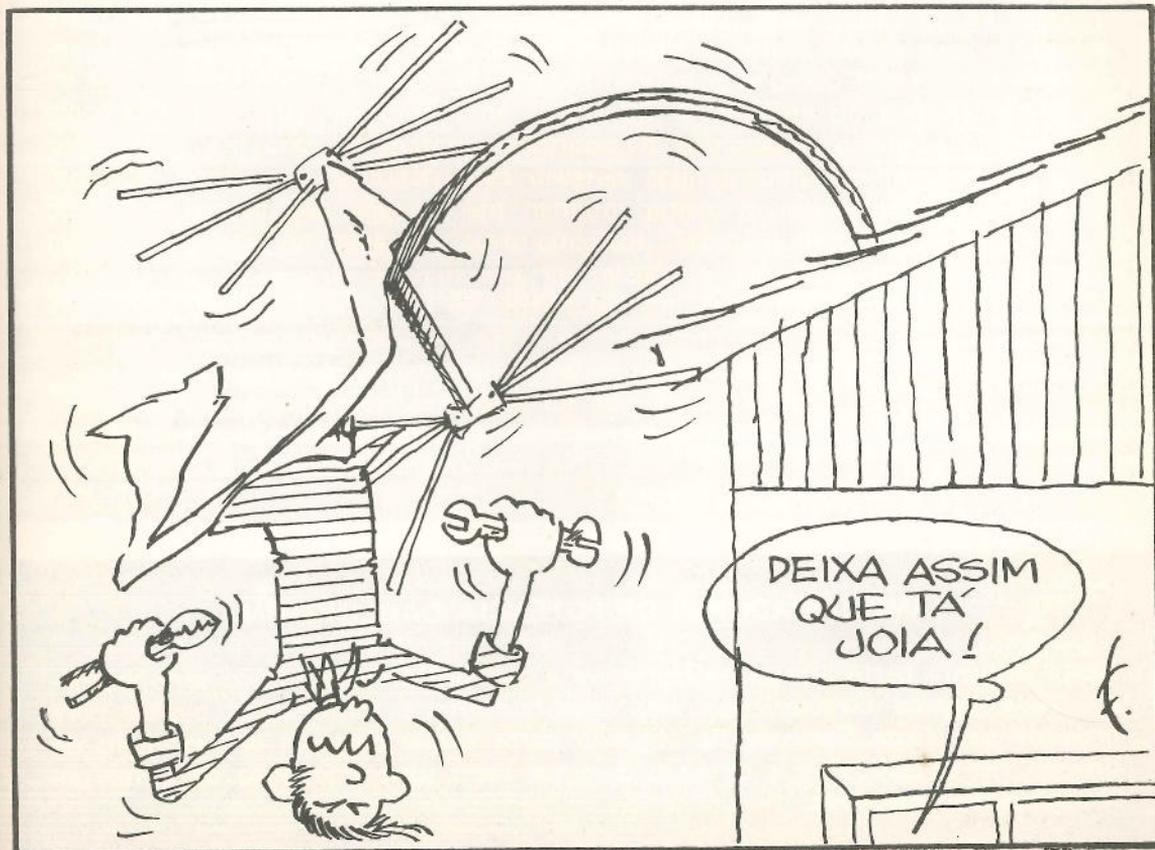
cular, elíptico etc., e tais campos de radiação são conhecidos como sendo campos circulante, elípticamente etc., polarizados.

A capacidade de uma antena operar efetivamente melhor sobre uma banda de frequências do que sobre uma outra é traduzida pela sua largura de faixa. Este termo também se refere à capacidade que possui uma antena em operar, com eficácia, numa certa banda de frequências. Uma antena que esteja operando com uma pequena faixa de frequências é denominada antena de faixa estreita; quando, porém, é capaz de operar com uma faixa de frequências, é denominada antena de faixa larga. Estes dois tipos de antena são conhecidos, respectivamente, pelas expressões inglesas: "narrow-band" e "wide-band".

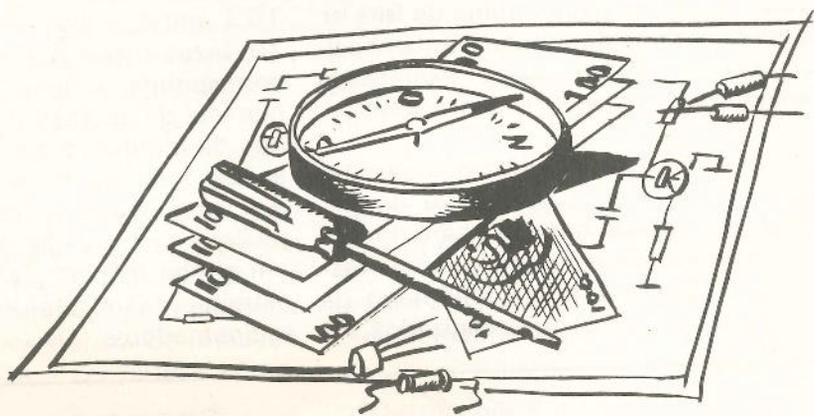
Pelo que se expôs, diremos que as antenas estão limitadas a uma faixa de frequências em virtude das suas características de ressonância; este fenômeno de ressonância é semelhante ao fenômeno de ressonância dos circuitos sintonizados. As

antenas apresentam um pico de resposta para uma determinada frequência - frequência de ressonância - e, para frequências afastadas, a resposta sofre atenuações que serão mais ou menos intensas conforme, respectivamente, a sua largura de faixa for estreita ou larga.

Praticamente podemos dizer que uma antena operará satisfatoriamente sob uma faixa de frequências igual a 10% da nominal de operação - este tipo de antena caracteriza uma antena de faixa estreita; já as antenas de faixa larga operam satisfatoriamente dentro duma largura de faixa 10:1 isto é, a frequência limite superior é 10 vezes maior que a limite inferior; isto corresponde a uns 80% da frequência nominal de operação! Evidentemente, este tipo de antena só deve ser empregado em aplicações onde uma ampla gama de frequências estão sendo recebidas pelo receptor, pois estas antenas apresentam um ganho menor que as antenas de faixa estreita, caso comumente usado pelos radioamadores.



# orientação para o montador



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

## AMPLIFICADORES DE POTÊNCIA DARLINGTON

Nesta primeira parte teórica, evidentemente nenhum projeto prático será abordado. Nela, apenas características dos amplificadores e informações básicas para projetos são dadas. Somente na segunda parte é que daremos um exemplo de projeto de amplificador e então poderemos fazer uma estimativa de custo para o projeto específico.

## Três receptores de radio para o principiante montar

Justamente por se destinar este artigo ao principiante, o máximo de pormenores relativos à montagem são dados. Com relação ao custo dos receptores são bastante baixos, dependendo evidentemente do acabamento que seja dado ao conjunto. Podemos, como estimativa geral dizer que o leitor gastará em torno de Cr\$ 50,00 para a montagem do primeiro, isso em material eletrônico, Cr\$ 60,00 para a montagem do segundo e Cr\$ 70,00 para a montagem do terceiro. Os componentes que são de fácil obtenção poderão na sua maioria ser conseguidos em lojas de componentes eletrônicos. Apenas o fone magnético usado no primeiro receptor que pode oferecer certa dificuldade de obtenção. Entretanto, damos uma alternativa que consiste na construção de um fone a partir de um alto-falante miniatura. Nos nossos protótipos, usamos como base para a montagem placas de acrílico que podem ser obtidas em retalhos em algumas casas especializadas em São Paulo. O leitor entretanto, poderá usar como base qualquer material isolante, como a madeira compensada. Para a soldagem dos componentes use um soldador de pequena potência. É importante observar que um perfeito funcionamento de qualquer um dos três receptores está na dependência da utilização de uma boa antena e ligação à terra perfeita. O máximo de cuidado, portanto, com estes pormenores.

### Fonte para experiências de físico-química

Trata-se de montagem bastante simples que mesmo os não iniciados em eletrônica podem realizar. O custo também é dos mais acessíveis, já que em material não terá o leitor que dispôr mais do que Cr\$ 30,00 para a compra de todo o conjunto. O diodo semiconductor que é o único componente eletrônico tem um custo da ordem de Cr\$ 4,00. O restante do material pode ser encontrado em casa de material elétrico. Os professores e alunos que utilizarem esta fonte em demonstrações deverão apenas tomar cuidado para que as pontas de prova não toquem em nenhum ponto do circuito sobre a base já que isso poderia ser causa de curto-circuitos. Também devemos notar que, como não há isolamento do circuito em relação a rede de alimentação, quando a unidade estiver ligada não se deve tocar em nenhum ponto já que poderão ocorrer choques perigosos.

De qualquer maneira ao usar a fonte apenas observe os cuidados que normalmente se toma com o manuseio de aparelhos elétricos.

Observamos também que o professor mais imaginoso poderá criar outras experiências além das descritas.

### Cara ou coroa / pisca pisca eletrônico com C.I.

A base desta montagem é um circuito integrado de preço bastante acessível. O circuito integrado em questão pode ser encontrado por um preço da ordem de Cr\$ 5,00, e a montagem do circuito completo não ficará em mais de Cr\$ 30,00. Devemos observar que a lâmpada usada deve ser a recomendada já que um tipo não apropriado com corrente maior que a especificada para os transistores poderia queimar estes componentes. A montagem, de preferência deve ser feita numa placa de fiação impressa.

## Indicador de seta para o automóvel

Se bem que se trate de montagem destinada ao hobbista não iniciados em eletrônica alguns cuidados devem ser tomados com esta montagem. A observação da disposição dos terminais do transistor, e a necessidade de um eventual ajuste para se obter o som desejado são exemplos. O custo da montagem é bastante baixo e todos os componentes são de fácil obtenção. O leitor não gastará mais do que Cr\$ 35,00 com esta montagem excetuando-se a caixa onde será alojado o conjunto. Devemos observar ainda que, como existem diversos tipos de transformadores que podem ser usados neste circuito, o funcionamento dependerá muito das características deste componente. Portanto, se o circuito logo após montado apresentar alguma deficiência, o primeiro ponto a ser analisado é a possibilidade de se ter usado um transformador inadequado.

## Fonte de alimentação regulada para o experimentador

Este artigo se destina ao experimentador de eletrônica que já possua certa prática em montagens com semicondutores, e que evidentemente disponha do ferramental necessário a este tipo de trabalho. Os componentes são de tipo comumente encontrado em nosso mercado, devendo apenas se fazer uma observação com relação ao transformador. Trata-se de tipo que normalmente é usado em fontes de amplificadores, e por isso pode ser encontrado com relativa facilidade. Caso entretanto o leitor tenha dificuldade em obtê-lo deverá mandar enrolá-lo para o que existem casas especializadas. Não se esqueça de adquirir juntamente com os transistores Q1 e Q2 seus dissipadores de calor. Na montagem dos transistores nos dissipadores use graxa de silicone para facilitar a transferência de calor do invólucro do transistor para o próprio dissipador. Para a montagem desta fonte, excetuando-se o transformador o leitor deverá gastar em torno de Cr\$ 200,00.

## Amplificadores operacionais em áudio.

Os circuitos integrados usados nesta montagem são de tipo bastante comum podendo ser encontrado com facilidade. Na verdade, o amplificador operacional recomendado nos dois circuitos pode ser encontrado sob diversas outras denominações, em diversos tipos de invólucros e diversas procedências. De acordo com a procedência e o tipo será também seu custo. Podemos dizer que o circuito em questão terá um preço médio de Cr\$ 25,00 para o invólucro metálico de 8 terminais.

Como se trata de montagem de áudio, devemos apenas recomendar que a técnica a ser usada seja a de placa de fiação impressa. O montador deve cuidar para que os cabos que conduzam os sinais de áudio sejam os mais curtos possíveis ou então que sejam dotados de blindagem. A alimentação para estes circuitos integrados deve ser feita com fonte dupla cuja tensão deve estar entre 9 e 15 Volts.

# FITOBIONICA

## comunicação eletrônica com os vegetais

Dr. Max Berezovsky \*

A produção de potenciais elétricos na natureza, é um fenômeno generalizado e detectável. Em tudo que nos cerca, desde corpos inorgânicos a orgânicos, em maior ou menor grau. Nas plantas, a pesquisa dos potenciais tem sido motivo de estudos bastante sérios pois pode revelar coisas ainda desconhecidas a respeito do comportamento e da fisiologia vegetal.

A geração desta forma de energia pode ser um fenômeno de efeito secundário a uma ação mecânica, química, físico-químico ou biológica.

Podemos encontrar tensões elétricas espontâneas na natureza, desde alguns nanovolts até milhões de volts, com produção de correntes e campos também extremos. Na produção de energia em cristais submetidos ou não a tensões, reações químicas, bactérias, protozoários, animais, vegetais, correntes aéreas, temos uma escala enorme de valores com relação a suas características e fins.

A energia elétrica ou é produzida secundariamente, sendo sub produto de alguma atividade, ou então por sistemas (órgãos especializados para um determinado fim); precipita reações químicas, serve de defesa para certos animais, atua na contração muscular esquelética, visceral e na atividade neuro-endócrina, produz descargas elé-

tricas na atmosfera evitando assim a formação de granizo. Provavelmente está também implicada em outros tipos de fenômenos ainda não explicados.

O potencial elétrico de um determinado material pode permanecer estacionário, o que caracteriza as chamadas cargas estáticas, ou ainda haver um fluxo de cargas produzindo então uma corrente elétrica.

O fenômeno dependerá da resistência elétrica do material e da rapidez e intensidade com que a carga se acumula.

Em biologia, o fluxo elétrico dificilmente é contínuo, podendo haver concomitância dos dois processos. Um acúmulo de cargas condiciona um potencial que em determinadas condições é liberado sob a forma de energia cinética. Na célula viva animal ou vegetal, a produção elétrica é idêntica dependendo de reações físico-químicas que consistem no transcurso de íons de potássio (K) para fora da célula, e de só-

\* Presidente da APEX (Associação de Pesquisas Ex ológicas)-São Paulo

dio (Na) para dentro, quando a permeabilidade celular é alterada por um estímulo interno ou externo.

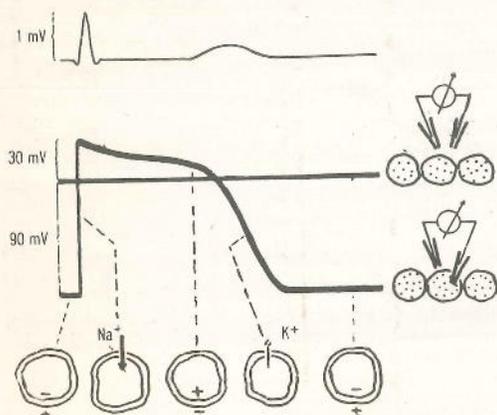


Figura 1 - Eletroquímica celular Potencial de ação de uma fibra muscular cardíaca

Nos animais superiores, há tecidos especializados na produção e condução aferente e eferente do estímulo (os nervos motores e sensitivos).

Exemplo típico é o que ocorre no funcionamento do coração, onde encontramos vários nódulos geradores de estímulos e tecido condutor que carrega os estímulos até outros pontos onde eles devam atuar.

O fluxo elétrico neste caso e em outros não é contínuo mas, pulsante, regular, periódico e síncrono.

Existe aí uma organização cibernética especializada em produzir e controlar a atividade miocárdica.

Em outros casos existe produção de tensões elétricas oscilantes, irregulares,

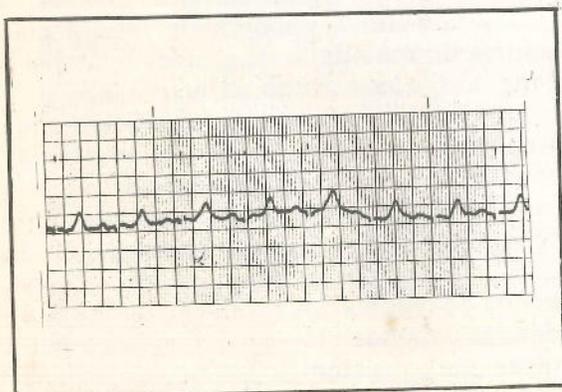


Figura 2 - Um eletrocardiograma

aperiódicas, como a verificada na encefalografia.

No caso dos vegetais inexistem, pelo que sabemos, elementos ou tecido especializado para produção, condução e efetuação de correntes elétricas.

Não foi encontrada nenhuma formação semelhante a nódulos e nervos destinados a condução e produção automática de estímulos. Contudo, considerando o seu comportamento elétrico, é como se tivessem, o que realmente é surpreendente! Toda atividade periódica depende de um sistema projetado com esta finalidade e que atuando sobre um efector, visa uma determinada função. Este sistema físico, físico-químico ou eletrônico apesar de poder não ser complexo, visa enviar estímulos ou sinais repetidos para contrair, segregar, abrir, fechar, etc., qualquer estrutura. Na planta não conhecemos nada disso, desconhecemos para onde vão e o que fazem estes pulsos ora lentos, ora rápidos, simples ou complexos.

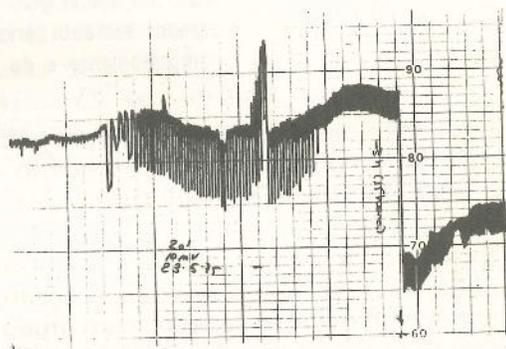


Figura 3 - Exemplo de registro da atividade elétrica vegetal

Ainda mais considerando que nos organismos vivos, quando temos uma atividade motora ou elétrica periódica, ela é permanente, mais ou menos contínua como, por exemplo, no caso do coração, da respiração, do cérebro, do trânsito intestinal, etc. No vegetal, a atividade periódica é de instalação, o mais das vezes imprevisível, demorada, chegando a ocorrer com intervalo de vários dias ou semanas, com duração também variável, encerrando-se inexplicavelmente de várias maneiras.

A natureza na sua essência e nas suas leis, é econômica, não desperdiça e não comete erros. A manifestação elétrica dos vegetais é tão evidente, berrante, regular e tão precisa que certamente está ali desde que a planta é planta, milhões de anos antes que o homem descobrisse que isto não pode ser acidental. Representa uma necessidade a ser estudada, e entendida em sua plenitude.

Não pensamos que a manifestação elétrica das plantas, decorra de algum dado de sua fisiologia conhecido no sentido físico-químico, fotossíntese, circulação de seiva, abertura ou fechamento dos estômatos, deslocamento dos cloroplastos ou movimentos mecânicos.

A grande variabilidade de traçados, no sentido de se apresentarem por vezes extraordinariamente regulares, outras irregulares; o fato de manifestarem-se da mesma maneira na presença ou ausência de luz e de manterem-se, mesmo em pequenos fragmentos de tecidos, afasta radicalmente a hipótese, que isto decorra da sua fisiologia.

É tão extraordinária a atividade que, especialistas que tem tido a oportunidade de assistir as nossas experiências, diante da manifestação viva dos vegetais, procuram de qualquer maneira uma explicação: citamos o caso de um engenheiro eletrônico de uma grande empresa que quis atribuir esta manifestação a um semáforo situado a três quarteirões de distância!

Já em 1900 num trabalho pioneiro, o cientista BOSE, com poucos recursos, pro-

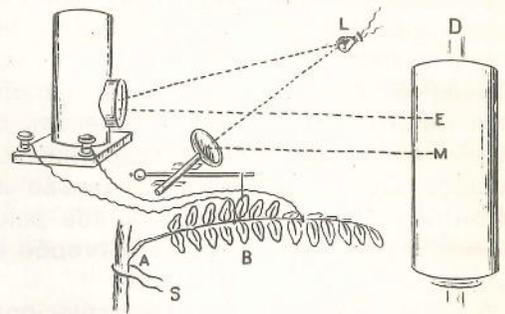


Figura 5 - Equipamento empregado pelo pesquisador Bose para o registro da atividade elétrica e mecânica do vegetal

curou estudar a atividade motora e elétrica da mimosa púica e outros vegetais, detectando uma atividade periódica espontânea.

No estudo desta atividade empregamos um registrador de sensibilidade de 1 mV ou 10 mV.



Figura 6 - Equipamento usado pelo autor na pesquisa da atividade elétrica vegetal

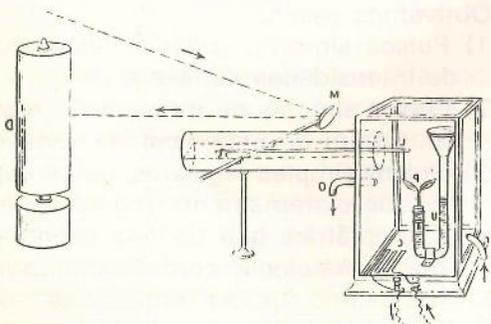


Figura 4 - Câmara Climática de Bose para registrar pulsações do vegetal

A técnica consiste, no emprego de dois eletrodos de prata ou aço inoxidável de mais ou menos 1 cm<sup>2</sup> de superfície aplicados em oposição sobre os dois lados de uma folha ou outra região do vegetal.

O contacto elétrico é melhorado pela limpeza perfeita do tecido vegetal e pelo uso de soluções, gel ou pastas condutoras. Os eletrodos também devem ser perfeitamente limpos e o contacto deve ser perfeito porque senão haverá introdução de sinais espúrios e artificiais. O sinal é conduzido a um limitador que impede a passagem de pulsos de altas tensões que como

veremos podem às vezes ocorrer. Temos a seguir um filtro que obsta a passagem de ruídos elétricos do ambiente, principalmente a interferência de 60 Hz da rede doméstica. Adiante, temos um circuito para determinar apenas as variações de tensão e não as tensões absolutas que existem. Ocorre que sobre a tensão de determinado valor absoluto gerada pelos tecidos e pelos eletrodos, se sobrepõe as variações que nos interessam.

No nosso aparelho podemos selecionar algumas velocidades desejáveis segundo a atividade que observamos.

Quanto ao espécime que escolhemos, usamos vários tipos de plantas, optando primeiramente para os citados em trabalhos anteriores de BAKSTER, como *Drascena*; usamos também plantas aquáticas e ultimamente trabalhamos com o chamado pau d'água ou de ferro, que dá uma ótima resposta. Todos eles apresentam, a grosso modo, o mesmo tipo de atividade não havendo diferenças apreciáveis. A escolha recai principalmente para plantas mais facilmente tratáveis do ponto de vista da resistência elétrica, mecânica e vitalidade.

Empregamos algumas vezes outros tipos de tecidos vegetais como frutos, raízes, sementes, também com os mesmos resultados.

Iniciamos testes com outros espécimes orgânicos, como cultura de bacilos lácticos e ovos, com indício de atividade elétrica periódica. Com relação ao ôvo, BAKSTER informa ter obtido registro de batimentos mais ou menos de 160 por minuto correspondendo provavelmente as batidas cardíacas do embrião, mesmo em ôvo não fecundado.

Observamos que a planta jovem e desencançada, dá melhor resposta porque a atividade diminui com o tempo e com o trabalho. Logo após a colocação dos eletrodos, observamos uma redistribuição de cargas através da migração de íons o que determina o registro de uma curva inclinada que tende posteriormente ao Equilíbrio. Nos primeiros testes verificamos após aguardar algum tempo para a estabilização, um movimento errático da pena inscriteira que, a princípio, julgamos sem significado. Em alguns pontos houve o aparecimento de pulsos regulares que atribuímos

a interferências externas. Procuramos isolar a planta da ação de campos elétricos e eletro-magnéticos colocando-a numa gaiola de Faraday feita com tela de cobre de malhas bem finas, conectada a uma boa terra, porém esses movimentos apareceram novamente.

As primeiras provas que realizamos foram para averiguar a resposta elétrica frente a estímulos mecânicos, elétricos a variações luminosas.

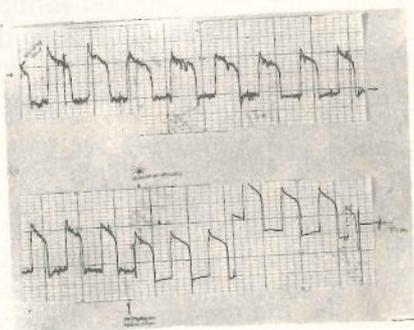


Figura 7 - Alteração dos pulsos elétricos determinada pela luz

A planta se mostra como um sensibilíssimo transdutor que transforma as variações luminosas em elétricas de maneira peculiarmente própria.

Proseguindo nossas experiências, procuramos fazer um registro prolongado para determinar as variações espontâneas. Verificamos o aparecimento de ondulações e pulsos inicialmente de baixa intensidade e irregulares que foram se sucedendo cada vez com maior potencial e com mais constância.

Obtivemos assim:

- 1) Pulsos simples, isolados, espasmos de intensidades variáveis.
- 2) Pulsos simples de intensidade regular, porém de periodicidade variável.
- 3) Pulsos simples regulares, de periodicidade extremamente regular quase cronométrica que poderia eventualmente funcionar com sincronizadores de relógios. As frequências mais encontradas são da ordem de 1, 4 e 20 minutos.
- 4) Ondas compostas, complexas e isoladas.

- 5) Ondas compostas, complexas, repetidas. Aqui temos formas de onda repetidas, com componentes de pulsos que lembram o sistema de modulação por pulsos ou sincronismo de TV.
- 6) Ondas do tipo senoidal, regulares ou amortecidas.

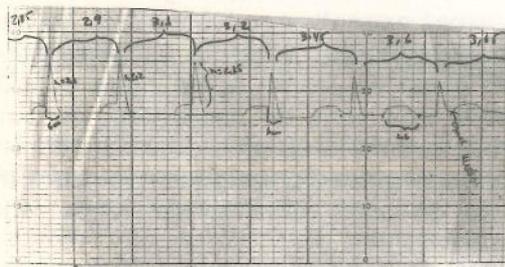


Figura 8 - Registro elétrico de pulsos de grande regularidade

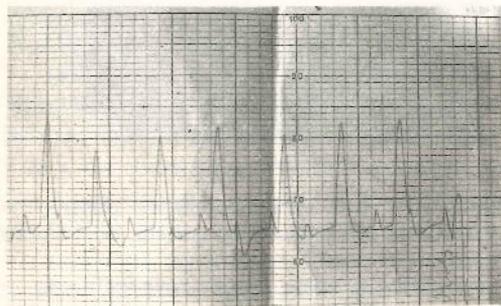


Figura 9 - Pulsos complexos grandes e pequenos da Drasana

A produção de tipos de curvas de ondas e pulsos irregulares ou periódicos por parte de planta, parece espontâneo independente de qualquer estímulo ou fator conhecido que controlamos. Ela pode ocorrer após vários dias ou semanas de espera, iniciando-se geralmente como dissemos, com pequena intensidade e irregularmente, para depois tornar-se bem regular e mais intensa. Algumas vezes a intensidade é de tal ordem chegando à dezenas de milivolts, tirando a pena escritora do papel com

violência. O traçado pode persistir por vários dias seguidos desaparecendo espontaneamente e paulatinamente. Muitas vezes, a movimentação do eletrodo sobre a folha de alguns poucos milímetros, o choque elétrico e a alteração de luminosidade, ocasiona o desaparecimento do traçado.

Percebemos também que existem alguns pontos determinados na folha, em que se obtém com mais facilidade o registro e que o estímulo de certos locais da folha é ineficaz. Alguns pontos, produzem uma resposta negativa enquanto outros positiva (no sentido elétrico). Deveremos proximamente fazer um levantamento desses locais e elaborar um mapa similarmente ao que se obtém em acupuntura.

A sensibilidade do vegetal varia bastante de dia para dia, respondendo algumas vezes intensamente a estímulos mecânicos, elétricos ou químicos. Outras vezes apresenta-se inerte. Em uma prova, conseguimos transferir estímulo mecânico e luminoso de um vegetal a outro, via longos filamentos frouxamentos conectados.

Neste ponto queremos chamar atenção para os cuidados que devemos ter para não interpretar erroneamente as respostas introduzidas por nossa manipulação. Estamos trabalhando com aparelhos de alta sensibilidade e que captam eles mesmos, com muita facilidade, qualquer pequena intervenção física sobre recipientes que contém a planta, pois o contacto de um material bom ou mau condutor, introduz um potencial apreciável.

Qualquer manipulação deve ser feita com registrador desligado ou então ser assinalada.

Tivemos oportunidade de assistir, em um conhecido programa de televisão, uma gravação americana, que mostrava uma planta covarde, estrebuchando com medo de ser retalhada por uma tesoura metálica, que nada mais era um condutor que tocava o vegetal, introduzindo alguns milivolts!

Em outras série de experimentos, procuramos analisar atividade elétrica do espécime como um todo, mudando o lugar do eletrodo ou colocando pares dos mesmos, em uma mesma folha. As diferenças de resultados referem-se, principalmente, às condições locais de condutibilidade, adap-

tação eletrodo-folha, e pequenas diferenças do material dos eletrodos.

Na mudança de local dos eletrodos, frequentemente, observamos durante um período maior ou menor um movimento irregular, quase que errático da pena, como que, se adaptando ao traumatismo ocasionado pela pressão, embora suave das platinas. Quando aparecem, os pulsos regulares repetidos quase sempre são bem posteriores a colocação dos terminais de captação.

Bem no início, antes desta irregularidade, nós temos, como já vimos, uma curva de redistribuição de cargas iônicas de deslocamento gradativamente menor. Um fato bastante interessante que observamos, foi o seguinte: numa determinada ocasião em que obtivemos uma precisa cadeia de pulsos, bem regulares, resolvemos isolar a folha da planta através do corte de pecíolo, esperando que houvesse interrupção do registro. Isto não aconteceu a regularidade persistiu. Cortamos então metade da folha, permanecendo 50% conectada ao aparelho, mantendo-se ainda o traçado. Por fim, deixamos uma pequena porção circular de tecido do tamanho exato dos eletrodos (2 x 2 cm) e a atividade se manteve por 5 dias quando então foi se amortecendo até desaparecer o que correspondeu a completa desidratação e amarelecimento do espécime.

Até agora não pudemos notar nitidamente uma resposta da planta no sentido paranormal como aconteceu com BACKSTER, que teria observado uma reação telepática do vegetal ao experimentado. No transcorrer de um traçado espontâneo, obtivemos com frequência pulsos abruptos e violentos, ondas magestosas e lentas sobressaindo-se à linha básica, as vezes, lisa ou denteada, mas não conseguimos relacionar isto com nenhuma mudança de condição local como luz, temperatura, trepidação mecânica ou nossa mudança de comportamento ou intensão.

No entanto, outras poucas vezes, observamos uma sinalização deste tipo que nos pareceu coincidir com uma batida de porta a distância ou apito de fábrica. Isto não pode ser provocado artificialmente, porque a planta, evidentemente, não representa

um sistema de causa e efeito em relação aos estímulos programados e aplicados.

Mesmo em relação a choques elétricos ou picadas, a planta não dá respostas homogêneas em relação a intensidade e velocidade.

Realmente, diante de outras situações mais complicadas de entender, a planta teve um comportamento diferente em cada vez, ou reagiu como por exemplo no caso da entrada do investigador ou outras pessoas estranhas no laboratório. No caso do pesquisador, a planta às vezes emite um pulso ou, como numa outra ocasião, inicia uma série de oscilações. De outra feita, a entrada de uma determinada pessoa interrompeu por alguns minutos o traçado de uma curva senoidal que vinha fazendo.

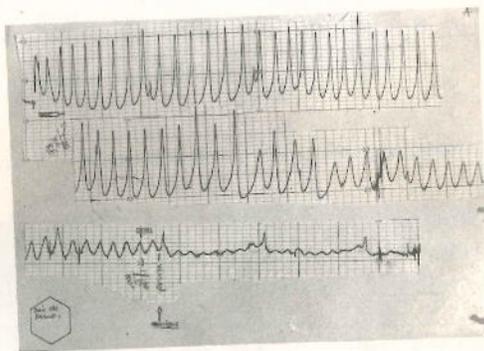


Figura 10 - Cessação dos pulsos possivelmente por entrada de pessoa no laboratório.

Pensamos que uma determinada resposta, depende do estado anterior à esta observação. Existiria uma resposta evidente quando a planta estivesse num determinado estado elétrico procedendo um determinado tipo de curva, como no caso da senoide.

Assim, acreditamos porque existem períodos que podem levar dias em que a planta está praticamente "adormecida" e apresentar uma linha básica quase reta não respondendo nem mesmo a grandes provocações. Observamos ainda outra vez uma parada de ondulações senoidais alguns instantes após tocarmos a uma certa distância um disco. As ondulações retornaram alguns instantes após cessar a música.

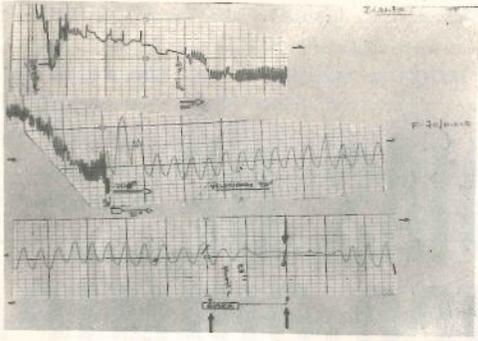


Figura 11 - Possível ação de estímulo sonoro (música) sobre os pulsos

Várias idéias e conclusões podemos expressar após o que apresentamos. Evidentemente, trata-se de uma linguagem da planta no sentido de mensagem e comunicação - linguagem em si ou efeito secundário de um sistema de comunicação que ainda não entendemos. E não dizemos linguagem e comunicação no conceito corrente. Poderia tratar-se de mecanismo de integração e controle entre as várias porções do organismo ou vários organismos interligando sistemas químico-físico-biológicos. Certos traçados são complicados e assemelham-se a informações transmitidas através de radio-fotos.

Algumas vezes, conjeturamos que os traçados contariam o essencial e supérfluo da vida da planta, de toda espécie, ou ainda, transmitiria a todos os seus tecidos informações sobre sua matriz ou campo organizador no sentido de desenvolvimento, manutenção e regeneração.

Outra hipótese que levantamos seria de que a planta, funcionaria como um transdutor, convertendo uma variação de energia, que não conhecemos, em outra que registramos. Necessitaríamos analisar e procurar traduzir através da técnica de modulação de pulsos ou conversão digital-analógica, as mensagens, transformando-as em sinais de audio ou TV, e assim averiguarmos de que ponto do universo se origina.

Assim como no reino animal entre os grandes e pequenos animais, através da biônica, o engenheiro procura encontrar as soluções teóricas e práticas que a natureza desenvolveu através de milhares de séculos e as aplica nas técnicas da mecânica,

física e eletrônica. Provavelmente, também através de uma biônica vegetal, podem ser encontradas respostas e técnicas aplicáveis não somente a problemas de ordem material do homem mas também em outros da medicina, sociologia e parapsicologia. É fascinante lembrar que no vasto reino das plantas, encontramos cada espécie produzindo através de uma química própria, substâncias extremamente ativas na fisiologia específica, de determinados órgãos de outra espécie e mais particularmente do homem. Uma *digitalis purpurea*, por exemplo, produz um princípio ativo que atua e beneficia o coração do homem; a *rawolfia serpentina* produz uma substância que age sobre o sistema circulatório determinando uma normalização da pressão sanguínea; a quinina, outros alcalóides extremamente potentes, hormônios, etc.

Para nós isto não é acidental mas ao contrário programado pela natureza das coisas. Cada espécime com uma função dirigida e apontada para outra através de um mediador, uma substância ou mesmo através de uma mensagem. Não teríamos somente produtos químicos ativos, porém, também mensagens de outra natureza. As plantas podem estar repletas de informações, não só sobre nosso coração e sistema circulatório, como também sobre a matéria, o espírito e a história das coisas e que nos transmitem sem cessar, sem nenhum egoísmo. As plantas talvez possam ensinar, advertir, alertar sobre nossa vida presente e futura. Necessitamos aprender a ouvi-las e entender sua linguagem.

A diferença entre a planta e o homem, está em que o primeiro levantou suas raízes do solo, tornou-se livre levando consigo suas reservas de energia, foi procurar alimentos mais adiante, organizou um sistema nervoso e um cérebro que localizou, coordenou e alinhou funções que talvez antes estivessem disseminadas homogeneamente em todos os tecidos e ao redor. Com isso, o homem ganhou em liberdade porém perdeu de outro lado, filtrando e bloqueando quase tudo sobre si e de seu meio. É possível que ele possa recuperar algo, perguntando de algum modo àquilo que sobrou nos seres aparentemente inertes.

# FONTE PARA EXPERIÊNCIAS DE FÍSICO-QUÍMICA

Trata-se de um circuito bastante simples que permite ao professor secundário, de física ou de química, demonstrar na prática diversas experiências relacionadas com a eletricidade e os alunos poderão aproveitá-la quer como trabalho escolar, quer como recurso para a feira de ciências.

Trata-se de um circuito bastante simples que permite ao professor secundário, de física ou de química, demonstrar na prática diversas experiências relacionadas com a eletricidade e os alunos poderão aproveitá-la quer como trabalho escolar, quer como recurso para a feira de ciências.

Os circuitos simples que podem ser elaborados, mesmo pelos não iniciados, oferecem possibilidades não só em aplicações práticas diretamente relacionadas com a eletrônica, como também em outros setores como, por exemplo, a física, a química e biologia e até mesmo a matemática.

Como o nosso público leitor não é constituído somente por pessoas estritamente ligadas à eletrônica, mas também por estudantes, professores de outras áreas, etc., focalizamos neste número este interessante circuito dirigido especialmente aos professores secundários e aos alunos interessados em experiências deste nível.

Com ele, princípios interessantes e importantes da física e da química podem ser demonstrados na prática com facilidade, não se necessitando de material especial de laboratório ou de qualquer equipamento de difícil obtenção e alto custo.

Trata-se de uma fonte de alimentação com proteção contra curto-circuitos que permite a realização de experiências em que a corrente contínua é necessária e que também funciona como um provador de continuidade, fornecendo uma indicação visual bastante evidente. Com ele o professor poderá contar com um recurso didático bastante importante que não só facilitará a transmissão da matéria em si, mas que também ajudará a despertar o interesse do aluno pela aula.

São as seguintes algumas das aplicações do aparelho nos cursos colegial, ginasial, vestibular e eletrônica:

- a) demonstração dos materiais condutores e isolantes em aulas de eletricidade elementar;

- b) prova da condutividade de soluções, em aulas de física ou química;
- c) realização de eletrólise simples da água;
- d) demonstração do funcionamento dos capacitores - carga e descarga de um capacitor.

### PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Conforme os professores sabem - e os alunos também - na rede de alimentação obtemos uma tensão alternada de 110 ou 220 Volts que não serve para a realização da maioria das experiências práticas que envolvam eletricidade, por diversos motivos.

O primeiro é que, para a maioria das experiências, necessitamos de corrente contínua e não alternada, caso específico da eletrólise e da carga e descarga de capacitores. Poderíamos no primeiro caso (eletrólise) usar pilhas comuns (figura 1),

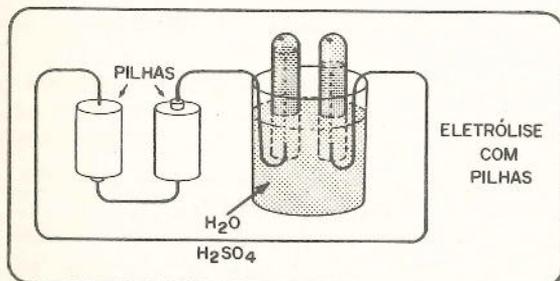


Figura 1

mas seu gasto seria rápido e os efeitos não muito evidentes. No segundo caso necessitaríamos de uma tensão elevada demais para ser fornecida por pilhas de modo que elas não poderiam ser utilizadas.

O segundo é que, como a tensão da rede é algo elevada e o manuseio descuidado é normal por parte de não iniciados, tanto os professores como os alunos têm medo de operarem com equipamentos diretamente ligados à rede, em vista da possibilidade de curto-circuitos cujas consequências são bem conhecidas de todos (figura 2).

Assim, tendo em vista primeiramente a segurança do operador e em segundo



Figura 2

lugar a possibilidade de obtenção de corrente contínua, conjugamos um circuito de proteção a um circuito retificador, ou seja, um circuito que converte a tensão alternante da rede em tensão contínua e que também é dotado de um dispositivo de proteção contra curto-circuitos acidentais. Bem manuseado pelo professor ou pelo aluno não haverá qualquer perigo de curto-circuito!

Deste modo, o circuito possui dois componentes básicos:

a) uma lâmpada de 40 ou 25 Watts que limita a corrente do circuito evitando, assim, a possibilidade de curto-circuitos, mesmo que as pontas de prova ou terminais de ligação usados para as experiências sejam ocasionalmente encostados um no outro e, ao mesmo tempo, serve para indicar a passagem de corrente;

b) um diodo semiconductor que é um dispositivo que permite a retificação da corrente alternada transformando-a em contínua pulsante já que opera segundo o princípio da condução de corrente num único sentido. (veja seu princípio de funcionamento no artigo "Redutor Simples de Intensidade Luminosa" Revista 47).

Ligados em série, o diodo e a lâmpada, eles formam o circuito da nossa Fonte Experimental de Alta Tensão.

### MONTAGEM

Para a montagem será recomendável a utilização de um soldador elétrico de

pequena potência (no máximo 30 W) e solda de boa qualidade (60/40).

A fixação dos componentes será feita numa base de madeira de 10 x 10 cm e os componentes menores (fios e diodos) serão soldados numa ponte de terminais.

Os componentes são os seguintes:

a) Diodo semiconductor - este é realmente o único componente eletrônico da montagem. Trata-se de um diodo do tipo 1N4001, BY127, ou seja, um diodo para, pelo menos, 400V x 1A. Evidentemente, qualquer outro diodo especificado para esta tensão e corrente servirá perfeitamente. Na instalação desse diodo sua polaridade deve ser observada (figura 3).

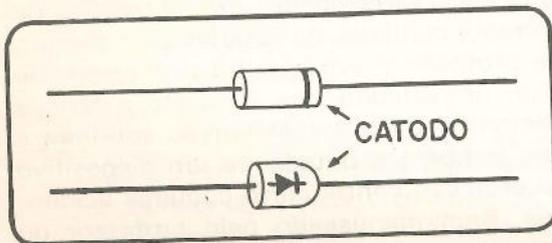


Figura 3

b) Pontes de terminais - os componentes menores e os fios de ligação serão soldados em pontes de terminais que podem ser adquiridas já cortadas ou em pedaços de meio metro, sendo então cortadas pelo próprio montador nas dimensões exigidas.

c) Pontas de prova - estas podem ser elaboradas com pregos grandes isolados na parte da cabeça com fita isolante, ponto em que é feita a conexão do fio, conforme mostra a figura 4.

d) Soquete da lâmpada - este pode ser encontrado em qualquer casa de material elétrico ou mesmo supermercado.

e) Lâmpada de 25 ou 40 Watts. - também pode ser encontrada com bastante facilidade, pois trata-se de uma lâmpada incandescente comum. Sua tensão deve ser de acordo com a rede na qual o aparelho deve ser usado (110 ou 220 Volts).

f) Fios de ligação - no caso pode ser usado o cabinho comum para trabalhos de eletrônica, ou seja, fio rígido de capa plástica. Uns 3 metros serão mais do que suficientes para a montagem.

g) Cabo de alimentação - trata-se do fio duplo com o plugue no extremo através do qual é feita a conexão do aparelho à rede de alimentação. Esse cabo pode ser adquirido em casas de material eletrônico com o plugue já incorporado.

Acompanhando o diagrama (figura 4) e a disposição dos componentes (figura 5) o

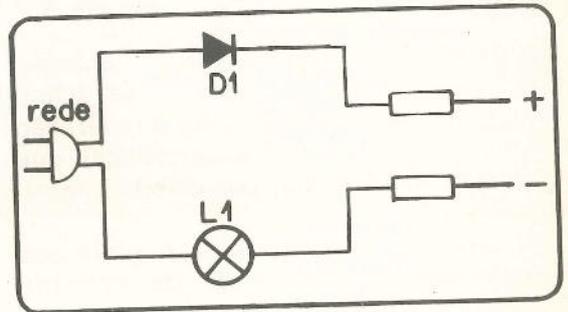


Figura 4

leitor, mesmo sem experiência, não terá dificuldade em completar a montagem.

#### EXPERIMENTANDO O APARELHO

Depois de conferir todas as ligações, coloque o plugue na tomada, mantendo as pontas de prova separadas. A lâmpada deve estar bem apertada no seu soquete. Encoste, em seguida, uma ponta de prova na outra. A lâmpada deve acender imediatamente, indicando que o circuito se encontra em perfeitas condições. O leitor observará que a lâmpada acende com brilho ligeiramente inferior ao normal. Isso ocorre porque, conforme dissemos, a unidade opera com corrente contínua pulsante obtida da retificação da corrente alternada da rede.

#### AS EXPERIÊNCIAS

##### 1) CONDUTORES E ISOLANTES

**Finalidade:** com esta experiência o professor poderá demonstrar quais são os materiais condutores e isolantes.

**Material adicional:** lápis preto comum, papel, vidro, moeda, copo com água comum.

**Procedimento:** encostando as pontas de prova nos materiais enumerados, a lâmpada deverá acender no caso dos condutores e permanecer apagada no caso dos isolantes.

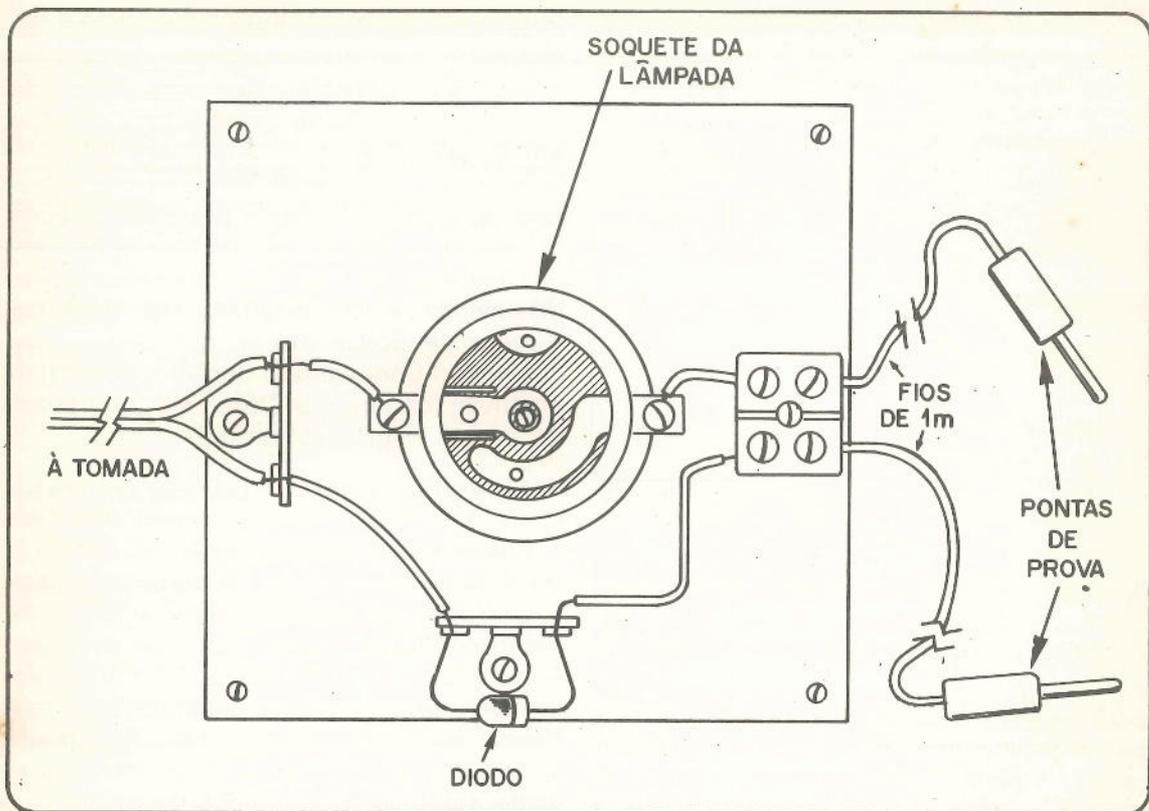


Figura 5

tes. É importante observar que a grafite dos lápis é boa condutora de eletricidade. Para isso, encoste uma ponta de prova em cada extremo da grafite do lápis (figura 6), quando então a lâmpada brilhará normalmente. No caso da água, a lâmpada poderá ter seu filamento ligeiramente avermelhado se existirem impurezas. Se a expe-

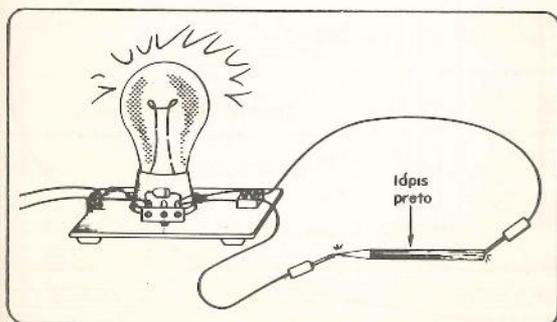


Figura 6

riência for feita com água destilada a lâmpada permanecerá completamente apagada, pois a água pura é isolante.

Explicação: Os condutores são materiais em que a circulação da corrente é possível. Se um material condutor for intercalado entre as pontas de prova a corrente chegará à lâmpada e esta acenderá normalmente. Se o material for isolante, não haverá circulação da corrente e a lâmpada permanecerá apagada.

## 2) PROVA DA CONDUTIVIDADE DE SOLUÇÕES

Finalidade: mostrar que a água pura é isolante, mas quando formando soluções com sais, ácidos ou bases é condutora de corrente elétrica.

Material adicional: copo com água (destilada de preferência), sal de cozinha, ácido de qualquer tipo e soda cáustica.

Procedimento: coloque no copo água (de preferência destilada) e as pontas de prova separadas em seu interior (figura 7). Se a

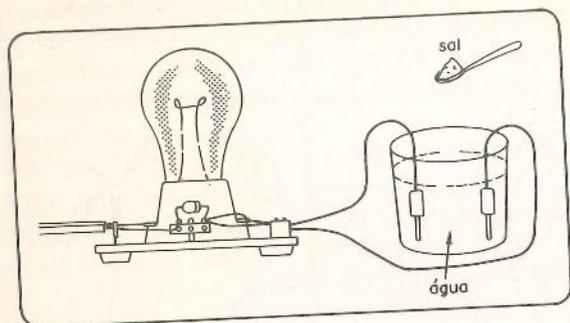


Figura 7

água for destilada a lâmpada permanecerá completamente apagada. Se na água existirem impurezas como os sais usados na sua purificação (caso da água potável), pode ser que a lâmpada acenda muito fracamente (o filamento apenas avermelhará). O professor deve explicar que a pequena condutividade manifestada se deve à presença de substâncias dissolvidas na água potável que a tornam ligeiramente condutora. Em seguida, jogue uma pitada de sal na água e agite. O brilho da lâmpada deve aumentar, mostrando que a presença dessa substância dá origem a uma solução condutora. O mesmo efeito será obtido

jogando-se ácido ou base (soda cáustica). O brilho obtido dependerá do grau de ionização da substâncias. Aos professores de química caberá analisar os efeitos obtidos em função disso.

Explicação: a dissociação em íons das substâncias jogadas na água permitem a condução da corrente. Os portadores de cargas elétricas são os íons das substâncias dissolvidas e dissociadas. No caso do Cloreto de Sódio ( $\text{NaCl}$ ), que é o sal de cozinha, o Sódio será o portador de cargas positivas (cátion) e o Cloro será o portador de cargas negativas (ânion).

### 3) DEMONSTRAÇÃO DA ELETRÓLISE

Finalidade: com esta experiência demonstra-se a decomposição da água pela passagem de uma corrente elétrica no fenômeno conhecido como eletrólise da água. A produção do oxigênio e do hidrogênio poderão ser facilmente constatadas.

Material adicional: copo de laboratório (becker), 2 tubos de ensaio, água destilada e ácido sulfúrico. Fios rígidos de cobre.

Procedimento: dissolva o ácido sulfúrico na água na proporção de 10g de ácido para cada 100g de água. (Atenção: nunca jogue água no ácido, mas sim ácido na água!). Dobre dois pedaços de fio de cobre rígido e coloque-os na posição indicada na figura 8, emborcando os dois tubos de ensaio.

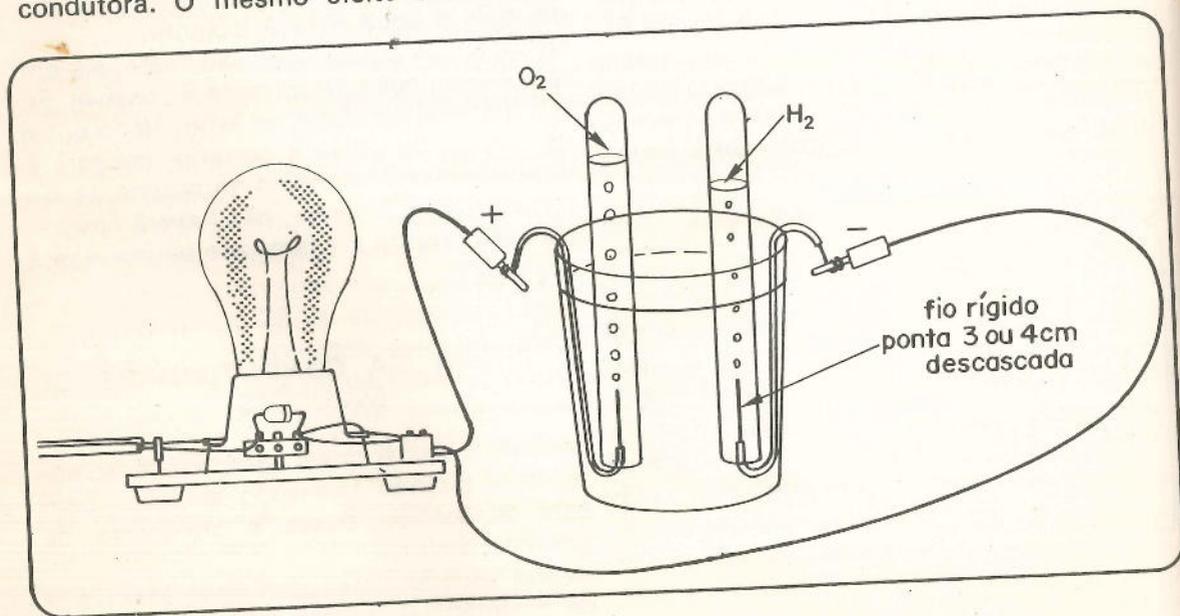


Figura 8

Para emborcar os tubos encha-os de solução e vire-os sem a deixar cair, de modo que o tubo fique sem ar dentro, conforme mostra a figura. Em seguida, ligue uma ponta de prova em cada fio. Observe que a ponta que faz conexão com o diodo corresponde ao polo positivo da fonte no tubo a ela ligado formar-se-á o oxigênio (que é negativo), enquanto que na ponta ligada à lâmpada que é o polo negativo, no tubo correspondente formar-se-á o hidrogênio (que é positivo). Tão logo a alimentação do circuito seja ligada, bolhas de gás começarão a subir das pontas dos fios. Conforme dissemos são bolhas de hidrogênio e oxigênio que são recolhidas pelos tubos.

**Explicação:** pela passagem da corrente, a água decompõe-se em hidrogênio e oxigênio que se acumulam nos tubos. Como para cada duas partes de hidrogênio temos uma de oxigênio (observe a fórmula mínima de água), o tubo corresponde ao hidrogênio em pouco tempo terá o dobro do gás que o tubo corresponde ao oxigênio.

O lado corresponde ao invólucro metálico é o polo negativo enquanto que o terminal conectado por meio da tampa de borracha é o polo positivo. O capacitor deverá ser ligado corretamente nas experiências pois, se houver inversão, ele poderá danificar-se expelindo com violência a substância existente no seu interior. Encoste a ponta de prova positiva, cujo fio vem do diodo ao polo positivo do capacitor e a ponta de prova negativa que vem da lâmpada ao polo negativo do capacitor, ou seja, sua parte externa (figura 10). Uma pequena

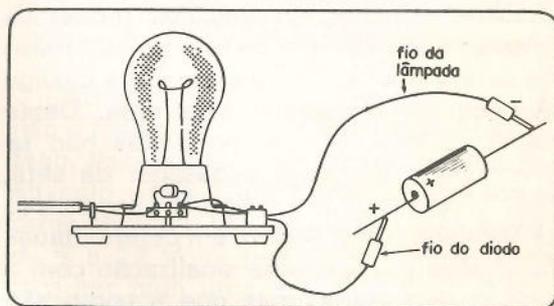


Figura 10

#### 4) CARGA E DESCARGA DE UM CAPACITOR

**Finalidade:** demonstrar o princípio de funcionamento de um capacitor (garrafa de Leyden): o armazenamento de cargas elétricas sob determinado potencial e portanto de uma energia elétrica.

**Material adicional:** capacitor eletrolítico de  $16\mu\text{F} \times 450\text{ Volts}$ .

**Procedimento:** O capacitor eletrolítico tem polaridade certa para a ligação (figura 9).

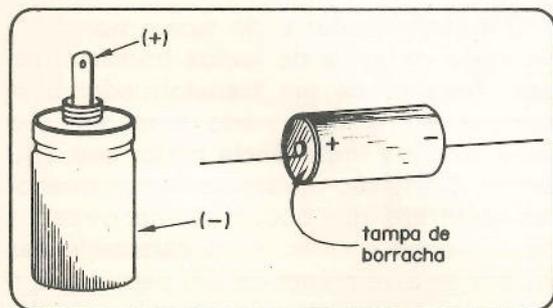


Figura 9

faísca ocorrerá mas a lâmpada não deverá brilhar normalmente. O capacitor estará carregado, adquirindo um potencial entre as armaduras de 150 Volts se a sua rede for de 110 Volts. Agora, retire as pontas de prova e demonstre a descarga do capacitor do seguinte modo: pegue um pedaço de fio flexível e encoste uma ponta em cada terminal (armadura do capacitor). Ocorrerá então a descarga com uma faísca brilhante e sonora.

**Explicação:** quando o capacitor é conectado à fonte, suas armaduras são submetidas a uma diferença de potencial contínua sob a qual se carregam. Uma das armaduras se carrega positivamente e a outra negativamente. Mesmo desligadas as pontas de prova o capacitor mantém essa carga por algum tempo, dependendo esse tempo da sua qualidade e da umidade ambiente. Para descarregar o capacitor curto-circuitam-se as armaduras. Nestas condições, os elétrons em excesso da armadura negativa escoam-se para a armadura positiva que os tem em falta havendo portanto uma neutralização.

# indicador de seta ligada para automóvel

Um simples indicador sonoro para o motorista distraído não se esquecer de desligar a seta após uma curva ou uma ultrapassagem quando não houver o retorno automático.

Evidentemente, os veículos modernos possuem um sistema de retorno automático para o interruptor da seta, que a desliga tão logo a conversão seja feita. Deste modo, a maioria dos motoristas não se preocupa muito com o desligar da seta, mas simplesmente em ligá-la quando isso se faz necessário. Assim, em determinadas condições em que uma sinalização com a seta é necessária, mas que a conversão seja de raio insuficiente para haver o retorno, caso de uma indicação de ultrapassagem, um numa curva de raio muito grande, a seta permanece ligada e o motorista, normalmente habituado ao seu retorno automático, não se apercebe disso senão quando olha na lâmpada indicadora. Como são muitos os motoristas que raramente olham para esta lâmpada, pode ocorrer o fato desagradável de se percorrer uma boa distância com seta indicando uma conversão que realmente não será feita.

O dispositivo que descrevemos neste artigo permite a emissão de um sinal sonoro quando a seta estiver ligada, sinal este facilmente perceptível alertando o motorista que a seta se encontra ligada evitando qualquer possibilidade de esquecimento.

O circuito é tão simples que pode ser instalado numa pequena caixa fixa sob o painel, e para sua ligação ao veículo nenhuma modificação no circuito elétrico do veículo é necessária. Apenas dois fios são conectados: um à lâmpada do painel normalmente usada para indicar o funcio-

namento da seta e outro à terra (massa) que pode ser a própria caixa onde está instalado o aparelho.

## O MATERIAL

As ferramentas para a montagem são as normalmente usadas em trabalhos de eletrônica; um soldador de pequena potência (30 Watts), um alicate de pontas, um alicate de corte lateral, uma chave de fendas, solda e 4 ou 5 metros de cabinho #20 ou #22 servirão para as conexões.

A caixa para a montagem poderá ser de metal ou plástico de uns 9 x 6 x 5 cm.

Com relação aos componentes eletrônicos não há maiores dificuldades na obtenção.

O transistor é de tipo bastante comum. Na verdade, são diversos os equivalentes deste transistor como, por exemplo, o AC188, 2SB175 etc.

O transformador é do tipo empregado na etapa de saída de rádios transistorizados. Trata-se de um transformador com tomada central no primário (push-pull) que deve ter uma impedância maior que 250 Ohms. Como são muitos os transformadores deste tipo que podem ser encontrados no comércio e como suas características variam sensivelmente de um para outro, o leitor eventualmente, deverá alterar o valor do capacitor C2 aumentando ou diminuindo sua capacitância.

O ajuste do circuito é feito por meio do trim-pot. Os outros componentes são todos absolutamente comuns, inclusive o alto-falante que é dos usados em rádios portáteis de 5 cm de diâmetro e 8 Ohms de impedância.

por soldar os componentes na ponte de terminais, prestando especial atenção para a posição do transistor (o ponto indicador de coletor deve ficar do lado do transformador) e a polaridade do capacitor eletrolítico.

### MONTAGEM

O diagrama é dado na figura 1 e a disposição dos componentes numa ponte de terminais é mostrada na figura 2. Comece

Em seguida, instale o conjunto na caixa, fixando a ponte de terminais por meio de um parafuso com porca. Observe que o terminal usado para a fixação da ponte não tem nenhuma conexão. Na instalação, cuide para que nenhum componente da ponte encoste na caixa (se esta for metálica), pois isto poderia causar algum curto-circuito que danificaria o aparelho.

Uma vez instalado o conjunto na caixa, não a feche ainda, pois seu ajuste deve ser feito. Para isto, ligue o fio correspondente ao polo positivo da bateria, ou qualquer outro ponto do veículo em que uma tensão de 6 a 12 Volts seja disponível. Ajuste o trim-pot com uma chave de fendas para que o circuito emita o som desejado.

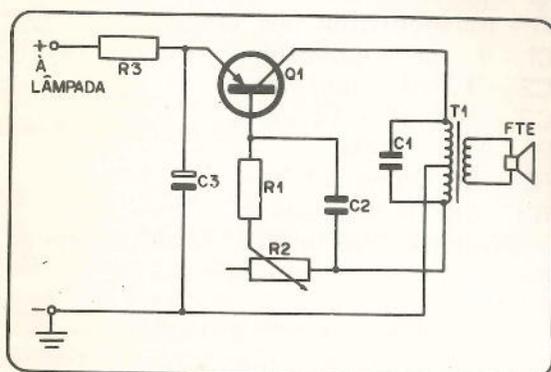


Figura 1

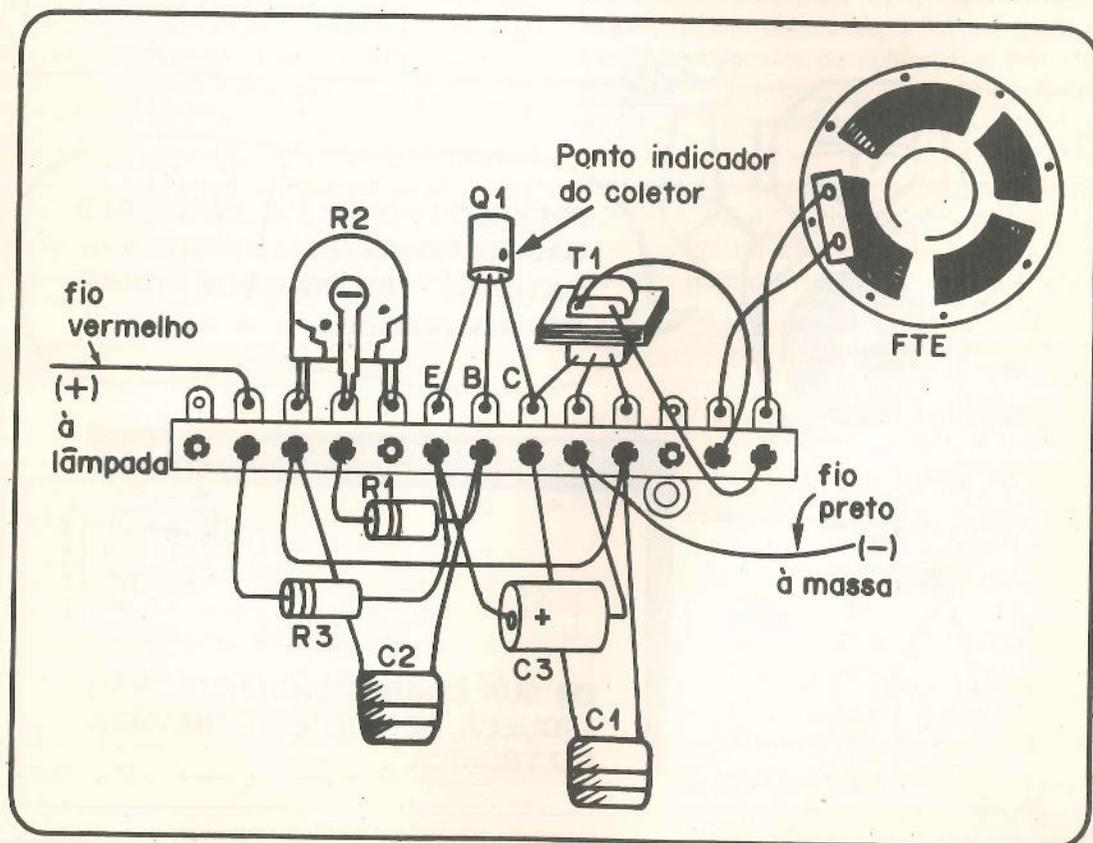


Figura 2

Uma vez ajustado, feche a caixa e proceda à instalação definitiva da unidade como se segue:

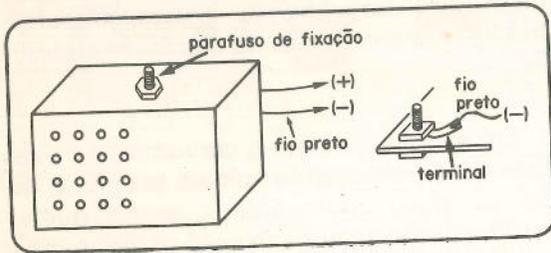


Figura 3

a) o fio preto, ou seja, negativo do indicador, deve ser ligado à massa do veículo; pode aproveitar para esta finalidade o próprio parafuso que o fixa ao chassi (figura 3);

b) o fio vermelho, ou seja, o positivo, deve ser ligado ao fio da lâmpada indicadora da seta no painel do veículo (figura 4).

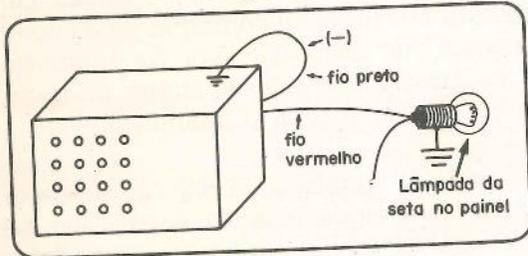


Figura 4

### RELAÇÃO DE COMPONENTES

- Q1 - transistor 2S75 ou equivalente
- T1 - transformador (ver texto)
- C1 - 4,7 nF - (poliester)
- C2 - 3,3 nF - (poliester)
- C3 - 100  $\mu$ F x 12 Volts
- R1 - 1k $\Omega$  x 1/4W
- R2 - 56 Ohms x 1 W
- R3 - 68k $\Omega$ - trim pot.

Diversos: alto-falante, caixa, ponte de terminais etc.

**PREZADO LEITOR: POR ENQUANTO NÃO ESTAMOS ACEITANDO ASSINATURAS. NÃO PODEMOS FORNECER OS NÚMEROS 1 A 44.**

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

# AMPLIFICADORES OPERACIONAIS EM ÁUDIO

Por sua versatilidade, os amplificadores operacionais não encontram aplicações práticas somente em circuitos especiais, em instrumentação ou pesquisa, mas também em equipamentos de áudio. Neste artigo, descrevemos duas possibilidades, utilizando como base o amplificador operacional  $\mu A709$ .

Muitos são os leitores que sabem o que é um amplificador operacional, quais são as características desses circuitos, ou como devem ser utilizados; mas "na hora" de sua aplicação em determinado equipamento se sentem desamparados. De fato, a literatura técnica está cheia de manuais de características de circuitos integrados ou de estudos teóricos, mas faltam informações práticas, exemplos de aplicações em determinados circuitos específicos etc.

Os amplificadores operacionais, tanto quanto em circuitos especiais, encontram enorme variedade de aplicações em áudio. Neste artigo, baseados no  $\mu A709$ , descreveremos duas destas aplicações.

O circuito integrado monolítico  $\mu A709$  consiste num amplificador operacional para uso geral que se caracteriza por um elevado ganho e uma elevada impedância de entrada. Ele consta de duas etapas de

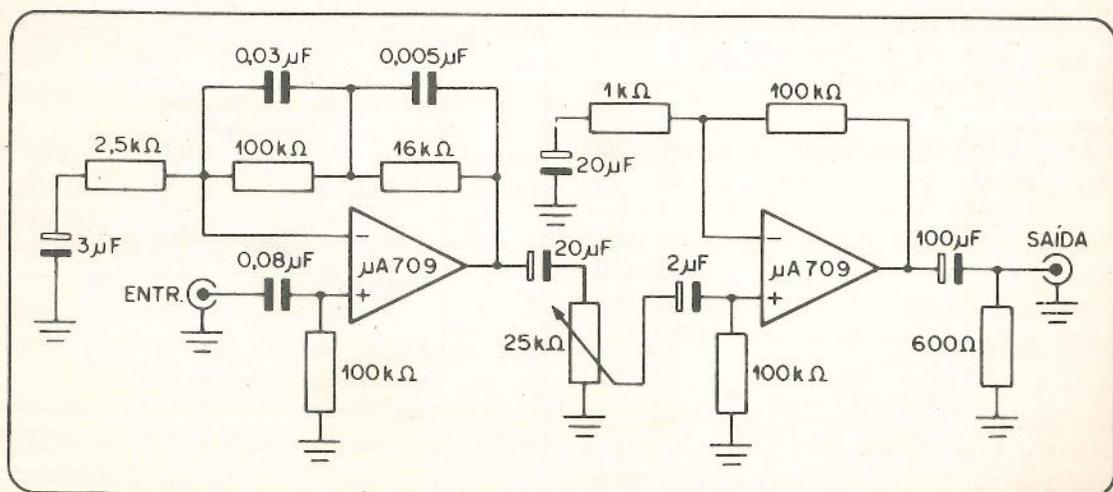


Figura 1

amplificadores diferencial, sendo a primeira com dois transistores e a segunda com dois pares Darlington e uma etapa de saída em classe B.

São as seguintes as suas características quando alimentado com uma fonte simétrica de 15 - 0 - 15 Volts:

Ganho (sem realimentação) 45 000 (típico)

Largura da faixa de frequência 1 MHz  
Impedância de entrada .... 250 K $\Omega$

Encontramos um grande número de variantes para este circuito integrado sendo praticamente todas equivalentes, as quais diferem uma das outras apenas pelo encapsulamento ou outras características de menor importância. São as seguintes as mais conhecidas: LA709,  $\mu$ A709, 709, MIC709, PA7709, SN72709, TAA521, 5709.

## OS CIRCUITOS

### Pré-amplificador com equalização RIAA

Este bem elaborado pré-amplificador (figura 1) é projetado para operar com fonocaptadores comuns, utilizando dois amplificadores operacionais do tipo  $\mu$ A709. O potenciômetro consiste num controle de ganho. A alimentação deve vir de uma fonte simétrica de 15 - 0 - 15 Volts.

A equalização é obtida por meio da realimentação seletiva do primeiro amplificador operacional. Com a utilização dos capacitores de 0,03 e 0,005  $\mu$ F na rede de realimentação, esta se torna sensível à frequência obtendo-se assim a equalização desejada.

O segundo amplificador, por outro lado, não tem compensação de frequência, operando, portanto, linearmente. Seu ganho é de aproximadamente 100.

### Pré-amplificador com controle de graves e agudos

Este amplificador também utilize como base um amplificador operacional  $\mu$ A709. Neste, encontramos duas redes de reali-

mentação independentes, sensíveis à frequência, sendo uma que oferece maior impedância aos graves e outra aos agudos.

A primeira permite um controle de graves, obtendo-se um reforço das frequências mais baixas em função da posição do cursor do potenciômetro.

A alimentação para o circuito integrado deve vir de uma fonte simétrica de 15 - 0 - 15 Volts.

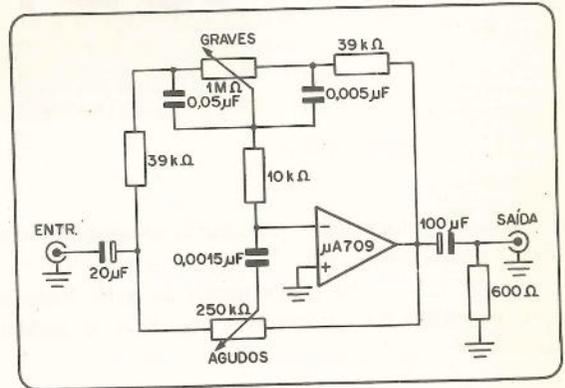


Figura 2

A impedância dos circuitos de saída é de 600 Ohms.

Observamos também que os amplificadores operacionais 709 não possuem proteção contra curto-circuito na saída.

A disposição dos terminais para o circuito integrado  $\mu$ A709 é dada na figura 3.

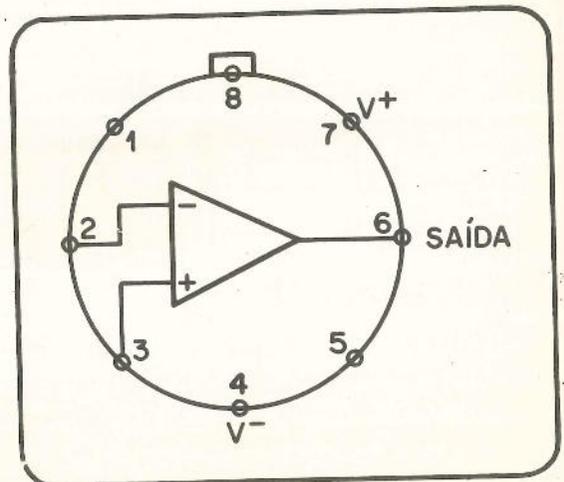


Figura 3

# PISCA-PISCA

## com circuitos integrados

Um circuito bastante simples que pode servir para alimentar lâmpadas de 6 Volts x 50 mA, podendo ser utilizado em brinquedos, sistemas de alarmas e ainda como jogo de cara-ou-coroa.

A base desta montagem é um circuito integrado TTL do tipo 7400. Este circuito consiste em 4 portas NAND de duas entradas, mas no nosso caso ele é ligado de tal modo a operar como um multivibrador estável conectado a um "flip-flop". O multivibrador excita o "flip-flop" fazendo-o mudar constantemente de estado de condução e este excita duas lâmpadas por meio de dois transistores.

O tempo de comutação do "flip-flop" e, portanto, de oscilação do multivibrador, é determinado por dois componentes: os capacitores eletrolíticos C1 e C2. Alterando-se dentro de um limite o valor destes componentes podemos alterar o ritmo do pisca-pisca. Aumentando o valor dos capacitores, as lâmpadas piscarão mais lentamente e vice-versa. Naturalmente poderemos alterar somente o valor de um dos capacitores (C1 ou C2) quando as lâmpadas piscarão assimetricamente, ou seja, uma ficará acesa por mais tempo que a outra.

Como os circuitos lógicos TTL (Transistor-Transistor Logic) devem ser alimentados por uma tensão de 5 Volts (mais ou menos 5%), o circuito só poderá operar com esta tensão. Assim, para o caso de lâmpadas de 6 Volts, estas acenderão com brilho ligeiramente inferior ao normal, mas como se trata de montagem experimental, acreditamos que isso não venha consistir em obstáculo para a sua aplicação.

Nossa sugestão é a alimentação do pisca-pisca por meio de 3 pilhas comuns (grandes, médias ou pequenas) ligadas em

série, o que fornece uma tensão de 4,5 Volts, bem dentro dos limites de operação do circuito integrado.

As lâmpadas de 6 Volts x 50 mA são excitadas por meio de transistores porque o circuito integrado não pode fornecer potência suficiente para uma excitação direta. Como os transistores em questão são especificados para uma corrente máxima de 200 mA, por medida de segurança estabelecemos como carga máxima para cada um uma corrente de 100 mA, o que significa que, no máximo, poderemos ligar em cada transistor duas lâmpadas de 6 Volts 50 mA (Philips 7121D) em paralelo, ou uma lâmpada, por transistor, de 100 mA x 6 Volts.

Observamos que tensões maiores podem ser usadas na alimentação das lâmpadas, para o que uma fonte separada para o circuito integrado e para o estágio de excitação deve ser usada. A modificação do circuito para operar nestas condições deve ser feita pelo leitor que conhecer bem o princípio de funcionamento deste tipo de circuito.

### COMPONENTES E MONTAGENS

Nenhum componente oferece dificuldades para obtenção. O circuito integrado 7400 é bastante comum no nosso mercado, assim como os transistores. O próprio custo da unidade montada não é elevado.

Os capacitores eletrolíticos são especificados para uma tensão de 6 Volts, no mínimo

A técnica ideal de montagem é a da utilização de placa de fiação impressa. Essa placa deve ser elaborada pelo próprio leitor segundo o processo que bem entender. O máximo de cuidado deve ser tomado com a soldagem do circuito integrado e dos transistores, já que se tratam de componentes bastante sensíveis ao calor. Use um soldador de pequena potência (30 W) e ferramentas apropriadas.

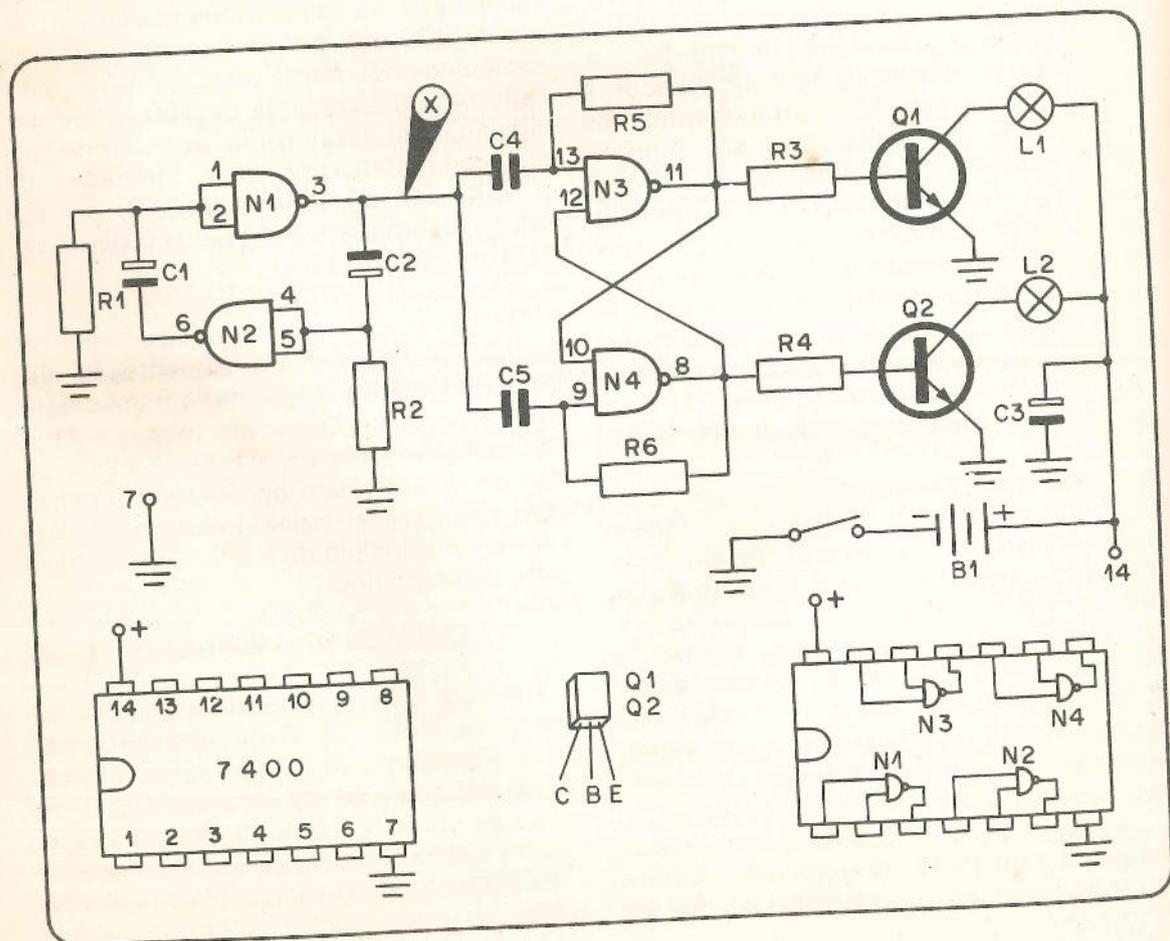
### USO DO PISCA-PISCA

No caso do uso do circuito como indicador ou como enfeite para brinquedos, a ligação é óbvia. A fonte de alimentação poderá consistir em três pilhas pequenas ligadas em série. Um interruptor poderá ser intercalado para ligar e desligar a unidade.

Para operar o circuito como cara ou coroa, intercale um interruptor de pressão do tipo normalmente aberto no ponto X do diagrama (botão de campainha). Os capacitores C1 e C2 deverão ter seus valores alterados para 5  $\mu$ F. Apertando o botão as lâmpadas piscarão rapidamente, até o momento em o soltarmos, quando somente uma ficará acesa.

### RELAÇÃO DE COMPONENTES

- C1 - 7400 (dual input nand gate)
- Q1, Q2 - BC548 ou equivalente
- C1, C2 - 100  $\mu$ F x 6 V.
- C3 - 500  $\mu$ F x 6 V.
- C4, C5 - 200 pF mica ou styroflex
- R1, R2, R3, R4 - 1k x 0,5 W
- R5, R6 - 10 x 0,5 W
- L1, L2 - lâmpadas de 6 V x 50 mA (Philips 7121D ou equivalente) - ver texto



# FORTE REGULADA

## 5-24V, 2A

Humberto de Alcântaca Pellizzaro

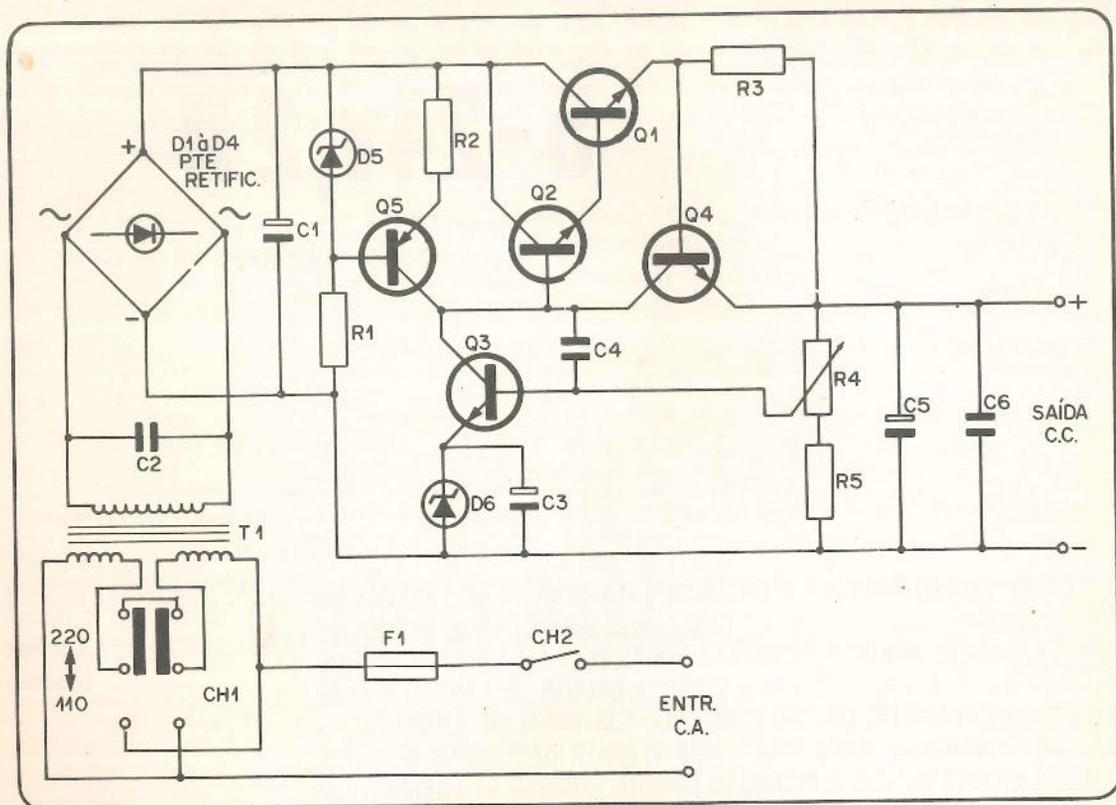
O EXPERIMENTADOR DE ELETRÔNICA ESTÁ SEMPRE ÀS VOLTAS COM DIFERENTES MONTAGENS, DE MODO GERAL, NOS DIAS DE HOJE, UTILIZANDO SEMICONDUTORES. UM PONTO COMUM A TODAS ELAS É A FONTE DE ALIMENTAÇÃO (A NÃO SER NOS RECEPTORES DITOS "A GALENA"...). É MUITO DESEJÁVEL, NESSAS OCASIÕES, CONTAR COM UMA BOA FONTE DE ALIMENTAÇÃO, REGULADA E VARIÁVEL, PARA UMA MAIOR VERSATILIDADE. CONSIDERAMOS, TAMBÉM INDISPENSÁVEL, A PROTEÇÃO CONTRA EXCESSO DE CORRENTE, JÁ QUE FREQUENTEMENTE EM MONTAGENS, OCORREM CURTO-CIRCUITOS. NESSE ARTIGO APRESENTAMOS UM APARELHO QUE CERTAMENTE ATENDERÁ ÀS NECESSIDADES DE MUITOS LEITORES, EM APLICAÇÕES DE BAIXA TENSÃO. PARA AQUELES QUE DESEJAREM O SIMILAR PARA ALTAS TENSÕES, FICAMOS DEVENDO UMA SOLUÇÃO PARA BREVE.

### O CIRCUITO

Na fig. 1 podemos ver o diagrama esquemático da fonte. A saída pode ser variada nos limites de tensão de 5,3 a 24 V, sob uma corrente máxima de 2A. Os transistores Q1 e Q2 estão em ligação "Darlington", possuindo elevado ganho de corrente. O transistor Q3 funciona como amplificador de erro, e o diodo D6 fornece a tensão de referência. O capacitor C3 auxilia na obtenção de uma referência o mais limpa de ondulações possível. A corrente necessária à polarização do estágio regulador série (Q1 e Q2), do amplificador de erro e da fonte de referência é fornecida pela fonte de corrente Q5. O resistor R2 é submetido a uma tensão constante, igual a  $(V_z - V_{be})$ , sendo  $V_z$  a tensão do diodo Zener D5 e  $V_{be}$  a tensão base-emissor do transistor Q5, virtualmente constante. Com uma diferença de potencial fixa em seus terminais, através do resistor R2 só

poderá passar uma corrente também fixa. O resistor R1 polariza convenientemente o Zener D5. O capacitor C4 realimenta o transistor Q3, de coletor a base, para prevenir oscilações de alta frequência. A limitação de corrente é feita pelo transistor Q4, da seguinte forma: quando a corrente de carga ultrapassar 2A, a tensão sobre o resistor R3 passará de 0,6 V, o suficiente para que Q4 entre em condução, retirando a corrente fornecida por Q5, fazendo com que o par "Darlington" deixe de conduzir, protegendo o regulador série. O resistor R3 será confeccionado com fio de níquel cromo, alterando-se de mais para menos a quantidade de fio, até se obter a limitação em 2A, ou então utilizar-se-á um trimpot de fio, de baixa resistência. Variando-se o resistor R4, conseguimos ajustar a saída da fonte para o valor desejado. R5 determina a máxima saída, no caso 24V.

Os capacitores C5 e C6 executam a filtragem final, à saída. Até o momento, nos



detivemos no regulador propriamente dito. No entanto, para o perfeito funcionamento deste, a entrada deve ser de uma tensão contínua. Os diodos D1 a D4 retificam a tensão alternada fornecida pelo secundário do transformador e, em seguida, o capacitor C1 executa a filtragem. Finalmente, o capacitor C2 absorve picos de tensão transitórios do sistema.

#### MONTAGEM

A montagem pode ser executada por pessoas que possuam bons conhecimentos de eletrônica. Deve ser feita com o cuidado de não se inverter os diodos, os capacitores eletrolíticos e os transistores. Se os componentes estiverem bons, o circuito funcionará de imediato, não necessitando de ajustes, a não ser o da tensão de saída. Logicamente, há a preferência no uso, de uma placa de fiação impressa, porém, outro tipo de montagem não comprometerá o circuito. Os transistores Q1 e Q2 devem ser providos de dissipadores de calor adequados, de modo que possam dissipar convenientemente a potência gerada.

#### RELAÇÃO DE COMPONENTES

- Q1 - Transistor BD 181
- Q2 - Transistor BD 135
- Q3 - Transistor BC 238
- Q4 - Transistor BC 547
- Q5 - Transistor AC 188
- D1-D4 - Diodos 30S2
- D5-D6 - Diodo zener BZC79C4V7
- R1 - 2,7 k $\Omega$  x 1/4W
- R2 - 390 $\Omega$  x 1/4W
- R3 - 0,3 $\Omega$  fio (ver texto)
- R4 - 2k $\Omega$  potenciômetro de carvão linear
- R5 - 560  $\Omega$  x 1/4W
- C1 - 2200 $\mu$ F x 50V. (eletrol.)
- C2 - 47 nF x 200 V. (poliester metaliz.)
- C3 - 100 $\mu$ F x 6 V. (eletrol.)
- C4 - 10 nF x 200 V. (poliester metaliz.)
- C5 - 1000 $\mu$ F x 25 V.
- C6 - 100 nF x 200 V. (poliester metaliz.)
- T1 - Primário: rede CA; secundário: 29V x 2A
- CH1 - Interruptor deslizante, 2 polos, 2 posições
- CH2 - Interruptor de 1 polo, 2 posições
- F1 - Fusível com porta-fusível, 0,6 A para 220 V. (1,2 A para 110 V.)

# CURSO DE ELETRÔNICA<sup>©</sup>

## Lição 4

Na lição anterior, verificamos em que condições as cargas elétricas podem movimentar-se dando origem ao que denominamos corrente elétrica. Estudamos essas condições e verificamos também que uma corrente elétrica tem como causa a diferença de potencial. Só pode circular corrente entre dois pontos se entre eles houver uma diferença de potencial. Nesta lição nos aprofundaremos no estudo da corrente elétrica analisando seu sentido de circulação, sua unidade e como podemos estabelecê-la na prática.

### 10. A CORRENTE ELÉTRICA E SUA DEFINIÇÃO

Dois corpos eletrizados, em determinadas condições, sob potenciais diferentes, se colocados em contacto, trocarão cargas até que entre eles não haja mais uma diferença de potencial. Nessa troca de cargas, elétrons passarão de um corpo para o outro, numa movimentação ordenada, criando um "fluxo" que denominamos de "corrente elétrica". Podemos, portanto, definir **corrente elétrica** como uma **movimentação ordenada de cargas elétricas**.

Nos exemplos que temos estudado, as cargas dotadas de movimento são elétrons, ou seja, cargas negativas; mas em condições especiais podemos ter outros tipos de cargas se movimentando.

movimento ordenado  
de cargas.

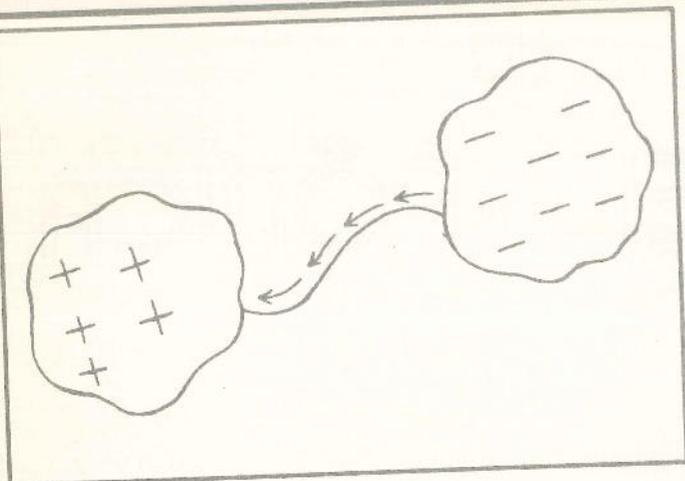


Figura 21

Por exemplo: se os átomos puderem se movimentar, como ocorre num meio gasoso ou líquido, a corrente poderá constituir-se da **movimentação ordenada** de átomos **ionizados**, quer sejam eles positivos ou negativos e, conforme sua carga, também será seu sentido de movimentação.

movimentação de íons

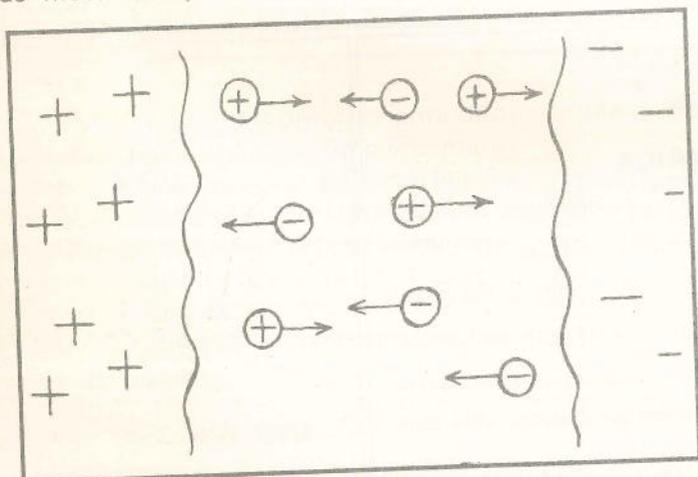


Figura 22

Já estudamos que, para que haja o estabelecimento de uma corrente elétrica entre dois pontos, é preciso que entre esses dois pontos se manifeste uma diferença de potencial (ddp), ou seja, haja condições do aparecimento de uma força que movimente as cargas.

Numa corrente elétrica num meio sólido, formada pela movimentação exclusiva de elétrons, percebemos que os elétrons que se movimentam são "expulsos" do corpo que os tem em excesso (potencial negativo) e vão para o corpo eletrizado positivamente (poten-

cial positivo). A corrente elétrica circula, deste modo, dos pontos de potencial negativo para os pontos de potencial positivo. Como um valor negativo é **menor** que um valor positivo, dizemos que os elétrons tendem a se dirigir aos pontos de **maior potencial**.

Podemos, pois, falar especificamente do que denominamos **corrente eletrônica**, com o a corrente que circula dos pontos negativos (polos negativos) aos pontos positivos (ou menos negativos) de um sistema.

O sentido de circulação da corrente eletrônica (fluxo de cargas negativas) é, portanto, dirigido para os pontos de maior potencial.

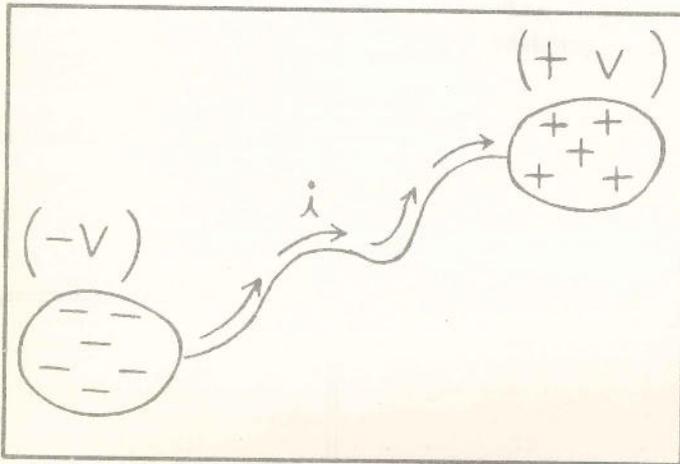


Figura 23

sentido de  
circulação.

elétrons: rumo aos  
pontos de maior  
potencial

corrente eletrônica

### RESUMO DO QUADRO 10

- Corrente elétrica é uma movimentação ordenada de cargas elétricas.
- As cargas formadoras da corrente elétrica podem ser elétrons livres (negativos) ou átomos ionizados (positivos ou negativos).
- No caso em que as cargas sejam elétrons, estes se dirigem dos pontos de menor potencial para os pontos de maior potencial.
- Entre dois corpos positivos, os elétrons vão do de **menor** potencial positivo para o de **maior** potencial positivo.
- A corrente eletrônica como é denominada a formada por elétrons (cargas negativas) é orientada no sentido dos pontos de maior potencial. A corrente flui do polo negativo para o positivo.

Se você entendeu perfeitamente o assunto explicado, depois de ler o resumo, pode tentar resolver os testes de avaliação. Caso contrário, recomendamos uma nova leitura do quadro 10.

## Avaliação 24

Elétrons ou íons, quando em movimento, dão origem a uma corrente elétrica. Deste modo, a melhor definição para uma corrente seria (assinale a alternativa correta):

- a) uma movimentação ordenada de elétrons
- b) uma movimentação ordenada de cargas negativas
- c) uma movimentação ordenada de cargas positivas
- d) uma movimentação ordenada de cargas elétricas

Resposta: d  
Veja explicação

Evidentemente, das alternativas, a mais geral é a última, se bem que saibamos que nos nossos estudos nos preocupamos principalmente com a corrente formada por elétrons. Se acertou, tente o teste seguinte.

## Avaliação 25

A corrente eletrônica, ou seja, a formada exclusivamente por elétrons, tem seu sentido orientado para as regiões de (assinale a alternativa correta):

- a) menor potencial
- b) maior concentração de elétrons
- c) maior potencial
- d) potencial negativo

Resposta: c  
Veja explicação

Conforme estudamos, os elétrons "vão" para os locais em que "haja falta" dessas cargas, ou seja, para regiões mais positivas. Como essas regiões são de maior potencial, temos o sentido da corrente. Lembramos que a alternativa d não é de todo errada, se bem que não seja a mais geral.

## Avaliação 26

Um corpo que se encontra eletrizado sob um potencial de 250 Volts (positivo) é colocado em contacto com um corpo eletrizado, também, positivamente sob potencial de 500 Volts. Entre eles haverá um fluxo de elétrons (corrente) no sentido em que a diferença de potencial seja anulada. Os elétrons se moverão (assinale a alternativa correta):

- a) Do corpo de 250 V para o de 500 V
- b) Do corpo de 500 V para o de 250 V
- c) Todas as cargas do corpo de 500 V passarão para o corpo de 250 V.
- d) Todas as cargas do corpo de 250 V passarão para o corpo de 500 V.

Resposta: a  
Veja explicação

Os elétrons tendem a ir para as regiões de maior potencial. Ora, 500 V é um potencial positivo maior do que 250 V. Assim, o corpo de 500 V se encontra mais com falta de elétrons do que o de 250 V. O corpo de 250 V cede, portanto, parte de seus elétrons ao corpo de 500 V até que o equilíbrio seja adquirido. O potencial em que esse equilíbrio será atingido dependerá da carga dos corpos e não somente do seu potencial inicial. Assim, não podemos dizer que no final os corpos se encontrarão a 0, 300, 375 Volts ou qualquer outro potencial.

Se você acertou este último teste passe ao quadro seguinte. Caso contrário, leia novamente a lição, procurando dar mais atenção ao que foi explicado e volte a este teste posteriormente.

## 11. A UNIDADE DE CORRENTE

Definimos, no quadro anterior, a corrente elétrica como sendo uma movimentação ordenada de cargas elétricas. Trata-se, portanto, de um processo dinâmico, ou seja, de um processo em que o movimento é importante. Assim, para a medida da corrente, devemos levar tudo isso em conta: não só a quantidade de **cargas** envolvidas no processo como também o **tempo** em que isso ocorre. Assim, podemos expressar a intensidade de uma corrente, pela quantidade de cargas que se movimentam num intervalo de tempo conhecido. De uma maneira mais própria, dizemos que a corrente é numericamente igual à quantidade de cargas por unidade de tempo. Em termos melhores, podemos escrever isso como uma fórmula:

$$I = \frac{Q}{t}$$

onde: I é a intensidade da corrente

Q é a quantidade de cargas

t é o tempo durante o qual as cargas circulam

A unidade usada na medida de cada uma das três grandezas neste caso é importante. Assim, o tempo

1 Coulomb =  
= 625 000 000 000 000 elétrons!



Figura 24

é medido em **segundos**, a quantidade de cargas em **Coulombs**, é a corrente será obtida em **Ampères**.

processo dinâmico

cargas/tempo

unidades

Temos uma corrente de 1 Ampère quando uma carga de 1 Coulomb passa em cada segundo, de um corpo para outro que se encontra sob potencial diferente.

1 Ampère = 1 Coulomb por segundo

### RESUMO DO QUADRO 11

- Na medida de uma corrente o fator tempo deve ser levado em consideração, pois se trata de um processo dinâmico.
- A intensidade de uma corrente é dada pela relação existente entre a quantidade de cargas que se movimentam e a unidade de tempo em que isso ocorre.
- A unidade de corrente elétrica é o Ampère, cuja abreviatura é A.
- Uma corrente de 1 Ampère é a formada pela movimentação de 1 Coulomb de cargas em cada segundo.

Após a leitura do resumo, o leitor poderá tentar resolver os testes de avaliação, se julgar que aprendeu os ensinamentos do quadro anterior. Caso contrário, sugerimos uma nova leitura desse quadro. Lembramos que, na Instrução Programada, é muito importante que não se passe para qualquer etapa seguinte sem que a anterior seja perfeitamente compreendida. Se tiver dúvidas, consulte livros de nível ginásial ou colegial sobre eletricidade.

## Avaliação 27

Na medida de uma corrente elétrica devemos levar em conta o fator tempo pois se trata de um processo dinâmico. Deste modo, a intensidade de uma corrente elétrica é dada pela relação (assinale a alternativa correta):

- a) quantidade de elétrons que se movimentam por unidade de tempo.
- b) quantidade de cargas elétricas que se movimentam por unidade de tempo.
- c) diferença de potencial por unidade de tempo.
- d) quantidade de cargas acumuladas por unidade de diferença de potencial.

Resposta: **b**  
Veja explicação

A alternativa a não está de todo errada porque os elétrons representam certa quantidade de carga. Cada elétron transporta uma certa carga; entretanto a resposta **b** é a mais correta, porque, devemos lembrar, que uma corrente elétrica também pode ser formada pela movimentação de outros tipos de carga que não os elétrons. Se acertou, passe ao teste seguinte. Se errou, volte a estudar a teoria.

## Avaliação 28

A unidade de corrente elétrica é (assinale a alternativa correta):

- a) Volt
- b) Ampère
- c) segundo
- d) Coulomb

Resposta: **b**

## 12. CONDUTORES E ISOLANTES

Verificamos que em determinadas condições, quando se manifesta uma diferença de potencial entre dois corpos, cargas elétricas podem passar de um para outro estabelecendo o que denominamos corrente elétrica. Entretanto, para que a corrente circule entre dois corpos separados de uma certa distância, para a interligação desses corpos temos de empregar algum meio material através do qual as cargas possam mover-se com facilidade.

Evidentemente, não são todos os meios que permitem a circulação de cargas, mas em função dos que permitem é que temos a possibilidade maior de aplicação prática da eletricidade. Graças a esses meios é que podemos transmitir correntes à distâncias.

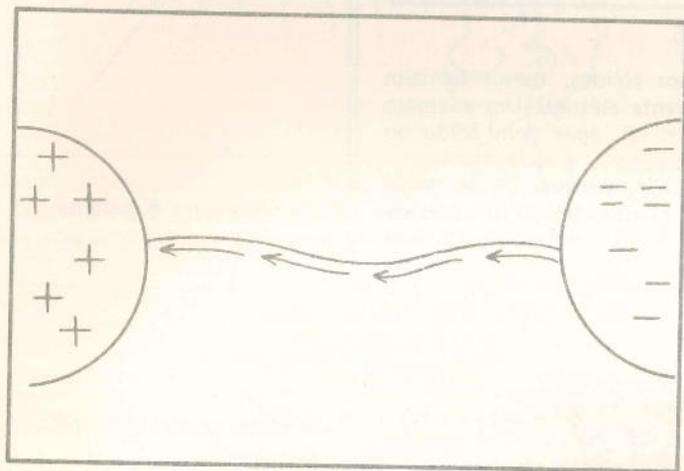


Figura 25

Em função da propriedade dos meios de permitirem ou não a movimentação de cargas elétricas, classificamos os materiais em duas categorias principais: **condutores** e **isolantes**.

São materiais **condutores** os que permitem a movimentação de cargas elétricas, ou seja, permitem que uma corrente elétrica circule através deles com certa facilidade.

Muitos são os materiais condutores que podemos citar como exemplo. Os metais são ótimos condutores de corrente, daí serem metálicos os fios condutores de eletricidade. Nos metais, as cargas elétricas podem movimentar-se com facilidade dando origem a uma corrente elétrica. Essas cargas são elétrons livres.

transmissão de  
correntes

condutores e  
isolantes

Nos metais os elétrons são dotados de certo grau de liberdade podendo mover-se com facilidade por entre os átomos; daí a possibilidade desse meio conduzir a corrente.

elétrons livres

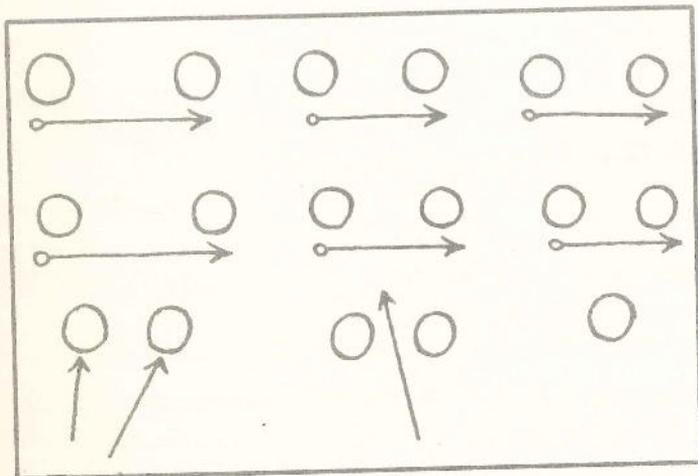


Figura 26

Além dos metais que são meios sólidos, temos também meios líquidos condutores de corrente elétrica. Um exemplo de condutor líquido é a água com sal, água com ácido ou água com base (uma base é, por exemplo a soda cáustica — NaOH). A água pura não permite a movimentação de cargas de modo apreciável, sendo, portanto, considerada um isolante (a água pura é a água destilada). A água obtida na torneira não é pura porque possui sais minerais e outras substâncias dissolvidas usadas na sua purificação. A água da torneira é, portanto, ligeiramente condutora; daí a necessidade de ligar

a água pura é isolante

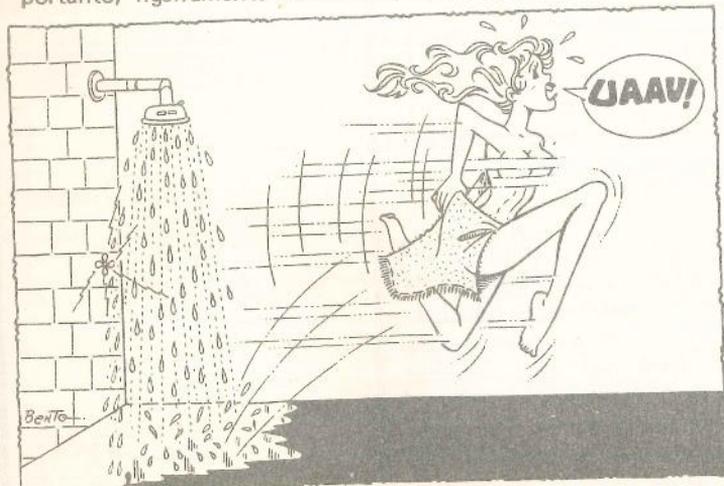


Figura 27

mos "à terra" os chuveiros para não "tomarmos choque" através da própria água.

No caso da água com sal, água com ácido ou água com base, a presença dessas substâncias dissolvidas confere à água propriedades condutoras. Nestes casos, entretanto, verificamos que as cargas dotadas de livre movimentos e que por conseguinte, dão origem à corrente, são íons, tanto positivos como negativos.

Existem, também, condutores gasosos. Uma lâmpada fluorescente oferece um exemplo de meio onde o gás permite a movimentação de cargas. Nela, o gás se "ioniza", ou seja, perde elétrons e tanto os elétrons livres como os átomos que os perderam podem mover-se dando origem à corrente.

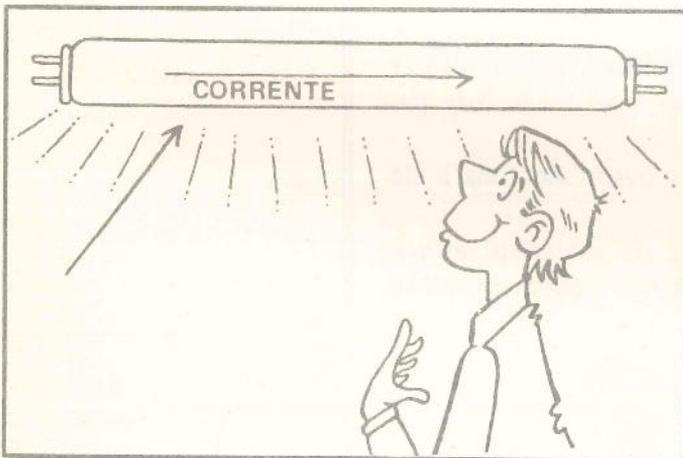


Figura 28

São materiais isolantes, aqueles através dos quais a corrente não pode circular, ou seja, as cargas elétricas não podem formar um fluxo. As cargas elétricas não têm mobilidade e a corrente não pode ser estabelecida, mesmo havendo uma diferença de potencial. Exemplos de materiais isolantes: vidro, mica, papel, óleo, cerâmica, poliéster, plástico, acrílico, fenolite, etc.

**Obs:** a mica não é condutora de eletricidade mas sim de calor: daí ser usada, por exemplo, nos ferros elétricos de passar roupas impedindo a passagem da corrente para o corpo do ferro onde poderia "dar choques" mas facilita seu aquecimento pela condução de calor.

nos líquidos:  
íons em movimento

gás ionizado

isolantes

## RESUMO DO QUADRO 12

- Existem materiais através dos quais as cargas elétricas podem mover-se, enquanto que em outros as cargas não podem fazer o mesmo.
- Nos meios materiais em que podemos "fazer" as cargas moverem-se podemos obter correntes elétricas quando estabelecemos diferenças de potenciais. Esses meios são denominados condutores.
- Os metais são condutores porque possuem elétrons livres, os quais podem mover-se quando estabelecemos uma ddp.
- Os líquidos e gases também podem ser condutores.
- Nos líquidos as cargas que se movem são íons tanto positivos como negativos.
- Nos gases as cargas que se movem são íons e elétrons livres.
- São denominados isolantes os materiais através dos quais as cargas elétricas não podem mover-se.

Após a leitura do resumo, se o leitor julgar que entendeu o assunto explicado, poderá tentar resolver as questões de avaliação. Não tente resolver essas questões se tiver dúvida em algum ponto da teoria.

### Avaliação 29

Dentre os bons condutores sólidos citamos os metais. Os metais são bons condutores porque (complete com a alternativa que julgar correta):

- a) possuem átomos ionizados
- b) possuem prótons livres
- c) possuem elétrons livres

Resposta: c  
Veja explicação

A explicação para esta resposta pode ser encontrada no próprio quadro 12. Os metais são bons condutores de corrente porque possuem elétrons livres. Esses elétrons podem se mover dando origem ao que denominamos corrente elétrica.

### Avaliação 30

Determinados materiais permitem a movimentação de cargas elétricas e outros não. Isso distingue os condutores dos isolantes. Em qual das alternativas temos um bom condutor elétrico?

- a) água pura
- b) mica
- c) alumínio
- d) papel

Resposta: c  
Veja explicação

Muitos leitores, levados pela falsa crença de que a água de torneira ou de fonte é pura, são levados também a pensar que a água mineral é condutora. De fato, a água nessas condições, com sais dissolvidos, assim como a água da torneira com sais e substâncias purificadoras, são condutoras de corrente elétrica. Entretanto, a água quimicamente pura, ou seja, a água destilada, é um excelente isolante. Futuramente daremos elementos práticos para o leitor comprovar isso através de uma experiência.

A mica, outra alternativa que poderia enganar muitos, é apenas condutor de calor e não de eletricidade. Se tiver dúvidas ainda, recomendamos estudar novamente o quadro 12, desta vez com atenção redobrada.

## Avaliação 31

Determinadas substâncias, quando dissolvidas na água, lhe conferem propriedades condutoras. Assinale a alternativa que corresponde a uma dessas substâncias:

- a) ferrugem
- b) sal
- c) mica
- d) álcool

Resposta: **b**  
Veja explicação

A resposta correta é a **b** segundo explicado no quadro 12. De fato, as substâncias químicas classificadas como sais, quando dissolvidas na água, conferem-lhe propriedades condutoras. Evidentemente, não é somente o sal de cozinha que pode ser adicionado à água para que isso seja possível. Outros sais, como o bicarbonato de sódio, o cloreto de potássio, o bicarbonato de cálcio, etc, podem ser dissolvidos na água obtendo-se os mesmos resultados. Além dos sais, podemos dissolver na água ácidos e bases para que ela se torne condutora. Dentre as alternativas seguintes não temos nenhum ácido ou base. Tanto a mica como a ferrugem e o álcool não se classificam nessas categorias; daí não proporcionarem propriedades condutoras à água. Na verdade, dos quatro, somente o álcool e o sal podem ser dissolvidos na água.

Se tiver dúvidas, consulte novamente a lição.

## Avaliação 32

Numa solução condutora, as cargas dotadas de livre movimento são (assinale a alternativa correta):

- a) elétrons livres
- b) elétrons livres e íons positivos
- c) elétrons livres e íons negativos
- d) íons positivos e íons negativos

Resposta: d  
Veja explicação

Conforme dissemos, os elétrons livres formam a corrente apenas nos metais. Nos líquidos condutores, como por exemplo as chamadas **soluções eletrolíticas** (ou seja, as soluções de sais, ácidos ou bases em água), as cargas dotadas de movimento são íons tanto positivos como negativos. Esses íons são provenientes da **molécula** do sal, ácido ou base que se "desmancha" dando origem a átomos ou grupos de átomos "carregados". Em química, como também em eletricidade, costuma-se dar nomes distintos aos íons positivos e aos íons negativos. Os íons positivos são denominados **cátions**, enquanto que os íons negativos são denominados **ânions**.

soluções eletrolíticas

cátions e  
ânions

### Avaliação 33

Em apenas uma das alternativas que damos a seguir encontramos somente materiais isolantes; assinale a correta:

- a) mica, água e sal, ferro
- b) alumínio, vidro, papel
- c) plástico, vidro e grafite
- d) papel, óleo, e mica

Resposta: d  
Veja explicação

De todos os materiais citados nas alternativas, talvez o único que o leitor ainda não conheça por ter sido citado nas lições anteriores é a grafite. A grafite é o material encontrado nas pontas dos lápis. Trata-se

de um condutor sólido não metálico. A grafite encontra muitas aplicações práticas como condutor de corrente elétrica.

Se o leitor tiver dúvidas, sugerimos uma experiência muito interessante (que não deve ser feita!) por cujas conseqüências, não nos responsabilizamos: pegue um lápis comum e faça duas pontas (uma de cada lado, evidentemente!). Em seguida, segure uma das pontas com os dedos e enfie a outra ponta na tomada. Você verá, ou melhor sentirá, que a grafite conduz muito bem a corrente elétrica!



Figura 29

Depois desta brincadeira, sugerimos que o leitor releia os principais pontos da teoria, e aguarde a lição de nosso Curso no próximo número, quando, então, falaremos da terra como condutor de corrente elétrica e dos dispositivos usados para produzir eletricidade, ou seja, os geradores.

CONTINUA NO PRÓXIMO NÚMERO

# ELETRÔNICA

## Montagens

Fonte regulada 5-24V x 2A

Rádios Transistorizados  
para principiantes

Fonte para Experiências  
Físico-Químicas

Um pouco sobre antenas

Curso de ELETRÔNICA  
(4ª Lição)

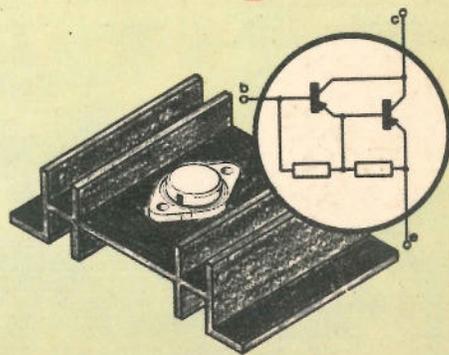


## Reparação de TV Curso SENAI 1ª Parte



Cara ou coroa / Pisca-pisca com CI  
Indicador de seta para automovel

## Amplificador de Potência Darlington



Fitobiônica  
Comunicação Eletrônica  
com OS VEGETAIS