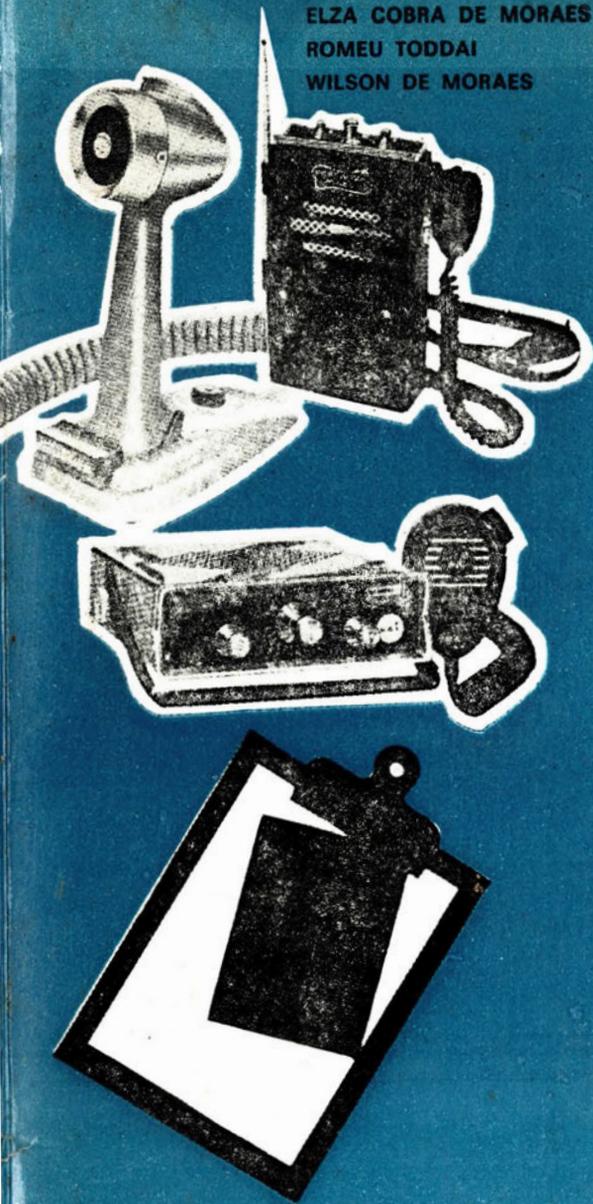
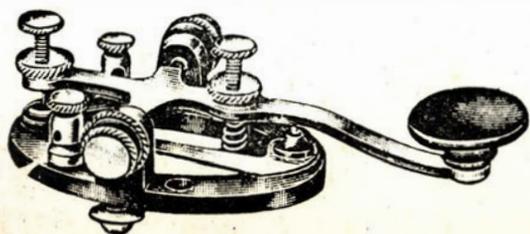


ELZA COBRA DE MORAES  
 ROMEU TODDAI  
 WILSON DE MORAES



# CURSO PARA RADIO AMA DORES

RADIOELETRICIDADE



A	· —	O	— — —
B	— · · ·	P	— — — ·
C	— — — ·	Q	— — — ·
D	— · — ·	R	— — — ·
E	· — — —	S	— — — ·
F	· — · —	T	— — — ·
G	— — — ·	U	— — — ·
H	— · — ·	V	— — — ·
I	— · — ·	W	— — — ·
J	— · — —	X	— — — ·
		Y	— — — ·
		Z	— — — ·

K	— · —	Y	— · — —
L	— · — ·	Z	— · — ·
M	— — —		
N	— · —		

1	· — — — —
2	· · — — —
3	· · · — —
4	· · · · —
5	· · · · ·
6	— · · · ·
7	— · — · ·
8	— · — — ·
9	— · — — ·
0	— — — — —

EDICAO



# Curso para Radioamadores

**RADIOELETRICIDADE**

**ELZA COBRA DE MORAES  
ROMEU TODDAI  
WILSON DE MORAES**



**SELEÇÕES ELETRÔNICAS EDITORA LTDA.**  
Edições Técnicas • Caixa Postal 771 • ZC-00  
20 000 • RIO DE JANEIRO • BRASIL

FICHA CATALOGRÁFICA

(Preparada pelo Centro de Catalogação-na-fonte do  
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ)

M825c      Morais, Elsa Cobra de.  
Curso para radioamadores: radioeletricidade  
| por | Elza Cobra de Moraes, Romeu Toddai | e |  
Wilson de Moraes. Rio de Janeiro, Seleções  
Eletrônicas, 1977.

128 p. ilustr.

1. Radioamadorismo I. Toddai, Romeu II. Mo-  
rais, Wilson de III. Título

77-0035

CDD — 621.384.166  
CDU — 689:621.396

---

O conteúdo deste livro é protegido pelas convenções internacionais e a legislação brasileira de Direitos Autorais, razão pela qual a reprografia, a transcrição ou a adaptação, ainda que parciais ou de circulação restrita (apostilas e usos similares) são expressamente proibidas. (C) 1977 by **Seleções Eletrônicas Editora Ltda.** — Rio de Janeiro, Brasil.

---

## **Apresentação**

Este Curso para Radioamadores é um trabalho de equipe. Surgiu quando fomos convidados a organizar um curso de preparação para candidatos a exames de ingresso na Rede Brasileira de Radioamadores. Sua concretização foi dentro do Grêmio de Radioamadores do Projeto Rondon, onde durante um ano tivemos a satisfação de preparar e assistir a formação de novos Radioamadores que hoje integram a R.B.R.

É um trabalho, fruto da boa vontade e dentro do espírito radioamadorístico (“Quem não vive para servir, não serve para viver”), de três radioamadores que muito vêm batalhando no sentido de bem formar radioamadores, dentro da ética operacional, do conhecimento da Eletrônica, ainda que no seu sentido elementar, perfeitamente integrados na legislação que regerá suas vidas em todos os setores.

A semente lançada dentro do Projeto Rondon germinou; com a intensificação do curso na Liga de Amadores de Rádio Emissão — LABRE — em nossa Seccional de São Paulo, vimos, com grande satisfação, nosso esforço coroado de êxito.

Este livro — uma ampliação da apostila inicialmente preparada para o Projeto Rondon — nós o fizemos com muito carinho; temos a certeza de que os leitores saberão aproveitá-lo.

Agradecemos a PY2MF, Manoel Ferreira — Diretor-Seccional da LABRE/ São Paulo — o apoio material dado ao preparo dos originais deste trabalho, ao colega Neveo J. Bello, PY2EDD/PX-2-0292, agradecemos os desenhos e a parte artística, os quais foram efetuados graciosamente, a título de colaboração para o Departamento de Cursos da LABRE/SP.

Por sugestão da editora, o Curso para Radioamadores foi desdobrado em dois livros; em um deles, foram incluídas todas as Aulas de Telegrafia, bem como os conhecimentos de Legislação Brasileira de Radioamadorismo. No outro, estão contidas as lições de Eletrotécnica e de Eletrônica abrangendo todos os conhecimentos exigidos nos exames de habilitação e promoção previstos na regulamentação nacional.

No final de cada livro estão testes de avaliação da matéria nele contida, acompanhados das respostas corretas. No livro de Radioeletricidade, foi incluído um suplemento sobre prevenção de acidentes causados por choques

elétricos; o mesmo livro contém modelos de provas reais efetuadas pelo DENTEL. Enfim, procurou-se incluir todos os elementos para que os leitores adquiram os conhecimentos necessários e possam avaliar seu grau de aproveitamento.

\* \* \*

Esperamos que os interessados em ingressar ou progredir de classe na Rede Brasileira de Radioamadores tenham um bom aproveitamento com este Curso e sintam seus esforços coroados de êxito; isto dar-nos-á a satisfação de uma missão cumprida.

Os Autores:

ELZA COBRA DE MORAES, PY2DHP  
WILSON DE MORAES, PY2DCP  
ROMEU TODDAI, PY2DJE

# Índice

APRESENTAÇÃO .....	Pág. 3
--------------------	--------

## 1.<sup>a</sup> PARTE: ELETROTÉCNICA

TEORIA ELETRÔNICA — MATÉRIA — ÁTOMO .....	Pág. 7
O ÁTOMO .....	Pág. 8
ELETRIZAÇÃO .....	Pág. 9
TENSÃO — CORRENTE — RESISTÊNCIA ELÉTRICAS .....	Pág. 10
UNIDADES DE MEDIDA DE TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA .....	Pág. 11
1 <sup>ª</sup> LEI DE OHM .....	Pág. 12
APLICAÇÕES DA LEI DE OHM .....	Pág. 13
2 <sup>ª</sup> LEI DE OHM .....	Pág. 14
POTÊNCIA ELÉTRICA .....	Pág. 16
TRABALHO ELÉTRICO .....	Pág. 17
CONDUTÂNCIA .....	Pág. 17
FUSÍVEIS .....	Pág. 18
PILHAS, BATERIAS E ACUMULADORES .....	Pág. 18
ASSOCIAÇÃO DE PILHAS .....	Pág. 19
RESISTORES .....	Pág. 20
ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES .....	Pág. 20
CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES .....	Pág. 21
CONDUTORES E ISOLANTES .....	Pág. 24
SIMBOLOGIA .....	Pág. 24
CAPACITORES .....	Pág. 27
ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES .....	Pág. 29
MAGNETISMO .....	Pág. 31
ELETROMAGNETISMO — APLICAÇÕES .....	Pág. 33
INDUTORES .....	Pág. 34
TIPOS DE CORRENTES MAIS COMUNS .....	Pág. 36
GERAÇÃO DE C.A. .....	Pág. 37
TRANSFORMADORES .....	Pág. 38
GERAÇÃO E TRANSMISSÃO .....	Pág. 39
DISTRIBUIÇÃO .....	Pág. 39
RELAÇÃO ENTRE A FREQUÊNCIA (f) E O COMPRIMENTO DE ONDA ( $\lambda$ ) .....	Pág. 39
POTÊNCIA EM CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA .....	Pág. 45

## 2.<sup>a</sup> PARTE: ELETRÔNICA

EFEITOS DA CORRENTE ALTERNADA NA REATÂNCIA .....	Pág. 47
CIRCUITO COM BOBINA E CAPACITOR (CIRCUITO LC) .....	Pág. 48
INTRODUÇÃO AO RÁDIO .....	Pág. 49
TIPOS DE CIRCUITOS SINTONIZADOS .....	Pág. 49
VÁLVULAS DE POTÊNCIA DE FEIXE DIRIGIDO .....	Pág. 55
VÁLVULAS MÚLTIPLAS .....	Pág. 56
TEORIA DOS SEMICONDUTORES .....	Pág. 56
FLUXO DE CORRENTE NOS SEMICONDUTORES .....	Pág. 57
POLARIZAÇÃO DOS SEMICONDUTORES .....	Pág. 58
O TRANSISTOR .....	Pág. 59

CONFIGURAÇÕES BÁSICAS DOS CIRCUITOS TRANSISTORIZADOS .....	Pág. 60
DIAGRAMAS DOS DISPOSITIVOS .....	Pág. 61
LISTA DOS DIVERSOS SÍMBOLOS DE SEMICONDUTORES .....	Pág. 62
RETIFICAÇÃO E FILTRAGEM .....	Pág. 62
AMPLIFICADORES .....	Pág. 64
OSCILADORES .....	Pág. 65
DETECÇÃO .....	Pág. 66
MODULAÇÃO DE AMPLITUDE DE UMA ONDA DE RÁDIO — O TRANSMISSOR	Pág. 66
RECEPÇÃO DAS ONDAS DE RÁDIO .....	Pág. 68
DEMODULAÇÃO .....	Pág. 69
RECEPTORES SUPER-HETERODINOS .....	Pág. 69
ANÁLISE DE UM TRANSMISSOR .....	Pág. 71
FONTE DE ALIMENTAÇÃO DO TRANSMISSOR .....	Pág. 73
CONSTRUÇÃO DA ANTENA .....	Pág. 73
ANTENAS .....	Pág. 73
GRÁFICO DE IRRADIAÇÃO DA ANTENA HORIZONTAL (DIPOLO DE MEIA ONDA)	Pág. 76
CORTE TRANSVERSAL DAS CARACTERÍSTICAS DE IRRADIAÇÃO DE UMA	
ANTENA VERTICAL .....	Pág. 76
COMUNICAÇÃO EM SSB .....	Pág. 77
SUPRESSÃO DA PORTADORA .....	Pág. 80
ESQUEMA DE UM OSCILADOR TRANSISTORIZADO PARA A PRÁTICA	
DE TELEGRAFIA (CW) .....	Pág. 82
CHAPEADO PARA A MONTAGEM DO OSCILADOR .....	Pág. 82
TABELA DE CONVERSÃO .....	Pág. 82
FORMULÁRIO .....	Pág. 84
BIBLIOGRAFIA .....	Pág. 84
PREVENÇÃO DE ACIDENTES .....	Pág. 85

### **3.ª PARTE: TESTE FINAL DE AVALIAÇÃO GERAL**

QUESTÕES PARA EXAME — RADIOAMADOR .....	Pág. 91
GABARITO DAS QUESTÕES DE ELETRICIDADE-ELETRÔNICA .....	Pág. 105

### **4.ª PARTE: MODELOS DE PROVAS DO DENTEL**

EXAMES PARA RADIOAMADORISMO .....	Pág. 109
MODELOS OFICIAIS DE PROVAS .....	Pág. 115

# 1.ª PARTE ELETROTÉCNICA

## TEORIA ELETRÔNICA — MATÉRIA — ÁTOMO

### Constituição da Matéria

Tomemos como exemplo a água. Se separarmos uma gota da mesma e a formos dividindo em partículas cada vez menores, chegaremos a um ponto em que teremos uma partícula tão pequena que, se dermos mais uma divisão a ela, a mesma deixará de ser água. A esse ponto denominamos a partícula de Molécula. Assim pois, a molécula de água é a menor partícula da água que ainda conserva suas propriedades físicas e químicas.

Se agora prosseguirmos nessa divisão da molécula, a mesma irá se desfazer em três outras partículas menores, sendo duas iguais entre si e outra diferente dessas duas. Se acompanharmos o esquema da Fig. 1, teremos uma idéia melhor do que foi dito até agora.



Fig. 1

A cada partícula dessa, originada da molécula de água, chamaremos de Átomo.

Os dois átomos iguais são de Hidrogênio e o outro diferente é um átomo de Oxigênio. Assim, pois, se dois átomos de Hidrogênio e um de Oxigênio se unirem, teremos uma molécula de água.

A água, portanto, é uma *substância composta* por átomos de diferentes tipos.

Se agora pegarmos um pedaço de ferro e o formos dividindo também em partículas cada vez menores, chegaremos a um ponto onde encontrare-

mos a menor partícula do ferro que ainda conserva suas propriedades físicas e químicas. Essa partícula é o átomo de Ferro (Fig. 2).

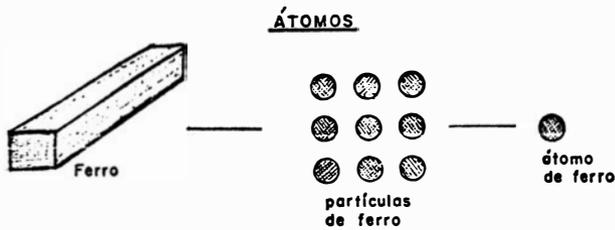


Fig. 2

O Ferro, portanto, é uma *substância simples*, pois só possui átomos iguais.

As substâncias químicas que possuem átomos iguais dão origem aos *elementos químicos*, e temos na Natureza um número de mais ou menos 102 elementos químicos diferentes.

Quando esses elementos se combinam entre si, dão origem à formação dos *compostos químicos*, como o caso da água, que já estudamos (Fig. 3).



Fig. 3

## Constituição do Átomo

Todas essas conclusões vistas até agora pertencem a uma grande teoria chamada *teoria atômica* e não nos é possível enxergar um átomo ou uma *molécula* nem com a ajuda dos mais poderosos instrumentos de aumento — os *microscópios eletrônicos*.

Portanto, dentro da Teoria Atômica, o átomo também é dividido em partes distintas (Fig. 4).

## O ÁTOMO

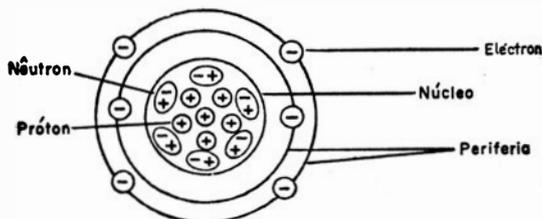


Fig. 4

Na figura acima temos a representação de um átomo de Carbono. Ai vemos a divisão seguinte:

Núcleo { Nêutrons  
Prótons

Periferia — Eléctrons

A movimentação dos eléctrons que se encontram na periferia, de um átomo para outro, é que constitui a Eletricidade.

A constituição atômica em muito se parece com o nosso sistema solar, onde o Sol estaria representado pelo Núcleo e os Planetas pelos Eléctrons.

Os prótons apresentam carga elétrica *positiva*.

Os eléctrons apresentam carga elétrica *negativa*.

Os nêutrons são representados por 1 próton e 1 eléctron que estão em constante permutação, apresentando-se portanto, no seu todo, com carga neutra.

Convém notar que o átomo está sempre eletricamente neutro, isto porque o número de cargas positivas é sempre igual ao número de cargas negativas, ou seja, a quantidade de prótons do núcleo é sempre igual à quantidade de eléctrons da periferia.

No exemplo do átomo de Carbono, temos 6 eléctrons para 6 prótons.

As partículas que se movem nos átomos são sempre os eléctrons, por estarem na periferia. Portanto, um átomo pode ganhar ou perder eléctrons. Nesse caso, perde a sua neutralidade elétrica tornando-se um *ion*. Será um ion positivo ou *Cátion* se perder eléctrons. Será um ion negativo ou *Anion* se ganhar eléctrons.

Com essa introdução, estamos agora em condições de analisar o fenómeno descoberto por Tales de Mileto, na Grécia antiga, onde atritaram uma resina (o âmbar) contra o pelo de animais, e observaram uma reação que consistia na atração ou repulsão de objetos leves tais como cortiça, papel, etc. Esta descoberta pode ser reproduzida utilizando-se um bastão de ebonite e um tecido de lã (Figs. 5-1 e 5-2).

## ELETRIZAÇÃO

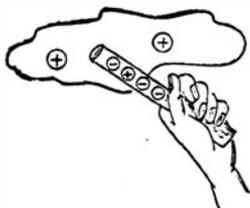


Fig. 5-1

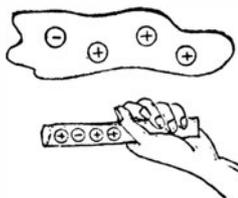


Fig. 5-2

Assim, cargas positivas (prótons) e cargas negativas (eléctrons) estão em igual quantidade no bastão e no pano. Quando atritados, os eléctrons do pano se transferem para o bastão, tornando-o negativo e produzindo assim o movimento dos eléctrons, ou seja, a Eletricidade.

### PRINCÍPIO DA ATRAÇÃO E REPULSAO

- a) Cargas elétricas de mesmo sinal se repelem.
- b) Cargas elétricas de sinais contrários se atraem.

Princípio de Atração e Repulsão entre Cargas Elétricas (Fig. 6).

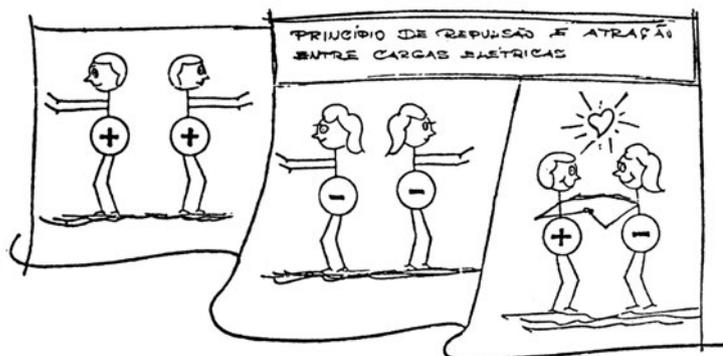


Fig. 6

### TENSÃO — CORRENTE — RESISTÊNCIA ELÉTRICAS

Consideremos o circuito hidráulico da Fig. 7.

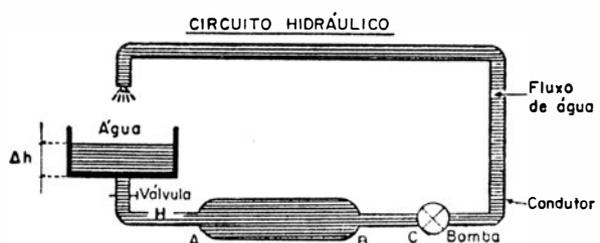


Fig. 7

Ao abrirmos a válvula H, a água contida na caixa inicia seu escoamento devido à pressão ( $\Delta h$ ) que o volume total exerce sobre o encanamento, e também devido à ação da gravidade.

A água, ao circular pelo encanamento (condutores), encontra menor dificuldade (menor resistência) no trecho AB e maior dificuldade (maior resistência) no trecho BC, sendo logo em seguida bombeada novamente para a caixa. Ao completar esse caminho dizemos que a mesma completou um *Circuito Hidráulico*.

Se por analogia considerarmos agora o circuito elétrico da Fig. 8, teremos:

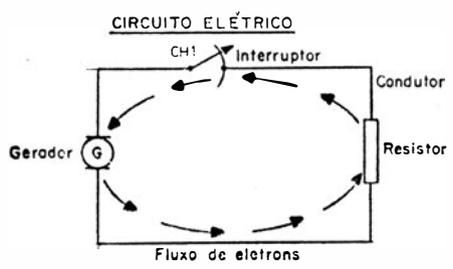


Fig. 8

Quando o interruptor CH1 estiver fechado, haverá um fluxo de elétrons movimentado pelo gerador, o que constituirá a corrente elétrica pelo circuito. Essa corrente na sua trajetória poderá encontrar maior ou menor resistência por parte dos componentes que atravessa.

Essa resistência é denominada *carga* do circuito elétrico.

O que faz essa corrente elétrica fluir é justamente a “pressão elétrica” exercida pelo gerador.

Quadro Analógico	
Circuito Hidráulico	Circuito Elétrico
Bomba	Gerador
Pressão Hidráulica	Gerador
Fluxo de Água	Corrente Elétrica
Trechos AB e BC	Resistência Elétrica
Canos	Condutores
Válvula H	Interruptor CH1

Fig. 9

## UNIDADES DE MEDIDA DE TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA

Toda grandeza é acompanhada de uma unidade de medida. Assim, por exemplo, se quisermos dimensionar uma sala, atribuiremos às grandezas 3 e 4 a unidade metro e a dimensão será fornecida assim:

$$D = 3 \times 4 \text{ m} = 12 \text{ m}^2$$

Assim, temos o seguinte quadro de unidades para as grandezas elétricas.

Grandeza	Representação	Unidade	Símbolo
Tensão Elétrica	E	Volt	V
Corrente Elétrica	I	Ampère	A
Resistência Elétrica	R	Ohm	$\Omega$ *

Fig. 10

(\*) Letra grega omega.

É muito comum trabalharmos também com os múltiplos e submúltiplos dessas unidades. Os mais frequentes são:

Múltiplos	Símbolo	Valor
Megavolt	MV	$10^6$ V
Quilovolt	kV	$10^3$ V
Quiloampère	kA	$10^3$ A
Megohm	$M\Omega$	$10^6$ $\Omega$
Quiloohm	$k\Omega$	$10^3$ $\Omega$

Submúltiplos	Símbolo	Valor
Milivolt	mV	$10^{-3}$ V
Microvolt	$\mu$ V	$10^{-6}$ V
Miliampère	mA	$10^{-3}$ A
Microampère	$\mu$ A	$10^{-6}$ A
Miliohm	$m\Omega$	$10^{-3}$ $\Omega$

Fig. 11

Os instrumentos destinados a fornecer esses valores numéricos são:

Ohmímetro (Ohmmeter) — mede resistências

Voltímetro (Voltmeter) — mede tensões

Amperímetro (Ammeter) — mede correntes

Existe ainda um instrumento conjugado que permite efetuar as medidas através de um só medidor. É o multímetro (multimeter).

## 1.<sup>a</sup> LEI DE OHM

Expressa a relação fundamental entre a corrente, a tensão e a resistência.

“A corrente que flui por um circuito é diretamente proporcional à tensão e inversamente proporcional à resistência” (Fig. 12).

$$I = \frac{E}{R}$$

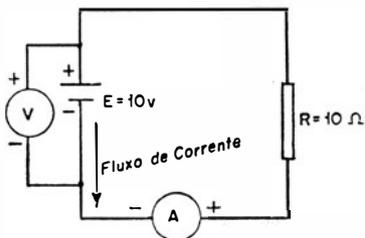


Fig. 12

Nesse circuito, a corrente que vem do terminal negativo da bateria circula através do amperímetro e da resistência de  $10 \Omega$  até o terminal positivo da bateria.

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10}{10} = 1 \text{ A}$$

## APLICAÇÕES DA LEI DE OHM

Os seguintes exemplos mostram a aplicação da lei de Ohm:

**Exemplo 1:** Um circuito tem uma resistência de 50 ohms e uma tensão de 100 volts. Qual é a corrente, em ampères?

**Solução:** A corrente em ampères pode ser calculada com o auxílio da seguinte equação:

$$I = \frac{E}{R}; \text{ substituindo as letras que representam as grandezas co-}$$

nhecidas, temos:

$$I = \frac{100}{50} = 2 \text{ ampères.}$$

**Exemplo 2:** A f.e.m. em um determinado circuito é de 500 volts e a corrente de 0,5 ampère. Qual é a resistência desse circuito?

**Solução:**

$$R = \frac{E}{I}; \text{ substituindo, temos } R = \frac{500}{0,5} = 1.000 \text{ ohms.}$$

**Exemplo 3:** Qual será a tensão, em volts, em um circuito cuja resistência é de 3 ohms e a corrente é de 2 ampères?

**Solução:** Procedendo de acordo com as explicações acima, temos:

$$E = I \times R \therefore E = 2 \times 3 = 6 \text{ volts.}$$

## 2.<sup>a</sup> LEI DE OHM

Vamos considerar o circuito abaixo (Fig. 13), onde:

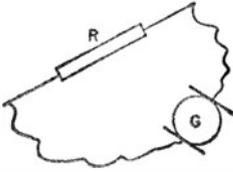


Fig. 13

- $R$  = Resistência elétrica do fio
- $l$  = Comprimento do fio
- $S$  = Seção do fio
- $\rho$  = Resistência específica do fio

Definimos por resistência específica ou *resistividade* de um fio condutor a resistência elétrica que apresenta um pedaço desse fio com 1 metro de comprimento de 1 mm<sup>2</sup> de seção à temperatura ambiente (20°C).

Cada material apresenta pois a sua resistividade, que é representada pela letra grega  $\rho$ .

Consideremos agora os seguintes casos:

1. Tomemos dois condutores do mesmo material, mesmo comprimento e seções diferentes, conforme o quadro abaixo:

$$\begin{array}{l}
 1.^{\circ} \text{ Cond. } \left\{ \begin{array}{l} \rho = \text{cte.} \\ l = \text{cte.} \\ S_1 \end{array} \right. \quad \text{mede-se } R_1 \\
 \\
 2.^{\circ} \text{ Cond. } \left\{ \begin{array}{l} \rho = \text{cte.} \\ l = \text{cte.} \\ S_2 = 2S_1 \end{array} \right. \quad \text{mede-se } R_2 = \frac{R_1}{2}
 \end{array}$$

Conclusão: o valor da resistência elétrica de um condutor é inversamente proporcional ao valor da sua seção.

2. Tomemos agora dois condutores de mesmo material, mesma seção e comprimentos diferentes, conforme o quadro abaixo:

$$\begin{array}{l}
 1.^{\circ} \text{ Cond. } \left\{ \begin{array}{l} \rho = \text{cte.} \\ S = \text{cte.} \\ l_1 \end{array} \right. \quad \text{mede-se } R_1 \\
 \\
 2.^{\circ} \text{ Cond. } \left\{ \begin{array}{l} \rho = \text{cte.} \\ S = \text{cte.} \\ l_2 = 2 l_1 \end{array} \right. \quad \text{mede-se } R_2 = 2 R_1
 \end{array}$$

Conclusão: O valor da resistência elétrica de um condutor é diretamente proporcional ao valor de seu comprimento.

Englobando tudo o que estudamos até agora, concluímos que:

$$R = e \frac{l}{S}$$

Fórmula esta que exprime a 2.ª Lei de Ohm.

### UNIDADES DE MEDIDA

Grandeza	Representação	Unidade	Símbolo
Resistência Elétrica	R	Ohm	$\Omega$
Resistividade	e	$\frac{\text{ohm} \times \text{milímetro}^2}{\text{metro}}$	$\frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$
Comprimento	l	Metro	m
Seção	S	Milímetro <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>

Fig. 14

Abaixo apresentamos uma tabela com os principais elementos e suas

resistividades medidas em  $\frac{\Omega \times \text{mm}^2}{\text{m}}$  e a 20°C (Fig. 15).

Material	Resistividade
Prata	0,016
Cobre	0,017
Ouro	0,022
Alumínio	0,03
Zinco	0,059
Latão	0,07
Platina	0,094
Ferro	0,130
Níquel	0,130
Níquel-Cromo	1,050

Fig. 15

Variações da 2.ª Lei de Ohm

— Para calcular o comprimento:

$$l = \frac{RS}{e}$$

— Para calcular a seção:  $S = \frac{l_e}{R}$

— Para calcular a resistividade:  $\rho = \frac{RS}{l}$

## POTÊNCIA ELÉTRICA

Define-se como sendo o trabalho produzido para movimentar os elétrons, através de um certo material, em certa unidade de tempo (Fig. 16).

**BAIXA POTÊNCIA**  
(menos elétrons por minuto)

**ALTA POTÊNCIA**  
(mais elétrons por minuto)

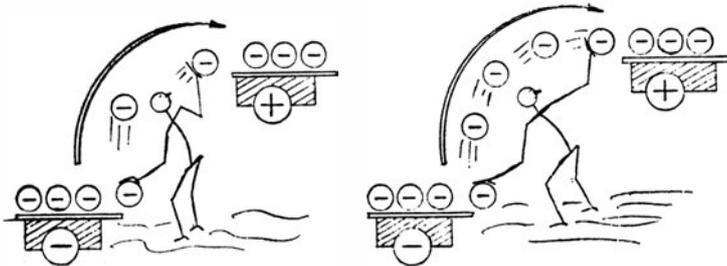


Fig. 16

Fórmula de Potência:

$$P = EI$$

Potência = P  
Tensão \* = E  
Corrente = I

O aparelho destinado a medir potência elétrica é o Wattímetro.

A unidade de medida de potência é o watt, e é muito comum trabalharmos também com os múltiplos e submúltiplos dessa unidade. Os mais frequentes são:

Múltiplos	Símbolo	Valor
Megawatt	MW	$10^6$ W
Quilowatt	kW	$10^3$ W

Submúltiplos	Símbolo	Valor
Miliwatt	mW	$10^{-3}$ W
Microwatt	$\mu$ W	$10^{-6}$ W

Fig. 17

(\*) A tensão elétrica é também chamada "voltagem"; isto poderá ocorrer nas questões de exames (Nota da Editora).

## TRABALHO ELÉTRICO

O trabalho é conseguido através do produto da potência pelo tempo. A unidade de trabalho é o watt-segundo (Ws) ou o watt-hora (Wh).

$$1.000 \text{ Wh} = 1 \text{ kWh}$$

O símbolo do trabalho é o W.

Os kWh consumidos são lidos diretamente por um aparelho em função do número de rotações de um disco central em função do tempo.

A fórmula para o cálculo do trabalho elétrico é:

$$W_{el} = P.t \quad \text{onde:}$$

$W_{el}$  = Trabalho elétrico em Wh

$P$  = Potência em watt

$t$  = Tempo em hora.

Exemplo de aplicação:

Quanto pagaremos à Light por 10 horas de iluminação fornecida por 2 lâmpadas de 60 W cada uma, sabendo-se que o kWh custa Cr\$ 0,09?

$$W_{el} = P.t = (2 \times 60) \times 10 = 1.200 \text{ Wh} = 1,2 \text{ kWh}$$

O *rendimento* é expresso através da relação entre a potência fornecida e a potência absorvida. É indicado pela letra grega  $\eta$  (eta) e é sempre inferior à unidade, sendo sempre fornecido percentualmente no cálculo final.

$$\eta = \frac{\text{Potência fornecida}}{\text{Potência absorvida}}$$

Exemplo: Sabendo-se que a potência de um motor é de 15 kW e que o mesmo fornece 13 kW úteis, pergunta-se qual está sendo seu rendimento percentual.

$$\eta = \frac{P_f}{P_a} = \frac{13}{15} = 0,86 \times 100 = 86\%$$

## CONDUTÂNCIA

Antes de estudar os circuitos paralelos, será necessário conhecer o significado de condutância, o que muito auxiliará os cálculos futuros.

Sabemos que a oposição oferecida por um condutor à passagem de uma corrente elétrica chama-se resistência.

Conseqüentemente, todos os materiais de alta resistência são maus condutores; portanto, a condutividade ou condutância desse material será fraca. Inversamente, se a oposição à passagem de corrente de um dado material for pouca, a condutância será boa.

A condutância de um material é, portanto, a recíproca da resistência, e é expressa pela seguinte fórmula:

$$G = \frac{1}{R}$$

onde "G" representa a condutância. Portanto, "G" é a recíproca da unidade de resistência denominada ohm. A condutância é expressa em mho (ohm escrito ao contrário) ou Siemens, que se representa por S.

Exemplo sobre a relação entre a resistência e a condutância:

Se a resistência de um condutor for de 1 ohm, a condutância será igual a  $\frac{1}{1}$ , ou seja, 1 mho; se a resistência for de 2 ohms, a condutância será  $\frac{1}{2}$

de  $\frac{1}{2}$  mho ( $\frac{1}{2}$ ); se a resistência for de 3 ohms, a condutância será  $\frac{1}{3}$  mho; se for  $\frac{2}{3}$  de ohm, será de  $\frac{3}{2}$  ou 1,5 mho, etc.

## FUSÍVEIS

São componentes (Fig. 18) de proteção de circuitos elétricos, constituídos de um material de alta resistividade e baixo ponto de fusão, que funde, interrompendo o circuito, quando a corrente que o percorre ultrapassa um valor predeterminado.

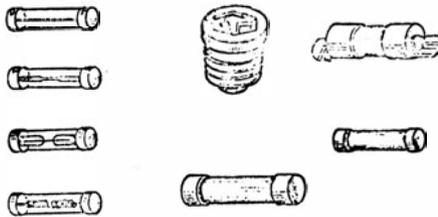


Fig. 18

## PILHAS, BATERIAS E ACUMULADORES

### Pilha Elementar

O tipo mais simples de pilha é uma cuba de vidro onde está contida certa quantidade de um líquido chamado eletrólito, e nela mergulhadas duas chapas metálicas de materiais diferentes (Fig. 19).

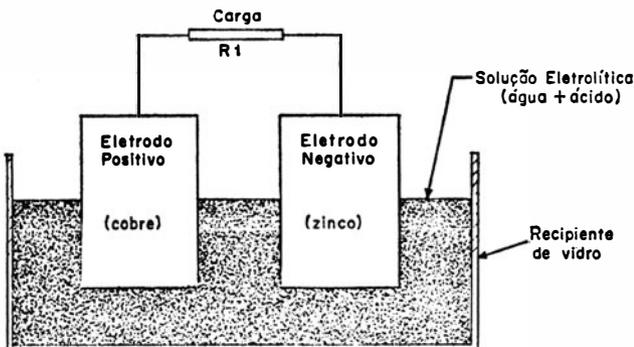


Fig. 19

A pilha seca possui um cilindro de zinco (placa negativa) e um bastão central de carvão (placa positiva) mergulhado numa solução eletrolítica pastosa (Fig. 20).

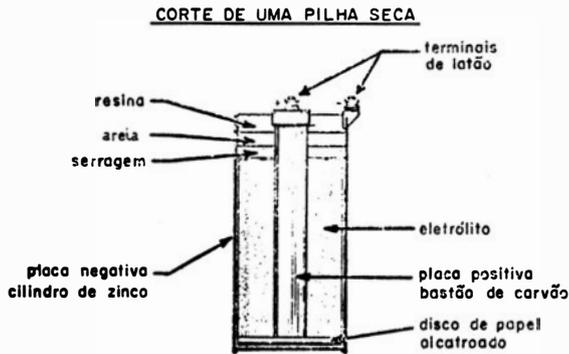


Fig. 20

## Acumuladores

São várias células (pilhas), dispostas dentro de uma caixa de baquelita, mergulhadas numa solução de ácido sulfúrico. Essas placas são de chumbo e peróxido de chumbo, permitindo a recarga (Fig. 21).

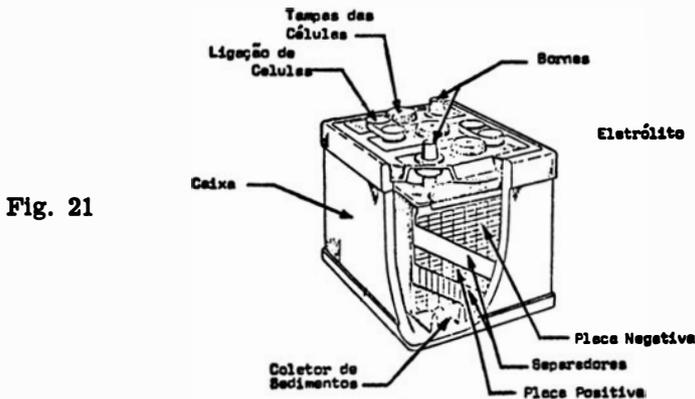


Fig. 21

## ASSOCIAÇÃO DE PILHAS

Numa associação *em série* de pilhas, as tensões se somam e a corrente é constante (Fig. 22).

Numa associação *em paralelo* de pilhas, a tensão é constante e as correntes se somam (Fig. 23).

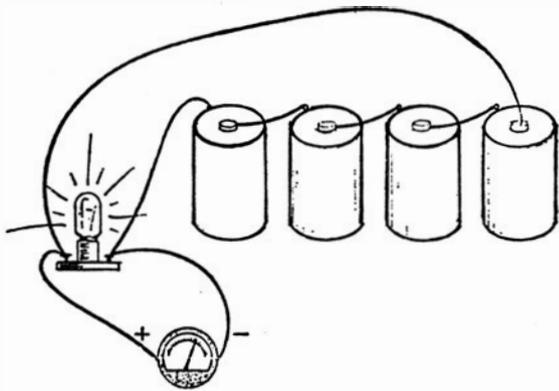
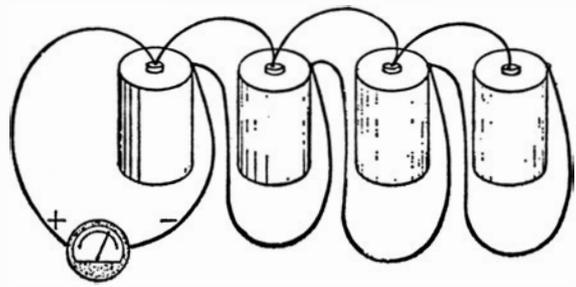


Fig. 22

Fig. 23



## RESISTORES

São elementos que servem para limitar a corrente em um circuito. São geralmente de carvão e dividem-se conforme a potência que podem dissipar. São representados pelos símbolos mostrados na Fig. 24

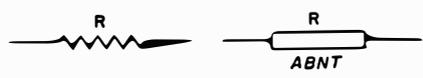


Fig. 24

## ASSOCIAÇÃO DE RESISTORES

Ligação em série de resistores (Fig. 25)

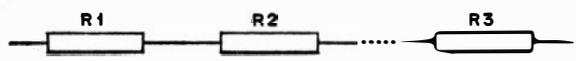


Fig. 25

A fórmula para determinar a R total é:

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Nesse caso, as tensões se subdividem proporcionalmente aos valores dos resistores. Assim a E total será:

$$E_t = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

A corrente nesse tipo de ligação é sempre constante.

$$I = \text{cte.}$$

A ligação *em paralelo* de resistores consiste em ligá-los conforme o esquema abaixo (Fig. 26):

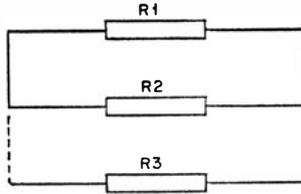


Fig. 26

Calcula-se a resistência total desse circuito pela fórmula:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

ou então pela fórmula simplificada, para o caso de dois resistores:

$$R = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

A corrente subdividida é calculada pela soma dos vários ramos:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

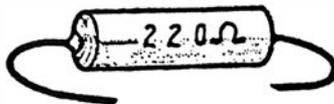
A tensão é a mesma sobre todos os resistores.

$$E = \text{cte.}$$

## CÓDIGO DE CORES PARA RESISTORES

Algumas vezes o valor vem impresso no corpo do resistor (Fig. 27).

Fig. 27



No entanto, existe um código de cores para a identificação dos resistores, e que é impresso no corpo do resistor de dois modos (Fig. 28).

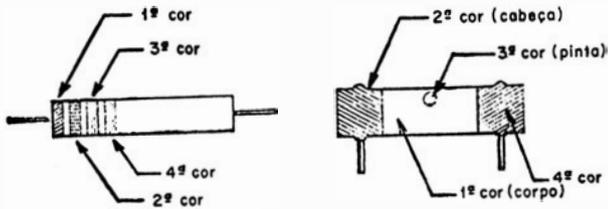


Fig. 28

No quadro abaixo fornecemos o código de cores para resistores.

Cor	Valor	Tolerância
Preto	0	—
Marrom	1	1%
Vermelho	2	2%
Laranja	3	3%
Amarelo	4	4%
Verde	5	5%
Azul	6	6%
Violeta	7	7%
Cinza	8	8%
Branco	9	9%
Dourado	—	5%
Prateado	—	10%
Sem cor	—	20%

Fig. 29

Significado:

1. <sup>a</sup> Cor .....	1. <sup>o</sup> Algarismo
2. <sup>a</sup> Cor .....	2. <sup>o</sup> Algarismo
3. <sup>a</sup> Cor .....	N. <sup>o</sup> de zeros
4. <sup>a</sup> Cor .....	Tolerância

Fig. 30

### Exemplo do Código de Cores

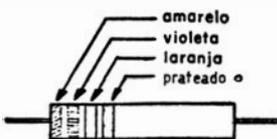


Fig. 31

A tolerância indica a variação, para mais ou menos, que o valor do resistor poderá ter dentro das condições normais. No caso da Fig. 31:

$$R = 47.000 \Omega, \pm 10\%$$

Outro exemplo é dado na Fig. 32:

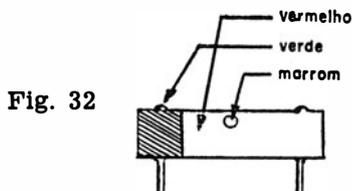


Fig. 32

$$R = 250 \Omega, \pm 20\%$$

## Leis de Kirchhoff

São duas as leis de Kirchhoff, a saber:

1.<sup>a</sup> — A corrente total que entra numa junção do circuito é igual à corrente total que sai da mesma junção (Fig. 33)

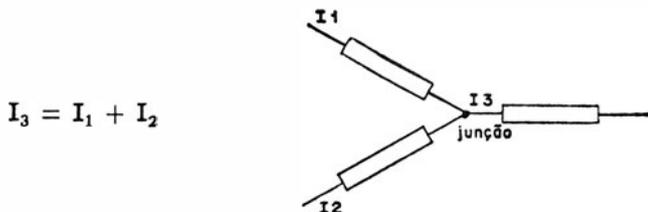


Fig. 33

2.<sup>a</sup> — Em um circuito fechado a soma das quedas de tensão nas resistências é igual à soma das tensões aplicadas no circuito (Fig. 34).

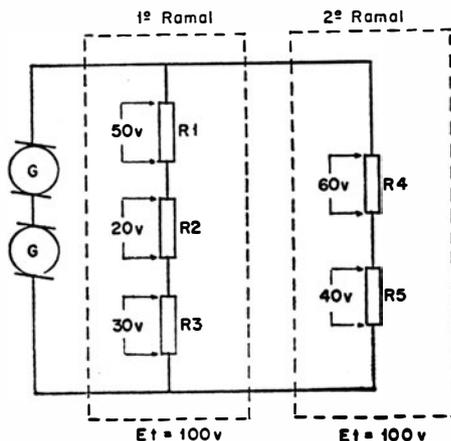


Fig. 34

## CONDUTORES E ISOLANTES

Denominam-se condutores aos materiais que apresentam baixa resistência à passagem da corrente elétrica, e isolantes aos que não permitem a passagem da corrente, ou seja, que apresentam resistência bastante elevada.

Cumpra-se notar que não existem condutores nem isolantes perfeitos.

A classificação dos condutores obedece ao seguinte quadro:

Condutores	Tipos
Metálicos	cobre, ferro, etc...
Eletrolíticos	soluções salinas, básicas e ácidas
Gasosos	lâmpadas de néon

Fig. 35

## SIMBOLOGIA

Veja nas páginas 25 e 26, as figuras 36 e 37 (símbolos gráficos de eletrônica \*)

\* FONTE: Contracapas do Livro "Componentes Eletrônicos" de Earl J. Waters — Edição de "Antena" — Rio de Janeiro — Brasil.

# SÍMBOLOS GRÁFICOS DE ELETRÔNICA

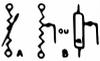
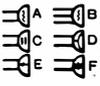
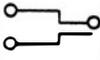
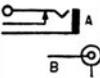
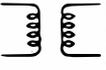
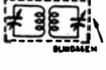
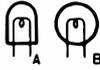
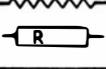
	ANTENA COMUM			RESISTOR VARIÁVEL A — Resistô B — Potenciômetro	
	ANTENA DE QUADRO			ALTO-FALANTE A — Símbolo geral B — Autodinâmico (ímã permanente) C — Eletrodinâmico (campo)	
	TERRA, MASSA OU CHASSI			FONE A — Duplo U — Simples	
	CAPACITOR FIXO *O elemento representado pela linha curva é a armadura externa ou a negativa.			MICROFONE A — Carvão, cápsula simples B — Carvão, duplo botão C — Capacitor D — Dinâmico E — Velocidade F — Cristal	
	CAPACITOR VARIÁVEL OU AJUSTÁVEL *O elemento representado pela linha curva é a armadura móvel (rotor).			FONOCAPTOR A — Magnético B — Cristal	
	CAPACITORES VARIÁVEIS EM TANDEM As linhas ponteadas indicam eixo comum; seu emprego é facultativo.			P E G A	
	BOBINA, INDUTOR, OU REATOR, COM NÚCLEO DE AR A — Simples B — Com tomada fixa C — Com tomada variável			CONECTOR A — Jaque B — Símbolo geral	
	TRANSFORMADOR, COM NÚCLEO DE AR			FUSÍVEL	
	TRANSFORMADOR, COM NÚCLEO DE AR, ENROLAMENTOS SINTONIZADOS			LÂMPADA A — Sinalização (piloto) B — Iluminação	
	INDUTOR OU REATOR, COM NÚCLEO DE FERRO			CALEFATOR ELÉTRICO	
	TRANSFORMADOR, COM NÚCLEO DE FERRO A — Núcleo de ferro laminado B — Núcleo de ferro pulverizado, variável. C — Núcleos de ferro pulverizado, variáveis independentemente.			INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO 1 — AMPÉRIMETRO 2 — VOLTÍMETRO 3 — GALVANÔMETRO 4 — SÍMBOLO GERAL	
	RESISTOR FIXO			ELEMENTO DE PILHA OU DE ACUMULADOR	

Fig. 36

# SÍMBOLOS GRÁFICOS DE ELETRÔNICA

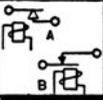
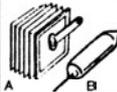
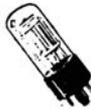
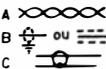
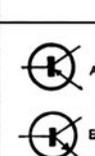
	BATERIA DE PILHAS OU DE ACUMULADORES			MANIPULADOR TELEGRÁFICO	
	INTERRUPTOR SIMPLES			RELE A — Normalmente aberto B — Normalmente fechado	
	MOTOR FONOGRAFICO			VIBRADOR A — Assíncrono B — Síncrono (ou "auto-retificador")	
	DIODO DE ESTADO SOLIDO A-Retificador B-Detector			VÁLVULA DIODO	
	CRISTAL PIEZELÉTRICO			VÁLVULA TRIODO	
	DIAGRAMA DE FIAÇÃO Fios ligados			VÁLVULA TETRODO	
	DIAGRAMA DE FIAÇÃO Fios cruzados com ligação			VÁLVULA PENTODO	
	FIOS E CABOS A — Cabo trançado B — Fio blindado C — Cabo coaxial			VÁLVULA DIODO TRIODO	
	BLINDAGEM			VÁLVULA DUPLO TRIODO	
	TERMINAIS Nota — Podem ser identi- ficados com números ou letras.			VÁLVULA A GÁS	
	TOMADA DE CORRENTE A — Comum B — Polarizada			FOTOCELULA	
	TRANSISTOR A-p-n-p B-n-p-n				
	CHAVE A — 1 pólo, 2 posições B — 2 pólos, 1 posição C — Selstora, 1 pólo, 5 posições				

Fig. 37

## CAPACITORES \*

O capacitor é um dispositivo elétrico formado de placas metálicas isoladas entre si por um *dielétrico*. A função do capacitor é armazenar energia elétrica.

### Tipos de capacitores

São três os tipos fundamentais:

- Fixos
- Ajustáveis
- Variáveis

Entre os Fixos incluímos os capacitores de Mica, Papel, Cerâmica e Eletrolíticos.

Os eletrolíticos são aqueles em que o dielétrico é formado por processo eletroquímico.

Entre os Ajustáveis incluímos os "Trimmers" e os "Padders".

Entre os Variáveis temos os do tipo utilizados em sintonia de rádio com placas móveis que se ajustam entre si.

A quantidade de energia que um capacitor pode armazenar depende da sua capacitância, a qual é medida em Farad.

Fatores que influem na capacitância:

- Área das armaduras
- Distância entre as armaduras
- Material dielétrico

Unidade Principais

Grandeza	Representação	Unidade	Símbolo
Carga	Q	Coulomb	C
Capacitância	C	Farad	F

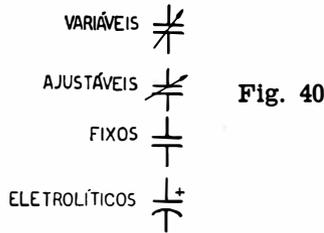
Fig. 38

Submúltiplos	Símbolo	Valor
Microcoulomb	$\mu\text{C}$	$10^{-6} \text{ C}$
Microfarad	$\mu\text{F}$	$10^{-6} \text{ F}$
Nanofarad	$\text{nF}$	$10^{-9} \text{ F}$
Picofarad	$\text{pF}$	$10^{-12} \text{ F}$

Fig. 39

(\*) O capacitor é também chamado erradamente de "condensador"; isto poderá ocorrer nas questões de exames (Nota da Editora).

## Símbolos dos Capacitores



Considerando o circuito da Fig. 41, com CH1 ligada, passará a haver uma certa corrente de carga  $I_c$  do capacitor, pois o pólo positivo da bateria arranca elétrons da armadura superior do capacitor C, ao passo que o pólo negativo da mesma cede elétrons à armadura inferior. Desse modo, através da  $I_c$  o capacitor se carrega até igualar seu potencial com o da bateria.

## Funcionamento dos Capacitores

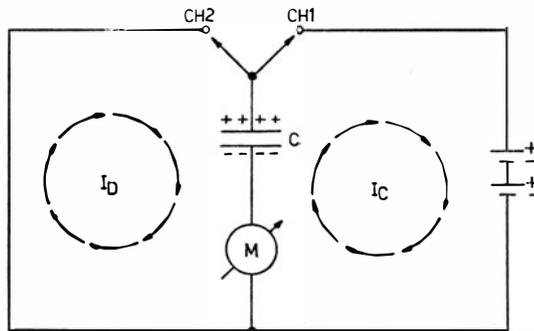


Fig. 41

Se agora desligamos CH1 e ligamos CH2, o capacitor ficará em “curto” e tenderá a se descarregar para equilibrar seu potencial, e dessa forma haverá uma corrente  $I_D$  de descarga.

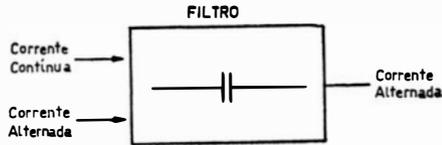
Haverá portanto corrente nos dois sentidos através do medidor M.

Disto se conclui que o capacitor não permite a passagem de corrente contínua, pois só há circulação de corrente no momento em que se liga a bateria ou quando, depois de carregado o capacitor, as suas armaduras são postas em curto-circuito.

## Filtros

Como já dissemos, os capacitores se prestam ao bloqueio da corrente contínua; servem portanto como filtros a circuitos de corrente contínua, permitindo apenas a passagem da corrente alternada, que é um

outro tipo de corrente produzida por um gerador, e que explicaremos mais adiante. No diagrama abaixo podemos entender a função do filtro.



### Analogia Hidráulica (Fig. 42)

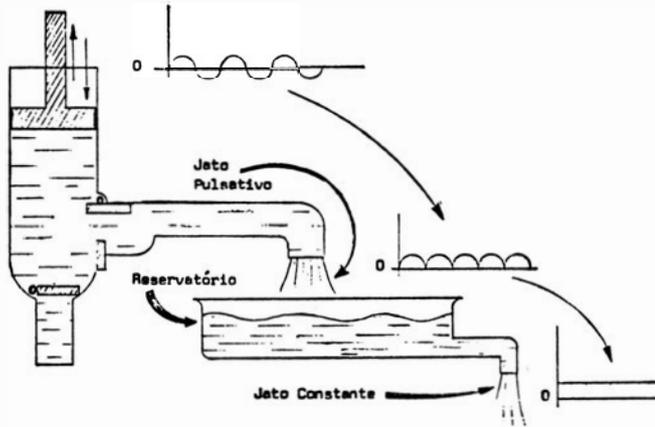


Fig. 42

O capacitor sempre mantém um fluxo constante na sua saída. Bloqueio de C.C.: o capacitor impede a passagem da C.C. (Fig. 43).

Passagem de C.A.: o capacitor permite, através de processo de carga e descarga, a passagem de C.A.

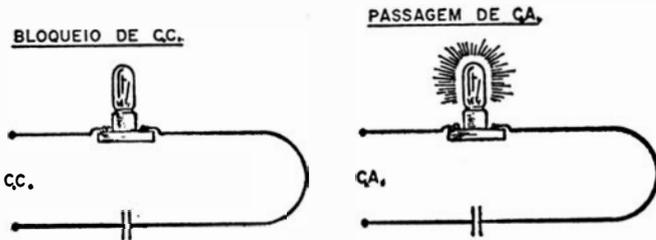


Fig. 43

## ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES

Assim como os resistores, os capacitores também podem ser associados em série ou paralelo.

Há possibilidade também de se efetuar uma associação mista, ou série-paralelo.

A Fig. 44 mostra uma associação em série:

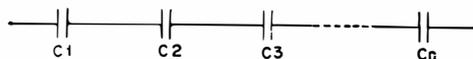


Fig. 44

Nesse tipo de associação, a capacitância total será menor que a menor das capacitâncias que estão compondo a associação.

A fórmula para determiná-la é a seguinte:

$$C_t = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$$

Pode-se também calcular as capacitâncias equivalentes, tomando-se os capacitores de 2 em 2 através da fórmula:

$$C_e = \frac{C_1 \times C_2}{C_1 + C_2}$$

A Fig. 45 mostra uma associação em paralelo.

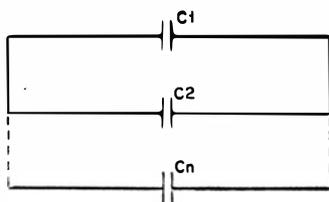


Fig. 45

Faz-se esse tipo de associação quando se deseja aumentar a capacitância.

A fórmula para se determinar a capacitância total dessa associação será:

$$C_t = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

A Fig. 46 mostra uma associação em série-paralelo (mista) de capacitores.

O processo para se calcular esta rede é o mesmo das associações anteriores, isto é, calcula-se primeiro o paralelo, transformando-o num equiva-

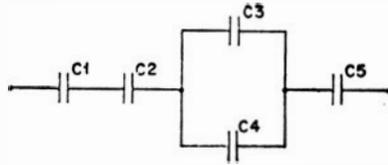


Fig. 46

lente que ficará em série com os demais. Em seguida calcula-se a capacitância total da associação em série.

Exemplo: calcular a  $C_t$  da associação abaixo (Fig. 47):

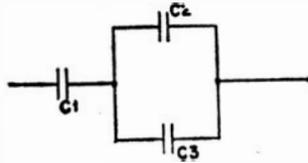


Fig. 47

- $C_1 = 20 \mu\text{F}$
- $C_2 = 12 \mu\text{F}$
- $C_3 = 18 \mu\text{F}$

Solução:  $C_e = C_2 + C_3 = 12 + 18 = 30 \mu\text{F}$

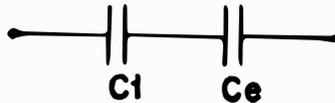


Fig. 48

$$C_t = \frac{C_1 \times C_e}{C_1 + C_e} = \frac{20 \times 30}{20 + 30} = \frac{600}{50} = 12 \mu\text{F}$$

$$C_t = 12 \mu\text{F}$$

## MAGNETISMO

Magnetismo é a propriedade que possuem certos corpos para atrair ferro, aço, cobalto, algumas ligas metálicas, etc. Ao material que possui esta propriedade denominamos ímã.

Os ímãs podem ser artificiais (produzidos pelo homem) e naturais (encontrados na natureza, como a Magnetita).

A Fig. 49 representa um ímã com seus pólos Norte e Sul e as linhas de força do seu campo magnético.

O caminho seguido pelas linhas de força é de Norte para o Sul, externamente, e do Sul para o Norte, internamente.

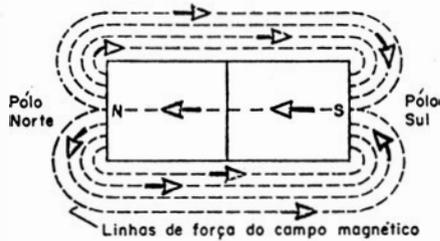


Fig. 49

Por campo magnético entende-se o espaço ocupado pelas linhas de força.

### Configuração das Moléculas de um Ímã

Pela Fig. 50 fica fácil entender que, no material magnético, suas moléculas se encontram orientadas, e daí a razão do aparecimento dos pólos.

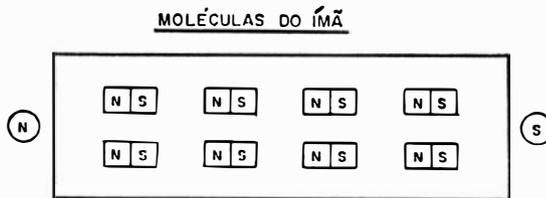


Fig. 50

### Permeância

É a facilidade que as linhas de força encontram para atravessar um certo material. Por exemplo, o ferro apresenta grande permeabilidade à passagem das linhas de força.

### Circuito Magnético

Vamos comparar o circuito magnético ao circuito elétrico para verificar certas analogias (Fig. 51).

Circuito Elétrico	Circuito Magnético
Força Eletromotriz	Força Magnetomotriz
Fluxo de Eléctrons	Linhas do fluxo magnético
Resistência	Relutância
Condutância	Permeância

Fig. 51

**Relutância Magnética:** é a dificuldade que as linhas de força encontram para atravessar um certo material. Por exemplo, a madeira oferece relutância à passagem das linhas de força.

## ELETROMAGNETISMO — APLICAÇÕES

Se associarmos a corrente elétrica com o magnetismo, podemos tirar três importantíssimas conclusões:

- 1.<sup>a</sup> — Um condutor, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, apresenta linhas de força magnética ao seu redor;
- 2.<sup>a</sup> — Um condutor, movimentando-se dentro de um campo magnético, fica sujeito a uma tensão que aparece entre seus extremos. Essa tensão é conhecida como tensão induzida. O mesmo ocorre se fixarmos o condutor e variarmos o campo ao seu redor de tal forma que o campo seja “cortado” pelo condutor.
- 3.<sup>a</sup> — Um condutor, pelo qual esteja circulando uma corrente elétrica, colocado dentro da ação de um campo magnético, reage com uma força.

### Bobina

Aproveitando-se da 1.<sup>a</sup> conclusão vista, se enrolarmos o fio condutor em forma de espiras, o campo ao seu redor aumentará. O condutor assim enrolado chama-se *bobina*. Podemos enrolá-lo sobre uma fôrma simples de papelão (Fig. 52).

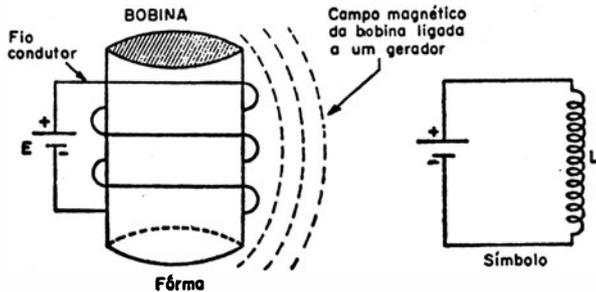


Fig. 52

### Ação do Ferro no Campo Magnético

Verificamos que, ao colocarmos um pedaço de ferro no interior da bobina, o seu campo magnético aumenta consideravelmente. Uma bobina com núcleo de ferro, ligada a um gerador, é um *eletroímã* (Fig. 53).

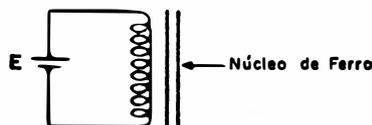


Fig. 53

## Campainha Elétrica

Ao fechar a chave CH1 do circuito da Fig. 54, a corrente circula passando à bobina  $L_1$ . Nesse instante, o campo produzido na mesma atrai o braço A para baixo, desligando o contato B e, conseqüentemente, abrindo o circuito. Nesse ponto a corrente cessa, o campo desaparece e a mola puxa novamente o braço A à posição normal, fechando novamente o circuito em B. Aí o ciclo se repete novamente, e enquanto CH1 estiver acionada, a bolinha C baterá contra o disco de metal, produzindo assim o som da campainha.

Da mesma forma temos outras aplicações como o fone, o telégrafo, etc., que nada mais são que uma combinação da corrente elétrica com um campo magnético.

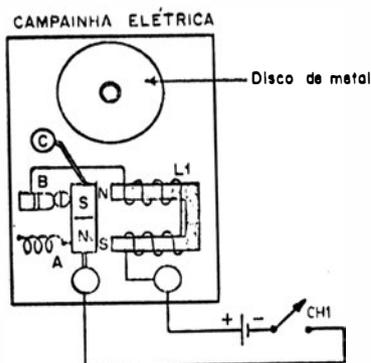


Fig. 54

## INDUTORES

Se considerarmos a Fig. 55, uma bobina  $L_1$  ligada a um gerador e uma outra bobina  $L_2$ , apenas acoplada a  $L_1$  mas sem ligação física e adaptarmos um voltímetro, veremos que ao ligar CH1 o medidor acusa uma tensão e logo a seguir cai a zero. Esse pulso que aparece em  $L_2$  chamamos de *tensão induzida* (Fig. 55).

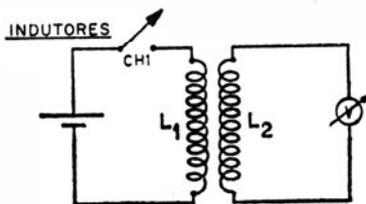


Fig. 55

A esse fenômeno chamamos de *Indução Eletromagnética*.

Quanto ao sentido da corrente induzida em  $L_2$ , a lei de Lenz afirma que o sentido da mesma é sempre contrário à corrente indutora (corrente em  $L_1$ ).

## Autoindução

Em uma bobina, pela lei de Lenz, concluímos que haverá dificuldade para a corrente passar, devido à corrente induzida em sentido contrário. Essa dificuldade é que caracteriza a indutância de uma bobina que é representada pela letra L e medida em Henry (H). Assim, pois, uma bobina pode possuir 40, 50, 60 Henrys de acordo com sua indutância.

## Associação de Indutores

Os indutores como os resistores e capacitores, também podem ser associados *em série* ou *em paralelo*.

### Associação em série (Fig. 56)

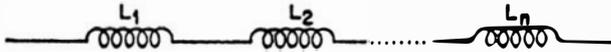


Fig. 56

Usa-se, para calcular a L total, a fórmula:

$$L_t = L_1 + L_2 + \dots + L_n$$

### Associação em paralelo (Fig. 57)

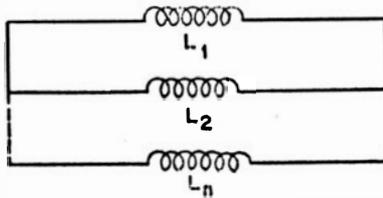


Fig. 57

A  $L_t$  calcula-se pela fórmula:

$$L_t = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}}$$

Também para esse caso pode-se usar a fórmula condensada ao termos duas indutâncias:

$$L_r = \frac{L_1 \times L_2}{L_1 + L_2}$$

## TIPOS DE CORRENTES MAIS COMUNS

### Corrente Contínua (C.C. ou DC)

Produzida por pilhas, acumuladores e dínamos. Circula apenas em um sentido (Fig. 58).

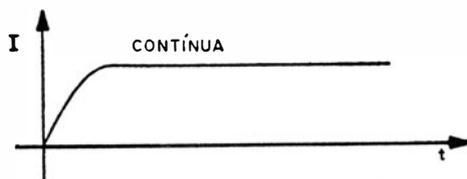


Fig. 58

### Corrente Pulsante

Como a contínua, tem apenas um sentido de circulação mas apresenta fortes variações, que vão de zero até um máximo (Fig. 59).

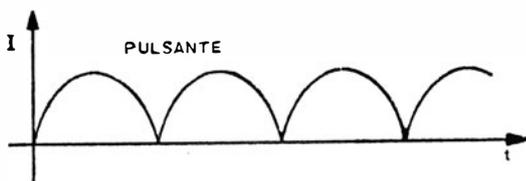


Fig. 59

### Corrente Alternada (C.A. ou AC)

Circula em dois sentidos, variando de zero a um máximo no sentido positivo e depois no sentido negativo. Uma oscilação completa da Corrente Alternada chama-se ciclo (Fig. 60).

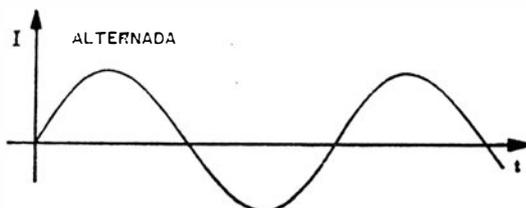


Fig. 60

### Geradores de C.A. (Fig. 62)

São conhecidos como alternadores e funcionam através do princípio da indução eletromagnética. Uma parte chamada estator cria um campo magnético, e um enrolamento — o induzido — gira dentro desse campo cortando as linhas de força. Aparece portanto, nesse enrolamento, uma tensão indu-

zida, cuja polaridade depende do sentido de movimento da bobina e do sentido do campo magnético. Nas extremidades das espiras do induzido existem anéis de contato e neles deslizam as escovas. Esses anéis formam o coletor (Fig. 61).

O induzido, ao iniciar o seu giro (de 0° a 360°), parte de zero grau em relação ao plano horizontal, e vai formando ângulos à medida que gira.

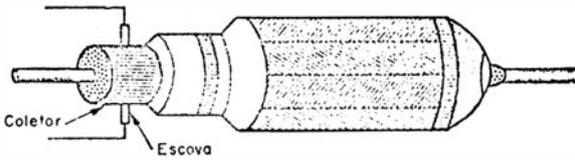


Fig. 61

### GERAÇÃO DE C.A.

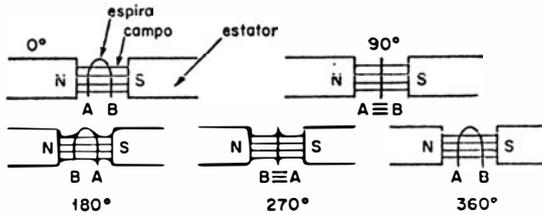


Fig. 62

### Gráfico da C.A.

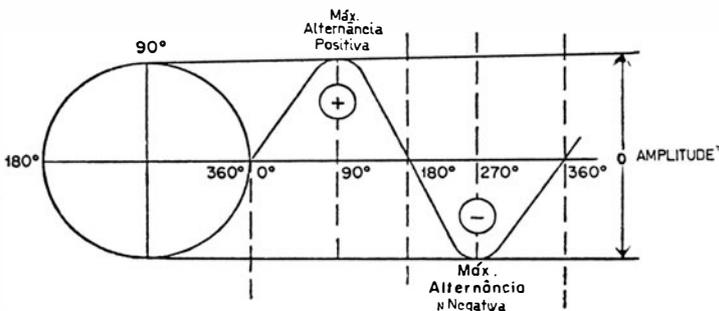


Fig. 63

### Produção da Senóide (Fig. 63)

A distância entre zero (0) e um dos picos máximos denomina-se *amplitude*.

A C.A. atinge a máxima alternância positiva em 90°, cai até 180°, atinge a máxima alternância negativa em 270° e finalmente cai até 360°, completando um ciclo. A velocidade com que gira dentro do campo produz a frequência, que é o número de ciclos produzidos em 1 segundo.

## Unidades em C.A. (Fig. 64)

Grandeza	Representação	Unidade	Símbolo
Amplitude	A	Volt	V
Frequência	f	Hertz	Hz

Fig. 64

## TRANSFORMADORES (FIG. 65)

São dispositivos constituídos por dois ou mais enrolamentos acoplados com núcleo de ferro e que funcionam através de indução eletromagnética.

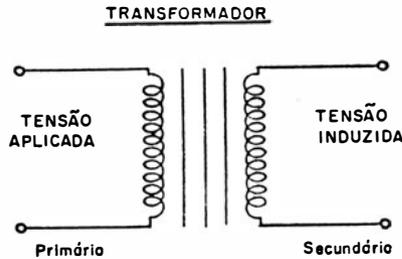


Fig. 65

- Se o número de espiras do secundário for maior que o do primário, o transformador será elevador.
- Se o número de espiras do secundário for menor que o do primário, o transformador será abaixador.
- Se o número de espiras do secundário for igual ao do primário, o transformador será acoplador.

Mais adiante iremos nos aprofundar mais nesse assunto.

## Transmissão — Distribuição (Fig. 66)

No caso das companhias de eletricidade, como a Light, os geradores são movidos por quedas de água e a energia assim produzida será transmitida em alta tensão e baixa corrente pelas linhas de transmissão. O processo de transmissão em alta tensão é realizado por ser o que apresenta menos perda, e a tensão é elevada e depois abaixada nas subestações pelos transformadores.

# GERAÇÃO E TRANSMISSÃO

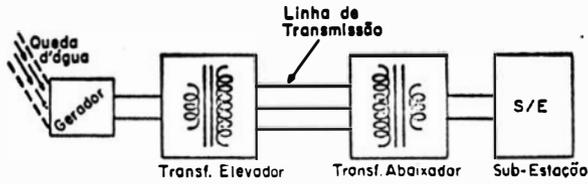


Fig. 66

## DISTRIBUIÇÃO

Da subestação a energia é levada aos consumidores através dos condutores. Existem também outros transformadores que abaixam a tensão ao nível residencial (110 ou 220 V) e comercial (220 e 440 V).

### Distribuição Residencial de Energia

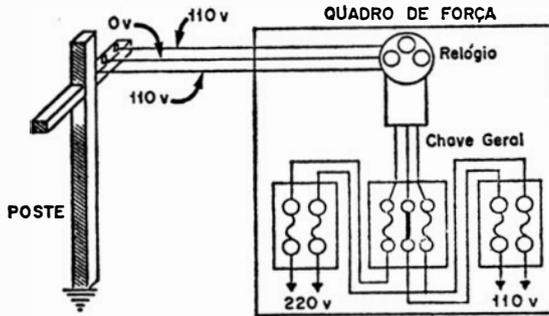


Fig. 67

## RELAÇÃO ENTRE A FREQUÊNCIA (f) e o COMPRIMENTO DE ONDA ( $\lambda$ )

A distância que um ciclo ocupa na direção de propagação da onda denomina-se *comprimento de onda*, e é representado pela letra grega  $\lambda$  (lambda), sendo medido, geralmente, em metros (Fig. 68).

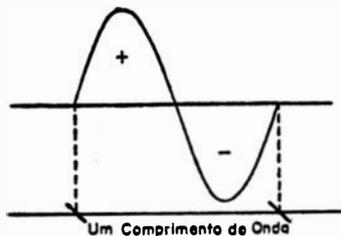


Fig. 68

O comprimento de onda é inversamente proporcional ao valor da frequência. Pode ser calculado pela fórmula:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

onde:

$\lambda$  = Comprimento de onda, em metros

$v$  = Velocidade de propagação da onda (300.000.000 m/s)

$f$  = Frequência da onda, em Hertz

Exemplo: Qual o comprimento da onda emitida por uma estação trabalhando em 7,5 MHz?

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{300.000.000 \text{ m/s}}{7.500.000 \text{ Hz}} = 40 \text{ m}$$

### GRANDEZAS MAGNÉTICAS FUNDAMENTAIS

A intensidade do campo magnético ( $H$ ) é o número de Ampère-espiras por unidade de comprimento, sendo medido em Ae/m ou Ae/cm.

A fórmula para sua determinação é:

$$H = \frac{IN}{l}$$

$N$  = Número de espiras

$I$  = Corrente, em ampères

$l$  = Comprimento do Solenóide, em m ou cm

### INDUÇÃO MAGNÉTICA ( $B$ )

Expressa o n.º de linhas de força do campo magnético por  $\text{cm}^2$  de seção. É chamada também de densidade de fluxo ou indução magnética, sendo medida em Tesla (T) ou Gauss (G). 1 Tesla =  $10^4$  Gauss.

O número total de linhas de um ímã é chamado de Fluxo Magnético de Indução ( $\phi$ ), medido em Weber (Wb) ou Maxwell (Mx). 1 Webber =  $10^8$  Maxwells.

1 Mx = 1 linha de campo

1 Gauss = 1 linha de campo por  $\text{cm}^2$

Fluxo Magnético = densidade de fluxo  $B$  pela seção transversal  $S$

$$\phi = BS$$

onde:

$\phi$  em Maxwell

$B$  em Gauss

$S$  em  $\text{cm}^2$

A indução magnética  $B$  depende do valor de  $H$  (intensidade do campo magnético) e do meio em que o campo se propaga, por exemplo, o ar ou o ferro.

Para o ar temos:

$$\text{Densidade de fluxo } B = 1,256 \text{ H (Gauss)}$$

Para o ferro:

$$B = 1,256 \mu \text{ H (Gauss)},$$

onde  $\mu$  = permeabilidade magnética que indica quantas vezes um material conduz melhor que o ar as linhas magnéticas.

Exemplo de aplicação:

Quantas espiras são necessárias para produzir uma densidade de campo de 4.000 G num entreferro de 5 mm, quando pelo condutor se deslocam 8 A?

$$B = 1,256 \text{ H} = \frac{1,256 \text{ IN}}{l}$$
$$N = \frac{B \cdot l}{1,256 \text{ I}} = \frac{4.000 \times 0,5}{1,256 \times 8} = 200 \text{ espiras}$$

### Efeito das Forças de um Ímã

A força de atração de um ímã depende da densidade de fluxo  $B$  e da seção transversal  $S$  do ímã. É calculada pela fórmula:

$$F = \frac{B^2 S}{2.549.400}$$

onde  
F em Newton  
B em Gauss  
S área  $\text{cm}^2$

### Transformadores

O transformador é um dispositivo destinado a transferir energia de C.A. de um circuito para outro sem que haja mudança de frequência.

Suas principais aplicações são:

- Reduzir ou elevar a tensão do primário
- Isolar circuitos
- Casar impedâncias

A figura mostra simbolicamente um transformador com uma carga  $R$  no secundário (Fig. 69).

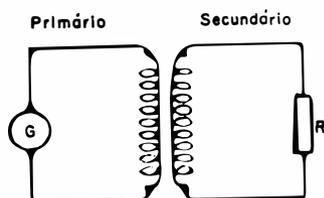


Fig. 69

Quando no secundário tivermos a mesma tensão do primário, isto é, a relação for 1 para 1, teremos o *transformador direto* ou de isolação.

Um ponto importante é sabermos que a tensão que aparece no secundário é obtida por indução do primário; portanto, o gerador ligado ao primário fornecerá sempre sinal variável (alternado), não podendo ser nunca um gerador de corrente contínua (pilha, bateria, etc.).

A transferência da energia entre os dois enrolamentos é feita por indução; portanto, diz-se que o acoplamento entre os mesmos é indutivo.

## RELAÇÕES FUNDAMENTAIS

Chamando-se:

$E_p$  = Tensão no primário

$E_s$  = Tensão no secundário

$I_p$  = Corrente no primário

$I_s$  = Corrente no secundário

$N_p$  = Número de espiras do primário

$N_s$  = Número de espiras do secundário

$W_p$  = Potência no primário

$W_s$  = Potência no secundário

$Z_p$  = Impedância do primário

$Z_s$  = Impedância do secundário

podemos estabelecer as seguintes relações:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

Considerando o transformador ideal, sem perdas, teremos  $W_p = W_s$ . Portanto

$W_p = E_p I_p$ ,  $W_s = E_s I_s$  e  $E_p I_p = E_s I_s$   
logo,

$$E_p = \frac{E_s I_s}{I_p} \quad \text{ou} \quad \frac{E_p}{E_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

onde se percebe que a relação das tensões do primário e secundário é inversamente proporcional à relação de correntes do primário e secundário.

Como a impedância  $Z$  é igual a  $\frac{E}{I}$ , temos:

$$Z_p = \frac{E_p}{I_p} \quad \text{e} \quad Z_s = \frac{E_s}{I_s}$$

Como  $\frac{I_p}{I_s} = \frac{E_s}{E_p} = \frac{N_s}{N_p}$

da relação  $\frac{I_p}{I_s} = \frac{N_s}{N_p}$ , temos:  $I_p = \frac{I_s N_s}{N_p}$

Da relação  $\frac{E_s}{E_p} = \frac{N_s}{N_p}$ , temos:  $E_p = \frac{E_s N_p}{N_s}$

Como  $Z_p = \frac{E_p}{I_p}$ , substituindo fica:  $Z_p = \frac{\frac{E_s N_p}{N_s}}{I_p} = \frac{E_s N_p}{I_p N_s}$

$= \frac{E_s N_p}{N_s} \times \frac{N_p}{I_p N_s} = \frac{E_s (N_p)^2}{I_p (N_s)^2}$ ; mas como  $\frac{E_s}{I_s} = Z_s$  temos:

$$Z_p = Z_s \times \frac{(N_p)^2}{(N_s)^2} \text{ ou } \frac{Z_p}{Z_s} = \frac{(N_p)^2}{(N_s)^2}$$

o que nos permite verificar que a relação de impedâncias é proporcional ao quadrado da relação do número de espiras.

Resumindo todas as relações, teremos:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p} \text{ e } \frac{Z_p}{Z_s} = \frac{(N_p)^2}{(N_s)^2}$$

## Exemplos de Aplicação

1.º) Dado o transformador da Fig. 70, qual o número de espiras do enrolamento secundário?

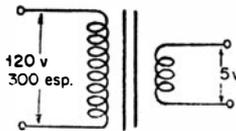


Fig. 70

Solução:

$$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} \text{ onde } N_s = \frac{E_s \times N_p}{E_p} = \frac{5 \times 300}{120} = 12,5 \text{ espiras.}$$

Resposta: Será de doze espiras e meia

2.º) Um receptor super-heterodino, alimentado por uma fonte de 120 V, necessita para seu perfeito funcionamento de várias tensões de amplitudes diferentes. Usou-se um transformador com vários secundários, como indicado no esquema abaixo.

Qual deve ser o número de espiras entre os pontos AB — CD — DE — CE — FG? (Fig. 71)

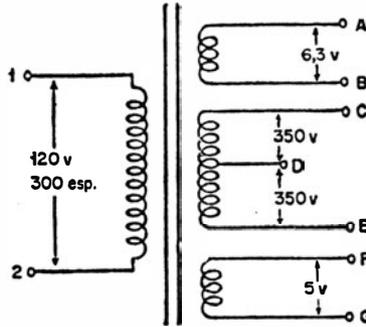


Fig. 71

Fórmula Geral:  $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$ , donde:  $N_s = \frac{E_s N_p}{E_p}$

$$N_{AB} = \frac{6,3 \times 300}{120} = \frac{63}{4} = 15,75 \text{ ou } 15 \text{ espiras e } 3/4.$$

$$N_{CD} = \frac{350 \times 300}{120} = \frac{3.500}{4} = 875 \text{ espiras}$$

$$N_{DE} = N_{CD} = 875 \text{ espiras}$$

$$N_{CE} = N_{DE} + N_{CD} = 875 + 875 = 1.750 \text{ espiras}$$

$$N_{FG} = \frac{5 \times 300}{120} = \frac{50}{4} = 12,5 \text{ ou } 12 \text{ espiras e meia.}$$

3º) Necessitamos agora de um transformador de saída para casar a impedância da válvula de saída de um amplificador de potência com o alto falante; sabendo-se que a impedância da referida válvula é de 1.800 Ω e a do falante 8 Ω, que relação de espiras deve ser usada nesse transformador?

$$\frac{Z_p}{Z_s} = \left( \frac{N_p}{N_s} \right)^2$$

$$\text{então } \frac{N_P}{N_S} = \sqrt{\frac{Z_P}{Z_S}} = \sqrt{\frac{1.800}{8}} = \sqrt{225} = 15$$

Portanto, a relação será de 15 para 1, isto é, 15 espiras no primário para cada espira no secundário.

## POTÊNCIA EM CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA

Existem várias maneiras de se calcular a potência em circuitos de C.A. com significados diferentes. Uma delas é a potência aparente e é obtida pela seguinte fórmula:  $P_a = E I$ , a sua unidade é o volt-ampère ou simplesmente VA.

Outra maneira de se calcular a potência em C.A. é levando-se em conta o ângulo de fase ( $\varphi$ ) entre a corrente e a tensão. O cosseno desse ângulo ( $\cos\varphi$ ) é conhecido como fator de potência. Através da fórmula  $P = E I \cos\varphi$  obtemos a potência ativa e a sua unidade é o watt.

Temos ainda que considerar a potência reativa que é determinada pela seguinte expressão:  $P = E I \sin\varphi$ , sua unidade é o volt-ampère reativo ou VAR. A existência da potência reativa aumenta a carga dos geradores, transformadores, etc., originando as perdas de potência.

Em resumo:

$$\text{Potência aparente: } P_a = E I \text{ (VA)}$$

$$\text{Potência ativa: } P = E I \cos\varphi = P_a \cos\varphi \text{ (W)}$$

$$\text{Potência reativa: } P_r = E I \sin\varphi = P_a \sin\varphi \text{ (VAR)}$$

$$\text{Fator de potência: f.p.} = \cos\varphi = \frac{P}{P_a}$$

## VALOR EFICAZ DE UMA C.A.

O valor eficaz da C.A. é obtido através da relação:

$$V_{ef} = V_{max} \times 0,707$$

$$I_{ef} = I_{max} \times 0,707,$$

onde  $V_{max}$  = Valor máximo da tensão

$I_{max}$  = Valor máximo de corrente

Os medidores de C.A. geralmente indicam o valor eficaz da C.A. Tendo o valor eficaz, podemos calcular o valor máximo pela relação:

$$V_{max} = V_{ef} \times \sqrt{2} = V_{ef} \times 1,41$$

$$I_{max} = I_{ef} \times \sqrt{2} = I_{ef} \times 1,41$$

O valor 110 V ou 220 V da nossa rede elétrica, medido, é sempre o  $V_{ef}$ . Na Fig. 72 podemos ver o  $V_{ef}$  e o  $V_{max}$ .

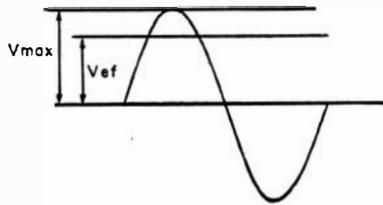


Fig. 72

O valor máximo também é chamado valor de pico ou  $V_p$ .

Se tomarmos o valor da amplitude total da senóide, teremos o valor de pico-a-pico ( $V_{p-p}$ ), que é o valor registrado pelos osciloscópios (Fig. 73).

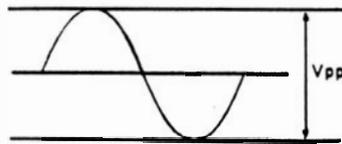


Fig 73

Chamamos valor médio da C.A. à relação:

$$V_m = 0,637 \times V_{max}$$

Em resumo, a Fig. 74 mostra os valores:

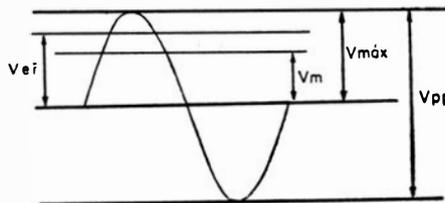


Fig. 74



## EFEITOS DA CORRENTE ALTERNADA NA REATÂNCIA

### Reatância Indutiva

Se por uma bobina circular uma corrente alternada, haverá indução de uma força contra-eletromotriz (f.c.e.m.) cujo efeito será de oposição à passagem da corrente. Isto se produz porque o campo magnético em torno da bobina está se expandindo e se contraindo continuamente e, portanto, atravessando-a constantemente (Fig. 75).

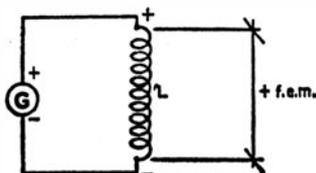


Fig. 75

Tal oposição, somada à resistência pura da bobina, nos dará uma resistência total à passagem da C.A. Essa resistência total é chamada de *impedância* ( $Z$ ), sendo medida em ohms.

O fator que em um circuito de C.A. indutivo faz com que a impedância ( $Z$ ) seja maior do que a resistência ( $R$ ), chama-se *reatância indutiva* e se representa por  $X_L$ , sendo também medida em ohms.

Para se determinar  $X_L$  usa-se a fórmula:

$$X_L = 2\pi fL$$

$X_L$  = reatância indutiva, em ohms ( $\Omega$ )

$2\pi$  = constante matemática = 6,28

$f$  = frequência, em hertz (Hz)

$L$  = indutância, em henries (H)

Devido a essa reatância indutiva, existe um atraso entre a tensão aplicada e a corrente circulante em um circuito indutivo. Esse atraso, ou defasagem, é medido em graus e deve ser levado em conta nos cálculos que se fizerem com C.A.

## Reatância Capacitiva

Da mesma forma que o indutor, o capacitor também apresenta uma resistência à passagem da C.A. Essa oposição chama-se *reatância capacitiva* e é medida em ohms, sendo representada por  $X_c$  e calculada pela fórmula:

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

$X_c$  = Reatância capacitiva em ohms ( $\Omega$ )

$2\pi$  = Constante matemática = 6,28

$f$  = Frequência em hertz (Hz)

$C$  = Capacitância em farads (F)

## CIRCUITO COM BOBINA E CAPACITOR (CIRCUITO LC)

No circuito da Fig. 76 há um capacitor em série com uma bobina.

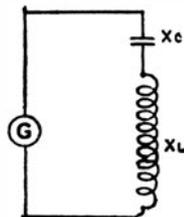


Fig. 76

Como em relação à C.A. a bobina se comporta em sentido oposto ao capacitor, a reatância total será igual à diferença entre as duas reatâncias.

$$X = X_L - X_C$$

Se, por exemplo:  $X_L = 10 \Omega$  e  $X_C = 3 \Omega$

$$X = 10 - 3 = 7 \Omega$$

Se  $X_L$  for maior que  $X_C$ , o conjunto se comporta como um circuito indutivo. Se  $X_C$  for maior que  $X_L$ , o conjunto se comporta como um circuito capacitivo. Se  $X_L$  e  $X_C$  forem iguais, as reatâncias se anularão entre si:

$$X = X_L - X_C = 0$$

A impedância será igual à resistência pura do circuito e portanto circulará a máxima corrente.

A fórmula para se determinar o módulo da impedância é:  $Z = \sqrt{X^2 + R^2}$  onde:

$Z$  = Impedância, em  $\Omega$

$X$  = Reatância, em  $\Omega$

$R$  = Resistência, em  $\Omega$

# INTRODUÇÃO AO RADIO

## Faixas de Freqüências

As freqüências usadas em radiotransmissão, para maior conveniência, foram agrupadas nas seguintes faixas:

FREQUÊNCIA	FAIXA	COMPRI-MENTO DA ONDA
0 — 30 kHz	VLF (Freq. Muito Baixas)	10.000 m e mais
30 — 300 "	LF ( " Baixas)	10.000 — 1.000 m
300 — 3.000 "	MF ( " Médias)	1.000 — 100 m
3 — 30 MHz	HF ( " Altas)	100 — 10 m
30 — 300 "	VHF ( " Muito Altas)	10 — 1 m
300 — 3.000 "	UHF ( " Ultra-Altas)	100 — 10 cm
3.000 — 30.000 "	SHF ( " Super-Altas)	10 — 1 cm
30.000 — 300.000 "	EHF ( " Extremamente Altas)	10 — 1 mm

Podemos, então, situar todas as comunicações de radioamador desde os 80 m até os 10 m como HF, ou seja, alta freqüência, estando já os 160 m em MF e os 2 m em VHF, exigindo cuidados especiais na montagem dos equipamentos pois, quanto maior a freqüência, mais crítica será a disposição dos componentes, devido às reatâncias formadas (como já vimos, as mesmas dependem das freqüências de operação).

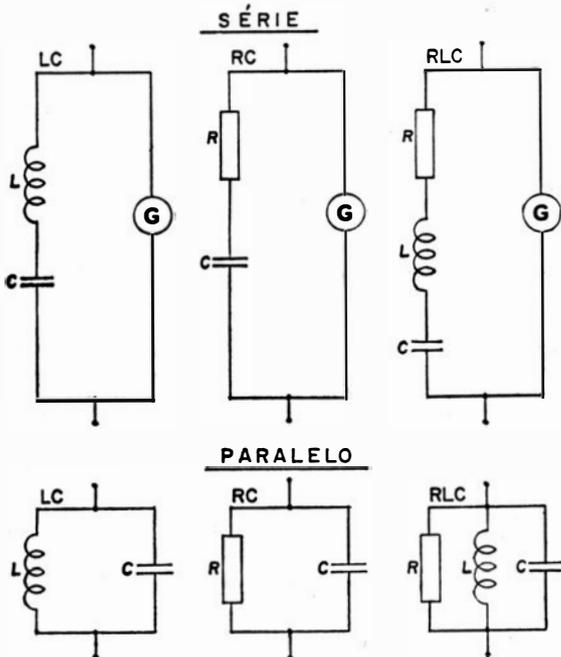


Fig. 77

## TIPOS DE CIRCUITOS SINTONIZADOS

Os tipos básicos de circuitos ressonantes ou sintonizados utilizados em rádio são os mostrados na Fig. 77.

## ONDAS ELETROMAGNÉTICAS OU HERTZIANAS

Da interação de dois campos, o elétrico e o magnético, surge a onda eletromagnética ou hertziana. Sua velocidade de propagação é de 300.000 km/s, tal como a velocidade da luz.

John Clerk Maxwell teoricamente previu a existência das ondas eletromagnéticas, através de suas famosas equações. Em 1887, Rudolf Hertz comprovou experimentalmente a existência de tais ondas, através do transmissor de faíscas.

Coube a Marconi, em 1896, transmitir a primeira mensagem entre a Inglaterra e a França utilizando-se das ondas eletromagnéticas. Nesse trabalho participaram também Blandel, na França, Lodge, na Inglaterra e Braun, na Alemanha.

Mais tarde, em 12 de dezembro de 1901, Marconi conseguiu transmitir a primeira radiocomunicação, entre Paldhu — País de Gales — e Terra Nova. Foi o dia da inauguração da “Telegrafia sem Fio”.

Outras estações transmissoras apareceram daí para frente, utilizando-se da transmissão sem fio, sendo as primeiras: Clifden, na Irlanda e Glacebay, na Nova Escócia.

### TEORIA DA PROPAGAÇÃO

Os cientistas Kennelly e Heaviside, em 1902, apresentaram uma teoria que ligou seus nomes. Embora não se conhecessem, ambos apresentaram a mesma teoria. A existência de uma região altamente ionizada, da atmosfera terrestre, denominada de ionosfera. A camada formada entre a superfície da Terra e a imaginada pelos cientistas permitiria uma canalização para as ondas hertzianas.

A partir dessa teoria, Appleton concluiu não existir apenas uma camada, mas sim duas, sendo a primeira a de Kennelly-Heaviside (entre 80 e 100 km de altura) e a segunda que levou o seu nome — Appleton — (a mais ou menos 250 km de altura).

Na Fig. 78 vemos que as ondas longas retornam à Terra antes de atingirem a 1.<sup>a</sup> camada. As médias são refletidas na 1.<sup>a</sup> camada e retornam à Terra.

Já as ondas curtas atravessam a 1.<sup>a</sup> camada, sendo refletidas pela 2.<sup>a</sup> camada. As ondas ultra-curtas sofrem um desvio e atravessam a 2.<sup>a</sup> camada, mas não se refletem. Dessas ondas só podemos captar parte delas que segue pela linha do horizonte ou senão quando são refletidas pelos satélites artificiais.

Ora, dadas as variações que essas camadas sofrem, o percurso das ondas será maior ou menor; no primeiro caso, haverá maior absorção e um maior enfraquecimento da onda e, no segundo, haverá um enfraquecimento menor. Assim, em dias em que essas camadas variam muito, ouvimos a transmissão, ora forte, ora fraca, chegando mesmo, às vezes, a desaparecer completamente, para depois voltar com intensidade sempre variável. Esse fenômeno é conhecido como *desvanecimento da onda* ou “*fading*”.

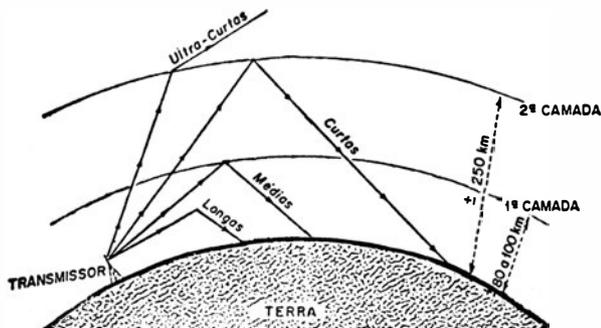


Fig. 78

Existem vários estudos a esse respeito, e inclusive o Ministério da Marinha publica, mensalmente, uma carta geográfica com as posições das camadas e as melhores frequências para a comunicação em função do dia e da hora.

## VÁLVULAS ELETRÔNICAS

Deve-se a Thomas Alva Edison o invento da lâmpada incandescente. A impressionante exibição da primeira lâmpada elétrica do mundo, efetuada em 1879, em Menlo Park, eclipsou as demais descobertas científicas realizadas por Edison.

Aprimorando seu invento, Edison colocou uma placa de metal na ampola de vácuo que emitia luz. Em seguida, conectou uma bateria e um medidor em série entre o filamento luminoso e a placa e verificou que uma corrente elétrica fluía entre o filamento e a placa quando esta estava ligada ao terminal positivo de uma bateria.

Ao conectar-se o terminal negativo da bateria à placa, não havia a circulação da corrente.

A Fig. 79 mostra um diagrama dessa experiência.

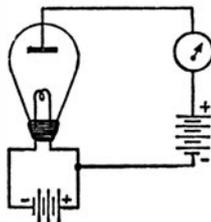


Fig. 79

Ainda não se havia, nessa época, descoberto a teoria Eletrônica. Portanto, não se dava explicação convincente para esse fenômeno.

Atualmente explica-se como sendo libertação de elétrons por certos metais e óxidos quando se aquecem os mesmos.

O calor proporciona energia suficiente aos elétrons, para que possam libertar-se das forças que os prendem às suas órbitas, convertendo-se assim em elétrons livres.

A esse fenômeno denominamos *emissão termoiônica*.

Ao emitir elétrons pelo filamento, os mesmos se dirigiam ao potencial positivo da placa, constituindo a corrente de placa.

Usam-se atualmente emissores de tungstênio revestidos por óxido de túrio. Esses emissores de elétrons são chamados *catodo*.

O calor para o desprendimento desses elétrons pode ser fornecido direta ou indiretamente. Ambos os métodos possuem certas vantagens.

A Fig. 80 ilustra ambos os casos.

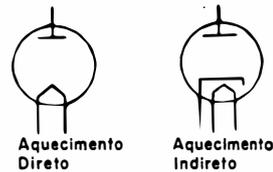


Fig. 80

Para equipamentos portáteis, que utilizam pilhas como fonte de energia, o aquecimento direto é mais vantajoso. Produz-se menor perda de calor e o filamento é projetado de tal modo que só consuma, durante o uso, uma pequena quantidade de energia.

Para fontes de corrente alternada, o catodo aquecido indiretamente é mais utilizado. A perda de calor é insignificante e o método indireto proporciona uma isolação entre a fonte de tensão de aquecimento e o catodo, para que não seja produzido zumbido no circuito.

## Diodos

Uma válvula que contenha um catodo e uma placa, ou anodo, é denominada *diodo*. A placa é um cilindro de metal que circunda o catodo.

Na contagem dos elementos, se tivermos aquecimento indireto, catodo e filamento constituem apenas um elemento.

A Fig. 81 mostra um circuito utilizando um diodo, onde se vê o sentido do fluxo de corrente.

O primeiro número da designação de uma válvula expressa a tensão aproximada que deve ser aplicada aos filamentos.

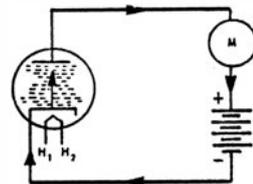


Fig. 81

Por exemplo a 12AT7 requer 12,6 V.

Esta válvula só permite fluxo de corrente em um sentido (catodo-placa) e quando sua placa estiver com um potencial positivo em relação ao catodo.

Aumentando-se a tensão da placa, aumenta-se a corrente de placa, e diminuindo-se a tensão de placa, diminui-se a corrente.

O gráfico da Fig. 82 mostra essas variações.



Fig. 82

Ao se aumentar a tensão chega-se a um ponto onde todos os elétrons são atraídos pela placa, e qualquer aumento de tensão não irá produzir aumento de corrente. Este é o *ponto de saturação* da válvula.

Os diodos são usados como retificadores, reguladores de tensão e detectores.

### Triodos

Um terceiro elemento chamado grade foi introduzido entre anodo e catodo da válvula diodo pelo Dr. Lee de Forest. Essa válvula é denominada *triodo*.

Através de uma tensão aplicada a essa grade, podemos variar a corrente de placa da válvula. Em geral, essa grade é um cilindro metálico em forma de uma rede circundando o catodo.

Devido ao fato de poder-se controlar a corrente de placa, a grade é chamada de *grade de controle*. A grade possibilita o funcionamento da válvula como amplificadora.

Quando a grade estiver negativa com relação ao catodo, o fluxo de elétrons será menor, e quando a mesma for positiva, o fluxo será maior entre catodo e placa.

Podemos deixar essa grade tão negativa com relação ao catodo que não passará nenhum elétron para a placa; portanto, a corrente de placa nesse ponto será nula. Este é o chamado *ponto de corte* da válvula.

A Fig. 83 mostra um triodo com as tensões de placa e grade.

Observe que a bateria de polarização de grade possui seu terminal negativo conectado à grade.

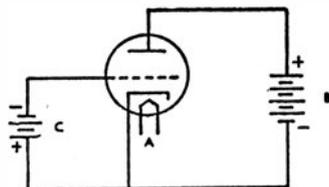
Em Eletrônica, as tensões são assim representadas:

Tensão A = filamentos das válvulas

Tensão B = placas das válvulas

Tensão C = grades das válvulas.

Fig. 83



As tensões A, B e C podem ser fornecidas também por outros circuitos eletrônicos.

No gráfico da Fig. 84 vemos a corrente de placa ( $I_p$ ) em função da polarização de grade.



Fig. 84

A tensão de placa é mantida sempre a um valor constante.

O fator de amplificação de um triodo é dado através da fórmula:

$$\mu = \frac{\Delta E_p}{\Delta E_g} \quad (\text{Para } I_p = \text{constante})$$

onde:

- $\mu$  = Fator de Amplificação
- $\Delta E_p$  = Variação da tensão de placa
- $\Delta E_g$  = Variação da tensão de grade
- $I_p$  = Corrente de placa

## Tetrodos

É uma válvula com mais um eletrodo chamado grade auxiliar que é introduzido para se diminuir a chamada *capacitância intereletrodica*. O símbolo do tetrodo é visto na Fig. 85.

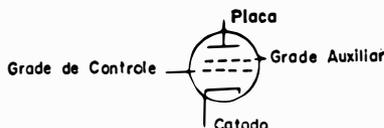


Fig. 85

Neste tipo de válvula é possível uma grande amplificação devido à sua grade auxiliar estar situada muito próxima ao catodo.

## Pentodos

Nos tetrodos, os elétrons acelerados incidem com muita força na placa, retornando e formando uma carga espacial em torno da mesma.

A isto se denomina *emissão secundária*.

Para eliminar os efeitos indesejáveis dessa emissão secundária, colocou-se uma outra grade entre a auxiliar e a placa, polarizando-a negativamente (ligada internamente ao catodo) em relação à placa.

Essa grade, chamada *supressora*, faz com que os elétrons dessa emissão secundária retornem à placa pelo efeito da repulsão.

Essa válvula com 5 elementos internos é chamada *pentodo*, e seu símbolo é mostrado na Fig. 86.

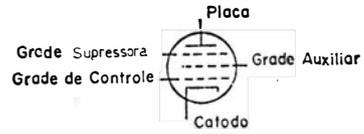


Fig. 86

Essas válvulas possuem altos fatores de amplificação e são utilizadas como amplificadoras de potência de áudio, e também como amplificadoras de R.F.

Na Fig. 87 vêem-se em detalhes as partes componentes de uma válvula pentodo miniatura, do tipo EL84, 6AQ5, etc.

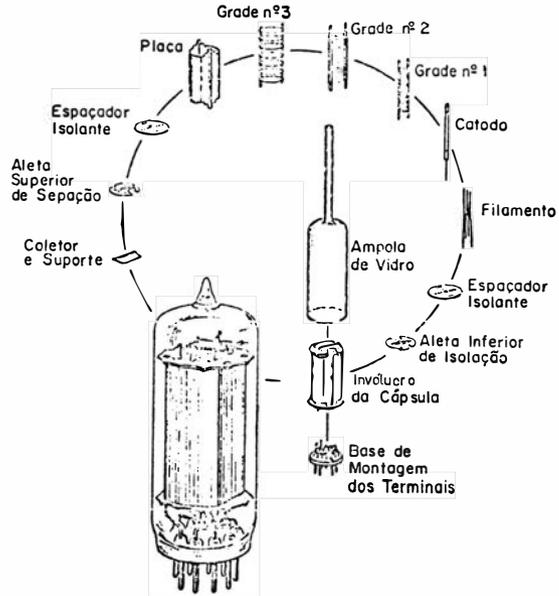


Fig. 87

## VÁLVULAS DE POTÊNCIA DE FEIXE DIRIGIDO

São usadas como amplificadoras de alta potência, e diferenciam-se das demais por um par de placas que convergem o feixe eletrônico à placa.

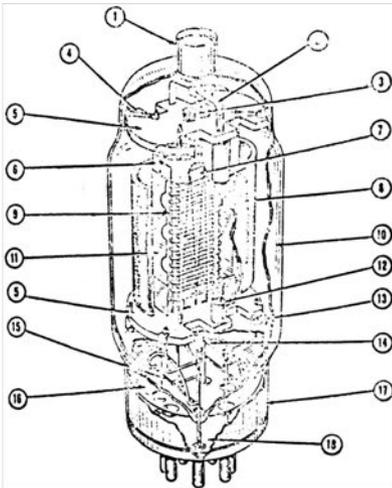


Fig. 88

Na Fig. 88 mostramos uma válvula desse tipo.

### ELEMENTOS CONSTITUINTES DE UMA VÁLVULA DE POTÊNCIA DE FEIXE DIRIGIDO, TIPO 813, DA RCA

1. Casquete metálico central (latão recoberto de Níquel)
2. Haste de conexão da placa (Molibdênio)
3. Lâminas de suporte de filamento (Tungstênio)
4. Separador (Níquel-Cromo)
5. Suporte (Cerâmica)
6. Auxiliar Superior (Níquel)
7. Filamento resistente (Tungstênio toriado)

8. Placa (Grafita recoberta de Zircônio)
9. Grade de controle (Grade nº 1) e Grade auxiliar (Nº 2) (Molibdênio)
10. Bulbo ou Cobertura (vidro)
11. Eletrodo formador do feixe (Níquel)
12. Espaçador do suporte de placa (cerâmica)
13. Disco auxiliar inferior (Níquel)
14. Conexão de filamento (aço recoberto de Níquel)
15. Coletor do tipo Distribuidor
16. Suporte de Vidro (Vidro duro)
17. Base gigante (latão recoberto de Níquel com cerâmica)
18. Junta estanque tungstênio-vidro

## VÁLVULAS MÚLTIPLAS

Outras válvulas para fins especiais foram projetadas, constituindo-se de duas ou mais válvulas dentro da mesma ampola.

Outras, ainda, contêm um maior número de grades, caso da Pentagrade, utilizada em circuitos super-heterodinos.

A Fig. 89 mostra esses diversos tipos.

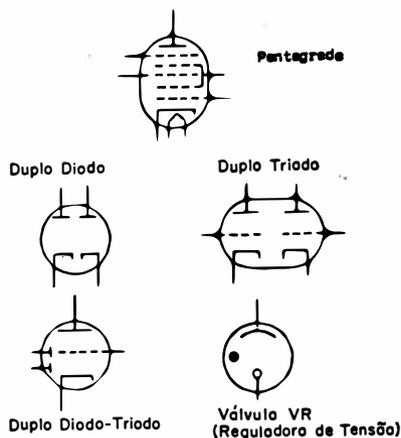


Fig. 89



Na Fig. 90 temos as válvulas a gás (Tiratrões), que possuem larga aplicação nos equipamentos industriais como retificadoras, reguladoras de tensão, disparo de reles, etc.

## TEORIA DOS SEMICONDUTORES

Todos, ou pelo menos quase todos os circuitos modernos fazem uso dos mais recentes componentes em Eletrônica — os *semicondutores*, que, além da grande vantagem na miniaturização dos circuitos, apresentam longa vida, estabilidade e não precisam de fonte para aquecimento.

Para o estudo dos mesmos, devemos recordar que os materiais que permitem a passagem da corrente elétrica com grande facilidade são os chamados *condutores* e os que não permitem a passagem da mesma, ou seja, apresentam grande dificuldade à sua circulação são os *isolantes*.

Existe um outro tipo de material que não é bom nem mau condutor, mas guarda um meio termo entre os dois. Este material é chamado *semicondutor*

## FLUXO DE CORRENTE NOS SEMICONDUTORES

Já vimos que o fluxo de corrente é explicado como transferência de energia ao longo de um condutor, efetuada por movimento de elétrons.

No campo dos semicondutores precisamos definir o que são as lacunas que vão promover uma corrente em tudo semelhante à corrente elétrica normal, mas em sentido inverso. Na Fig. 91 mostramos uma corrente elétrica devida ao fluxo de elétrons.



Fig. 91

Como os elétrons são forçados a se movimentar de um lado a outro do condutor, deduzimos que o número de elétrons que “entra” no condutor é o mesmo número que “sai” dele.

Na Fig. 92 quando “sai” um elétron de um extremo do condutor, o mesmo deixa um “vazio”, ou seja, uma lacuna no seu lugar, com carga positiva (falta de elétron). Essa lacuna atrai o elétron adjacente, o qual, por sua vez, deixa uma lacuna no seu lugar e assim por diante.

É fácil ver que, enquanto os elétrons vão caminhando em um sentido, as lacunas vão em sentido contrário.

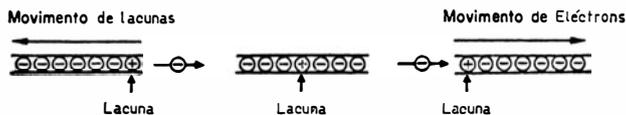


Fig. 92

O fluxo de corrente em um transistor ou semicondutor pode ser devido a elétrons ou lacunas, dependendo do tipo do material.

Para se fazer um semicondutor adiciona-se impurezas a um material básico como o germânio ou silício.

Essas impurezas são o arsênio ou o antimônio que, sendo pentavalentes, ao serem adicionadas ao germânio e ao silício (tetravalentes), fazem

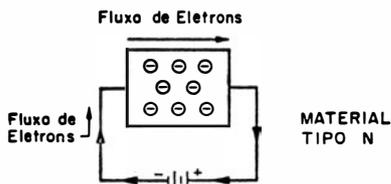


Fig. 93

com que elétrons fiquem sobrando e o cristal assim formado será então do tipo "N", ou seja, possuirá elétrons em excesso (Fig. 93).

Outras impurezas trivalentes como o gálio, o índio ou alumínio podem ser adicionadas ao germânio ou ao silício, causando uma falta de elétrons e formando assim um cristal do tipo "P" (Fig. 94).

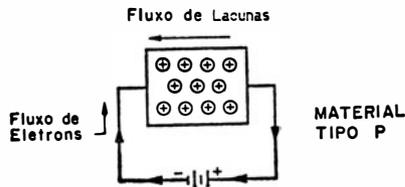


Fig. 94

Observe nessas figuras que o fluxo de lacunas do cristal P dirige-se em sentido oposto aos elétrons do cristal N.

## POLARIZAÇÃO DOS SEMICONDUTORES

Ao se juntar um cristal do tipo N com um do tipo P forma-se um diodo. Vemos na Fig. 95 que a polaridade da bateria é estabelecida de tal forma que o diodo se encontra polarizado diretamente. O terminal negativo da mesma está ligado ao cristal N e o positivo ao cristal P.

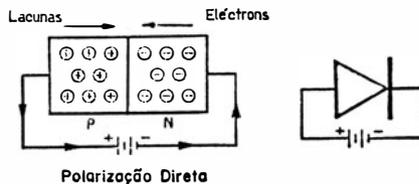


Fig. 95

A condução no cristal tipo N é feita através de elétrons que se unem às lacunas do cristal P na junção dos dois cristais (diodo de junção). A condução no cristal tipo P é feita por meio de lacunas.

No cristal P são injetadas novas lacunas, conforme os elétrons saem para o terminal positivo da bateria.

Quando se inverte a polaridade da bateria (negativo ao cristal P e positivo ao cristal N) o diodo ficará polarizado *inversamente*, e assim fluirá uma corrente muito pequena pelo circuito (Fig. 96).

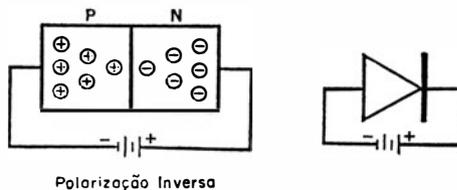


Fig. 96

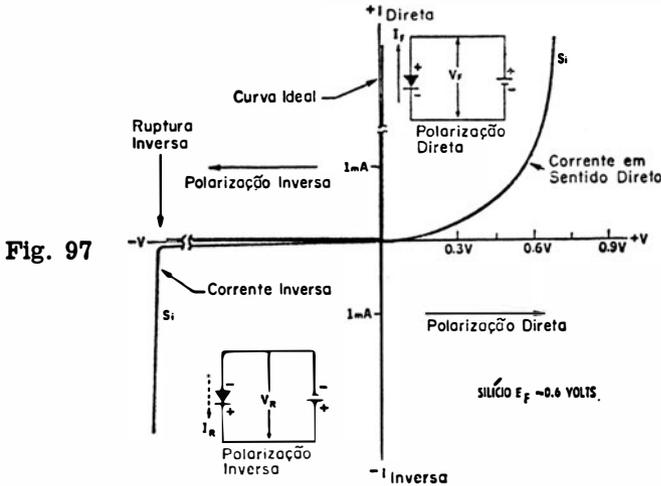
O terminal positivo da bateria atrairá os elétrons livres do cristal tipo N e o terminal negativo as lacunas do cristal tipo P. Conseqüentemente não

haverá combinação de elétrons e lacunas na junção e quase não fluirá corrente.

Os diodos possuem muitas aplicações nos circuitos de retificação e detecção (demodulação). Na Fig. 97 mostra-se a curva característica de um diodo semiconductor. A polarização inversa é expressa em volts, enquanto a direta está em milivolts.

Neste gráfico mostra-se a corrente inversa de fuga, muito reduzida (alguns microampères) quando em polarização inversa.

Através da junção P-N circulará uma corrente inversa de fuga muito pequena quando comparada com a corrente direta.



## O TRANSISTOR

O transistor é formado por três elementos semicondutores, como mostra a Fig. 98.

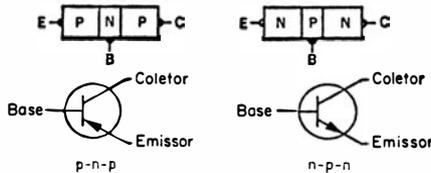
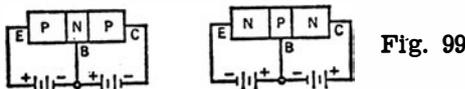


Fig. 98

Aí se vêem os diagramas em blocos de cristais, assim como os símbolos respectivos. Para que o transistor funcione como amplificador é necessário que a junção base-emissor seja polarizada no sentido direto e a coletor-base no sentido inverso (Fig. 99).



Nesse ponto podemos ver as diferenças básicas entre os transistores e as válvulas.

O fluxo de elétrons na válvula é controlado através da tensão de polarização de grade, enquanto que em um transistor a corrente de coletor é controlada pela corrente emissor-base. Uma pequena variação da corrente emissor-base produz uma variação grande na corrente de coletor; por isto considera-se o transistor como um amplificador de corrente e a válvula como amplificadora de tensão.

## CONFIGURAÇÕES BÁSICAS DOS CIRCUITOS TRANSISTORIZADOS

São três as configurações básicas dos circuitos transistorizados:

- a) Emissor comum
- b) Base comum
- c) Coletor comum

O elemento comum é aquele que toma parte na entrada e saída ao mesmo tempo.

A Fig. 100 mostra essas configurações para o tipo n-p-n. Pode-se usá-las também para o tipo p-n-p, bastando para isso inverter as polaridades das baterias.

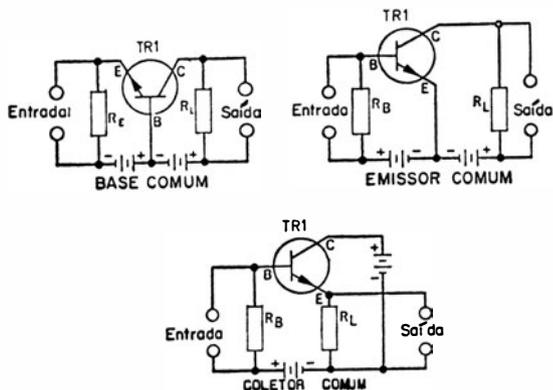


Fig. 100

A Fig. 101 resume as principais características técnicas dos três circuitos.

<i>Tipo do Circuito</i>	$R_i$	$R_o$	$A_v$	$A_i$	<i>Inversão de Fase</i>
Base Comum	Baixa	Alta	Alto	Menor que 1	Não
Emissor Comum	Média	Média	Alto	Alto	Sim
Coletor Comum	Alta	Baixa	Menor que 1	Alto	Não

Fig. 101

onde:  $R_i$  = Resistência de Entrada  
 $R_o$  = Resistência de Saída  
 $A_v$  = Ganho de Tensão  
 $A_i$  = Ganho de Corrente

Comparação entre transistor e válvula (Figs. 102 e 103).

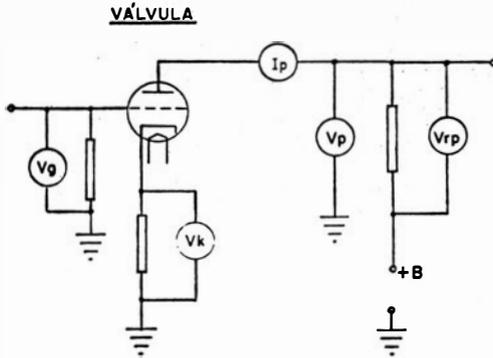


Fig. 102

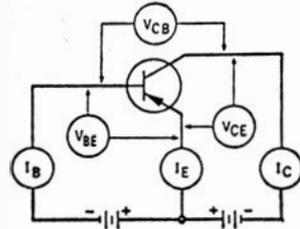


Fig. 103

Identificação dos parâmetros:

$V_g$  = tensão de grade  
 $V_k$  = tensão de catodo  
 $V_p$  = tensão de placa  
 $V_{rp}$  = tensão no resistor de carga de placa  
 $I_p$  = corrente de placa.

$I_B$  = corrente de base  
 $I_C$  = corrente de coletor  
 $I_E$  = corrente de emissor  
 $V_{CE}$  = tensão entre coletor e emissor  
 $V_{CB}$  = tensão entre coletor e base  
 $V_{BE}$  = tensão entre base e emissor

## DIAGRAMA DOS DISPOSITIVOS

Para a ligação correta dos transistores, evidentemente é necessário saber identificar os seus lides. A Fig. 104 mostra a disposição dos lides de alguns transistores mais comuns.

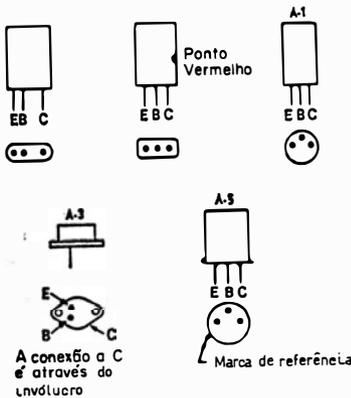


Fig. 104

Devido à grande variedade de diagramas e conexões de terminais, anexamos uma lista dos diversos símbolos de semicondutores (Fig. 105).

# LISTA DOS DIVERSOS SÍMBOLOS DE SEMICONDUTORES

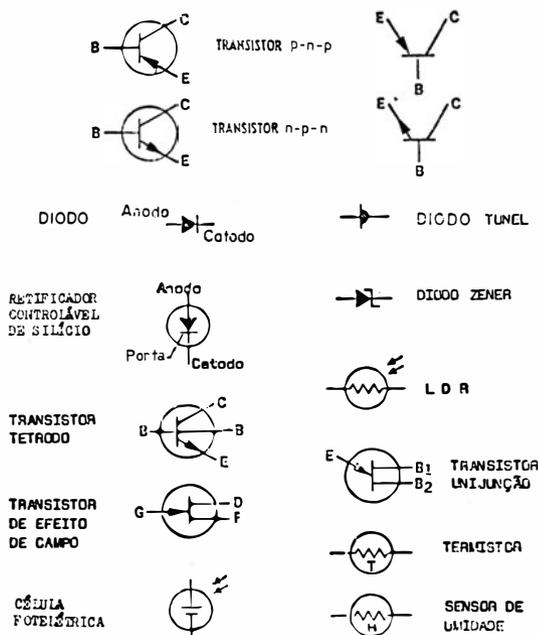


Fig. 105

## RETIFICAÇÃO E FILTRAGEM

O diodo, graças à sua propriedade unidirecional, retifica a corrente alternada, isto é, transforma-a de corrente alternada para corrente contínua pulsante; pode ser utilizado para retificação de meia onda ou para retificação de onda completa (Fig. 106).

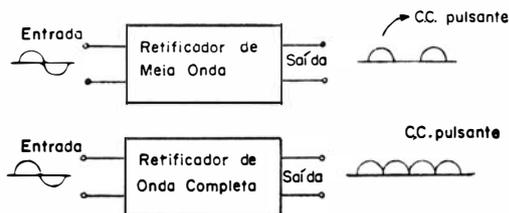
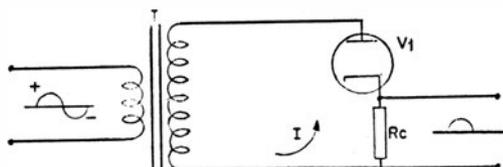


Fig. 106

Fig. 107



O esquema da Fig. 107 ilustra o processo da retificação. Se usarmos apenas um diodo, teremos retificação de meia onda, e se usarmos dois diodos (duplo diodo), teremos retificação de onda completa.

Quando a alternância positiva induzir uma tensão no secundário do transformador T, a placa de V1 será positiva em relação ao catodo e circulará uma corrente I com o sentido indicado (Fig. 107). Esta corrente reproduzirá o semiciclo entre os extremos de R<sub>c</sub>.

Na alternância seguinte a placa será negativa, e não haverá fluxo de elétrons do catodo para placa e portanto não teremos nenhum sinal sobre R<sub>c</sub>.

Nos próximos ciclos esse fenômeno irá se repetir, e a forma de onda no catodo será contínua pulsante (retificada).

O esquema da Fig. 108 mostra agora a retificação de onda completa (com dois diodos).

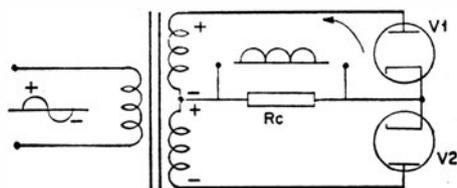


Fig. 108

Podemos notar que em R<sub>c</sub> agora teremos onda contínua pulsante retificada em onda completa; no semiciclo positivo (alternância positiva de entrada) V1 conduz e V2 não conduz, no semiciclo negativo (alternância negativa de entrada) V2 conduz e V1 não conduz, reproduzindo assim o ciclo completo.

Essa saída, quer seja retificação de meia onda ou de onda completa, é pulsante e precisamos agora torná-la a mais aplainada possível, o que será feito graças à atuação do circuito de filtragem.

O filtro R-C (Fig. 109) é o mais usado.

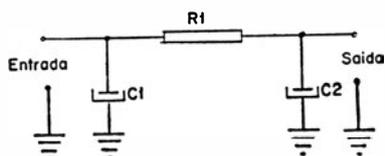


Fig. 109

Graças à constante de tempo de descarga, mais lenta que a de carga, dos capacitores C1 e C2, teremos o aplainamento da onda pulsante de entrada.

As formas de onda de entrada e saída (retificação em onda completa) são vistas na Fig. 110.



Fig. 110

Dependendo dos valores dos capacitores utilizados (capacitância), essa onda de saída será quase perfeitamente aplainada (corrente contínua).

O circuito da Fig. 111 mostra um diagrama completo de uma fonte de alimentação com retificação e filtragem, bem como as diversas formas de ondas.

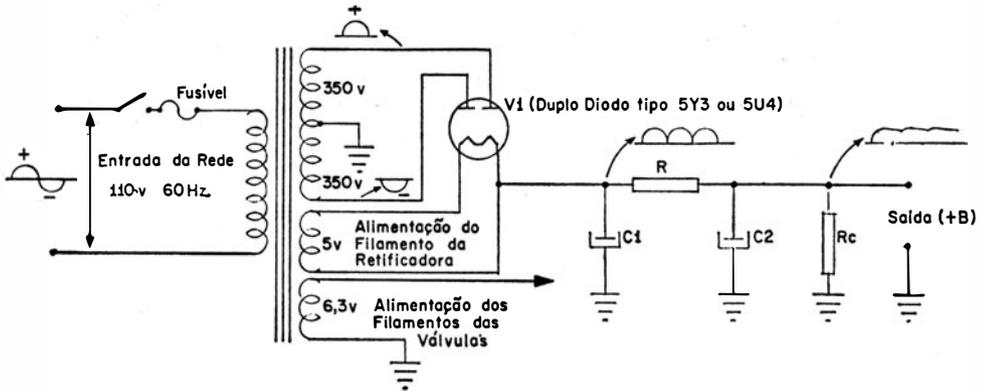


Fig. 111

## AMPLIFICADORES

Os amplificadores, como o nome indica, são projetados para amplificar sinais de certas frequências. São divididos em três grupos gerais em função da frequência:

1. **Amplificadores de Audiofrequência (A.F.)** — Amplificam sinais numa gama de 15 Hz a 15.000 Hz. São as frequências que nosso ouvido consegue detectar. São chamadas de audiofrequências ou frequências audíveis.
2. **Amplificadores de Videofrequência (V.F.)** — Assemelham-se aos amplificadores de áudio, mas cobrem uma faixa mais extensa de frequências, da ordem de 30 Hz a 6 MHz. São os amplificadores que permitem tornar visíveis sinais em telas de radar, televisão, etc.
3. **Amplificadores de Radiofrequência (R.F.)** — Amplificam frequências entre 30.000 Hz até vários bilhões de Hertz. São usadas em radar, transmissores, etc.

Na Fig. 112 apresentamos um circuito amplificador que utiliza uma válvula triodo.

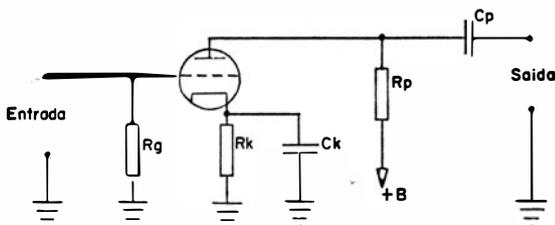


Fig. 112

Onde:

$R_g$  é o resistor de polarização de grade que mantém a mesma num certo regime, adequado a fazer a válvula funcionar como amplificadora. Pequenas variações dessa tensão de grade irão produzir grandes variações no sinal de placa (saída), fazendo com que o sinal saia amplificado. Esta amplificação dependerá das condições particulares do circuito.

$R_p$  é o resistor que fornece tensão de alimentação à placa da válvula, isto é, um potencial positivo para atrair elétrons do catodo.

$R_k$  e  $C_k$  mantêm a polarização de catodo a um nível ideal para emissão dos elétrons.

Quando o circuito que utiliza a válvula é projetado para proporcionar determinada potência à carga temos o que se chama *amplificador de potência*.

A Fig. 113 mostra um circuito equivalente ao da Fig. 112, porém utilizando o transistor.

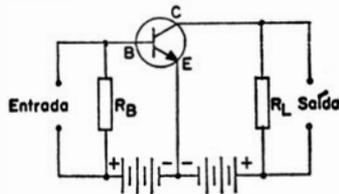


Fig. 113

Analogia entre o transistor e a válvula:

Base corresponde à Grade

Coletor corresponde à Placa

Emissor corresponde ao Catodo.

A diferença fundamental entre os dois é que o transistor é controlado pela corrente, enquanto a válvula é controlada pela tensão.

## OSCILADORES

Os osciladores são circuitos que geram sinais alternados. A produção de oscilações é devida basicamente ao circuito formado pela ligação de um capacitor em paralelo com um indutor (circuito oscilante).

Na Fig. 114(a) ao fecharmos a chave CH por um brevíssimo instante, entre os terminais do conjunto LC aparece uma tensão oscilante *amortecida*, como a da Fig. 114(b).

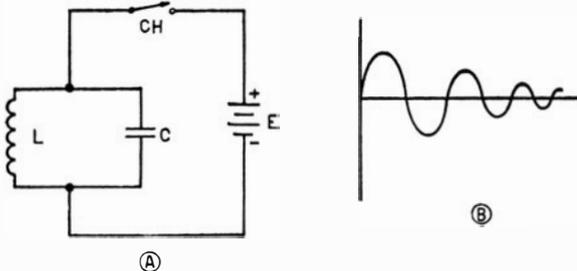


Fig. 114

Para obtermos uma oscilação contínua, isto é, de amplitude não decrescente, recorreremos ao circuito da Fig. 115(a). Nele, as oscilações do circuito LC são aplicadas diretamente à grade da válvula, aparecendo amplificadas no circuito de placa, donde são reaplicadas (realimentadas), pela bobina  $L_p$ , ao circuito oscilante, de forma tal que vão reforçar as oscilações originais.

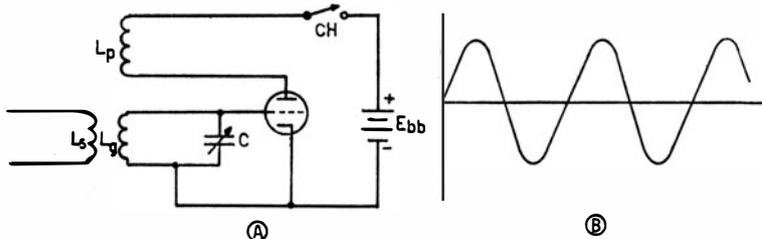


Fig. 115

As oscilações do circuito da Fig. 115(a), em virtude deste processo de realimentação positiva, têm a sua amplitude aumentada, porém este aumento se estabiliza em determinada amplitude, ditada pela saturação da válvula, como vemos na Fig. 115(b).

## DETECÇÃO

O circuito utilizando o diodo como detector foi um dos primeiros a surgir nas experiências com rádio. A comunicação radiotelefônica foi consequência da descoberta de que se podia superpor uma informação audível sobre uma onda de radiofrequência, e assim transmiti-la a longas distâncias e sem fios.

A antena receptora do rádio intercepta esta portadora de radiofrequência. Os circuitos de rádio a amplificam e a demodulam, convertendo seus sinais elétricos em sinais audíveis. O circuito que demodula o sinal chama-se detector ou demodulador. Como diodos detectores empregam-se semicondutores ou válvulas.

## MODULAÇÃO DE AMPLITUDE DE UMA ONDA DE RÁDIO — O TRANSMISSOR

No transmissor são superpostos os sinais audíveis sobre uma onda de radiofrequência (R.F.) O estágio que realiza essa superposição de ondas é chamado *modulador*.

Existem três processos básicos para se modular a portadora ("carrier") de R.F.:

- a modulação de amplitude (AM)
- a modulação de frequência (FM)
- a modulação de fase

A Fig. 116(a) representa uma portadora de R.F. não modulada. Trata-se de uma onda senoidal de radiofrequência que alcança periodicamente os mesmos valores máximos, ou de pico, positivos e negativos.

Na faixa de radiodifusão, a gama de frequências portadoras vai de 530 a 1.640 kHz.

A Fig. 116(b) representa um sinal de áudiofrequência (A.F.). Quando este sinal de A.F. é superposto à portadora de R.F., no transmissor, resulta no sinal de R.F. de amplitude modulada, que é mostrado na Fig. 116(c).

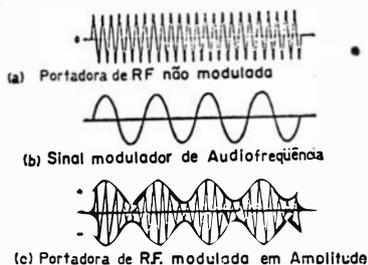


Fig. 116

- (a) Portadora de R.F. não modulada
- (b) Sinal modulador de áudiofrequência
- (c) Portadora de R.F. modulada em amplitude

A amplitude do sinal de R.F. varia com a amplitude do sinal modulador. Torna-se pois evidente que o sinal de R.F. modulado “carrega” consigo o sinal modulador. Este sinal é chamado de *envolvente*.

São utilizados sinais de R.F. para transportar as informações audíveis por ser mais fácil transmitir R.F. do que A.F.

Por outro lado, é possível fixar o valor da portadora de R.F. em frequência para as estações de rádio, de tal modo que facilite ao ouvinte sintonizar ou selecionar a estação que desejar. A Fig. 117 mostra um diagrama de blocos explicativo do que ocorre no transmissor.

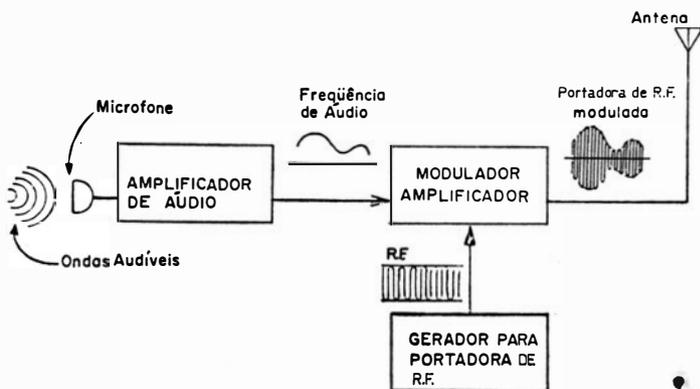


Fig. 117

As ondas audíveis (palavras, música, etc.) são transformadas em sinais elétricos de A.F. por um microfone.

Esses sinais de áudio são amplificados e vão modular uma portadora de R.F. na etapa moduladora. A portadora modulada é em seguida amplificada e enviada à antena onde será transmitida.

## RECEPÇÃO DAS ONDAS DE RÁDIO

No nosso receptor ocorre o inverso do que foi visto no transmissor. Este processo é chamado de demodulação ou detecção.

Quando se demodula uma portadora de R.F. suprime-se o sinal de R.F., ficando-se apenas com a envolvente, ou seja, o sinal de A.F. A Fig. 118 mostra um diagrama de blocos explicativo do que se passa num receptor de radiofrequência sintonizado (R.F.S.).

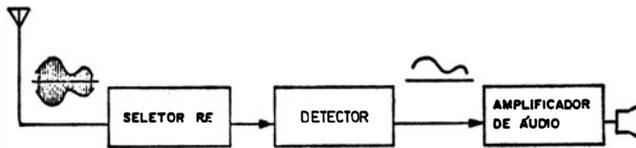


Fig. 118

O sinal da estação escolhida é recebido pela antena e seleccionado pelo seletor de R.F. Em seguida será detectado ou demodulado. O sinal de A.F. resultante será amplificado e entregue ao alto-falante. O sinal reproduzido no alto-falante será uma reprodução do som emitido no microfone do estúdio da estação transmissora.

## DEMODULAÇÃO

A demodulação compreende a retificação da portadora de R.F. modulada.

As características de retificação de certos diodos são baixa resistência direta e alta resistência inversa, motivo pelo qual funcionam como perfeitos detectores.

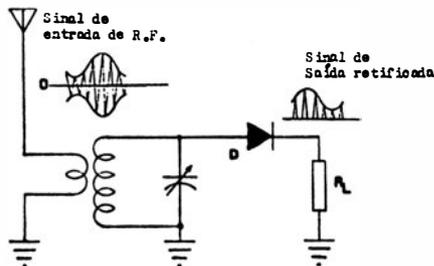


Fig. 119

No circuito retificador de meia onda da Fig. 119, o circuito sintonizado do secundário de antena selecciona o sinal da estação desejada. Este sinal será enviado ao anodo do diodo semicondutor D conectado como retificador de meia onda, o qual deixa passar apenas as alternâncias positivas do sinal de entrada.

A saída de R.F. retificada, resultante, aparece entre os extremos do resistor de carga de catodo,  $R_L$ .

O sinal retificado contém ainda a portadora de R.F. e os sinais moduladores de áudio.

Ligando-se um capacitor (C) de desacoplamento de R.F. em paralelo com  $R_L$ , conforme mostra a Fig. 120, elimina-se a R.F., permanecendo apenas o sinal de áudio completando assim o processo de demodulação.

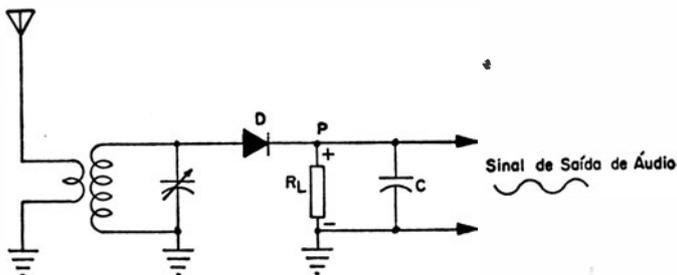


Fig. 120

As válvulas diodo, tais como a 6AL5 ou a seção diodo da 6AV6, também são utilizadas como detectoras. A Fig. 121 apresenta um circuito detector a válvula.

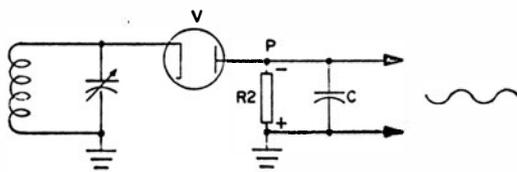


Fig. 121

Neste circuito, o catodo recebe o sinal de entrada, e o sinal de áudio de saída é retirado no circuito de placa.

Outras variantes desse circuito são encontradas em rádio-receptores.

A configuração do circuito detector é a mesma tanto para o diodo semicondutor como para a válvula diodo. Sem dúvida, uma diferença essencial está no valor do resistor de carga  $R_L$  e do capacitor de filtro de R.F., C.

No receptor R.F.S. (radiofrequência sintonizado) com semicondutor e amplificadores transistorizados,  $R_L$  pode ser  $5.000 \Omega$  e  $C = 0,01 \mu F$ . Já para circuitos a válvula,  $R_L = 500.000 \Omega$  e  $C = 250 pF$ .

## RECEPTORES SUPER-HETERODINOS

### Fenômeno da Heterodínagem

Consideremos o circuito da Fig. 122, onde nos primários temos a entrada de 2 sinais distintos em frequências diferentes, sendo um para cada primário. No secundário vamos notar 4 sinais distintos; os dois entrantes, a sua

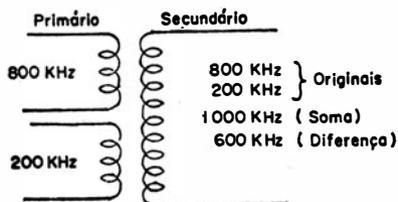


Fig. 122

soma e a sua diferença — mas isso, convém esclarecer, somente se o circuito for *não linear*.

A mistura desses sinais resultando a soma ou a diferença dos mesmos denominamos *batimento*.

Baseados nesse princípio é que funcionam os receptores super-heterodinos, com a vantagem de transformar por batimento a gama de frequências entrantes na antena em uma única resultante denominada *Frequência Intermediária* (F.I.), e assim os estágios todos trabalham em uma só frequência, o que traz a vantagem da diminuição dos circuitos sintonizados (um para cada frequência) e uma grande economia de material e mão-de-obra. Além disso, temos melhor sintonia e melhor ganho.

Esse processo de transformar em uma única frequência os sinais vindos da antena é efetuado pela conversora num batimento do sinal da emissora (captado pela antena) com um outro sinal que é gerado no próprio receptor pelo estágio oscilador local.

Em receptores comerciais mais aprimorados empregam-se dois ou até três estágios para conversão. São os chamados receptores de dupla ou tripla conversão.

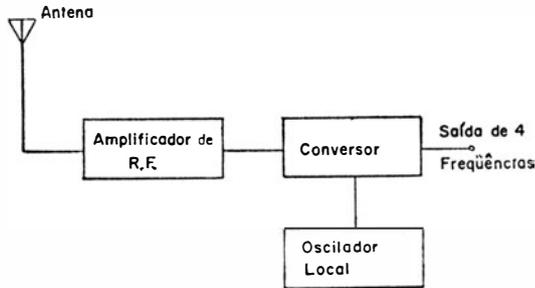


Fig. 123

Quando uma frequência primitiva é modulada, as 4 resultantes também o são. Desse modo, se for sintonizada uma emissora de 1.200 kHz e o oscilador local produzir 1.655 kHz, teremos como resultantes:

- 1.655 kHz — Primitiva (do osc. local)
- 1.200 " — Primitiva (da antena)
- 2.855 " — Soma das duas primitivas
- 455 " — Diferença (F.I.)

Considerando que num rádio o O.L. (Oscilador Local) normalmente gera uma frequência de 455 kHz acima da sintonizada pelo circuito de antena, então será sempre possível converter a onda sintonizada na F.I., pela diferença entre as duas.

A saída do misturador ou conversor, encontramos o canal de F.I. que tem por função amplificar a F.I. e prover a seletividade. Feito isto, o sinal poderá ser demodulado, isto é, separado a A.F. da F.I., desprezando-se a F.I. e o sinal é encaminhado à etapa amplificadora e, finalmente, entregue ao alto-falante.

Se ainda considerarmos nesse conjunto a etapa de alimentação (retificação e filtro) teremos o diagrama de blocos do receptor super-heterodino completo, apresentado na Fig. 124.

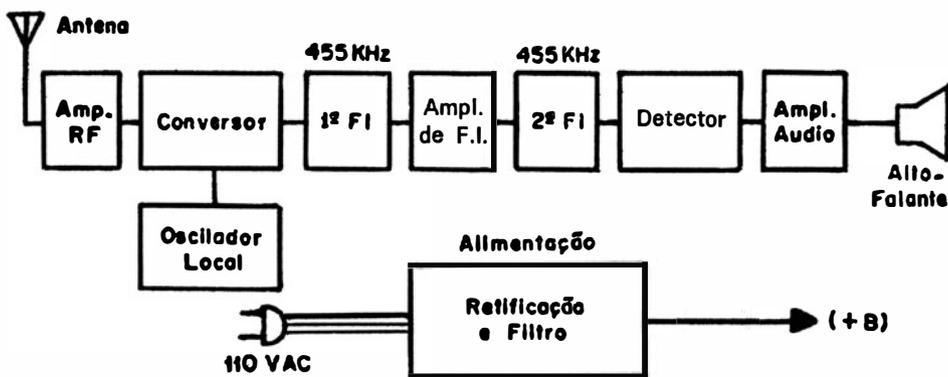


Fig. 124

## ANÁLISE DE UM TRANSMISSOR

O transmissor que analisaremos, em conjunto com um modulador, utiliza 4 válvulas, e mais uma para a fonte de alimentação. Na transmissão, temos uma 6L6 pentodo de saída. O tipo de modulação é de placa, e a frequência é controlada por um cristal, que é ligado da grade de controle da 6L6G à massa. A polarização de grade é feita através do conjunto de um resistor e um reator \* em paralelo com o cristal, à massa. O catodo está polarizado também através de um circuito L.C., sendo que a frequência de ressonância desse circuito é bem inferior à do cristal. O cristal faz com que o circuito oscilador gere várias frequências harmônicas mas a fundamental é a de maior potência.

Na placa da 6L6G encontramos ainda o circuito de carga, sobre o qual é acoplado o sintonizador de antena, que é sintonizado na frequência fundamental do cristal. O reator de 2,5 mH e o capacitor de 0,002  $\mu$ F servem como filtro de R.F. para desacoplar o modulador.

A corrente de placa da 6L6G passa pelo secundário do transformador de modulação onde se encontra também a ligação da grade auxiliar da 6L6. Note que o primário desse transformador encontra-se ligado ao circuito modulador; logo, é nesse ponto que se processa a modulação.

Como se percebe no circuito, pelo primário do transformador de saída circula a corrente de placa da moduladora (6L6), a qual induzirá no secundário os sinais amplificados de áudio. Essa tensão no secundário irá aumentar ou diminuir a tensão da placa da osciladora (6L6G) e, da mesma forma, portanto, a amplitude da portadora de transmissão.

No modulador, vemos uma preamplificadora de microfone (6SJ7) que é acoplada a um estágio excitador (6J5). Este conjunto entrega o sinal de áudio para a amplificadora final (6L6), isto é, a moduladora. O controle de nível de áudio (modulação) pode ser ajustado convenientemente através do potenciômetro que se encontra ligado na grade da 6J5. Como microfone podemos usar um de cristal. O circuito da fonte de alimentação acha-se representado na Fig. 127. O transformador fornece 350 V no secundário (por placa da retificadora 5U4), sob 200 mA de corrente total. CH2 é a chave de espera ("stand-by"). O filtro é do tipo em  $\pi$ .

(\*) O reator é também chamado "choque"; isto poderá ocorrer nas questões de exames (Nota da Editora).

Podemos resumir tudo o que foi dito no diagrama de blocos que apresentamos na Fig. 125.

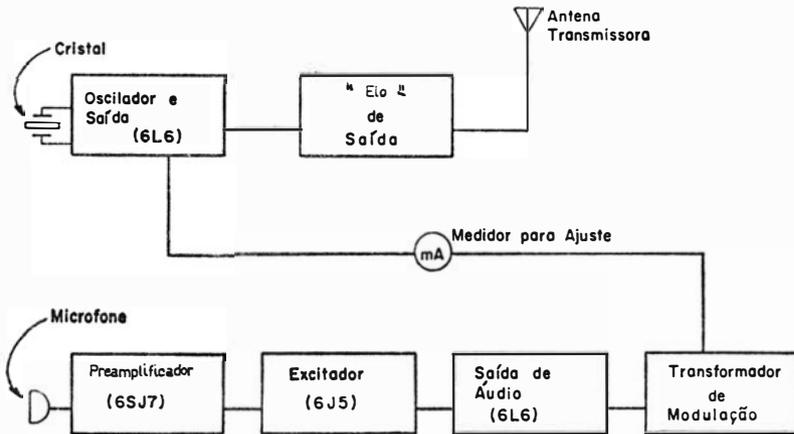


Fig. 125

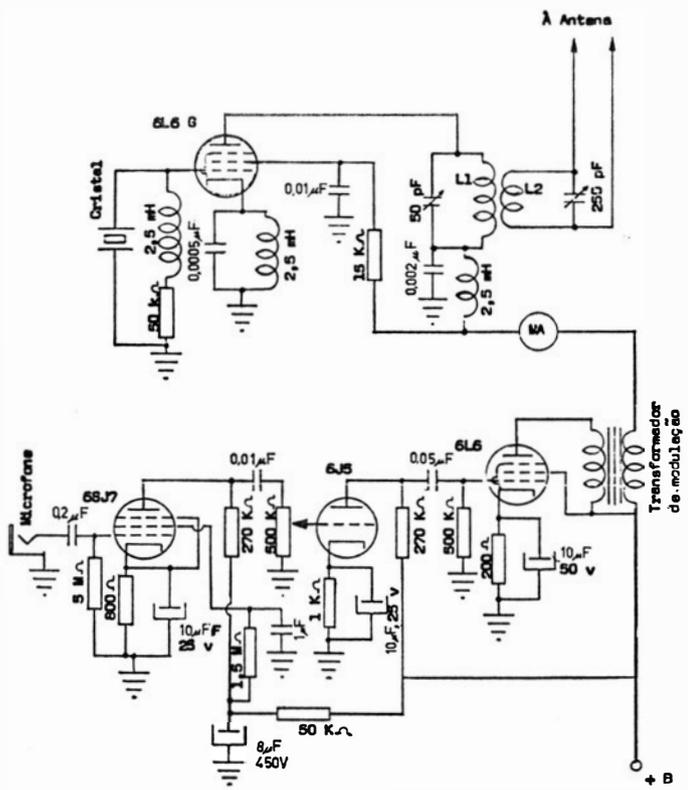


Fig. 126

## DADOS PARA CONFECÇÃO DA BOBINA PARA 40 m (L1 e L2)

Fôrma — Diâmetro externo 38 mm (1,5")

L1 — 17 espiras de fio esmaltado n.º 16 AWG, espiras unidas

L2 — 3 espiras superpostas a L1 — fio isolado de ligação.

## FONTE DE ALIMENTAÇÃO DO TRANSMISSOR (FIG. 127)

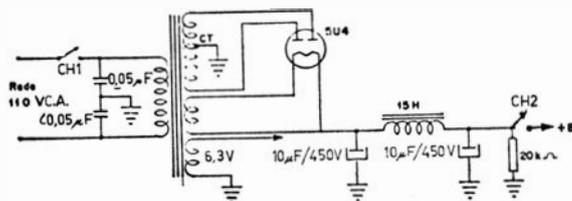


Fig. 127

## CONSTRUÇÃO DA ANTENA

Dipolo de meia onda para 40 m (Fig. 128)

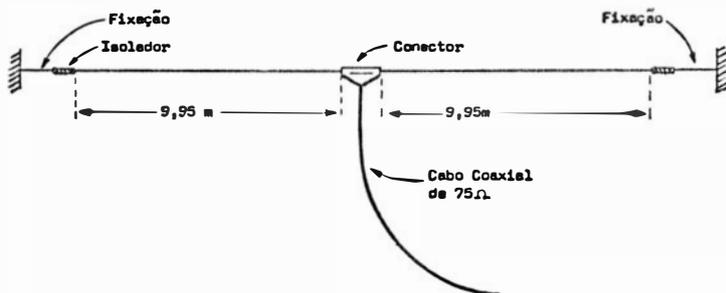


Fig. 128

## ANTENAS

Dos vários tipos de antena existentes, iremos nos ater em especial às utilizadas em transmissão pelos radioamadores.

### *Antena Dipolo ou de Meia Onda*

Ao aplicarmos um sinal de R.F. a um condutor suspenso no espaço, sendo o comprimento de onda deste sinal 2,08 vezes maior que o comprimento físico do condutor, haverá ressonância por parte desse condutor como uma antena de meia onda (Fig. 129).

Note que o comprimento de onda do sinal de R.F. que é aplicado à antena é de aproximadamente 2 vezes o comprimento físico do condutor, razão pela qual se diz que a antena é de meia onda.

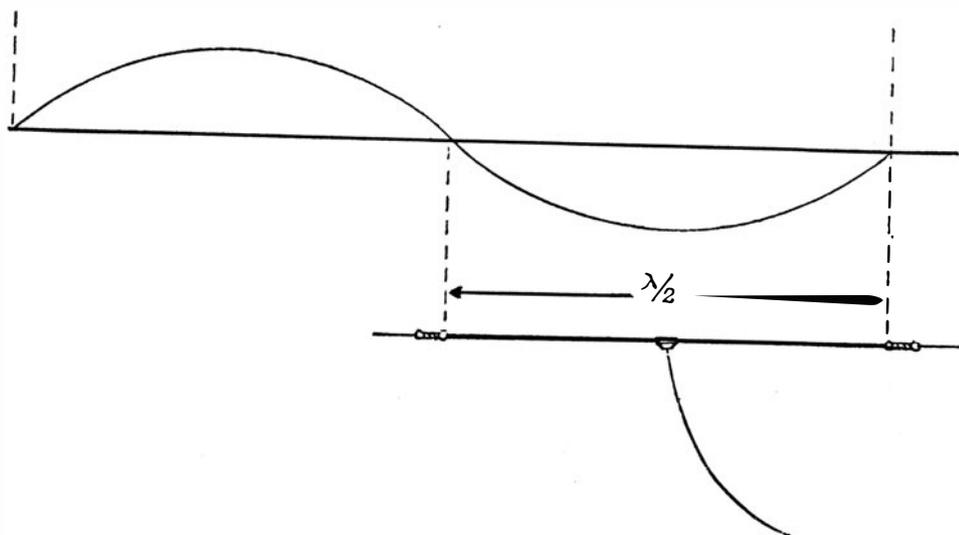


Fig. 129

Uma antena de meia onda é calculada pela fórmula:

$$C = \frac{150 \times 0,95}{\text{freq. (MHz)}} = \frac{142,5}{f}$$

onde C = comprimento em metros.

Assim, se considerarmos a frequência de 7.150 kHz ou 7,15 MHz (40 m) teremos:

$$C = \frac{142,5}{7,15} = 19,90 \text{ m}$$

Portanto, teremos 9,95 m para cada lado, descontado o espaço do conector central.

A principal característica dessa antena é a sua irradiação tanto para frente como para trás, conforme mostra a Fig. 133.

Supõe-se a antena no centro do referido gráfico e as características de transmissão e recepção são colocadas num giro de 360° ao redor da antena. As formas dos lóbulos indicam a diretividade da antena.

A antena dipolo de meia onda pode ser alimentada por cabo coaxial de 52 ou 75 Ω, sendo este último preferível devido ao perfeito casamento de impedâncias.

#### *Ondas Estacionárias*

Considerando a antena como um condutor, ao se lhe aplicar uma tensão de R.F. no meio, quando esta tensão incidente atingir as extremidades da antena não terá meios de se propagar e daí refletirá para o centro da

antena novamente. Por isso diz-se que a antena dipolo apresenta extremos de impedância infinita ou circuito aberto. Essa onda refletida encontra-se com a onda incidente que está indo para as extremidades. Essas duas ondas serão somadas algebricamente no seu ponto de encontro, sendo que, se estiverem fora de fase, cancelar-se-ão (nós de corrente ou tensão) e se em fase, somar-se-ão (ventres ou picos). O gráfico resultante desse encontro é o visto na Fig. 130.

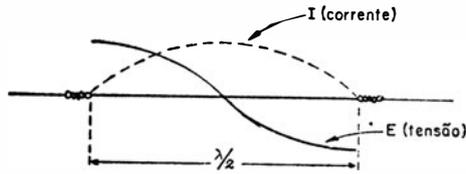


Fig. 130

Observando-se a Fig. 130 vê-se que E e I estão defasadas de 90°, ou seja, quando a E é máxima, a I é mínima, e vice-versa. Sabemos, pela Lei de Ohm, que quando a corrente é máxima, a impedância é mínima, e onde a tensão é máxima, a impedância é máxima também ( $R = \frac{E}{I}$  ou  $Z = \frac{E}{I}$  onde Z = Impedância).

Essas ondas que aparecem simplificada na Fig. 130 são chamadas de ondas estacionárias, e devem ter forma adequada para o ótimo funcionamento da antena e ausência de irradiações secundárias inconvenientes.

Quando alimentamos a antena pela extremidade, temos alimentação de tensão (Fig. 131); porém se a alimentação for no meio, será alimentação de corrente (Fig. 132), uma vez que está no ponto de máxima corrente.

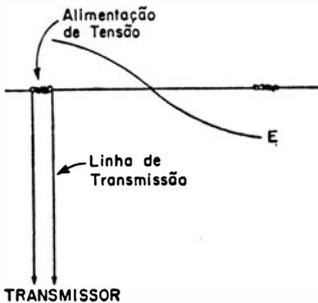


Fig. 131

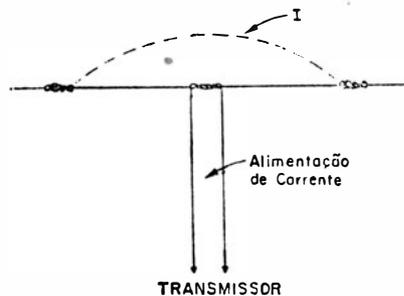
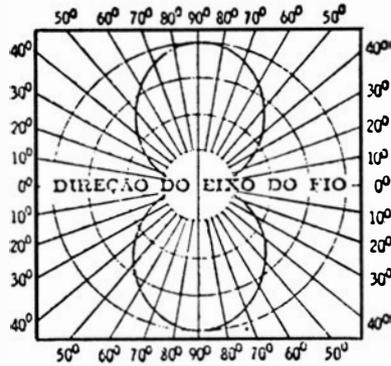


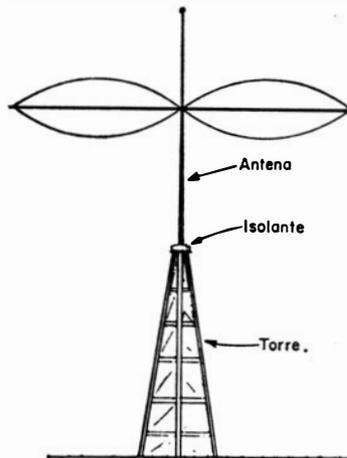
Fig. 132

**GRÁFICO DE IRRADIAÇÃO DA ANTENA HORIZONTAL  
(Dipolo de Meia Onda) (Fig. 133)**

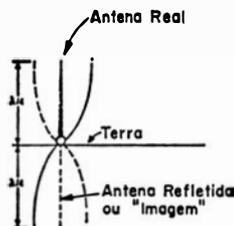


**Fig. 133**

**CORTE TRANSVERSAL DAS CARACTERÍSTICAS DE IRRADIAÇÃO DE UMA ANTENA VERTICAL (Fig. 134)**



**Fig. 134**



**Fig. 135**

Um tipo bastante usado é a antena vertical de um quarto de onda ligada à terra, conhecida como antena Marconi (Fig. 135).

A parte vertical acima da terra possui um comprimento de  $\lambda/4$  e ainda existe uma antena vertical ou refletida na própria terra.

Além desses tipos básicos existem ainda as antenas direcionais, que utilizam elementos diretores e refletores. É o caso típico da antena de televisão tipo Yagi (Fig. 136).

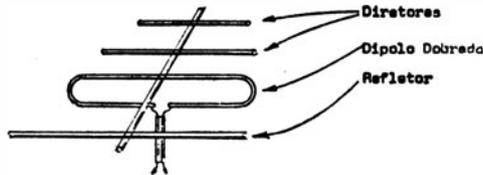


Fig. 136

O gráfico de irradiação de uma antena deste tipo está apresentado na Fig. 137, e o seu lóbulo anterior terá tanto mais diretividade quanto maior for o número de elementos diretores da antena. O refletor por sua vez atenua o lóbulo posterior.

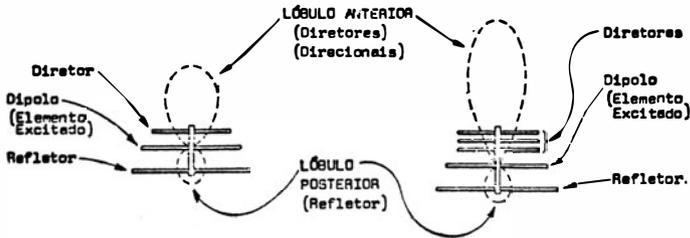


Fig. 137

Esses tipos de antenas são utilizados em bandas altas para DX (comunicados a longas distâncias), devido às suas características de diretividade; entre eles são mais conhecidas as antenas Yagi de 2 ou 3 elementos, as cúbicas de quadro, etc.

Importante também é a linha de transmissão, cuja impedância deve estar perfeitamente casada, tanto com a do transmissor como com a da antena, para diminuir a relação de ondas estacionárias (R.O.E.).

Pode-se determinar a impedância característica de um cabo coaxial com isolamento a ar pela fórmula:

$$Z_0 = 138 \log \frac{b}{a}$$

onde  $Z_0$  = Impedância característica.

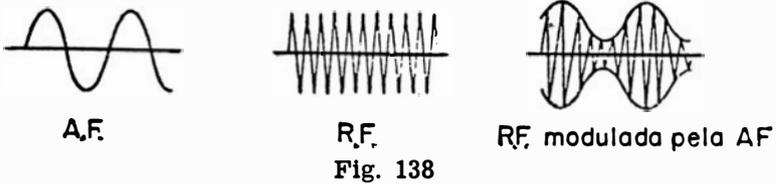
$b$  = Diâmetro interno do condutor externo

$a$  = Diâmetro externo do condutor interno

## COMUNICAÇÃO EM SSB

A título de recordação falaremos no sistema de modulação em amplitude (AM). Sabe-se que um sinal de A.F. (audiofrequência) modula em

amplitude a portadora de R.F. (radiofrequência), conforme se vê na Fig. 138.



Nesse caso temos frequência constante e amplitude variável. Analisando o espectro de um sinal de R.F. já modulado em amplitude, observa-se a presença de dois sinais de modulação além da portadora (R.F.). Esses dois sinais são respectivamente a banda lateral superior e inferior, conforme a Fig. 139.

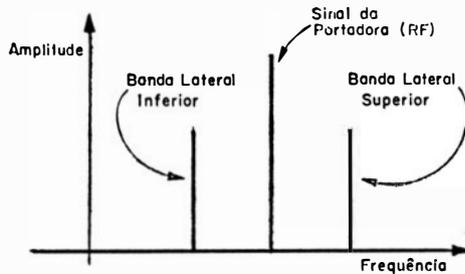


Fig. 139

No sistema de comunicação em **SSB**, suprime-se a portadora e uma das bandas laterais e, em consequência, obtém-se um aumento na eficiência da comunicação.

A título de exemplo vamos considerar uma portadora com um nível de 100 volts modulada 100% em amplitude. Consideremos também a impedância do sistema de irradiação como sendo de 50 Ω

Pela lei das potências pode-se escrever, para a portadora:

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{100^2}{50} = \frac{10.000}{50} = 200 \text{ W}$$

Se agora analisarmos, em cada banda teremos metade da tensão da portadora para cada uma, portanto:

$$P = \frac{50^2}{50} = \frac{2.500}{50} = 50 \text{ W}$$

Verificamos que a potência em cada banda é 1/4 da potência total, ou seja, da potência da portadora.

Concluimos pois que, para modularmos uma portadora de 200 W, precisamos de 100 W de potência do sinal modulante (50 W de cada banda). Teremos assim um total geral de 300 W (200 de portadora e 100 de modulação).

Cálculo da potência no ponto máximo de modulação:

Tensão: portadora + bandas laterais =  $100 + (2 \times 50) = 200 \text{ V}$

Impedância do sistema irradiante =  $50 \Omega$ .

$$P = \frac{200^2}{50} = \frac{40.000}{50} = 800 \text{ W}$$

Assim verificamos que  $\frac{2}{3}$  da potência total encontra-se na portadora:

2

— de 300 = 200 W.

3

Pois 200 W — Portadora

50 W — Lateral superior

50 W — *Lateral inferior*

---

300 W — Total

$$\frac{2}{3} \times \frac{300}{1} = \frac{600}{3} = 200$$

Em SSB mede-se a Potência de Pico da Envolvente (“Peak Envelope Power” — PEP).

$$P = \frac{E^2}{R}$$

onde: E — tensão de pico da envolvente

R — carga

No exemplo dado, a potência de pico em AM é de 800 W.

No caso de SSB, ou B.L.S. (Banda Lateral Singela), somente é transmitida uma banda lateral, que aliás é o elemento que contém a informação de áudio.

Admitindo a mesma potência global de 800 watts concentrada em uma banda lateral única, teremos uma apreciável vantagem do SSB sobre o AM, conforme a relação:

$$\frac{\text{SSB}}{\text{AM}} = \frac{800 \text{ W (Banda lateral única)}}{200 \text{ W (Portadora de AM)}} = 4 \text{ x potência}$$

Expressando a relação acima em decibéis:

$$N = 10 \log \frac{P1}{P2} = 10 \log \frac{800}{200} = 6 \text{ dB}$$

De fato a vantagem é bastante acentuada, porque no caso de SSB toda a energia está concentrada na banda lateral transmitida, enquanto que em AM somente  $\frac{1}{4}$  da potência da portadora é que aparece como banda lateral que é o veículo da informação de áudio, de vez que a outra banda lateral de AM é redundante por repetir toda a informação.

Repetindo o mesmo cálculo com as bandas laterais de AM, temos:

$$\frac{\text{SSB}}{\text{AM}} = \frac{800}{50} = 16 \text{ x potência.}$$

Há ainda a vantagem na recepção da maior seletividade do filtro utilizado, que de modo geral pode ainda contribuir com mais duas vezes em potência, admitindo-se que o filtro de SSB produz uma seletividade duas vezes mais aguda que o de AM, com a conseqüente melhoria da relação sinal/ruído.

## SUPRESSÃO DA PORTADORA

Um dos métodos mais utilizados para a supressão da portadora é através do *modulador balanceado tipo série* (Fig. 140).

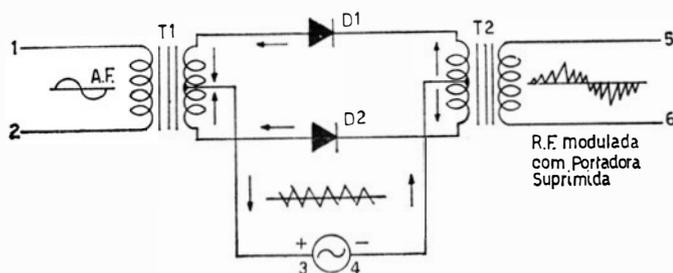


Fig. 140

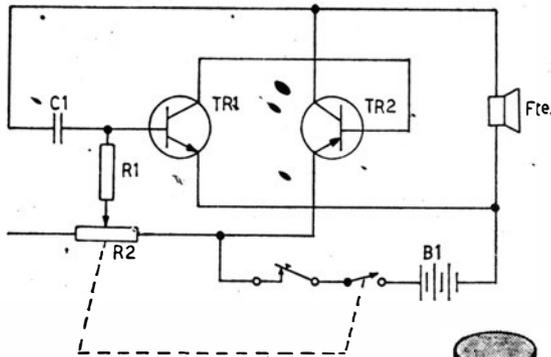
Em 1 e 2 aplicamos o sinal de áudio modulante. Entre as derivações centrais de T1 e T2 temos o sinal de R.F. (portadora).

Se imaginarmos em um certo instante  $t$  o ponto 3 do gerador como positivo, teremos as correntes indicadas pelas setas. Como essas correntes passam pelos secundários em sentidos opostos para cada metade, e sendo os transformadores perfeitamente simétricos, o campo magnético gerado pela passagem dessas correntes será nulo, e assim sendo não teremos transferência de sinal para o outro enrolamento acoplado.

Já a variação de A.F. entre 1 e 2 passa ao secundário de T1 provocando variações nas correntes de R.F., e passa para 5 e 6 de T2, onde teremos sinal modulado e com a portadora suprimida.

Se agora considerarmos o instante seguinte onde o ponto 3 do gerador seja negativo, veremos que os diodos D1 e D2 bloquearão a circulação das correntes, pois sua função é justamente essa, a de impedir que o áudio apareça em 5 e 6 de T2.





## ESQUEMA DE UM OSCILADOR TRANSISTORIZADO PARA A PRÁTICA DE TELEGRAFIA (CW)

• Pinta Azul = n-p-n - AC187  
 • Pinta Verm. = p-n-p - AC188  
 (A pinta indica o colorido)

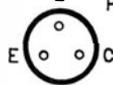


Fig. 142

### LISTA DE MATERIAL

TR1/TR2 — AC187/AC188, par complementar  
 R1 — 100 k $\Omega$ , 1 W  
 R2 — 47 k $\Omega$ , potenciômetro logarítmico com chave  
 C1 — 0,02  $\mu$ F  
 B1 — 3 V, 2 pilhas de 1,5 V em série  
 Ftê. — Falante de 8  $\Omega$ , 0,2 W

### Diversos

1 suporte para 2 pilhas tipo lapiseira  
 2 m de fio nº 22 AWG, 1 ponte com 10 terminais, solda, etc.

## CHAPEADO PARA A MONTAGEM DO OSCILADOR (FIG. 143)

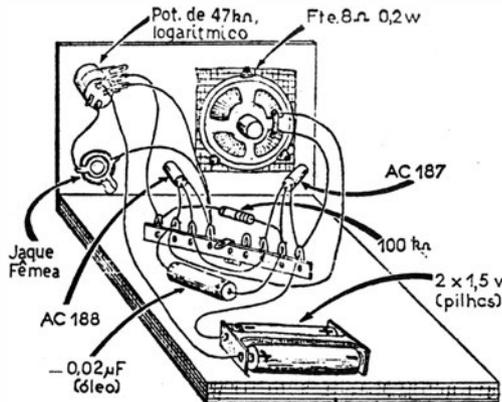


Fig. 143

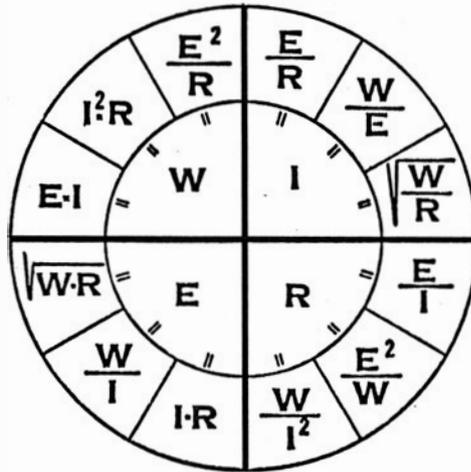
## TABELA DE CONVERSÃO

Para todas as unidades de medida, existem múltiplos e/ou submúltiplos que facilitam muito o manuseio dos números. Em muitos casos pode ser necessário converter um múltiplo em submúltiplo, ou a unidade em múltiplo, etc. Para este fim serve a tabela da página 83. Na primeira coluna consta a grandeza a ser convertida (inclusive o símbolo correspondente); na segunda consta o símbolo da grandeza desejada, e na terceira coluna consta o fator de multiplicação correspondente.

Por exemplo: para converter ohms ( $\Omega$ ) em  $\mu\Omega$ , multiplique por 1.000.000.

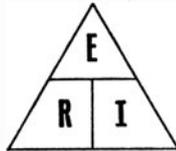
Para converter a grandeza	em	Multiplique por
Ampères (A)	mA	× 1.000
Ampères (A)	µA	× 1.000.000
Miliampères (mA)	A	× 0,001
Miliampères (mA)	µA	× 1.000
Microampères (µA)	A	× 0,000.001
Microampères (µA)	mA	× 0,001
Megohms (MΩ)	kΩ	× 1.000
Megohms (MΩ)	Ω	× 1.000.000
Quilohms (kΩ)	MΩ	× 0,001
Quilohms (kΩ)	Ω	× 1.000
Ohms (Ω)	MΩ	× 0,000.001
Ohms (Ω)	kΩ	× 0,001
Ohms (Ω)	µΩ	× 1.000.000
Microohms (µΩ)	Ω	× 0,000.001
Quilovolts (kV)	V	× 1.000
Volts (V)	kV	× 0,001
Volts (V)	mV	× 1.000
Volts (V)	µV	× 1.000.000
Milivolts (mV)	V	× 0,001
Milivolts (mV)	µV	× 1.000
Microvolts (µV)	V	× 0,000.001
Microvolts (µV)	mV	× 0,001
Quilowatts (kW)	W	× 1.000
Watts (W)	kW	× 0,001
Watts (W)	mW	× 1.000
Watts (W)	µW	× 1.000.000
Milliwatts (mW)	W	× 0,001
Milliwatts (mW)	µW	× 1.000
Microwatts (µW)	W	× 0,000.001
Microwatts (µW)	mW	× 0,001
Siemens (S)	µS	× 1.000.000
Microsiemens (µS)	S	× 0,000.001
Gigahertz (GHz)	MHz	× 1.000
Gigahertz (GHz)	kHz	× 1.000.000
Gigahertz (GHz)	Hz	× 1.000.000.000
Megahertz (MHz)	GHz	× 0,001
Megahertz (MHz)	kHz	× 1.000
Megahertz (MHz)	Hz	× 1.000.000
Quilohertz (kHz)	GHz	× 0,000.001
Quilohertz (kHz)	MHz	× 0,001
Quilohertz (kHz)	Hz	× 1.000
Farads (F)	µF	× 1.000.000
Farads (F)	nF	× 1.000.000.000
Farads (F)	pF	× 1.000.000.000.000
Microfarads (µF)	F	× 0,000.001
Microfarads (µF)	nF	× 1.000
Microfarads (µF)	pF	× 1.000.000
Picofarads (pF)	F	× 0,000.000.000.001
Picofarads (pF)	µF	× 0,000.001
Picofarads (pF)	nF	× 0,001
Henrys (H)	mH	× 1.000
Henrys (H)	µH	× 1.000.000
Milihenrys (mH)	H	× 0,001
Milihenrys (mH)	µH	× 1.000
Microhenrys (µH)	H	× 0,000.001
Microhenrys (µH)	mH	× 0,001

## FORMULÁRIO



**W = WATTS**  
**E = VOLTS**

**I = AMPÈRES**  
**R = OHMS**



$R = \rho \frac{L}{S}$	$\lambda = \frac{V}{f}$
$X_L = 2\pi fL$	$C = \frac{142,5}{f}$
$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$	$\left\{ \begin{array}{l} C = \text{metros} \\ f = \text{MHz} \end{array} \right.$

## BIBLIOGRAFIA

- ELETRICIDADE BÁSICA — Valkenburgh — Nooger e Neville  
 ELETRÔNICA BÁSICA — Valkenburgh — Nooger e Neville  
 TELEVISÃO BÁSICA — Vol. 2 — A. Schure  
 THE RADIO AMATEUR'S HANDBOOK — Edições 1958, 1974  
 ABC DO RADIO MODERNO — Walter G. Salm  
 TUDO SOBRE ANTENAS DE TV — Gualter Gill  
 CURSO DE RÁDIO — Instituto Rádio Técnico Monitor  
 ELEMENTOS DE ELETRÔNICA — Philips  
 FUNDAMENTOS DE UHF — Allan Lytel  
 CURSO DE RADIO — Ely Pereira Fraga  
 ARTIGO SOBRE SSB DE JOSÉ CARLOS TELES — Revista Rádio e Televisão  
 BASIC ELECTRICITY — Paul B. Zbar  
 BASIC ELECTRONICS — Paul B. Zbar  
 FUNDAMENTOS DE ELECTRÓNICA — Howard H. Gerish  
 EXPERIMENTOS CON TRANSISTORES Y SEMICONDUCTORES — Howard H. Gerish  
 ELETROTÉCNICA PARA ESCOLAS PROFISSIONAIS — Anzehofer — Heim — Schultheiss — Weber

# PREVENÇÃO DE ACIDENTES

É muito importante a parte de prevenção de acidentes para todos que manipulam equipamentos elétricos ou eletrônicos.

No caso de transmissores, especificamente, recomenda-se que não se toque em nenhum componente quando o mesmo estiver em operação.

A seguir vamos reproduzir matéria a respeito publicada no Boletim da Comissão Especial de Prevenção de Acidentes (CEPA), da Light Serviços de Eletricidade S.A. — São Paulo — Edição n.º 78 (julho/agosto/setembro 1970).

## COMO REDUZIR AS POSSIBILIDADES DE CHOQUE ELÉTRICO

*A execução de serviços, no setor da Eletricidade, além da atenção requerida pela natureza do trabalho, exige precauções indispensáveis, relacionadas com o uso de equipamento isolante de proteção ou, em casos especiais, com a redução da tensão.*

*Com a finalidade de evitar a ocorrência de choques elétricos, indicaremos a seguir os dois meios, mostrando assim a vantagem do seu emprego.*

### 1) Equipamento de proteção.

#### a) Sem o uso de luvas e tapete de borracha

*A Fig. 1 mostra as condições de circulação da corrente no caso de provável contato de uma pessoa com um condutor vivo, estando a mesma sobre um estrado comum.*

*Nas condições mencionadas, uma corrente de 1/20 ampère, ou seja, 50 miliampères, circulará através do corpo humano para a terra, sendo, assim, muito intenso o choque elétrico recebido e de consequências desfavoráveis.*

#### b) Com o uso de luvas e tapete de borracha

*Se, como indica a Fig. 2, forem usadas luvas e tapete de borracha, uma corrente reduzida circulará através do corpo do operador, ou seja, 1/10.000 ampère (0,1 miliampère), perfeitamente suportável pelo corpo humano.*

### 2) Redução da Tensão

*Em alguns casos, quando houver possibilidade de reduzir-se a tensão, a intensidade do choque elétrico também será reduzida, como veremos a seguir:*

#### a) Sem redução da tensão (tensão plena de 240 volts)

*A Fig. 3 mostra o caso em que a vítima, sobre um piso seco, entra em contato, acidentalmente, com o circuito energizado. O seu corpo será atravessado por uma corrente de 0,025 ampère (25 miliampères) suficientemente intensa para se tornar perigosa em certas circunstâncias.*

#### b) Com redução da tensão (derivação central nas espiras do transformador para terra).

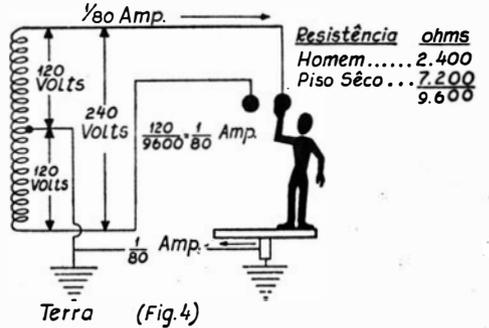
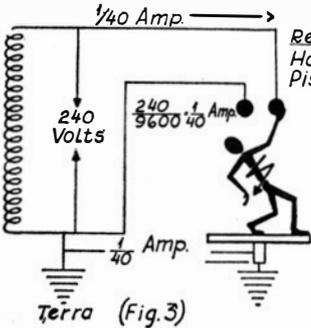
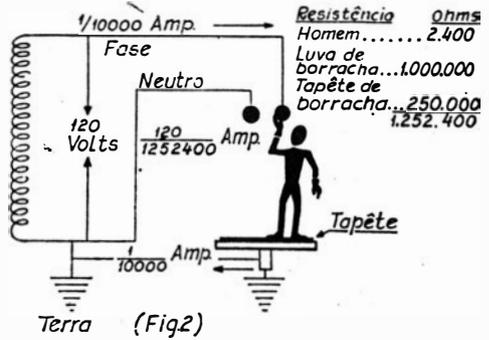
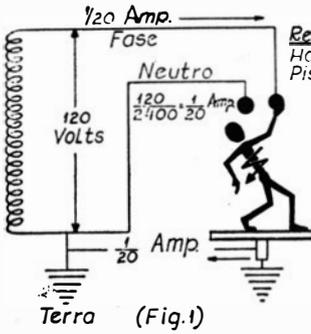
**QUADRO SINÓPTICO DOS MEIOS DE PROTEÇÃO E SUAS VANTAGENS**

<b>Precauções</b>	<b>Condições</b>	<b>Perturbações possíveis</b>	<b>Estado possível após o choque</b>	<b>Possibilidade de salvamento</b>	<b>Consequência provável</b>
<b>Material de Proteção</b>	<b>Sem equipamento isolante</b>	<b>Sensação dolorosa e contrações violentas. Perturbações circulatórias</b>	<b>Desfalecimento</b>	<b>Respiração artificial</b>	<b>Provável restabelecimento</b>
	<b>Com equipamento isolante</b>	<b>Sem perturbações</b>	<b>Normal</b>	—	<b>Normal</b>
<b>Redução da tensão</b>	<b>Sem redução de tensão</b>	<b>Sensação dolorosa e contrações violentas. Perturbações circulatórias</b>	<b>Desfalecimento</b>	<b>Respiração artificial</b>	<b>Provável restabelecimento</b>
	<b>Com redução de tensão</b>	<b>Contrações musculares</b>	<b>Normal</b>	—	<b>Normal</b>

Na Fig. 4, com o artifício indicado, a tensão do contato ficará reduzida a 120 volts, isto é, à metade do valor anterior e, conseqüentemente, a redução da corrente, que na mesma proporção passará a 12,5 miliampères, diminui a severidade do choque.

**CONCLUSÃO:**

Resumimos, no quadro da pág. 86, as duas providências mencionadas e o que delas pode decorrer.



De uma maneira geral, podemos dizer que é de grande importância o primeiro socorro que se presta às vítimas de um acidente. Quando a providência é acertada ela consegue seu objetivo, que é salvar uma vida. Sempre em presença de um acidente deve-se conservar a calma e, rápida e cuidadosamente, procurar reconhecer a natureza ou extensão da lesão.

Em casos graves chame com urgência o médico, principalmente em casos de choque elétrico e asfixia. No caso de choque elétrico ou asfixia por gás ou afogamento, deve-se procurar aplicar respiração artificial imediatamente, procurando primeiramente desenrolar a língua do vitimado, em casos de choques elétricos, pois a mesma poderá obstruir a respiração.

As instruções que se seguem devem ser obedecidas à risca, mesmo em casos que a vítima pareça morta.

**CHOQUE ELÉTRICO:** desembaraçar a vítima rapidamente da corrente elétrica, utilizando um objeto seco, como cabo de vassoura, calbro, etc. Não toque na vítima antes de afastá-la da causa que motivou seu acidente.

**RESPIRAÇÃO ARTIFICIAL:** examine a boca e a garganta removendo objetos estranhos, tais como dentaduras, balas, etc. Desenrole a língua, de-

sobstruindo as vias respiratórias. Se a boca da vítima estiver fortemente cerrada, deixe esse exame para depois. Afrouxe as roupas do paciente rapidamente, principalmente no pescoço (gravata, etc.).

Inicie a reanimação rapidamente e com calma, pois não se deve perder tempo e nem tomar atitudes afobadas.

Execute o método de respiração artificial, por exemplo o Holguer-Nielsen, como se descreve a seguir:

Para aplicação do método Holguer-Nielsen (pressão nas costas e levantamento dos braços), o operador deve colocar a vítima de bruços com as faces apoiadas nas mãos. O operador deve permanecer em frente à cabeça da vítima, apoiado em um ou ambos os joelhos.



- 1 — Coloque as mãos nas costas à altura das axilas da vítima, em posição tal que ambos os polegares se toquem.



- 2 — Suspenda vagarosamente o seu próprio corpo, conservando os cotovelos esticados e exercendo sensível pressão sobre as costas da vítima.



- 3 — Após essa pressão, deslize as suas mãos em direção aos braços da vítima, até a altura dos cotovelos e os segure.



- 4 — Puxe os braços da vítima até o ponto máximo em direção ao seu próprio corpo; depois volte os braços da vítima à posição inicial, completando os movimentos.

**ESSA OPERAÇÃO DEVE SER REPETIDA, EM MÊDIA, 12 VEZES POR MINUTO**

Retornando os braços da vítima à posição inicial, volte a reproduzir a primeira manobra, e assim por diante.

A respiração artificial deve ser continuada sem interrupção até que a respiração natural seja restabelecida. Ela deve ser aplicada durante quatro ou mais horas, a não ser que o médico declare a vítima morta.

Deve-se manter a vítima bem agasalhada. Não administrar nenhum líquido à vítima, antes de recuperar os sentidos.

Não deixe a vítima se levantar logo que recupere os sentidos. Mantenha-a deitada em repouso e confortavelmente, tanto quando possível.

Ao recuperar-se completamente, pode-se administrar à vítima um estimulante, tal como chá, café, etc.

Durante a reanimação da vítima, os movimentos devem obedecer sempre um ritmo regular, mesmo tendo que se trocar de socorrente.

De um modo geral, não toque em equipamentos ligados, especialmente em casos de manutenção. Não use os dedos ou a mão para verificar se há corrente em uma tomada elétrica. Não teste alta tensão de transmissores com chave de fenda.

Sob qualquer anormalidade, desligue primeiramente o equipamento da rede e em seguida proceda à sua verificação.

Lembre-se sempre do velho "slogan" *"PRÉVENIR ACIDENTES É DEVER DE TODOS"*.





- 14 — A tensão é igual ao produto da corrente pela resistência.  
Certo ( ) Errado ( )
- 15 — Precisamos aplicar quatro volts sobre um resistor de quatro ohms, para se obter quatro ampères.  
Certo ( ) Errado ( )
- 16 — Nos circuitos série a corrente total é igual à soma das várias correntes que circulam em cada uma das resistências.  
Certo ( ) Errado ( )
- 17 — Num circuito série a corrente é a mesma em todos os pontos.  
Certo ( ) Errado ( )
- 18 — Uma das características do circuito paralelo é a tensão ser a mesma em todos os braços.  
Certo ( ) Errado ( )
- 19 — No circuito série a tensão total é a soma das quedas de tensão.  
Certo ( ) Errado ( )
- 20 — No circuito paralelo a resistência total é maior que a menor resistência que houver no circuito.  
Certo ( ) Errado ( )
- 21 — Um circuito é dito paralelo quando sua resistência total é igual ao produto das resistências que compõem a associação.  
Certo ( ) Errado ( )
- 22 — Nos circuitos paralelos a corrente total é a soma das correntes bifurcadas.  
Certo ( ) Errado ( )
- 23 — Quando só houver dois resistores em paralelo, a resistência resultante será igual ao quociente do produto pela soma destas.  
Certo ( ) Errado ( )
- 24 — Pela Lei de Ohm, se aumentarmos a resistência, a corrente também aumentará.  
Certo ( ) Errado ( )
- 25 — Para obtermos maior corrente devemos associar pilhas em série.  
Certo ( ) Errado ( )
- 26 — Para se obter maior tensão associamos pilhas em paralelo.  
Certo ( ) Errado ( )
- 27 — O miliampère equivale à milionésima parte do Ampère.  
Certo ( ) Errado ( )
- 28 — A soma das quedas de tensão verificadas num circuito fechado é igual à tensão total aplicada.  
Certo ( ) Errado ( )
- 29 — O voltímetro é colocado em série com o circuito que se quer medir devido à sua alta resistência.  
Certo ( ) Errado ( )
- 30 — A sensibilidade dos amperímetros é medida em ohms por volt.  
Certo ( ) Errado ( )
- 31 — A unidade de medida de potência elétrica é o quilowatt.  
Certo ( ) Errado ( )
- 32 — A potência elétrica pode ser calculada como sendo o produto da resistência pelo quadrado da corrente.  
Certo ( ) Errado ( )

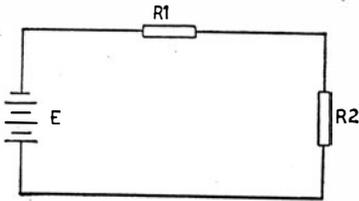
- 33 — Podemos adquirir no comércio qualquer valor de resistência que calcularmos em nossos circuitos.  
Certo ( ) Errado ( )
- 34 — Pode-se imantar qualquer peça de ferro por vários processos.  
Certo ( ) Errado ( )
- 35 — O único isolante às linhas de força magnética é o vidro.  
Certo ( ) Errado ( )
- 36 — Quanto maior o número de espiras de uma bobina, maior será a sua indutância.  
Certo ( ) Errado ( )
- 37 — A força contra eletromotriz (f.c.e.m.) estará sempre presente em um circuito, quando houver variação de corrente.  
Certo ( ) Errado ( )
- 38 — As indutâncias usadas como filtros nos circuitos de fontes de alimentação são denominadas reatores.  
Certo ( ) Errado ( )
- 39 — A indutância de 3 indutores ligados em paralelo é maior do que quando ligados em série.  
Certo ( ) Errado ( )
- 40 — A reatância indutiva aumenta com o aumento da frequência.  
Certo ( ) Errado ( )
- 41 — Um capacitor carregado comporta-se como uma fonte de f.e.m.  
Certo ( ) Errado ( )
- 42 — A reatância capacitiva varia na razão direta da capacitância.  
Certo ( ) Errado ( )
- 43 — A mica é empregada como dielétrico nos capacitores destinados a trabalhar em altas frequências.  
Certo ( ) Errado ( )
- 44 — As capacitâncias que existem entre as várias peças do aparelho de rádio são denominadas parasitas.  
Certo ( ) Errado ( )
- 45 — Nos capacitores com dielétrico de papel, a característica de tensão é baixa.  
Certo ( ) Errado ( )
- 46 — Os fatores que fazem variar a reatância capacitiva são: frequência e capacitância.  
Certo ( ) Errado ( )
- 47 — A capacitância de 3 capacitores ligados em série é maior do que em paralelo.  
Certo ( ) Errado ( )
- 48 — A reatância capacitiva é inversamente proporcional à frequência.  
Certo ( ) Errado ( )
- 49 — Quanto maior a capacitância de um capacitor, menor será a carga em seus terminais.  
Certo ( ) Errado ( )
- 50 — Quando os capacitores são colocados em série, somam-se as tensões, assim como as capacitâncias.  
Certo ( ) Errado ( )

## 2.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Lacunas: ELETRICIDADE

- 1 — A resistência de um condutor é ..... proporcional ao comprimento.
- 2 — A corrente elétrica é entendida como sendo movimento de ..... através de um condutor.
- 3 — A borracha é um ótimo isolante pois possui ..... elétrons livres.
- 4 — A corrente elétrica é ..... proporcional à resistência elétrica.
- 5 — A unidade de medida de corrente elétrica é .....
- 6 — Um circuito é dito ..... quando a corrente total é igual à soma das correntes derivadas.
- 7 — Em um circuito do tipo paralelo, pela resistência menor passará ..... corrente.
- 8 — Um coulomb por segundo é igual a um .....
- 9 — A resistência ôhmica de um condutor varia com a natureza do material, comprimento, seção do condutor e .....
- 10 — A letra E nas fórmulas geralmente indica .....
- 11 — A corrente, ..... se aumentarmos a resistência de um circuito, mantendo constante a tensão.
- 12 — Circulará uma corrente de ..... por um resistor que dissipa 100 W de potência sob uma tensão de 10 volts.
- 13 — A tensão oferecida por duas pilhas ligadas em ..... é a mesma que a fornecida por uma só das pilhas.
- 14 — Numa associação em ..... de resistores a tensão total é a soma das tensões nos vários resistores componentes da associação.
- 15 — Ao efetuarmos medidas de corrente, inserimos o instrumento sempre em ..... com o circuito.
- 16 — A tensão criada por uma corrente de 5 A em um resistor de 20  $\Omega$  é de ..... volts.
- 17 — ..... é a solução usada nas pilhas e acumuladores.
- 18 — Um quiloampère é equivalente a ..... Ampères.
- 19 — Um circuito em paralelo com resistores de 60 e 30  $\Omega$  apresentam uma resistência total de .....  $\Omega$ .
- 20 — ..... é o inverso de resistência.
- 21 — O enrolamento do transformador alimentado diretamente a uma fonte de alimentação chama-se ....., enquanto que o enrolamento que recebe a tensão induzida é o .....
- 22 — Um transformador ..... é aquele que transforma baixas tensões em altas tensões.
- 23 — Nos transformadores, somente a corrente ..... é utilizada.
- 24 — Chama-se ..... à substância isolante que fica entre as armaduras de um capacitor.
- 25 — Hertz é a unidade utilizada para se medir .....
- 26 — O espaço existente entre 2 pólos de um ímã é chamado .....

**3.a Parte: Questões tipo Problemas: ELETRICIDADE**

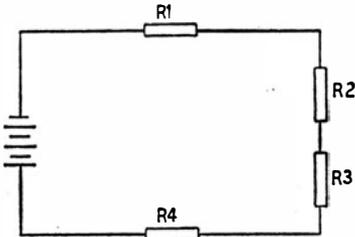
1 — Qual a corrente total no circuito abaixo:



$R1 = 15 \Omega$   
 $R2 = 25 \Omega$   
 $E = 20 \text{ V}$

$I = \underline{\hspace{2cm}}$

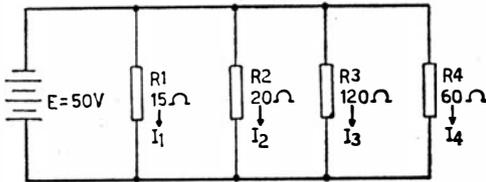
2 — Qual a tensão da bateria no circuito:



$R1 = 8 \Omega$   
 $R2 = 12 \Omega$   
 $R3 = 14 \Omega$   
 $R4 = 16 \Omega$   
 $I = 2,5 \text{ A}$

$E = \underline{\hspace{2cm}}$

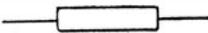
3 — No circuito, calcular:



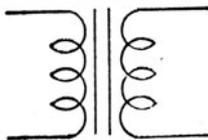
$I_1 = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $I_2 = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $I_3 = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $I_4 = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $E_1 = \underline{\hspace{2cm}}$   
 $R_1 = \underline{\hspace{2cm}}$

**4.a Parte: Questões sobre simbologia: ELETRICIDADE/ELETRÔNICA**

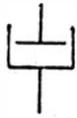
Dar o nome dos componentes representados simbolicamente abaixo:



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



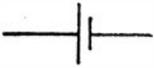
---



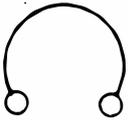
---



---



---



---



---



---



---



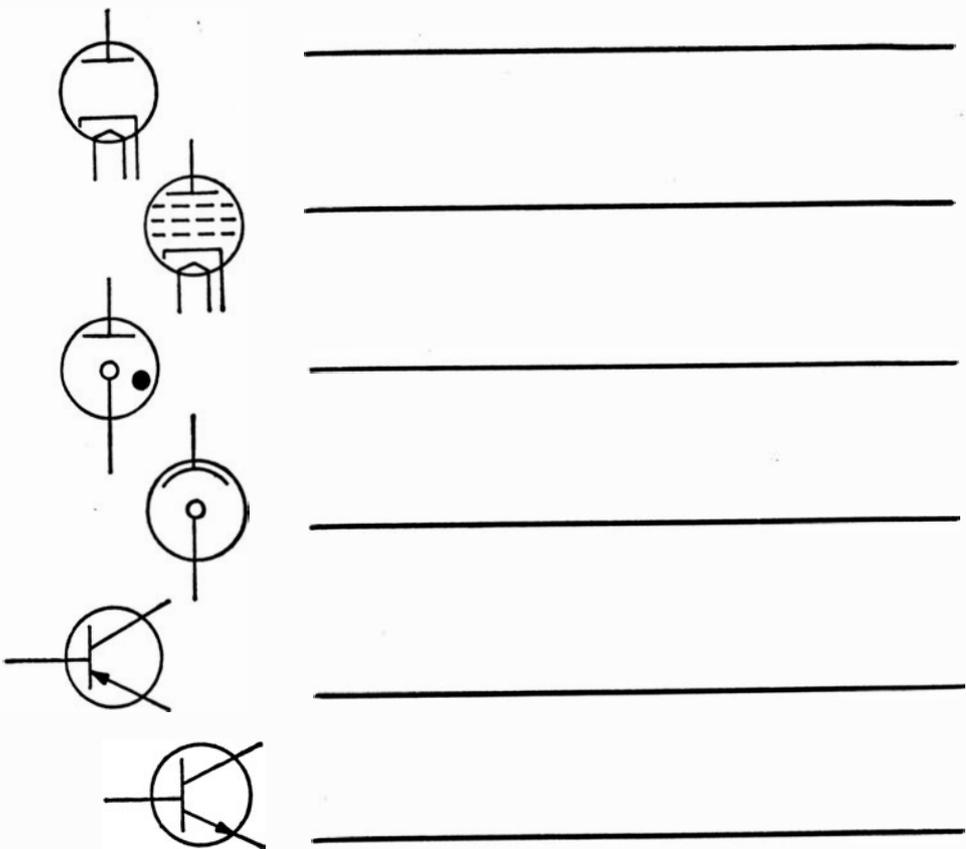
---



---



---



**5.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Certo ou Errado: ELETRÔNICA**

- 1 — Em um diodo, os elétrons viajam do catodo para a placa.  
 Certo  Errado
- 2 — Numa válvula que utiliza aquecimento direto, o filamento serve de catodo.  
 Certo  Errado
- 3 — O tipo mais simples de válvula a vácuo é o diodo. Consiste de dois elementos, um anodo e um catodo.  
 Certo  Errado
- 4 — No catodo da válvula retificadora aparece onda pulsante.  
 Certo  Errado
- 5 — Um diodo não pode controlar a intensidade de corrente através de seus eletrodos.  
 Certo  Errado
- 6 — Num retificador de meia onda na alternância positiva do transformador, a corrente flui do catodo para a placa, e na alternância negativa, flui da placa para o catodo.  
 Certo  Errado

- 7 — Em um retificador de onda completa, quando uma válvula conduz a outra também conduz.  
 Certo  Errado
- 8 — Os retificadores com circuito de reator de filtro são usados nos transmissores.  
 Certo  Errado
- 9 — Um triodo não pode ser utilizado como retificador.  
 Certo  Errado
- 10 — Nas válvulas triodo existe a emissão secundária.  
 Certo  Errado
- 11 — Um triodo amplifica e inverte o sinal de 180°.  
 Certo  Errado
- 12 — Uma das maiores desvantagens da válvula triodo é o seu baixo fator de amplificação.  
 Certo  Errado
- 13 — Quanto maior for a frequência, melhor será a refração pela ionosfera.  
 Certo  Errado
- 14 — A propagação da onda eletromagnética terrestre depende dos efeitos das estações do ano, do dia e da noite.  
 Certo  Errado
- 15 — As ondas terrestres são usadas para comunicações a longa distância.  
 Certo  Errado
- 16 — Quanto maior a frequência, menor será o fio a ser utilizado como antena.  
 Certo  Errado
- 17 — A camada acima da terra que afeta a propagação da onda de rádio é a ionosfera.  
 Certo  Errado
- 18 — Utilizando-se a onda espacial, para transmitirmos a grandes distâncias usando uma antena direcional, devemos variar o ângulo de irradiação.  
 Certo  Errado
- 19 — As camadas ionizadas são causadas pelas irradiações de raios catódicos.  
 Certo  Errado
- 20 — A variação do sinal na recepção chama-se desvanecimento.  
 Certo  Errado
- 21 — A inclinação causada pela ionosfera nas ondas espaciais é denominada reflexão.  
 Certo  Errado
- 22 — O circuito tanque de saída num transmissor geralmente é do tipo LC.  
 Certo  Errado
- 23 — O comprimento em centímetros de uma onda de 3.000 MHz é de 0,1.  
 Certo  Errado
- 24 — Quando variamos a amplitude da onda suporte, a modulação será em frequência.  
 Certo  Errado
- 25 — Na modulação de amplitude, uma modulação com grau maior que 100% provocará distorção.  
 Certo  Errado

- 26 — A largura de faixa é a diferença entre a maior e a menor frequências das bandas lateral superior e inferior.  
 Certo  Errado
- 27 — Nos moduladores de alto nível a modulação é feita em placa.  
 Certo  Errado
- 28 — É impossível obter-se um som de alta-fidelidade na recepção em AM devido ao canal de frequências das estações transmissoras ter pequena largura de faixa.  
 Certo  Errado
- 29 — O microfone transforma ondas sonoras em elétricas.  
 Certo  Errado
- 30 — Uma relação de ondas estacionárias (R.O.E.) muito alta é necessária para o bom funcionamento do transmissor.  
 Certo  Errado

**6.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Lacunas: ELETRÔNICA**

- 1 — Em uma válvula os elétrons fluem sempre do catodo para .....
- 2 — As válvulas dos transmissores costumam usar filamentos de .....
- 3 — Para alimentar um filamento de aquecimento ..... podemos usar corrente alternada.
- 4 — Uma triodo pode ser usado como válvula amplificadora porque a grade ..... a corrente de placa.
- 5 — O alto-falante converte ondas ..... em ondas .....
- 6 —  $X_L = 2\pi fL$  é fórmula para se calcular .....
- 7 — Uma onda hertziana é formada devido à interação dos campos ..... e .....
- 8 — A válvula de 5 grades chama-se ..... ou .....
- 9 — Uma emissora irradiando sinais em 40 metros estará na frequência de ..... kHz.
- 10 — A frequência do oscilador nos transmissores é geralmente controlada por um O.F.V. ou por .....

**7.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Múltipla Escolha — Diversos: ELETRICIDADE/ELETRÔNICA**

- 1 — As frequências entre 3-30 MHz estão na faixa de:  
a) UHF      b) VHF      c) HF      d) SHF
- 2 — Um resistor com as cores verde preto e amarelo em anéis possui resistência de:  
a) 500 k $\Omega$       b) 50 k $\Omega$       c) 5 M $\Omega$       d) 50 M $\Omega$
- 3 — A lei de Ohm diz:  
a)  $R = E \cdot I$     b)  $R = E \div I$     c)  $E = R \div I$     d)  $I = E \times R$
- 4 — A unidade de medida de corrente elétrica é:  
a) Ohm      b) Watt      c) Volt      d) Ampère



- 10 — A eletricidade produzida nas pilhas é causada por:  
 a) Ação de baterias                      c) Atrito  
 b) Ação química                            d) N.D.A.
- 11 — Fluxo de elétrons chama-se:  
 a) Potencial                                      c) Potência  
 b) Corrente                                        d) N.D.A.
- 12 — O movimento de corrente de um potencial negativo para o positivo é a corrente:  
 a) Potencial                                      c) Mista  
 b) Eletrônica                                    d) N.D.A.
- 13 — A unidade de medida de corrente elétrica é:  
 a) Volt                      b) Watt                      c) Ampère                      d) N.D.A.
- 14 — O aparelho que mede tensão elétrica é o:  
 a) Wattímetro    b) Amperímetro    c) Voltímetro    d) Ohmímetro
- 15 — O material que oferece pouca oposição à passagem dos elétrons é:  
 a) Isolante                      b) Neutro                      c) Condutor                      d) Químico
- 16 — O material usado para controlar fluxo de corrente chama-se:  
 a) Capacitor                      b) Resistor                      c) Pilha                      d) N.D.A.
- 17 — A Lei de Ohm é a seguinte:  
 a)  $R = E \times I$                       b)  $E = R \times I$                       c)  $I = E \times R$                       d) N.D.A.
- 18 — O trabalho de remover elétrons na unidade de tempo chama-se:  
 a) Resistência    b) Potência    c) Capacitância    d) Indutância
- 19 — Watt é a unidade de medida de:  
 a) Tensão                      b) Corrente                      c) Resistência                      d) N.D.A.
- 20 — A queima do fusível interrompe num circuito a:  
 a) Tensão                      b) Corrente                      c) Resistência                      d) Potência
- 21 — A resistência total é menor que a menor individual do circuito. Trata-se de um circuito:  
 a) Paralelo                      b) Série                      c) Misto                      d) N.D.A.
- 22 — O líquido das pilhas chama-se:  
 a) Elemento ácido-básico    c) Protótipo  
 b) Eletrólito                      d) N.D.A.
- 23 — Na pilha seca o elemento negativo é:  
 a) Zinco                      b) Cobre                      c) Carvão                      d) N.D.A.
- 24 — O ácido usado nas baterias é o:  
 a) Nítrico                      b) Clorídrico                      c) Sulfúrico                      d) N.D.A.
- 25 — Uma associação de pilhas chama-se:  
 a) Acumulador                      b) Bateria                      c) Série                      d) N.D.A.
- 26 — Duas pilhas de 1,5 V cada, associadas em série fornece uma tensão de:  
 a) 1,5 V                      b) 3,0 V                      c) 4,5 V                      d) N.D.A.
- 27 — Associando-se pilhas em série teremos:  
 a) Tensão constante e soma das correntes.  
 b) Soma das tensões e corrente constante.  
 c) Soma das tensões e das correntes.  
 d) Corrente e tensão constantes.
- 28 — “Material que atrai” chama-se:  
 a) Próton                      b) Elétron                      c) Ímã                      d) Néutron

- 29 — Um ímã apresenta pólos em número de:  
 a) Dois      b) Três      c) Quatro      d) N.D.A.
- 30 — Pólos de sinais contrários:  
 a) Repelem-se      b) Atraem-se      c) N.D.A.
- 31 — O espaço ocupado pelas linhas de força chama-se:  
 a) Campo magnético      b) Pólos      c) Carcaça      d) N.D.A.
- 32 — O espaço entre dois pólos de um ímã é o:  
 a) Pólo neutro      b) Campo neutro      c) Entreferro      d) N.D.A.
- 33 — Aumentando a corrente, a intensidade do campo magnético:  
 a) Não varia      b) Aumenta      c) Diminui      d) N.D.A.
- 34 — O enrolamento do transformador que recebe a tensão diretamente chama-se:  
 a) Primário      b) Secundário      c) Núcleo de ferro      d) Entreferro
- 35 — Transformar energia mecânica em elétrica é função do:  
 a) Transformador      b) Capacitor      c) Gerador      d) Resistor
- 36 — A tensão residencial está entre:  
 a) 110-220 V      b) 220-440 V      c) 3,8-4,8 kV      d) N.D.A.
- 37 — A fórmula para calcular a reatância indutiva é:  
 a)  $2\pi fL$   
 b)  $2\pi fC$   
 c)  $2\pi fLC$   
 d)  $2\pi CK$
- 38 — Um circuito sintonizado L-C usa:  
 a) Capacitor e resistor      c) Indutor e resistor  
 b) Capacitor e indutor      d) Resistor puro
- 39 — A válvula pentodo possui elementos em número de:  
 a) 4      b) 5      c) 3      d) 7
- 40 — Um sinal de 25 V na entrada de um triodo é coletado na saída com 50 V. Esse triodo é:  
 a) Detector      c) Amplificador  
 b) Retificador      d) Modulador
- 41 — Transformar onda alternada em contínua é função do:  
 a) Conversor      c) Misturador  
 b) Oscilador      d) Retificador
- 42 — Transformar ondas sonoras em ondas elétricas é função do:  
 a) Receptor      c) Oscilador  
 b) Microfone      d) Retificador
- 43 — A atenuação do sinal devido à variação das camadas atmosféricas é chamada de:  
 a) Desvanecimento      b) Propagação      c) Desvio      d) Campo morto
- 44 — A frequência do PY operando em 15 metros é:  
 a) 21 MHz      b) 19 MHz      c) 20 MHz'      d) 23 MHz
- 45 — Uma alta R.O.E. na linha de transmissão é causada por:  
 a) Não casamento de impedâncias      c) Isolador quebrado  
 b) Catenária longa      d) N.D.A.
- 46 — O ondâmetro funciona basicamente:  
 a) Por ligação elétrica ao transmissor      c) Por aquecimento indutivo  
 b) Por indução      d) Por acoplamento capacitivo
- 47 — A estabilidade do oscilador é garantida pelo:  
 a) O.F.V.      b) Capacitor      c) Cristal      d) Indutor

- 48 — O filtro na fonte de alimentação garante:
- Linearização da tensão +B
  - Amortecimento da estacionária
  - +B bem maior
  - +B com variações
- 49 — Adiciona o sinal de áudio sobre a portadora de R.F.:
- Conversor
  - Modulador
  - Demodulador
  - Oscilador
- 50 — Para se testar uma saída de um transmissor:
- Liga-se direto à antena
  - Liga-se à antena via capacitor
  - Usa-se antena fantasma
  - Usa-se um freqüencímetro

---

**Exemplo dos temas para redação que podem ser pedidos nos exames.**

#### CLASSE "A"

### AS TELECOMUNICAÇÕES COMO FATOR DE DESENVOLVIMENTO NACIONAL

Pontos que o candidato poderá desenvolver em torno do tema em epígrafe:

- A rapidez das comunicações é essencial na hora de decisões importantes.
- Um país, como o Brasil, de dimensões continentais, necessita, ainda mais que outros, de uma adequada rede de telecomunicações.
- A TELEBRAS, à qual pertencem as principais empresas brasileiras de telecomunicações (companhias telefônicas estatais e, sobretudo, a importantíssima EMBRATEL) tem suas atividades voltadas para a expansão dos meios de comunicações dentro do Brasil, e, também, de nosso país com o exterior.
- A rede brasileira de telecomunicações é, também, geradora de milhares de empregos diretos e indiretos, bem como a expansão, no país, de peças e equipamentos especializados.

#### CLASSE "B"

### O RADIOAMADOR E SUA ATUAÇÃO DENTRO DA COMUNIDADE

Pontos que o candidato poderá desenvolver em torno do tema em epígrafe:

- O autêntico radioamador está sempre pronto a servir às Forças Armadas, à coletividade e ao indivíduo, em qualquer das seguintes situações:
  - Falha dos sistemas normais de telecomunicações
  - Calamidade pública (enchentes, incêndios, aluviões, etc.)
  - Desastres (automobilísticos, ferroviários, etc.)

- Busca e salvamento (aeronaves, embarcações, pessoas, etc.)
- Avisos de urgência sobre falecimento, doença grave, etc.
- Obtenção de medicamentos de emergência, que não sejam encontrados nos locais em que são necessários

### CLASSE "C"

#### POR QUE DESEJO SER RADIOAMADOR

Pontos que o candidato poderá desenvolver em torno do tema em epígrafe:

- O Radioamadorismo é uma forma agradável e eficiente para a aquisição de conhecimentos teóricos e, sobretudo, práticos, da Eletrônica.
- O radioamador, no manejo de sua estação, torna-se um eficiente rádio-operador, tanto em telefonia, como em telegrafia; esta prática poderá ser valiosa tanto para fins profissionais, como, também, em situações de emergência em que faltem comunicações.
- O radioamador, através de sua estação, grangeia inúmeros amigos, tanto no país, como no exterior.
- O Radioamadorismo é uma forma de intercâmbio cultural valiosa e, também, de estreitamento das boas relações entre os diferentes países.
- A prática do Radioamadorismo apresenta inúmeros ensejos de prestar valiosos serviços ao próximo e à coletividade (ver, a respeito, os pontos sugeridos para o tema anterior, da Classe "B").

# GABARITO DAS QUESTÕES DE ELETRICIDADE — ELETRÔNICA

## 1.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Certo ou Errado — ELETRICIDADE

1 — C	11 — E	21 — E	31 — E	41 — C
2 — C	12 — E	22 — C	32 — C	42 — E
3 — E	13 — E	23 — C	33 — E	43 — C
4 — E	14 — C	24 — E	34 — C	44 — C
5 — C	15 — E	25 — E	35 — E	45 — C
6 — C	16 — E	26 — E	36 — C	46 — C
7 — E	17 — C	27 — E	37 — C	47 — E
8 — E	18 — C	28 — C	38 — C	48 — C
9 — C	19 — C	29 — E	39 — E	49 — E
10 — E	20 — E	30 — C	40 — C	50 — E

## 2.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Lacunas — ELETRICIDADE

1 — Diretamente	14 — Série
2 — Eléctrons	15 — Série
3 — Poucos	16 — 100
4 — Inversamente	17 — Eletrólito
5 — Ampère	18 — 1.000
6 — Paralelo	19 — 20
7 — Maior	20 — Condutância
8 — Ampère	21 — Primário — Secundário
9 — Temperatura	22 — Elevador
10 — Tensão	23 — Alternada
11 — Diminui	24 — Dielétrico
12 — 10 A	25 — Frequência
13 — Paralelo	26 — Entreferro

## 3.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Problemas — ELETRICIDADE

- 1.º)  $I = 0,5 \text{ A}$
- 2.º)  $E = 125 \text{ V}$
- 3.º)  $I_1 = 3,33 \text{ A}$   
 $I_2 = 2,5 \text{ A}$   
 $I_3 = 0,4166 \text{ A}$

$$I_4 = 0,83 \text{ A}$$

$$E_1 = 50 \text{ V}$$

$$R_t = 7 \Omega$$

#### 4.<sup>a</sup> Parte: Questões sobre Simbologia — ELETRICIDADE

- 1 — Resistor
- 2 — Transformador com núcleo de ferro
- 3 — Capacitor eletrolítico
- 4 — Fusível
- 5 — Indutor ou reator
- 6 — Pilha
- 7 — Fone
- 8 — Antena
- 9 — Terra
- 10 — Alto-falante
- 11 — Interruptor
- 12 — Cristal
- 13 — Manipulador
- 14 — Diodo de aquecimento indireto
- 15 — Pentodo de aquecimento indireto
- 16 — Válvula a gás
- 17 — Válvula a gás com catodo frio
- 18 — Transistor p-n-p
- 19 — Transistor n-p-n

#### 5.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Certo ou Errado — ELETRÔNICA

- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 1 — C  | 11 — C | 21 — E |
| 2 — C  | 12 — E | 22 — C |
| 3 — C  | 13 — E | 23 — E |
| 4 — C  | 14 — C | 24 — E |
| 5 — C  | 15 — E | 25 — C |
| 6 — E  | 16 — C | 26 — C |
| 7 — E  | 17 — C | 27 — C |
| 8 — C  | 18 — C | 28 — C |
| 9 — E  | 19 — E | 29 — C |
| 10 — C | 20 — C | 30 — E |

#### 6.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Lacunas — ELETRÔNICA

- 1 — Placa ou anodo
- 2 — Tungstênio
- 3 — Indireto
- 4 — Controla
- 5 — Elétricas — sonoras
- 6 — Reatância indutiva
- 7 — Elétrico — magnético
- 8 — Pentagrade ou heptodo
- 9 — 7.500
- 10 — Cristal

**7.<sup>a</sup> Parte: Questões tipo Múltipla Escolha — Diversos — ELETRICIDADE/  
ELETRÔNICA**

- 1 — c
- 2 — a
- 3 — b
- 4 — d
- 5 — d
- 6 — b
- 7 — b
- 8 — a
- 9 — b
- 10 — b

**8.<sup>a</sup> Parte: Questões de Múltipla Escolha — GERAIS**

- |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 — b  | 11 — b | 21 — a | 31 — a | 41 — d |
| 2 — c  | 12 — b | 22 — b | 32 — c | 42 — b |
| 3 — a  | 13 — c | 23 — a | 33 — b | 43 — a |
| 4 — b  | 14 — c | 24 — c | 34 — a | 44 — c |
| 5 — c  | 15 — c | 25 — b | 35 — c | 45 — a |
| 6 — a  | 16 — b | 26 — b | 36 — a | 46 — b |
| 7 — b  | 17 — b | 27 — b | 37 — a | 47 — c |
| 8 — b  | 18 — b | 28 — c | 38 — b | 48 — a |
| 9 — c  | 19 — d | 29 — a | 39 — b | 49 — b |
| 10 — b | 20 — b | 30 — b | 40 — c | 50 — c |



## 4.<sup>a</sup> PARTE

# Modelos de provas do DENTEL

### EXAMES PARA RADIOAMADORISMO

REALIZADOS EM SÃO PAULO NA FAAP — RUA ALAGOAS 903

DIA 30 — 13 HORAS

DIA 31 — 8 HORAS

INSCRITOS:	CLASSE "C" = 172
	CLASSE "B" = 111
	CLASSE "A" = 23
	TOTAL = 306

**Prova de Legislação — Classe "A"**

**30/06/75**

**Duração: 1 hora**

**1.<sup>a</sup> Parte:** Redação. As telecomunicações como fator de Desenvolvimento Nacional. (Mínimo de 15 linhas)

.....

**2.<sup>a</sup> Parte:** Questões

1.<sup>a</sup> Definir:

- a) Estação Portátil
- b) Estação Móvel

2.<sup>a</sup> Complete:

Os indicativos vagos por qualquer motivo, só poderão ser consignados a outros após ..... anos de vacância.

3.<sup>a</sup> Definir o que é Estação Repetidora.

4.<sup>a</sup> A Constituição de uma Rede Nacional de Radioamadores só poderá ser determinada:

- a) Pela Diretoria Regional do DENTEL.
- b) Pelo Ministério das Comunicações
- c) Pelos Governos Estaduais
- d) Pela LABRE

5.<sup>a</sup> Complete.

O Radioamador que pretender ficar inoperante pelo prazo superior a ..... dias deverá comunicar à Diretoria Regional do DENTEL de sua Jurisdição.

6.<sup>a</sup> Citar três atos que são considerados infrações na execução do Serviço de Radioamador.

7.<sup>a</sup> O Radioamador que sofrer punição poderá pedir reconsideração à autoridade no prazo de:

- a) 10 dias
- b) 20 dias
- c) 5 dias
- d) 45 dias

**Prova de Legislação — Classe "B"**  
**Duração: 1 hora**

**30/06/75**

**1.<sup>a</sup> Parte:** Redação. O Radioamador e sua atuação dentro da Comunidade.  
(Mínimo de 15 linhas)

.....

**2.<sup>a</sup> Parte:** Questões

1.<sup>a</sup> A aplicação das penas impostas ao radioamador é da competência:

- a) Setor de Radioamadorismo
- b) LABRE
- c) Ministério do Exército
- d) Ministério das Comunicações

2.<sup>a</sup> A fiscalização direta (no local) e Indireta (Escrita) é exercida:

- a) Pelas Diretorias Regionais do DENTEL
- b) Pelas Diretorias Seccionais da LABRE
- c) Pela Polícia Federal
- d) Pela Polícia Militar Estadual

3.<sup>a</sup> Para ajuste de sua estação o Radioamador deverá se utilizar obrigatoriamente de:

- a) Voltímetro
- b) Antena de onda completa
- c) Carga não irradiante
- d) Oscilador variável transistorizado

4.<sup>a</sup> Complete:

O candidato reprovado poderá pedir revisão de provas, no prazo de ..... dias a contar da data de publicação dos resultados.

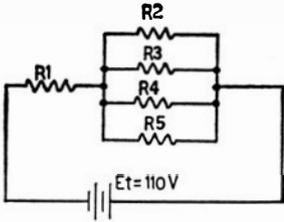
5.<sup>a</sup> O radioamador Classe "B" poderá operar em fonia em 80 e 40 metros nas frequências:



$R_t$  do circuito: .....  
 $E_t$  aplicada: .....

- 2.<sup>a</sup> Para melhor transferir a energia gerada pelo emissor de R.F., existe um fator fundamental.
- a) Potência acima de 100 W
  - b) Adaptação de Impedância
  - c) Elevada impedância de carga
  - d) Uso de oscilador variável
- 3.<sup>a</sup> Numa antena direcional de 3 elementos, como se chama o central?
- a) Refletor
  - b) Diretor
  - c) Irradiante
  - d) N.D.A.
- 4.<sup>a</sup> Dos tipos de acoplamento abaixo qual o que apresenta menor índice de perda?
- a) Indutivo
  - b) Capacitivo
  - c) Resistivo
  - d) Auto-Indutivo
- 5.<sup>a</sup> Existem materiais bons e maus condutores de eletricidade. Dos abaixo, qual o melhor condutor?
- a) Fibra
  - b) Cobre
  - c) Polietileno
  - d) Antimônio
- 6.<sup>a</sup> Para se obter aumento da capacidade como devem ser ligados os capacitores?
- a) Série
  - b) Paralelo
  - c) Série — Paralelo
  - d) N.D.A.
- 7.<sup>a</sup> Um eletroímã possui maior poder de atração magnética quando:
- a) Está em repouso
  - b) Percorrido por uma corrente
  - c) Aumenta a temperatura
  - d) Diminui a temperatura
- 8.<sup>a</sup> Quais são as cores dos anéis de um Resistor de  $570.000 \Omega$  com 10% de tolerância?
- 9.<sup>a</sup> Qual o comprimento de duas antenas dipolo de meia onda para as frequências de:
- 7.150 KHz .....
  - 14.200 " .....

10.<sup>a</sup> No circuito abaixo calcular:



- a)  $R_t$  \_\_\_\_\_
- b)  $I_t$  \_\_\_\_\_
- c)  $P_t$  \_\_\_\_\_
- $R_1 = 20 \Omega$
- $R_2 = 30 \Omega$
- $R_3 = 10 \Omega$
- $R_4 = 50 \Omega$
- $R_5 = 22,5 \Omega$

**Prova de Radioeletricidade — Classe "B"**  
**Duração: 1 hora**

**30/08/75**

Questões:

- 1.<sup>a</sup> Dado um resistor com as cores em anéis Vermelho, Verde, Amarelo e Ouro, fornecer o seu valor completo.
- 2.<sup>a</sup> Quando modulamos em frequência uma portadora provocamos uma variação:
  - a) De seus pulsos elétricos
  - b) De sua frequência
  - c) De sua amplitude
  - d) De seus sinais
- 3.<sup>a</sup> Represente graficamente os símbolos de:
  - a) Resistor
  - b) Pilha comum
  - c) Capacitor variável
  - d) Cristal
- 4.<sup>a</sup> Qual o tipo de oscilador mais estável que se conhece?
  - a) A VFO
  - b) A transistor
  - c) A válvula
  - d) Controlado a cristal
- 5.<sup>a</sup> Coloque o número correspondente
 

Ampère (1)	a) ddp ou tensão	( )
Watt (2)	b) Corrente	( )
Volt (3)	c) Resistência	( )
Ohm (4)	d) Potência elétrica	( )
- 6.<sup>a</sup> As frequências audíveis estão situadas entre:
  - a) 20 a 20.000 Hz
  - b) 20 a 30 MHz
  - c) 10 a 25.000 Hz
  - d) 25 a 30 KHz
- 7.<sup>a</sup> Como são chamadas as cargas elétricas positivas e negativas?
 

Positiva: .....

Negativa: .....
- 8.<sup>a</sup> Quando mencionamos que uma corrente tem valor de 50 ou 60 Hertz por segundo, estamos nos referindo a:
  - a) Corrente Contínua

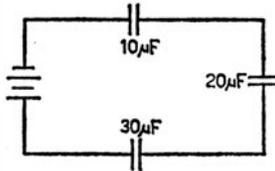
- b) Corrente pulsante
- c) Corrente de Carga
- d) Corrente Alternada

9.<sup>a</sup> Em um conjunto de cinco resistores ligados em série constatamos as seguintes tensões:

$$R_1 = 19,2 \text{ V}; R_2 = 15,4 \text{ V}; R_3 = 12,2 \text{ V}; R_4 = 10,2 \text{ V e } R_5 = 8,0 \text{ V.}$$

Calcular a tensão total da Associação.

10.<sup>a</sup> Calcular a capacidade total do circuito abaixo:



### Prova de Recepção — CW — Classe "A"

Texto transmitido em 5 minutos

Tempo para correção: 3 minutos

Foi dado 1 minuto para se ouvir a fita antes de iniciar o exame, sem copiar.

#### TEXTO

— QUANDO A CAVALGADA CHEGOU A MARGEM DA CLAREIRA — AI SE PASSAVA UMA CENA CURIOSA, EM PÉ, NO MEIO DO ESPAÇO QUE FORMAVA A GRANDE ABÓBADA DE ARVORES, ENCOSTADO A UM VELHO TRONCO DECEPADADO PELO RAI, VIA-SE UM ÍNDIO, NA FLOR DA IDADE, MÓBIL. CINTILANTE, A BOCA FORTE MAS BEM MODELADA. AR VÁ VÁ.

### Prova de Recepção — CW — Classe "B"

31/08/75

Texto transmitido em 4 minutos

Tempo para correção: 3 minutos

Foi dado 1 minuto para se ouvir a fita antes de iniciar o exame, sem copiar.

#### TEXTO

— SOLDADO DO MEU BRASIL, QUE SÓ HOJE VOLTASTE ONDE ESTIVERES OUVI-ME. A BANDEIRA QUE LEVASTE, TREMULA ATUALMENTE AO LADO DOS PENDÕES VITORIOSOS DAS NAÇÕES UNIDAS. AR AR VÁ VÁ

Tempo para transmitir: 5 minutos

**TEXTO**

— COMO É GIGANTESCA A OBRA DA EDUCAÇÃO. NÃO FORA A EDUCAÇÃO E O HOMEM SERIA AINDA O SELVAGEM DOS TEMPOS PRÉ-HISTÓRICOS. BASTA QUE PENSEMOS NO VALOR DO TELEFONE, DA LÂMPADA ELÉTRICA, DO RÁDIO, DA NAVEGAÇÃO AÉREA E SENTIMO-LA EM TODA A SUA GRANDEZA.

**Prova de Transmissão — CW — Classe "B"**

**31/08/75**

Tempo para transmitir: 5 minutos

**TEXTO**

AVANTE JUVENTUDE, NA SENDA DO ESTUDO, EDUCANDO-VOS SEM CESSAR. E SE A EDUCAÇÃO É O FATOR DE PROGRESSO DAS PATRIAS, PARA CADA UM DE VÓS SERÁ A CAUSA DE TRIUNFO EM QUALQUER RAMO DA VIDA QUE ABRACEIS.

## **Modelos Oficiais de Provas**

N.º DE IDENTIFICAÇÃO _____	PROVA DE _____
NOME: _____	IDENTIDADE N.º _____
ÓRGÃO EXPEDIDOR _____	EXAME REALIZADO PARA A CLASSE _____

Nota: Esta etiqueta de identificação aparece em todas as provas. Reproduzimos, para ilustração, apenas nesta primeira prova.

N.º de Identificação	Rubrica do Presidente da Banca Examinadora	Grau
<p style="text-align: center;">EXAME DE _____</p> <p style="text-align: center;"><b>ORIENTAÇÃO PARA A EXECUÇÃO DA PROVA</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1 — Só inicie a Resolução da Prova quando o Presidente da banca ordenar.</li><li>2 — O Sr. dispõe de 60 (sessenta) minutos para responder as questões.</li><li>3 — Preencha a papeleta anexa cuidadosamente, antes de iniciar o trabalho.</li><li>4 — Escreva no lugar adequado das folhas desta prova, o n.º de identificação carimbado na papeleta anexa.</li><li>5 — Não assine nem faça qualquer outra marca que possa identificar sua prova, pois, se assim o fizer ela será anulada.</li><li>6 — O trabalho é individual, deve ser escrito à tinta azul ou preta, utilizando-se caneta esferográfica ou lápis cópia.</li><li>7 — As indicações e os cálculos das questões devem constar no verso da folha e serão levadas em consideração para efeito de julgamento.</li><li>8 — A prova é constituída de sentenças para completar <b>FALSO</b> ou <b>VERDADEIRO</b> ou conceitos que deverão ser marcados com um "X" nos parêntesis à esquerda da frase que for julgada certa, ou ainda eventualmente, de questões objetivas que requeiram respostas objetivas.</li></ol> <p style="text-align: center;"><b>BOA SORTE</b></p> <p><small>Nota: Esta página de abertura aparece em todas as provas, reproduzimos, para ilustração, apenas nesta primeira prova.</small></p>		

Questões

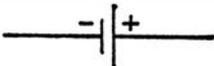
- 1 — Qual a função dos seguintes componentes de uma fonte de alimentação:
- a) Retificador:
  - b) Filtro:
- 2 — Uma antena ONIDIRECIONAL emite e recebe sinais de:
- a) 0- 90°
  - b) 0-180°
  - c) 0-360°
  - d) 0-275°
- 3 — Qual a largura de faixa de emissão de um equipamento que transmite em 3A3.
- 
- 4 — Quando a placa da válvula fica rubra, qual o defeito mais provável.
- a) Ausência de tensão na placa
  - b) Filamento partido
  - c) Falta de excitação na grade
  - d) Microfone inadequado
- 5 — Para se transmitir com bom rendimento a potência de um transmissor à antena existe um fator fundamental a saber:
- a) Casamento de impedâncias
  - b) A pequena resistência ôhmica
  - c) O valor elevado da impedância de carga
  - d) Nenhuma das respostas anteriores
- 6 — Identificar os símbolos elétricos abaixo:



\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_



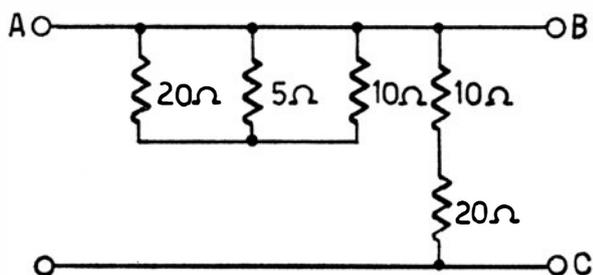
\_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_

7 — Qual o comprimento de onda de uma emissora que opera em 7.200 kHz com uma potência de 250 W? Demonstrar.

8 — No circuito abaixo qual a R equivalente entre os pontos A e B?



R= \_\_\_\_\_

9 — Um gerador que fornece 220 V e uma corrente de 20 A poderá alimentar quantas lâmpadas de 40 W?

10 — Calcular a resistência de um circuito sabendo-se que a tensão aplicada é de 12 V e a corrente é igual a 4 A.

**I.ª PARTE****REDAÇÃO:****TEMA:** As Telecomunicações como Fator de Desenvolvimento Nacional.**II.ª PARTE****Questionário:**

- 1 — Para ajustes de sua estação o radioamador deverá utilizar obrigatoriamente:
- Voltímetro
  - Antena de onda completa
  - Carga não irradiante
  - Oscilador variável transistorizado
- 2 — O radioamador Classe B poderá operar em Fonia em 80 e 40 m nas frequências de:
- 3.525 a 3.800 kHz e 7.050 a 7.300 kHz
  - 7.100 a 7.400 kHz e 14.000 a 14.400 kHz
  - 3.500 a 3.900 kHz e 7.000 a 7.500 kHz
  - 1.800 a 2.200 kHz e 3.900 a 4.400 kHz
- 3 — O radioamador licenciado poderá requerer licença para operar estação portátil e móvel desde que seja:
- Classe A
  - Classe B
  - Classe C
  - Qualquer classe
- 4 — Não haverá recurso quando a pena for imposta pelo \_\_\_\_\_
- 5 — O radioamador que se identificar em telegrafia como PY3BRX/8/MT quer dizer que é uma estação da \_\_\_\_\_ região, operando na \_\_\_\_\_ região com estação \_\_\_\_\_
- N. Ed. 1 — A identificação da questão está em desacordo com o Item 11.3 da Norma N-05/75, que determina transmitir-se, após a 1ª barra, o prefixo (completo) da Unidade Federativa, e não apenas o número da Região.
- 6 — Quais os dados mínimos que deverão constar no registro de comunicados do Radioamador?
- \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_

OBS.: As provas de 1975 foram reproduzidas integralmente, inclusive com as cercaduras, espaços e divisões que existem no original, para que o leitor se acostume graficamente com os modelos. A partir daqui, vamos transcrever apenas o texto das provas realizadas em 1976.

## **Prova de Legislação — Classe "A" — 29 de maio de 1976**

**PARTE 1 — Tema para redação: "As telecomunicações como elo de entendimento entre os povos".**

**PARTE 2 — Questões:**

- 1.º Os atos internacionais de natureza administrativa relacionados com o serviço de radioamador, entrarão em vigor na data estabelecida após sua publicação, depois de aprovado pelo:
  - a) Presidente da República
  - b) Congresso Nacional
  - c) Ministério das Comunicações
  - d) Conselho Nacional de Telecomunicações
- 2.º Nos termos que figuram a seguir, qual seu significado?
  - a) Estação de radioamador: .....
  - b) Estação móvel: .....
  - c) Indicativo: .....
- 3.º Quais os grupos de letras cujo emprego na formação dos indicativos é vedada pela legislação?
- 4.º Citar três proibições vetadas pela legislação, quando da execução do serviço de radioamador

---

**N. ED. 1 — Há erro na redação da pergunta, que deveria, em vez da palavra "vetadas", dizer "estabelecidas", pois proibição vetada não faz sentido.**

- 5.º Em que situação poderá o radioamador se comunicar com estações de outros serviços?
- 6.º Quais as unidades da Federação que compõem a 2.ª Região e quais os prefixos correspondentes aos indicativos de chamada?

## **Prova de Legislação — Classe "B" — 29 de maio de 1976**

**PARTE 1 — Tema para redação: "O radioamador e sua atuação dentro da comunidade".**

**PARTE 2 — Questões:**

- 1.º Citar três obrigações que o radioamador deve ter durante a vigência da licença de funcionamento da sua estação.
- 2.º Quando for comprovada interferência da estação de radioamador em serviços de emergência ou de proteção à vida humana, a quem compete suspender a execução do serviço?
- 3.º Ao iniciar e terminar um comunicado, como deve proceder o radioamador e qual o intervalo máximo de tempo permitido para dar o indicativo de chamada de sua estação?
- 4.º A fiscalização do serviço de radioamador, cabe especificamente a:
  - a) Diretoria Regional do DENTEL
  - b) Diretoria Seccional da LABRE
  - c) Direção do Departamento de Polícia Federal
  - d) Órgão dos Ministérios Militares

5.º) Completar:

A outorga de permissão para a execução dos serviços de radioamador, é de competência exclusiva do ..... através do .....

6.º) É vedado ao radioamador:

- a) Usar carga não irradiante em seu transmissor
- b) Irradiar harmônicos da onda fundamental acima dos limites estabelecidos
- c) Utilizar C.C. devidamente filtrada na fonte de alimentação do transmissor
- d) Utilizar dispositivos que evitem interferência de qualquer natureza

**Prova de Legislação — Classe "C" — 29 de maio de 1976**

PARTE 1 — Tema para redação: "Descreva os motivos que o levaram a ingressar no radioamadorismo".

PARTE 2 — Questões:

1.º) A concessão de licença para operar em domicílio adicional pode ser feita por radioamadores das classes:

- a) A, B e C
- b) A
- c) B e C
- d) A e B

2.º) Qual a principal condição para que seja expedida a licença de funcionamento do candidato aprovado nos exames de radioamador?

3.º) A licença de funcionamento da estação perderá sua validade quando?

4.º) Quais os dados mínimos do livro de registro de comunicados?

5.º) Dar o significado das seguintes abreviaturas do código "Q":

- QAP .....
- QTR .....
- QRU .....
- QSO .....

6.º) Qual o documento que autoriza o radioamador a instalar sua estação?

- a) Certificado de habilitação
- b) A publicação de um indicativo pelo QTC da Labre
- c) A licença de funcionamento da estação
- d) A publicação no D.O.U. do resultado dos exames

**Prova de Radioeletricidade — Classe "A" — 29 de maio de 1976**

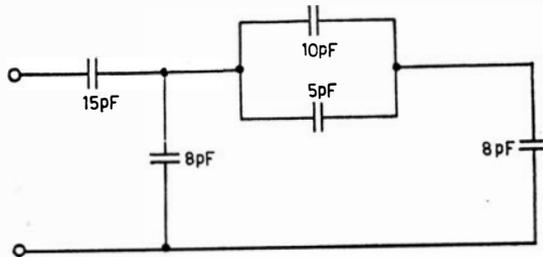
1.º) O oscilador de batimento tem por objetivo:

- a) Produzir batimento entre seu próprio sinal e a portadora
- b) Detetar os sinais de modulação de frequência
- c) Produzir um sinal que misturado com o sinal recebido produza a frequência intermediária
- d) N.D.A.

2.º) Calcular o valor da capacidade equivalente no circuito abaixo:

- a) 2,5 pF
- b) 2,6 pF
- c) 2,8 pF
- d) 2,0 pF

N. ED. 1 — Todas as opções estão erradas. O valor certo seria 7,02 pF.



3.º) Se a potência dissipada é 45 W e o circuito tem uma resistência equivalente de 225 ohms, qual a diferença de potencial?

- a) 50 V
- b) 38 V
- c) 99 V
- d) 88 V

N. ED. 2 — Nenhuma das opções é correta; o valor seria 100,62 V.

4.º) Qual a frequência aproximada em kHz de um transmissor que opera com  $\lambda = 14,2$  m.

- a) 55,98 kHz
- b) 11,57 kHz
- c) 20,68 kHz
- d) 18,38 kHz

N. ED. 3 — O valor correto é 21.126 kHz e não consta das opções.

5.º) A componente terrestre de uma onda irradiada é encontrada nas emissões feitas em:

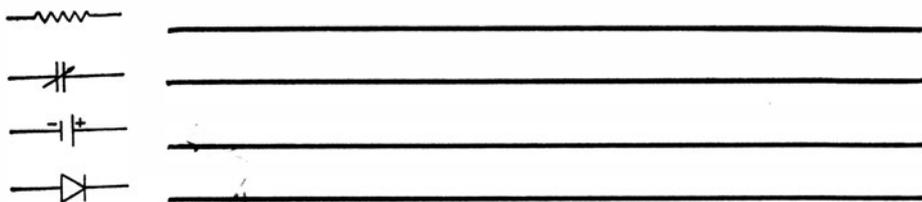
- a) VHF
- b) UHF
- c) HF
- d) EHF

6.º) Na faixa de 20 metros os limites mínimos e máximos de frequências de operação estão compreendidos entre:

- a) 7.000 e 7.400 kHz
- b) 14.000 e 14.350 kHz
- c) 21.000 a 21.450 kHz
- d) 18.000 a 19.100 kHz

- 7.º) Defina o que é uma estação transeptora.
- 8.º) Para uma frequência superior à de ressonância um circuito ressonante em série se comporta como:
- Uma indutância
  - Uma capacitância
  - Uma resistência
  - Um curto-circuito

9.º) Identificar os símbolos abaixo:



10.º) Representar um circuito série-paralelo com 6 resistores sendo dois em série e quatro em paralelo com os seguintes valores:  $R_1 = 20$  ohms,  $R_2 = 40$  ohms,  $R_3 = 60$  ohms,  $R_4 = 80$  ohms,  $R_5 = 100$  ohms e  $R_6 = 120$  ohms. É dada a tensão da bateria para alimentar o conjunto = 220 V.

- Calcular: a) Resistência total  
 b) Potência  
 c) Amperagem

### Prova de Radioeletricidade — Classe "B" — 29 de maio de 1976

Questões:

- Calcular o comprimento de uma antena dipolo de 1/2 onda para operar na frequência de 7.125 kHz.
- Para transformar Corrente Alternada em Corrente Contínua usamos:
  - Choque de filtro
  - Choque de R.F.
  - Retificadores
  - Resistores
- O filamento de uma válvula está previsto para funcionar com 5 volts e 0,25 A. Se alimentarmos a mesma com uma tensão de 6 V, qual será o valor da resistência que devemos colocar em série?
- Dizemos que uma fonte está carregada negativamente quando sua carga expressa um excesso de:
  - Nêutrons
  - Elétrons
  - Prótons
  - N.R.A.

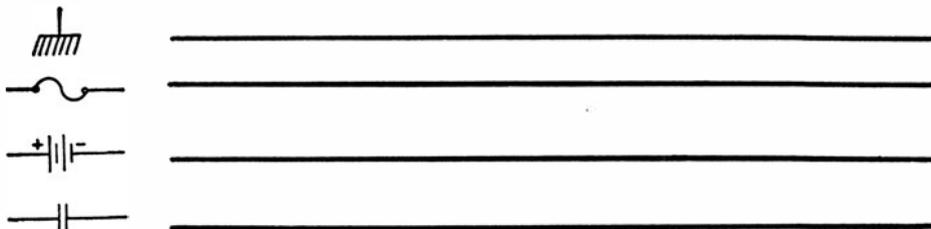
N. Ed. 1 — A expressão "fonte" parece-nos imprópria. "Corpo" ou "material" seria mais adequado.

- 5.º) A emissão 3A3 é classificada como:
- FM
  - DSB
  - SSB
  - Telegrafia modulada

6.º) O microfone serve para transformar as vibrações sonoras em:

- a) Ondas sonoras
- b) Impulsos elétricos
- c) Alta frequência
- d) Frequência fixa

7.º) Identificar os símbolos:



8.º) Sabendo-se que por um determinado circuito flui uma corrente de 3 A e que sua potência é 630 W, pergunta-se:

Qual a tensão aplicada?

Qual a resistência total do circuito?

9.º) Quando se diminui o comprimento de onda, a frequência:

- a) Estabiliza
- b) Aumenta
- c) Diminui
- d) N.D.A.

10.º) Para que através de um resistor de 50 ohms passe uma corrente de 4,4 A, será necessário aplicar uma tensão de:

- a) 220 V
- b) 2.200 V
- c) 22 V
- d) 0,22 V

### **Prova de Telegrafia — Recepção — Classe "A" — 30/05/76**

Obs.: 2 minutos para adaptação e 1 minuto para revisão.

Texto transmitido em 5 minutos.

— Em todos os portos onde saltei, havia amigos. Em Belém, tive uma lancha às ordens. Gostei muito da terra do assaí. As suas ruas são bem largas, com filas de oitis. No resto do Brasil, pouca gente sabe que existe essa Belém, com ruas tão largas, como nunca São Paulo e Rio terão.

### **Prova de Telegrafia — Recepção — Classe "B" — 30/05/76**

Obs.: 2 minutos para adaptação e 1 minuto para revisão.

Texto transmitido em 5 minutos.

— O céu e as intimidades que lhe confiamos, essa linguagem das cousas familiares que se entende pela cor, pelo perfume e pela forma. Os amores de que se vive e por que se morre.

## **Prova de Telegrafia — Transmissão — Classe "A" — 30/05/76**

Ainda que o mundo vos enrame a frente de coroas e o nome se vos grave entre os dos privilegiados na fama, não seja nenhum de vós confiado na sua suficiência nem da sua glória se envaideça. Porque só há uma glória, é ser bom, e essa não conhece a soberba.

Obs.: Tempo máximo de transmissão: 5 minutos

## **Prova de Telegrafia — Transmissão — Classe "B" — 30/05/76**

A Pátria nos prolonga o lar e exprime onde quer que estejamos. A natureza que o emoldura, tangível a nossa sensibilidade e confidente da nossa alma.

Obs.: Tempo máximo de transmissão: 5 minutos

## **Prova de Legislação — Classe "C"**

PARTE A — Redação: O Radioamador e a Sociedade.

PARTE B:

- 1) Sempre que ocorrer mudança de domicílio da estação fixa, como deve proceder o radioamador?
- 2) No alfabeto fonético internacional, como devem ser as seguintes letras: B, P, Q, C, X e J?
- 3) Cite 4 (quatro) penalidades a que estão sujeitos os radioamadores infratores da Legislação vigente.
- 4) Cite as Unidades da Federação da 8.<sup>a</sup> Região.
- 5) A potência média dos transmissores operados por radioamadores classe C não poderá ultrapassar a potência de entrada no estágio final de R.F. do circuito de antena, de:
  - a) 40 W
  - b) 75 W
  - c) 50 W
  - d) 80 W
  - e) N.D.A.
- 6) O conjunto alta-numérico do indicativo de chamada tem por finalidade:
  - a) Identificar o município
  - b) Identificar a classe
  - c) Identificar a estação e seu titular
  - d) Identificar o Estado da Federação

## **Prova de Legislação — Classe "B"**

PARTE A — Redação: Fale da Importância do DDD nas Comunicações Nacionais.

## PARTE B

- 1) Qual o órgão que estabelecerá condições para instalação do Sistema Irradiante em áreas próximas a aeroportos?
- 2) Quais os dados mínimos que deverão constar do livro de registro de comunicados?
- 3) Quais as Unidades da Federação que compõem a 7.<sup>a</sup> Região e quais os prefixos correspondentes?
- 4) Quais são as três espécies de exames exigidos no Serviço de Radioamador?
- 5) De que depende a outorga de autorização para execução do Serviço de Radioamador:
  - a) Ser sócio de uma Associação de Classe
  - b) Possuir licença de funcionamento
  - c) Habilitação prévia do interessado
  - d) Possuir equipamento completo para operar
  - e) Todas as respostas estão corretas
- 6) Citar três obrigações que o radioamador deve ter durante a vigência de funcionamento de sua estação

## Prova de Legislação — Classe "A"

PARTE A — Redação: Fale da Importância da Transamazônica como fator de Integração Nacional.

## PARTE B

- 1) A quem compete a fiscalização do Serviço de Radioamador?
  - a) LABRE
  - b) União (Governo Federal)
  - c) Delegacia de Polícia
  - d) N.D.A.
- 2) A emissão por Telegrafia sem modulação ou audiodfrequência é representada por:
  - a) A3
  - b) F3
  - c) A1
  - d) Estão corretas as letras A, B e C
- 3) Em se tratando de operação de estações móveis, quais os tipos que existem e como deverão ser enunciados em Telegrafia/Fonia?
- 4) Para efeito de fiscalização, quais os documentos que o radioamador deverá manter junto à estação?
- 5) Quando é permitido ao radioamador comunicar-se com estações de outros serviços ?
- 6) Qual o local em que é terminantemente proibida a instalação e operação de estações de radiomador?

## Prova de Radioeletricidade — Classe "B"

- 1) Em um sistema de acoplamento de antena, o acoplamento capacitivo apresenta a seguinte vantagem sobre o indutivo:
  - a) O sistema é de realização mais simples e de ajuste mais fácil
  - b) Se reduzem as irradiações não essenciais
  - c) Se reduzem as perdas por acoplamento
  - d) Se reduzem as ondas estacionárias

- 2) Cite três causas comuns que podem prejudicar, ou mesmo inutilizar, os transistores por ocasião da montagem no circuito.
- 3) De que maneira devemos conectar um conjunto de pilhas para um aumento de corrente e de tensão?  
a) Série b) Paralelo c) Série-paralelo d) Não é possível
- 4) Definir o que é:  
a) d.d.p. b) A.F. c) kHz d) R.F.
- 5) Quais as principais unidades de medidas elétricas e enumerá-las.
- 6) Calcule o comprimento de onda de uma antena dipolo de meia onda para a frequência de 14,25 MHz. Demonstrar os cálculos.  
a) 10 m b) 14,20 m c) 19 m d) 28,50 m
- 7) O funcionamento de uma válvula está previsto para funcionar com 5 V e 0,25 A. Se alimentarmos a mesma com uma tensão de 6 V, qual o valor da resistência que devemos colocar em série para dar queda de 1 V? Demonstrar os cálculos  
a) 40  $\Omega$  b) 1,25  $\Omega$  c) 20  $\Omega$  d) 0,5  $\Omega$
- 8) Um chuveiro elétrico tem uma resistência de 88  $\Omega$ . Para aquecer água exige uma corrente de 2,5 A. Qual será a tensão necessária?  
a) 1.250 V b) 110 V c) 300 V d) 220 V
- 9) Qual o valor de um resistor, cujo código de cores é o seguinte:  
1.<sup>a</sup> Cor — Verde; 2.<sup>a</sup> — Amarelo; 3.<sup>a</sup> — Vermelho  
4.<sup>a</sup> — Incolor
- 10) Representar graficamente um circuito em paralelo de 3 resistores com os seguintes valores:  $R_1 = 20 \Omega$ ,  $R_2 = 40 \Omega$ ,  $R_3 = 80 \Omega$ . Fonte de alimentação = 80 V. Calcular:  
a)  $R_t$  b)  $I_t$  c)  $P_t$

### Prova de Radioeletricidade — Classe "A"

- 1) O que é casamento de impedância?
- 2) Designar os instrumentos que servem para medir as unidades elétricas abaixo:  
a) Potência elétrica  
b) d.d.p.  
c) Resistência  
d) Intensidade de corrente
- 3) Considera-se uma antena onidirecional quando:  
a) Irradia quantidade desigual de sinal em várias direções  
b) Irradia quantidade maior de sinal em uma única direção  
c) Irradia quantidade de sinal igual em todas as direções  
d) Irradia quantidade maior de sinal em duas direções
- 4) Em uma antena direcional de 3 elementos, dar o nome de cada um deles.
- 5) A que espécie de medidas correspondem as seguintes abreviaturas:  
a) Ampère b) Watt c) Farad d) Ohm e) Henry f) Volt

N. Ed. 1 — Pergunta mal formulada. Deveria mencionar "grandezas" e "unidades", em vez de "medidas" e "abreviaturas".

- 6) Qual o valor de um resistor com as seguintes características:  
1.<sup>a</sup> Cor = Verde      2.<sup>a</sup> = Azul      3.<sup>a</sup> = Laranja      4.<sup>a</sup> = Incolor

- 7) O comprimento de onda de 12 m corresponde a uma frequência de:  
 a) 25 MHz b) 260 MHz c) 280 MHz d) 27 MHz e) N.D.A.
- 8) A impedância de saída de um transmissor é igual a  $75 \Omega$ , e a potência de saída 300 W. O valor da corrente de saída será (demonstrar os cálculos):  
 a) 4 A b) 2 A c) 8 A d) 6 A e) N.D.A.
- 9) Uma bateria de acumuladores de 100 A/h de capacidade proporciona uma corrente permanente de 8 A durante:  
 a) 15h b) 01:15minutos c) 10h d) 12:30minutos e) Todas erradas
- 10) Desenhar um circuito paralelo com 3 resistências cujos valores são:  $40 \Omega$ ,  $80 \Omega$  e  $60 \Omega$ , alimentados por uma fonte de 220 V (Demonstrar os cálculos). Calcular:  $R_t$ ,  $I_t$  e  $P_t$ .

### CW — Classe "B"

TEXTO: O GÊNIO É COM RAZÃO COMPARADO A ÁGUIA. QUEM É QUE TRAÇA A ÁGUIA O GIRO ALTANEIRO DE SEU VÔO PELOS DIÁFANOS E INFINDOS CAMPOS DO ESPAÇO? QUEM LHE INDICA O RUMO  $\overline{AR}$   $\overline{VA}$

### CW — Classe "A"

TEXTO: AINDA QUE O MUNDO VOS ENRAME A FRONTE DE COROAS E O NOME SE VOS GRAVE ENTRE OS DOS PRIVILEGIADOS NA FAMA, NÃO SEJA NENHUM DE VÓS CONFIADO NA SUA SUFICIÊNCIA NEM DA SUA GLÓRIA SE ENVAIDEÇA. PORQUE SÓ HÁ UMA GLÓRIA, SER BOM, E ESSA NÃO CONHECE A SOBERBA.  $\overline{AR}$   $\overline{VA}$



PY2DHP  
Elza Cobra de Moraes



PY2DCP  
Wilson de Moraes



PY2DJE  
Romeu Toddai

## CURSO PARA RADIOAMADORES

Esta obra faz parte de uma coleção (de dois livros) destinada a ministrar aos candidatos ao Radioamadorismo os conhecimentos exigidos pela regulamentação brasileira.

Seus autores são radioamadores de grande tirocinio no assunto, uma vez que já prepararam centenas de candidatos que hoje integram a Rede Brasileira de Radioamadores.

Elza Cobra de Moraes, PY2DHP, uma excelente radiotelegrafista, escreveu as lições referentes ao ensino do Código Morse. Wilson de Moraes, PY2DCP, radioamador muito estimado e atuante, é o autor da parte dedicada à Legislação de Radioamadorismo, que completa um dos livros.

Romeu Toddai, PY2DJE, que escreveu o tomo dedicado à Radioeletricidade, é consagrado professor de cursos técnicos do SENAI, possuindo ampla experiência didática.

Para maior facilidade de aprendizagem, os livros desta coleção contêm questionários típicos das matérias exigidas pela regulamentação brasileira, assim como a reprodução das questões formuladas em exames realizados pelo Ministério das Comunicações.

Cumpra, sobretudo, destacar o idealismo dos três autores, que jamais receberam qualquer remuneração pelas aulas de Radioamadorismo ministradas nas entidades em que têm lecionado. Assim também, Elza Cobra de Moraes, Romeu Toddai e Wilson de Moraes comunicaram expressamente à Editora que todos os proventos de direitos autorais deste Curso para Radioamadores serão integralmente doados a associações radioamadorísticas brasileiras com destinação específica de ajuda a concursos e outras atividades que visem o aperfeiçoamento técnico e operacional da Rede Brasileira de Radioamadores.



**SELEÇÕES ELETRÔNICAS EDITORA LTDA.**  
Edições Técnicas • Caixa Postal 771 • ZC-00  
20000 • RIO DE JANEIRO • BRASIL