



CURSO DE

**RÁDIO  
TELEVISÃO E  
ELETRÔNICA**

VOLUME Nº 9

EDITADO PELO

**INSTITUTO RÁDIO TÉCNICO MONITOR**

Caixa Postal 30.277 - São Paulo - ZP-2

## **ATENÇÃO**

Para maior facilidade no controle e rapidez de conferência, envie tôdas as folhas de exame e de trabalhos práticos desta remessa de **UMA SÓ VEZ.**

## **AVISO IMPORTANTE**

Avisamos aos nossos alunos que é absolutamente indispensável mencionar em tôda a sua correspondência, e **ESPECIALMENTE** nos **PAGAMENTOS**, o seu **NÚMERO DE MATRÍCULA**, com o seu nome e endereço completos.

**Instituto Rádio Técnico  
MONITOR S/A.**

Caixa Postal, 30.277 - S. PAULO

# INSTITUTO

# RÁDIO TÉCNICO

# MONITOR

NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDENCIA

CAIXA POSTAL 30-277 - São Paulo - ZP - 2

CURSO PRÁTICO DE RADIOTÉCNICA

## LIÇÃO TEÓRICA N.º 17

### AMPLIFICAÇÃO COM VÁLVULAS

O sistema de alimentação das válvulas amplificadoras até agora usado e explicado em nossas lições é feito com baterias. Por conseguinte, tanto a corrente "A" como a "B" e a "C" são fornecidas por pilhas e baterias construídas para êsse fim. A corrente fornecida pela bateria "A", especialmente nas válvulas de aquecimento indireto, poderá ser substituída por uma corrente alternada. Neste caso, o secundário de um transformador de força fornecerá a tensão exata necessária para a alimentação do filamento.

A corrente contínua necessária à alimentação dos circuitos de placa poderá ser obtida com a retificação e sucessiva filtragem da corrente alternada. Por fim, a polarização da grade de controle das válvulas pode ser obtida de duas maneiras. A pri-

meira, chamada de **polarização fixa**, consiste em usar uma ponte separada ou bateria "C". A segunda, chamada polarização automática ou **autopolarização**, utiliza uma resistência em série com o cátodo.

Examinaremos a seguir os 2 sistemas mais empregados para se obter a polarização negativa da grade de controle, em relação ao cátodo.

Sabe-se que a corrente de placa, tendo certa intensidade, dirige-se do cátodo à placa. Se entre o pólo negativo da bateria "B" e o cátodo ligarmos uma resistência, está será forçosamente atravessada pela corrente de placa. A passagem de corrente através da resistência, produzirá uma diferença de potencial entre as duas extremidades da mesma (fig. 1).

Essa diferença de potencial ou queda de tensão, produzida pela resistência que foi ligada entre o cátodo e o pólo negativo da bateria "B", tornará o cátodo um pouco mais positivo que o pólo negativo (chassi).

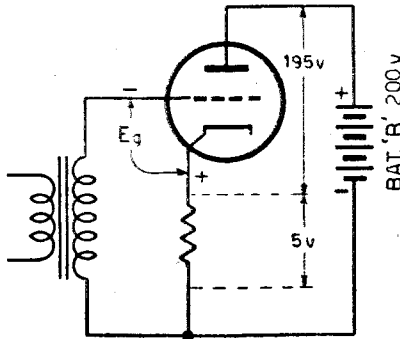


FIG. 1 — A corrente de placa ao passar pela resistência de cátodo, produz uma queda de tensão entre as suas extremidades

Se, por exemplo, a tensão fornecida pela bateria é de 200 Volts e a queda produzida pela resistência do cátodo é de 5 volts, teremos, então, entre o pólo negativo da bateria e o cátodo, 5 volts, e entre o cátodo e o pólo positivo da bateria "B", 195 volts.

Isto quer dizer que, mesmo que o cátodo fique positivo em relação ao pólo negativo da bateria "B", ainda permanecerá negativo em relação à placa, pois a queda de tensão produzida pela resistência do cátodo é relativamente pequena e não irá influir muito, pela diminuição da tensão de placa, na intensidade da corrente através da válvula.

Agora, se o retôrno da grade de contrôle, que antes estava ligado, digamos, através dos enrolamentos do secundário de um transformador, ao pólo negativo de uma bateria "C", fôr ligado ao pólo negativo da bateria "B", obteremos uma polarização de 5 volts entre a grade e o cátodo, sendo a grade negativa. Isto significa que foi substituída a tensão fornecida pela bateria "C" para promover a polarização da grade, tirando uma reduzida parte da tensão "B". Bem entendido: na realidade, não é a grade que se torna negativa em relação ao cátodo, mas sim êste que se torna positivo em relação àquela. O efeito em ambos os casos é idêntico, pois o importante é que a diferença de potencial entre a grade e o cátodo seja tal que a grade fique mais negativa que o cátodo.

Quanto maior fôr o valor da resistência de cátodo, ou quanto maior fôr a intensidade da corrente de placa, maior será a queda de tensão produzida e, conseqüentemente, maior será também a polarização negativa da grade.

O valor desta resistência pode ser calculado facilmente pela aplicação da lei de Ohm:

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

onde **R** é o valor da resistência autopolarizadora em ohms. **E** a tensão de polarização negativa da grade em

volts e  $I$  a corrente total que flui pelo cátodo (esta corrente equivale, no triodo, à corrente de placa, e nos tétrodos e pñtodos à soma de corrente de grade auxiliar) em ampères.

Este cálculo é mais bem ilustrado por um exemplo: temos uma válvula 6F6 (pñtodo) ligada em triodo (grade auxiliar ligada junto à placa); a polarização negativa da grade para êste caso é de  $-20$  V, sendo a corrente de placa de  $31$  mA. Êstes valores podem ser achados nos manuais de válvulas). Aplicando a lei de Ohm acharemos:

$$R = \frac{20 \text{ Volts}}{0,031 \text{ Amp.}} = 645 \text{ ohms}$$

Usa-se neste caso uma resistência de  $650$  ohms. A dissipação da mesma resistência deverá ser de  $20 \times 0,031 = 0,62$  watt. Utilizaremos então, para maior segurança uma resistência com pelo menos  $1$  watt de dissipação.

Outro exemplo: A mesma válvula 6F6, ligada em pñtodo, deverá ter uma polarização negativa  $-16,5$  V; a corrente de placa é de  $34$  mA, e a de grade auxiliar  $6,5$  mA.

A soma das correntes de placa e grade auxiliar é de  $40,5$  mA ou seja,  $0,0405$  ampères; aplicando a fórmula da lei de Ohm, teremos:

$$R = \frac{16,5}{0,0405} = 407 \text{ ohms,}$$

aproximadamente.

Usamos então uma resistência de  $410$  ou  $400$  ohms. A dissipação deve ser de  $16,5 \times 0,045 = 0,668$  watt.

Também neste caso devemos usar uma resistência de pelo menos  $1$  watt de dissipação.

A presença desta resistência no circuito de cátodo representa, porém, um grande inconveniente, pois, sendo variável a corrente dêsse eletrodo, resulta que essas variações produzirão uma queda de tensão variável entre as extremidades da resistência. Com isto, dá-se o seguinte; se o sinal aplicado na grade torna-se mais positivo, aumentará a corrente de placa, o que por sua vez causa maior queda de tensão na resistência de polarização; em virtude disso, maior será a polarização negativa da válvula, tornando menor a corrente de placa. Como se vê, o aumento da tensão de grade foi parcialmente anulado pelo aumento da polarização e, com isto, é prejudicado enormemente o rendimento da válvula.

Para evitar êste inconveniente liga-se em paralelo com a resistência de cátodo um condensador que tenha a capacidade suficiente para fornecer um caminho de baixa impedância para qualquer tensão alterada que possa aparecer entre as

extremidades da mesma, sem prejuízo para a polarização constante da grade, obtida pela corrente contínua da bateria "B".

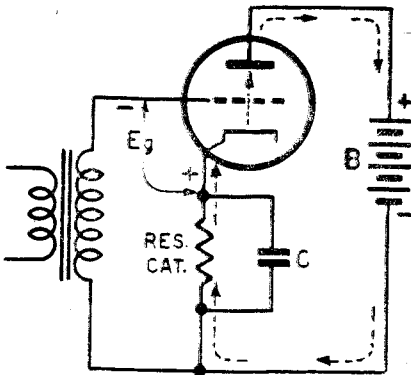


FIG. 2 — Em paralelo com a resistência de cátodo, é ligado o condensador de passagem.

Este condensador de cátodo, que é chamado "de bloqueio" e modernamente também chamado de condensador de passagem ou de **desacoplamento**, deve ter capacidade adequada para a frequência mais baixa da corrente que é amplificada pela válvula (fig. 2).

Para as válvulas amplificadoras de corrente alternada de radiofrequência, a capacidade do condensador de passagem costuma ser de 05  $\mu\text{F}$ , enquanto que, para os amplificadores de baixa frequência, a capacidade desse condensador varia entre 10 e 50  $\mu\text{F}$ .

Em vista da diferença de potencial existente entre as duas extremidades da resistência de cátodo ser muito reduzida, os condensadores li-

gados em paralelo com esta podem ser do tipo com baixa tensão de trabalho.

Assim, os condensadores eletrolíticos empregados em paralelo com as resistências de cátodo das válvulas amplificadoras de B. F. devem ser de grande capacidade, porém, de baixa tensão de trabalho. O preço dos mesmos é muito mais baixo que o dos condensadores de isolamento para alta tensão, e podem cumprir sua missão com absoluta perfeição, sem inconveniente algum (a tensão de trabalho mais usada é de 25 ou 50 volts).

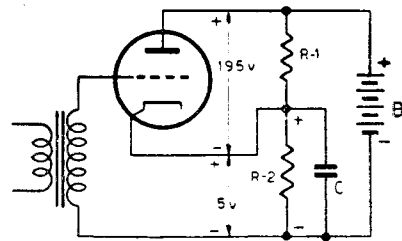


FIG. 3 — Também se consegue a polarização adequada entre a grade e o cátodo com o auxílio de uma divisora de tensão (R-1).

O outro sistema de polarização negativa das grades é o chamado de **polarização fixa**. Este sistema é o seguinte: entre o pólo negativo e o pólo positivo da bateria "B" ligam-se duas resistências em série. No ponto de união das duas resistências, teremos um potencial que será positivo em relação ao pólo negativo da bateria "B" e negativo em relação ao pólo positivo da mesma bateria (fig. 3).

Aplicando êsse sistema de divisão fixa de voltagem, é necessário cuidar para que a resistência total destas duas resistências, que formam o divisor de voltagem, seja relativamente alta, pois, caso contrário, a intensidade da corrente através delas será grande demais e representará uma sobrecarga inútil e sem proveito para a fonte de tensão B (retificadora e o transformador de força).

Se, por conseguinte, ligarmos a placa ao pólo positivo, o cátodo ao ponto de união das duas resistências e a grade ao pólo negativo, obteremos a polarização adequada dos 3 elétrodos.

Agora, conforme o valor que se der às suas resistências, a diferença de potencial entre o pólo negativo e o cátodo e entre a placa e o cátodo pode ser ajustada à vontade.

A resistência total do conjunto deve ser de 15 000 ohms para cima. Empregando-se êsse sistema também se torna necessário inserir um condensador de passagem em paralelo com a resistência entre o cátodo e o pólo negativo. A capacidade dêsse condensador deve ser idêntica à do caso anterior (autopolarização).

Em vista de que nos dois processos explicados anteriormente foi possível suprimir a bateria "C", e apenas com a bateria "B" obter as polarizações necessárias para o funcionamento da válvula, podemos agora, sem dificuldade, alimentar o aparelho com corrente alternada retifica-

da por uma válvula e filtrada depois por um sistema adequado. Desta maneira, substitui-se na alimentação da válvula a bateria "B" pelo conjunto de retificação e filtro e a bateria "A" pelo secundário do transformador de força que fornece a tensão adequada.

Ter-se-á desta maneira, um aparelho alimentado completamente pela rede elétrica, sem necessidade de bateria de qualquer tipo.

## VALVULAS TERMIONICAS DE MAIS DE TRÊS ELEMENTOS

Até ao presente, estudamos as características e o emprêgo das válvulas termiônicas de 2 e de 3 elementos chamados díodos e tríodos, respectivamente.

Prosseguiremos agora nosso estudo das válvulas de mais de três elementos.

## OS TÉTRODOS

Os tétrodos são válvulas de 4 elétrodos. Esses elétrodos são: o cátodo (ou filamento), grade de contrôle, grade auxiliar e placa (fig. 4). A principal diferença que existe entre os tétrodos e os tríodos é que os primeiros possuem mais uma grade, chamada "grade auxiliar". A utilidade dessa grade é dupla.

Nos tríodos, as variações de corrente de placa produzem variações

na tensão de placa, as quais reduzem a eficiência da grade de contrôle. Nos tétrodos, a grade auxiliar forma uma espécie de barreira positiva de tensão constante, a qual evita o efeito acima mencionado, permitindo que a grade de contrôle atue mais eficientemente, o que resulta num maior rendimento.

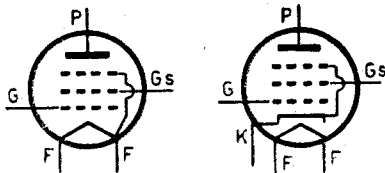


FIG. 4 — Simbolo de válvulas tétrodos, de aquecimento direto e indireto:  
 Gs — grade auxiliar  
 F — filamento  
 G — grade  
 P — placa  
 K — cátodo.

A outra utilidade da grade auxiliar é a supressão da capacidade direta entre a placa, e a grade de contrôle. Acontece que, entre todos os elétrodos de uma válvula termiônica, temos uma pequena capacidade (capacidade intereletródica).

Esta capacidade natural dos mesmos traz como consequência que a corrente alternada amplificada no circuito de placa pode retornar até a grade de contrôle (reexcitando-a ou realimentando-a) produzindo, por conseguinte, transtornos no funcionamento do estágio.

Estando localizada a grade auxi-

liar entre a grade de contrôle e a placa, suprimirá a capacidade direta entre estes dois elétrodos, graças a um condensador de bloqueio, com que ela está ligada à massa do aparelho (fig. 5).

As válvulas tétrodos, da mesma maneira que as tríodos, podem servir para amplificação da radiofrequência, frequência intermediária ou de baixa-frequência, e existem entre elas tipos de aquecimento direto ou indireto.

A tensão de filamento, tanto dos tríodos como dos tétrodos, é variada, pois existem, de ambos os tipos, válvulas idênticas nas suas características, porém com diferentes tensões no filamento. Desta maneira, é possível a aplicação do tipo mais adequado para cada função em todos os aparelhos de rádio, independente da

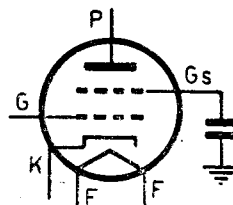


FIG. 5 — Pela ligação à terra da grade auxiliar, feita com o auxílio do condensador de bloqueio, suprime-se a capacidade direta que se forma entre a placa e a grade de contrôle da válvula.

classe de corrente com que são alimentados.

A grade auxiliar dos tétrodos, embora simbolicamente tenha a mesma aparência que a grade de contrôle,



pode ser facilmente distinguida desta, pelo fato de que ela sempre está desenhada mais próxima da placa que a outra.

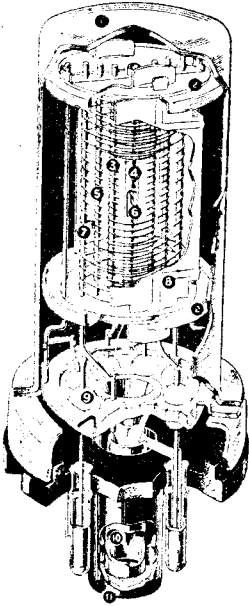


FIG. 6 — Corte de uma válvula pêntodo, vendo-se os eletrodos internos: 1 — invólucro metálico; 2 — suporte de montagem; 3 — grade de controle; 4 — cátodo; 5 — grade auxiliar; 6 — filamento; 7 — grade supressora; 8 — placa; 9 — isoladores de passagem; 10 — tubo de exaustão; 11 — pino central com chave.

Desta forma, os elementos estarão dispostos nos desenhos simbólicos da seguinte maneira, de baixo para cima: 1º) cátodo; 2º) grade de controle; 3º) grade auxiliar; 4º) placa.

Também existem válvulas com maior número de grades, como veremos mais adiante; nestas é possível

que a grade auxiliar seja composta de duas grades individuais.

Neste caso, a grade dupla (de dois ramos) é a grade auxiliar, e a grade que se encontra entre as suas ramas é a grade de controle (Fig. 7). Outro indício que facilita a distinção entre a grade de controle e a grade auxiliar de uma válvula é que a primeira está sempre ligada ao chassi (através de enrolamentos ou resistência) ou à polarização negativa, enquanto que a grade auxiliar sempre possui polarização positiva.

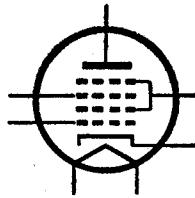


FIG. 7 — Válvula com eletrodos múltiplos, sendo a grade auxiliar dupla.

## OS PÊNTODOS

Os pêntodos, como o próprio nome indica, são válvulas de 5 eletrodos, discriminados na seguinte ordem: cátodo, grade de controle, grade auxiliar, grade supressora e placa (figuras 6 e 8).

A grade supressora, que se encontra entre a grade auxiliar e a placa, tem por finalidade a supressão da emissão secundária da placa. Esta emissão é produzida da seguinte forma: os elétrons emitidos pelo cátodo,

depois de percorrerem a distância que separa o cátodo da placa, chegam com velocidade tão grande à placa que, pelo choque resultante de sua chegada, outros elétrons serão deslocados da matéria que constitui a placa.

Esses elétrons emitidos pela placa poderiam ser facilmente atraídos pela grade auxiliar, pois esta, nas válvulas tétrodo ou pêntodo, sempre possui uma polarização positiva alta (na maioria dos casos é um terço da polarização positiva existente entre a placa e o cátodo).

pode estabelecer corrente entre esta e a grade auxiliar, foi introduzido na válvula o 5º eletrodo, que é a **grade supressora**. Esta grade supressora, em todos os casos, é ligada juntamente com o cátodo e, ficando desta forma negativa, em relação à placa, repele para esta todos os elétrons que porventura sejam desprendidos pela placa, evitando assim que possam perturbar o funcionamento da válvula.

A grade supressora, conforme mencionamos, está colocada entre a grade auxiliar e a placa da válvula e, também nos desenhos simbólicos é representada no mesmo lugar. Contudo, em todos os casos, vai ligada ao cátodo, sendo que em alguns tipos de válvulas esta ligação já está feita internamente (fig. 9).

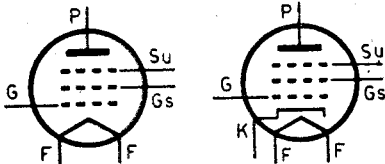


FIG. 8 — Símbolo de válvulas pêntodos, de aquecimento direto e indireto:

- F — filamento
- K — cátodo
- G — grade de controle
- Gs — grade auxiliar
- Su — grade supressora
- P — placa.

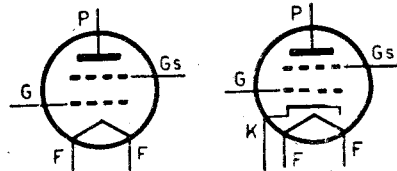


FIG. 9 — Símbolo de válvulas pêntodos cuja grades supressoras já estão ligadas internamente ao cátodo.

Em outros casos, a polarização da grade auxiliar é tão elevada como a da própria placa (a polarização da grade auxiliar também se mede em relação ao cátodo e deve ser positiva em relação a este).

Nas válvulas em cujas bases há um pino separado para a grade supressora e outro separado para o cátodo, é necessário unir esses terminais, quando se executam as ligações no soquete (fig. 10).

Para evitar possível emissão eletrônica secundária da placa, que

Os pântodos são as válvulas mais modernas que existem e também podem ser empregadas para todos os fins. Há tipos adequados para qualquer classe de alimentação.

Empregando um tétrodo ou um pântodo como amplificador, realmen-

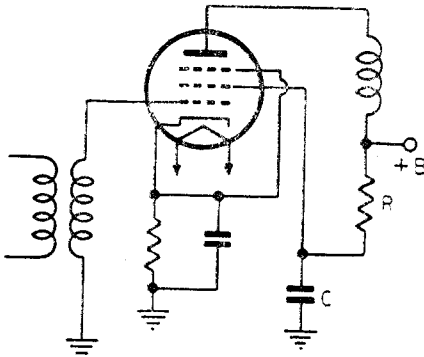


FIG. 10 — Com auxílio de R consegue-se a polarização positiva da grade auxiliar; C é o condensador de bloqueio

te o circuito sofrerá poucas modificações em si, pois, para estas válvulas, também o circuito de entrada é constituído pela grade e cátodo. A corrente amplificada é obtida entre as extremidades da resistência de carga, ligada em série com a placa.

A única alteração que se deve fazer para a válvula poder funcionar consiste em prover a grade auxiliar do potencial positivo requerido por ela.

Este potencial positivo, quando é idêntico à tensão de placa da válvula,

obtem-se com a simples ligação do terminal correspondente, existente na base, ao pólo positivo da bateria ou retificador "B".

Quando, porém, o potencial de grade auxiliar é inferior ao potencial fornecido pela bateria "B", podemos obter a alimentação de duas maneiras: 1º) liga-se entre o +B e o terminal correspondente à grade auxiliar uma resistência que produzirá queda de tensão, a fim de que o potencial desta grade seja menor que o da placa (fig. 10).

O valor dessa resistência poderá ser calculado com o auxílio da Lei de Ohm, pois, conhecendo a intensidade da corrente entre a grade auxiliar e o cátodo (geralmente pequena entre 2 e 8 miliampères) e conhecendo o potencial de que desejamos dispor entre a mesma e o cátodo,

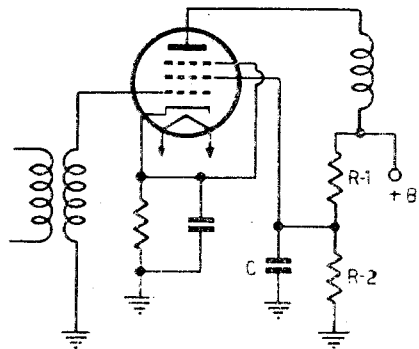


FIG. 11 — A divisora de tensão, constituída pelas resistências  $R_1$  e  $R_2$ , prevê a grade auxiliar do potencial necessário. C é o condensador de bloqueio.

basta dividir a queda de tensão desejada pela intensidade da corrente de grade auxiliar, para achar o resultado em ohms.

Se, por exemplo, a bateria "B" fornece 250 volts e entre a grade auxiliar e o cátodo devem existir 100 volts, então é necessário produzir uma queda de tensão de 150 volts. Com 2 miliampères de intensidade da corrente, a resistência deve ser de  $150 \div 0,002 = 75\ 000$  ohms.

O outro sistema para alimentação da grade auxiliar, com potencial adequado, é feito com o auxílio de um divisor de tensão. Ligam-se entre o pólo positivo e o pólo negativo da bateria "B" duas resistências em série, com tais valores que, no ponto de união das duas, obtenhamos o potencial necessário à alimentação da grade auxiliar da válvula (fig. 11).

Os valores das resistências usadas para este divisor de tensão devem ser de 10 000 e 20 000 ohms (aproximadamente).

Alimentando a grade auxiliar de uma ou outra forma, é necessário ligar sempre entre os terminais desta e o chassi (base metálica), ou o pólo negativo de alta tensão, um condensador cuja capacidade seja de pelo menos .05 a 1  $\mu$ F.

Este condensador, que deve possuir isolamento adequada para poder suportar a tensão aplicada entre as

suas armaduras, é chamado condensador de passagem ou desacoplamento.

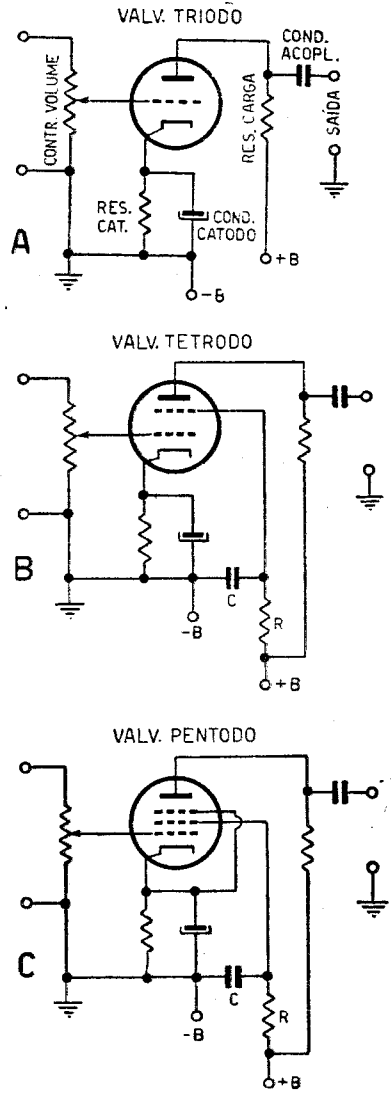


FIG. 12 — Estágio amplificador de BF, empregando válvula triodo (A), tétrodo (B) e pñntodo (C). Vêm-se claramente as diferenças nos circuitos de alimentação dos diversos elétrodos.

to ("by-pss"). Em sua ligação deve-se cuidar para que a armadura externa, marcada nos condensadores de papel com uma faixa preta, seja ligada ao negativo.

Empregando um tétrodo ou um pêntodo como amplificador de radio-freqüência, a diferença entre um e outro é apenas na ligação da grade supressora, pois esta tem de ser unida ao cátodo, nas válvulas pêntodos.

Não será preciso fazer nenhuma outra modificação.

Na figura 12 damos o circuito de uma válvula preamplificadora de baixa-freqüência, com acoplamento a resistência-capacidade, para três casos diferentes: tríodo, tétrodo e pêntodo. O circuito básico, usando tríodo, está ilustrado em A. No circuito de entrada existe um contrôle de volume (potenciômetro) que é usado ao mesmo tempo como resistência de grade. A polarização de grade da válvula é conseguida pela resistência de cátodo, sendo que o condensador em paralelo serve para fornecer uma passagem à tensão alternada que aparece sobre a resistência, no momento em que é aplicado um sinal audiofreqüente à grade. A resistência de carga, ao ser atravessada

pela corrente de placa variável (variações estas provocadas pela tensão audiofreqüente da grade) produz uma queda de tensão proporcional entre seus extremos, e esta tensão é conduzida, através do condensador de acoplamento, aos circuitos seguintes.

O mesmo circuito pode ser usado quando fôr desejável o uso de uma válvula tétrodo; somente se deve incluir a polarização adequada da grade auxiliar. Na figura 12-B damos o circuito resultante: foram incluídos o condensador C e a resistência R que, de um lado é ligada ao pólo +B e de outro ao pino da grade auxiliar, e que tem por fim provocar a queda de tensão correta neste elé-trodo. O restante do circuito, porém, é idêntico ao anterior.

Quando fôr usado um pêntodo, no qual a grade supressora já está ligada internamente ao cátodo, será usado o mesmo circuito que para a válvula tétrodo; se a grade supressora não estiver ligada a um dos pinos da base, então esta ligação tem de ser feita externamente (fig. 12-C). Além desta ligação adicional, as restantes são exatamente idênticas às das válvulas tétrodos.

FIM



**INSTITUTO RADIO TÉCNICO MONITOR S/A.**  
NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDENCIA  
**RUA TIMBIRAS, 263 — CAIXA POSTAL 30.277 — SAO PAULO — ZP - 2  
BRASIL**

**TODOS OS DIREITOS DE REPRODUÇÃO, TOTAL OU PARCIAL,  
RESERVADOS PELA EDITORA**

# INSTITUTO RÁDIO TÉCNICO MONITOR

NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDÊNCIA  
Caixa Postal 30.277 — São Paulo — ZP-2

CURSO PRÁTICO DE RADIOTÉCNICA

## LIÇÃO TEÓRICA N.º 18

### OS DETECTORES

As rádio-ondas induzem na antena, ao atingi-la, correntes alternadas de frequência elevada. Estas correntes alternadas, mesmo que sejam conduzidas até ao alto-falante, não serão reproduzidas por êste e, mesmo que o fôsem, não afetariam o ouvido humano, pois a frequência das mesmas é demasiadamente alta. (O ouvido humano é sensível a frequências entre 15 e 15 000 Hz, enquanto as rádio-ondas têm frequência superior a 10 000 Hz.

É necessário, portanto, transformar estas correntes de frequência elevada em corrente de frequência mais baixa, para que se torne possível reproduzi-las de forma audível.

A parte do receptor que tem a seu cargo esta transformação chama-se "detector".

Os detectores podem ser de cristal (vide lição n.º 11), como nos aparelhos de galena. Válvulas termiônicas podem também efetuar o mesmo serviço.

Os detectores com válvulas termiônicas dividem-se em três grupos principais: detectores de grade, detectores por curva característica de placa e detectores díodo, os quais serão analisados na Lição Teórica N.º 20.

#### Detector de Grade

Na figura 1 vemos o modo de ligar um detector de grade. As extremidades do secundário do transformador de frequência que está sintonizado (e cujo primário tanto pode ser ligado no circuito de uma antena, como no circuito de saída de uma válvula amplificadora da radio-

freqüência) estão ligadas à grade e ao cátodo de uma válvula termiônica.

A ligação da grade é feita por intermédio de uma resistência de alto valor, em paralelo com a qual se ligou um condensador de pequena capacidade.

O funcionamento do conjunto é o seguinte: a corrente alternada de

rá uma corrente pulsante de alta-freqüência, porém a intensidade de cada pulsação varia conforme as características da modulação da rádio-onda recebida. Por sua vez, a resistência de grade (R-1) será atravessada por essa corrente retificada (que já será de categoria de "baixa-freqüência") e, conforme as variações da intensidade das pulsações, estabelecer-se-á diferença de potencial maior ou menor entre as duas extremidades da resistência.

A diferença de potencial que se estabelece entre as extremidades da resistência mencionada terá tal sentido que a grade será negativa em relação ao cátodo. A grade, assim polarizada, em maior ou menor proporção (conforme a intensidade dos impulsos de corrente de alta-freqüência), influirá na intensidade da corrente de placa da válvula.

Por sua vez, as variações de intensidade da corrente de placa, ao passarem através da resistência de carga do circuito de placa (R-2), ou através dos enrolamentos do primário de um transformador, reproduzirão a corrente de baixa-freqüência, correspondente às alterações gerais da intensidade dos impulsos da corrente de radiofreqüência aplicada no circuito de entrada da válvula.

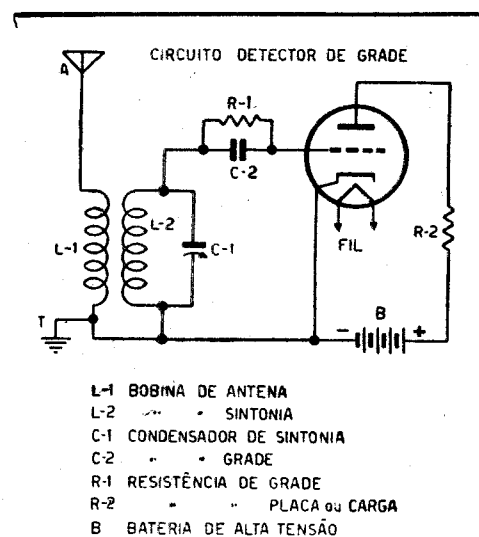


FIG. 1

alta-freqüência, induzida entre as extremidades do secundário do transformador, produzirá diferença de potencial entre a grade e o cátodo, tornando a grade ora positiva, ora negativa em relação ao cátodo.

Quando a grade se torna **positiva** em relação ao cátodo, atrai para si parte dos elétrons emitidos pelo último, estabelecendo daí uma **corrente de grade**. Essa corrente de grade se-

Pelo exposto, fica evidente que, enquanto a corrente de radiofreqüência aplicada no circuito de entrada fôr de intensidade constante (sem modulação) entre as duas ex-



tremidades da resistência de carga no circuito de placa, não haverá alteração na queda, de voltagem.

Quando, porém, a corrente de alta-freqüência estiver modulada, esta modulação produzirá variações na intensidade da corrente de placa e entre as extremidades da resistência de carga R-2 serão reproduzidas as correntes de baixa-freqüência com que foi modulada a rádio-onda recebida.

Em outras palavras, a corrente alternada de alta-freqüência será retificada pelo "díodo" composto pelo cátodo e a grade de controle da válvula termiônica. A resistência de grade (R-1), que está no circuito deste díodo, produzirá uma polarização negativa maior ou menor para o tríodo.

Desta maneira se obtém uma dupla função da válvula, pois, de um lado, ela trabalha como díodo para retificar a corrente, e de outro, como tríodo amplificador de baixa-freqüência.

O condensador do circuito de grade (em paralelo com a resistência) serve para permitir a passagem fácil das correntes de alta-freqüência (antes de retificar) até a grade.

O valor deste condensador deve ser de 50 a 250 mmfd, a fim de que só possam passar com facilidade, através dêle, as correntes de alta-freqüência, antes de retificar. As mesmas, porém, depois de retificadas, deverão seguir através da resistên-

cia R-1. Isto se deve ao fato de que a freqüência desta corrente retificada, sendo muito mais baixa, achará grande obstáculo em passar pelo condensador, e assim preferirá passar pela resistência.

O valor da resistência da grade varia entre 100 000 e 5 000 000 de ohms.

Este tipo de detector foi o primeiro a ser empregado nos aparelhos de rádio equipados com válvulas ter-

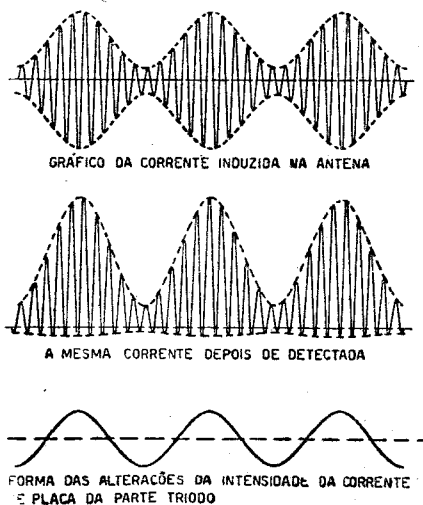


FIG. 2

miônicas. A característica principal deste tipo de detector é a sua sensibilidade; porém, apresenta um inconveniente: a grande deformação que introduz nas características da corrente de baixa-freqüência resultante de sua ação retificadora.

Qualquer válvula tríodo pode desempenhar as funções de detector.

Existem, porém, tipos especiais que são fabricados com características especiais para desempenhar a sua função da melhor maneira possível.

O tipo de detector que acabamos de descrever é pouco ou nada usado nos modernos receptores de rádio.

Na figura 2 vê-se a forma da cor-

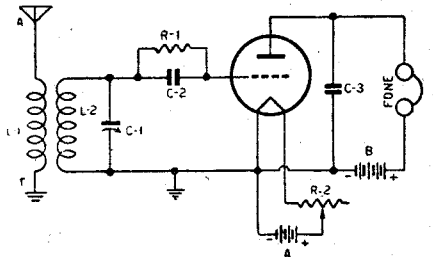


FIG. 3

RÁDIO-RECEPTOR COM VÁLVULA DE AQUECIMENTO DIRETO E ALIMENTADO COM PILHAS. O REÓSTATO R-2 REGULA A CORRENTE DE FILAMENTO E AO MESMO TEMPO O VOLUME DE REPRODUÇÃO DO APARELHO.

rentes antes de retificar, retificada, e depois de amplificada pelo tríodo.

Os primeiros radioreceptores constavam de uma só válvula, que era a detectora de grade.

Nesse, o primário do transformador de radiofrequência estava ligado no circuito de antena, conforme indicado na figura 1, e no circuito de placa da mesma válvula ligou-se (no lugar da resistência de carga) um par de fones, para transformar as variações da intensidade da corrente de placa em ondas sonoras audíveis (fig. 3).

Aconteceu, porém que, em muitos casos, faltava sensibilidade a êstes

receptores, devido, de um lado, ao fato de que naquela época as estações transmissoras não tinham a potência que têm hoje e, de outro lado, às características das válvulas que eram tão boas quanto as das válvulas fabricadas atualmente. Resulta daí que a intensidade de reprodução sonora deixava muito a desejar.

Para remediar, na medida do possível, esta deficiência, havia dois circuitos idênticos nos seus princípios, diferindo apenas na posição dos respectivos elementos. Com o auxílio destes circuitos aproveitava-se uma parte da potência de radiofrequência obtida no circuito da saída da válvula, para reforçar os sinais de entrada no circuito de grade.

Êsses dois circuitos são o "Schnell" e o "Hartley". O funcionamento de ambos se baseia no princípio que acabamos de enumerar (fig. 4 e 5). Devido ao fato de que uma parte da corrente amplificada pela própria válvula retorna novamente ao circuito de entrada da mesma, denominam-se êstes circuitos "regenerativos", ou de reação.

Nos aparelhos regenerativos, a placa do tríodo não está ligada diretamente à resistência de carga do circuito de placa; a corrente é forçada a passar primeiramente através das espiras de uma indutância que está nas proximidades do secundário do transformador de radiofrequência de entrada.

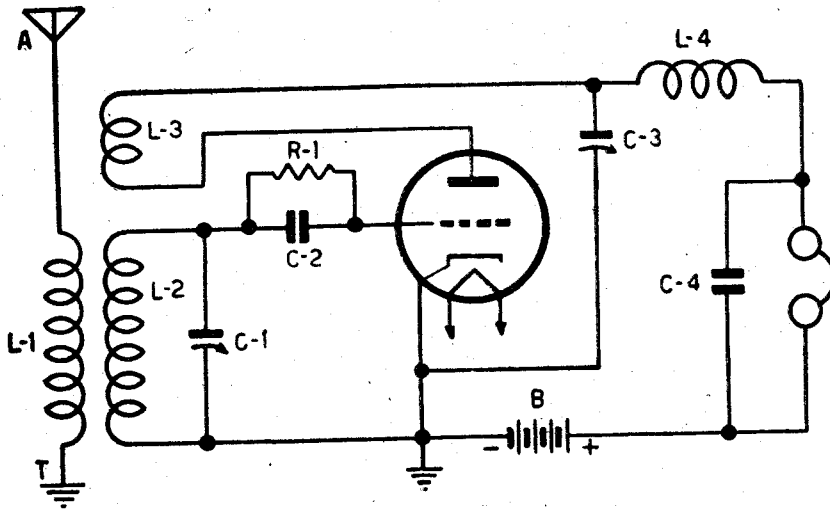
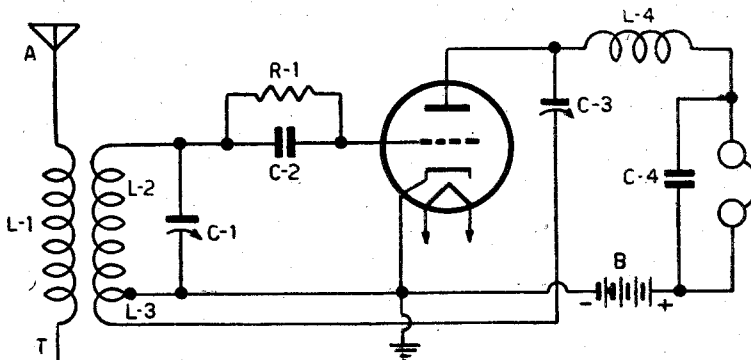


FIG. 4

CIRCUITO DE RECEPTOR REGENERATIVO "SCHNELL". OS VALORES DOS COMPONENTES SÃO IDÊNTICOS AOS DA FIG. 5.



- R-1 1 MEGOHM
- C-1 COND. VARIÁVEL .00041 mfd
- C-2 .00025 mfd
- C-3 COND. VARIÁVEL .00041 mfd
- L-4 CHOQUE DE R.F.
- C-4 COND. DE MICA .0005 mfd

FIG. 5

CIRCUITO REGENERATIVO "HARTLEY".

Desta forma, em conseqüência do acoplamento indutivo existente entre essas bobinas, as variações da intensidade da corrente de placa induzirão impulsos de correntes no circuito de entrada da válvula. Esses impulsos de corrente serão para reforçar os sinais recebidos pela antena.

Na figura 4 vemos o circuito completo regenerativo "Schnell". L-1 é o primário do transformador de radiofrequência, que está ligado na entrada da antena; L-2 é o secundário do mesmo transformador que está ligado em paralelo com o condensador C-1, e constitui com êste o circuito para sintonizar as estações. L-3 é a bobina de regeneração ou de reação. Temos depois L-4, que é um reator de radiofrequência (uma indutância) com suficiente número de espiras para impedir a passagem das correntes de alta-frequência, permitindo apenas a circulação das frequências baixas.

Um par de fones se encarregará de reproduzir, em forma de ondas sonoras, as correntes de baixa-frequência corespondentes à modulação recebida da estação transmissora.

C-3 é um condensador variável de uns 250 a 500 mmfd, e que permite regular a regeneração. Quanto maior fôr a sua capacidade, maior será a intensidade de corrente alternada de RF em L-3 e, por conseguinte, maior será a regeneração.

O princípio de funcionamento deste circuito é o seguinte: as tensões radiofrentes que foram induzidas em L12 atingem a grade da válvula através do condensador C-2 (fig. 4). Na grade é retificado o sinal, mas mesmo assim, além da baixa-frequência, existe também radiofrequência na grade. Esta é também amplificada pela válvula, aparecendo, portanto, na placa com amplitude maior. Esta radiofrequência flui através do enrolamento L-3 e do condensador C-3 ao chassi (pelo fone ou pelo condensador C-4 não pode passar RF, pois a impedância L-4 impede que esta corrente vá por êsse caminho). Ao fluir a RF através das espiras de L-3, induzirá em L-2 uma tensão de RF que se sobreporá à RF já existente neste ponto, reforçando-a portanto. Consegue-se aumentar o que naturalmente resultará em maior volume no fone.

Quanto mais forte o acoplamento entre L-2 e L-3, ou quanto maior a capacidade de C-3, tanto mais forte a regeneração. Contudo, há um limite para êste refôrço, pois sendo demasiado grande, a válvula começará a oscilar, isto é, gerar ela mesma as ondas de radiofrequência, cessando, neste caso, a recepção de sinais. O grau de regeneração deve portanto ser ajustável e proporcional à intensidade do sinal recebido.

O maior aumento de sensibilidade resulta quando a regeneração está ajustada a uma ponto um pouco

abaixo do início da oscilação da válvula.

No circuito "Hartley" (fig. 5), o funcionamento é praticamente idêntico. A RF amplificada, que aparece na placa da válvula, é retransferida ao circuito de grade através do condensador variável C-3 e do enrolamento L-3. Este circuito tem a vantagem de que L-2 e L-3 podem constituir um enrolamento só, no qual existe uma tomada ligada à terra (chassi).

### Detector por Placa

Neste tipo de detector, a retificação do sinal de RF é feita na placa. Isto se obtém polarizando a válvula detectora num ponto próximo do corte da corrente de placa, a qual só fluirá durante o semiciclo positivo do sinal, por se encontrar a válvula em corte durante o semiciclo negativo. A figura 6 ilustra um destes circuitos.

O choque CH e o condensador C3 filtram os componentes de RF. R1 é a resistência que polariza a válvula. Pode-se aplicar uma outra resis-

tência (R3) entre o +B e o cátodo, para que a válvula opere mais próxima do ponto de corte. R2 é a resistência de carga de placa, sôbre a qual aparece o sinal de AF detectado. Este tipo de detector é menos sensível que o detector por grade, e é por

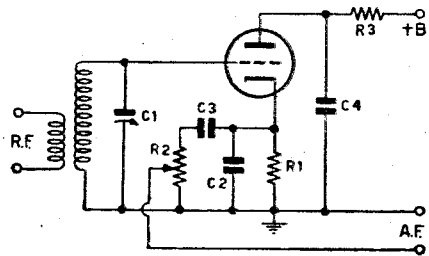


FIG. 7

isso mais indicado para a detecção de sinais de elevada amplitude.

### Detector de Impedância Infinita

Este detector reúne as vantagens do díodo de baixa distorção e a ausência de carga do circuito sintonizado. O circuito, ilustrado na figura 7, assemelha-se ao do detector de placa, com a diferença de que a resistência de carga R1 está ligada entre cátodo e massa. O sinal é retirado através de C3, sendo seu volume regulado por R2. O condensador C2 (200-500 pF) destina-se a desacoplar o cátodo para RF, mas não para AF. A placa está desacoplada, por intermédio de C4 (aprox. .1 µF,) tanto para RF como para AF. Tal como o detector de placa, a corrente de pla-

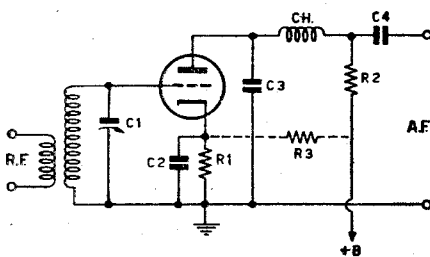


FIG. 6

ca dêste circuito é muito baixa durante a ausência de sinal. A resistência de cátodo R1 varia entre 50 e 100 K ohms, a fim de proporcionar a alta polarização. Os melhores resultados são obtidos com válvulas de fator de amplificação ao redor de 20.

### Detector de Produto

Este é um tipo de detector usado em receptores de telecomunicações para telegrafia sem modulação, e em transmissores de portadora suprimida (fig. 8). Neste último caso, a válvula tem dupla função: detectora e misturadora. A mistura do sinal do oscilador por batimento de V2 efetua-se no cátodo de V1. Com este circuito reduz-se a um mínimo a in-

termodulação, e produz-se um sinal de baixa-frequência, livre de distorção. Para a reação em telegrafia, o circuito sintonizado de V2 trabalha entre 454 e 456 KHz, produzindo assim um sinal de 1 000 Hz. Para a recepção comum, desliga-se o oscilador através da chave S.

### Detetores Super-Regenerativos

Para a recepção de frequências muito altas (VHF), empregam-se os detetores super-regenerativos.

O ponto até onde se pode aumentar a regeneração num detector regenerativo comum, é o ponto em que ele entra em oscilação. Na figura 9 ilustramos um circuito típico. Ao se

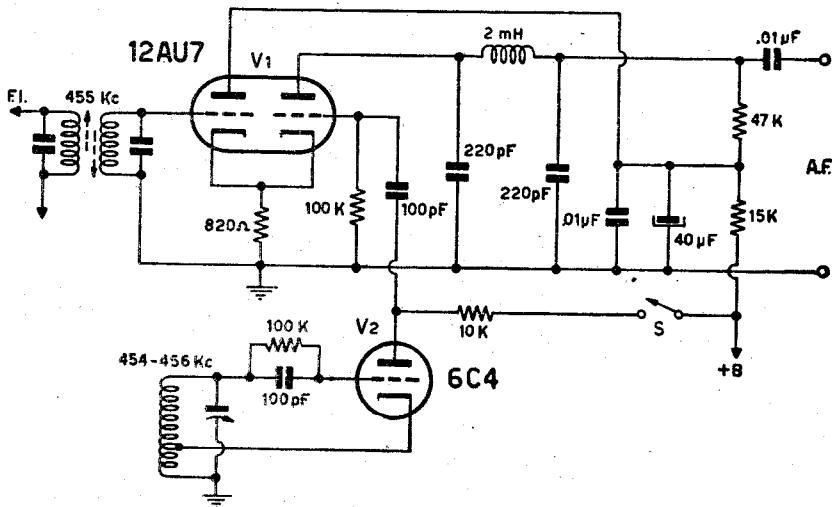


FIG. 8

introduzir um sinal de frequência supersônica (20-200 KHz) no detector super-regenerativo, este ultrapassa o limite de regeneração, sem entrar em oscilação. A tensão do sinal supersônico varia de acordo com a frequência que determinará o ponto de operação na curva característica da válvula detectora.

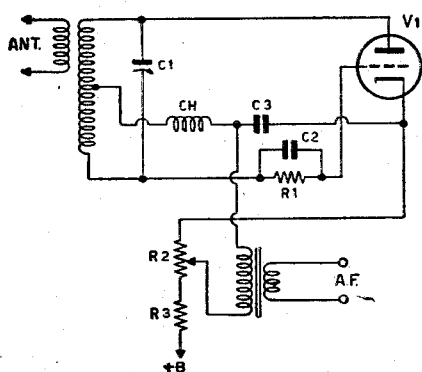


FIG. 9

Assim, o detector somente poderá oscilar durante os meios ciclos negativos da frequência introduzida, sendo a oscilação constantemente interrompida. A frequência da auto-oscilação depende principalmente de R1 e C2, que formam uma constante de tempo. A descarga de C2 através de R1 deve ser relativamente lenta, a fim de proporcionar uma frequência de interrupção entre 20 e 200 KHz. Devido à instabilidade, deficiente seletividade e irradiação, a aplicação deste tipo de detector se limita a transceptores portáteis para frequências muito elevadas.

### Receptores Regenerativos

Na figura 10 temos o circuito de um receptor regenerativo, utilizando circuito detector Schnell. Sua alimentação é de 110 ou 220 V, CA.

Um transformador de força serve para prover o aparelho da corrente necessária para os filamentos das válvulas em geral e para o filamento da válvula retificadora. Daí obteremos também a alta tensão para ser retificada. A válvula retificadora deve ser de preferência uma retificadora de onda completa, como, por exemplo, a 5Y3 (fig. 10).

A corrente, depois de retificada, deverá ser filtrada, para o que se usará o campo do alto-falante eletrodinâmico, em combinação com os dois condensadores eletrolíticos. Na saída do filtro obteremos a corrente contínua, necessária para a alimentação do circuito de placa das válvulas. A polarização negativa das grades será conseguida por meio da autopolarização (resistência de cátodo em paralelo com o condensador de bloqueio). Desta forma, o aparelho está em condições de funcionar perfeitamente com a corrente alternada da rede de luz e força. Quanto ao alto-falante, neste caso, será usado um eletrodinâmico, aproveitando o enrolamento de campo como "choque" para filtrar a corrente.

Este aparelho pode ser feito tanto para a recepção de ondas médias como para médias e curtas.





nitivamente ligado às bobinas, mas sim ao contato móvel da chave S-2. Esta chave, numa de suas posições, liga o variável ao enrolamento L-2B, ou seja, ao enrolamento de grade de ondas médias. Colocando-se a chave na outra posição, o variável estará ligado ao enrolamento L-2A, ou seja, o de sintonia de ondas curtas.

Além do enrolamento de sintonia também temos de mudar o enrolamento de antena. Para êste fim serve a chave S-1, que liga uma vez a bobina de antena de ondas médias

quanto que estando na posição C será o enrolamento L-3A percorrido pela mesma corrente. Na prática não se usam chaves separadas, mas sim combinam-se as 3 chaves numa unidade só. Todos os 3 contatos são, portanto, mudados pela rotação de um eixo só, o que torna facilíma a mudança da faixa de ondas.

Os diversos enrolamentos de ondas médias (L-1B, L-2B e L-3B) devem ser enrolados juntos, sôbre uma fôrma isolada, para que as linhas de

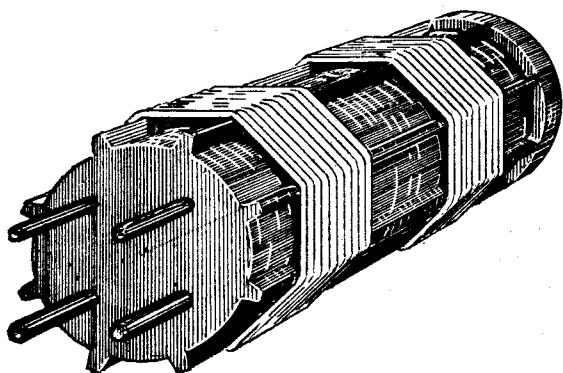


FIG. 11

BOBINA INTERCAMBIÁVEL, COM 2 ENROLAMENTOS SÔBRE UMA BASE DE BAQUELITE.

(L-1B) e outra o enrolamento de ondas curtas (L-1A) à antena externa.

Se o receptor possuir um enrolamento de regeneração, é também necessário trocar êste por intermédio de outra chave. No circuito da fig. 12 a chave S-3 faz êste serviço. Estando na posição M, a corrente de placa fluirá através de L-3B, en-

fôrça de uma também cortemos outros enrolamentos, ou seja, para que exista acoplamento entre os mesmos. Por sua vez, todos os enrolamentos de ondas curtas (L-1A, L-2A e L-3A) também devem estar acoplados entre si e, portanto, são colocados igualmente num só tubo. Entre os dois tubos de enrolamento, porém o que se consegue separando-os bem

(ou então usando um só tubo de enrolamento, porém distanciando bem os dois grupos de enrolamento um do outro).

Conforme já mencionamos anteriormente, a seletividade destes aparelhos é bastante reduzida. Por conseguinte, haverá dificuldades ao usá-los em localidades onde haja mais de uma estação potente em funcionamento. Em seguida damos uma pequena tabela com dados para a construção das bobinas a serem usadas com este aparelho, tanto para ondas médias como para ondas curtas.

#### ESPIRAS PARA OS CONJUNTOS DE BOBINAS

Bobina	L-1	L-2	L-3
Ondas Curtas (Espiras)	6	7	5
Ondas Médias (Espiras)	35	120	45

NOTA: As espiras das bobinas de ondas médias devem ser feitas de fio 28 até 32 e as de ondas curtas de fio 22. Diâmetro do corpo 2 mm.

Ao tratar de pôr em funciona-

mento um radioreceptor regenerativo, certas dificuldades podem-se apresentar causadas pela ligação incorrecta da bobina de regeneração (L-3), pois, se esta fôr ligada de maneira contrária, o sinal da placa, em lugar de reforçar os sinais de entrada, diminui-los-á e, em lugar de aumentar o volume do rádio, fará com que este deixe de funcionar completamente. Portanto, se, ao tratarmos de pôr em funcionamento um radioreceptor regenerativo que acaba de ser montado, não pudermos conseguir que o mesmo funcione, devemos inverter as ligações nas extremidades da bobina de regeneração L-3. Neste caso inverter-se-á a direção das linhas de força e portanto haverá um reforço dos sinais captados.

O receptor regenerativo para corrente alternada, ilustrado na figura 10, está equipado, no circuito de grade da primeira válvula amplificadora de baixa-freqüência, com um potenciômetro. Este, que está ligado em paralelo com o secundário do transformador de baixa-freqüência, servirá para regular a intensidade da reprodução sonora. Por isso, querendo fazer funcionar o aparelho, devemos tratar de sintonizar as estações com o condensador variável C-1, regulando a regeneração com C-3, e logo ajustando a intensidade de reprodução sonora com o potenciômetro antes indicado. Todos os modernos receptores de rádio usam tal potenciômetro (em 90% dos casos com um

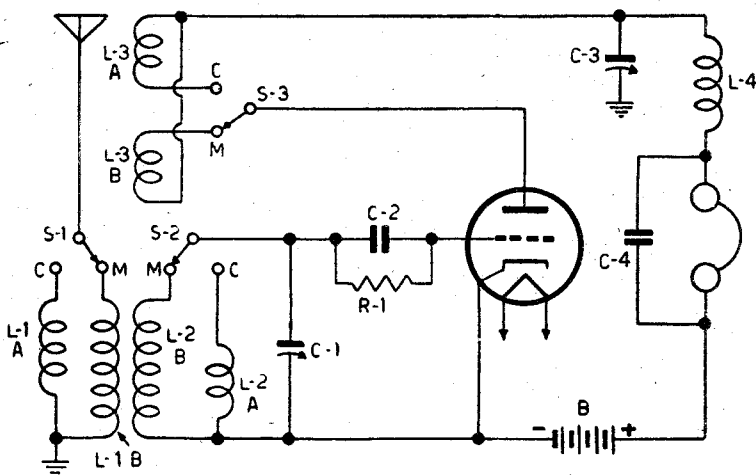


FIG. 12

RECEPTOR REGENERATIVO USANDO UMA CHAVE DE ONDA PARA A MUDANÇA DA FAIXA DE RECEPÇÃO.

valor de 500 000 ohms) para o controle de volume, sendo o mesmo ligado sempre na grade da 1ª válvula

Uma vez funcionando, os aparelhos regenerativos poderão apresentar alguns inconvenientes, que provirão, na maioria das vezes, de:

- 1º — Válvulas cansadas, queimadas ou defeituosas;
- 2ª — Interrupção na resistência redutora;
- 3º — Transformador de baixa-freqüência defeituoso;
- 4º — Resistência de placa da primeira válvula amplificado-

ra de baixa-freqüência, defeituosa;

- 5º — Curto-circuito entre as armaduras dos condensadores variáveis;
- 6º — Interrupção no enrolamento da bobina de choque (L-4);
- 7º — Condensador de acoplamento defeituoso;
- 8º — Condensadores eletrolíticos de filtro, defeituosos;
- 9º — Válvula retificadora queimada;
- 10º — Transformador de força defeituoso.

A localização de todos estes defeitos tornar-se-á muito fácil se, para esse fim, utilizarmos uma lâmpada de série, seguindo as instruções ao uso das lâmpadas de série em geral.



**INSTITUTO RADIO TÉCNICO MONITOR S/A.**  
NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDÊNCIA  
**RUA TIMBIRAS, 263 — CAIXA POSTAL 30.277 — SÃO PAULO — ZP - 2  
BRASIL**

**TODOS OS DIREITOS DE REPRODUÇÃO, TOTAL OU PARCIAL,  
RESERVADOS PELA EDITORA**

# INSTITUTO RÁDIO TÉCNICO MONITOR

NUCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDENCIA  
Caixa Postal 30.277 — São Paulo — ZP-2

## CURSO PRÁTICO DE RADIOTÉCNICA

### LIÇÃO PRÁTICA Nº 17

#### OS PREAMPLIFICADORES

Os amplificadores de baixa-freqüência têm por fim proporcionar uma certa potência audiófregüente ao alto-falante, que é depois transformada por êste em ondas sonoras. O volume é tanto mais alto, quanto maior fôr a **potência** fornecida pelo amplificador.

A potência audiófregüente é igual ao **produto da corrente pela tensão audiófregüente**. Por exemplo: se a tensão efetiva na saída do amplificador fôr de 100 volts e a corrente de 0,1 ampère efetiva, então a potência de saída será  $100 \times 0,1 = 10$  watts. Esta mesma potência também pode ser conseguida com 50 volts e 0,2 ampère (pois  $50 \times 0,2 = 10$ ), ou com outras combinações quaisquer cujo produto seja 10 watts.

Da explicação acima podemos deduzir que a válvula de saída de um amplificador não precisa necessària-

mente fornecer altas tensões ou corrente; o requisito é apenas que entregue uma tensão e corrente tais que o seu produto dê um resultado alto. Existem válvulas especiais para êste fim, denominadas válvulas de saída ou poder. Cada tipo destas válvulas, com determinada tensão positiva na placa e grade auxiliar, fornece certa potência máxima. Por exemplo: a 6F6, com 250 volts na placa e grade auxiliar fornece 3,2 watts; a 6V6, com as mesmas tensões, fornece 4,5 watts; a 50C5, com 110 volts na placa e grade auxiliar, fornece 1,9 watt, e assim por diante. Todos os manuais de válvulas trazem as indicações correspondentes, tanto para estágios de saída simples, como para push-pull.

Para que a válvula possa funcionar a plena potência, é necessário que a grade receba **tensão alterna-**

da (sinal) suficientemente alta. Bem entendido: na grade não é necessário potência, mas apenas tensão, pois no circuito de grade não flui corrente, sendo praticamente nulo o produto da tensão pela corrente.

porém, fornecem tensão muito menor, e ligando um destes dispositivos à entrada de um amplificador de 2 válvulas, o volume resultante será mínimo. É este o motivo pelo qual a ligação de um microfone a um

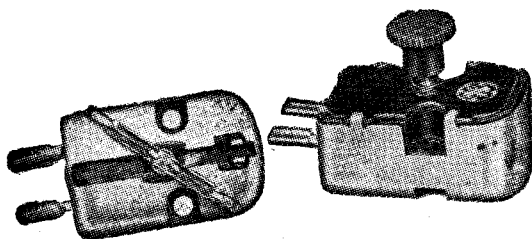


FIG. 1

Cápsula de relutância variável da General Electric, com duas agulhas de safira.

Por este motivo, as válvulas que precedem a válvula de saída não precisam fornecer potência, mas apenas tensão; somente a válvula de saída fornece a potência necessária à operação do alto-falante.

Os amplificadores comuns possuem 2 válvulas: uma que amplifica a tensão alternada de audio-freqüência, e uma segunda que fornece a potência para o alto-falante.

Este tipo de amplificadores de duas válvulas é suficiente quando a fonte de audiofreqüência é um detector díodo de um receptor ou então um fonocaptor ("pickup") de cristal ou cerâmica, pois ambos estes elementos fornecem entre  $\frac{1}{2}$  e 1 volt de tensão de audiofreqüência.

Um microfone de cristal ou um dos novos fonocaptadores magnéticos,

receptor de rádio não dá praticamente resultado algum, pois a tensão entregue pelo microfone é muito menor que a entregue pelo detector díodo.

Neste caso, usar-se-á um pre-amplificador adicional entre o re-

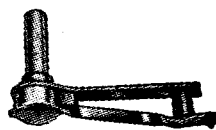


FIG. 2 — Suporte de apenas uma agulha para a cápsula G.E.

ceptor e o microfone, ou então entre o toca-disco e o receptor, caso o primeiro esteja equipado com uma das modernas cápsulas magnéticas. Cremos ser muito útil dar algumas explicações pormenorizadas sobre

estes fonocaptadores modernos, com os quais são equipados muitos dos toca-discos automáticos.

Depois da última guerra mundial apareceram diversos tipos de cápsulas fonocaptoras magnéticas que se destacavam pela alta-fidelidade de

Uma cápsula de cristal, por exemplo, tem saída entre 1 e 2 volts, enquanto que as cápsulas magnéticas antigas fornecem de 0,5 a 1 volt. A cápsula GE (a mais difundida das novas unidades), porém, proporciona uma saída de apenas 11 milivolts, ou seja,

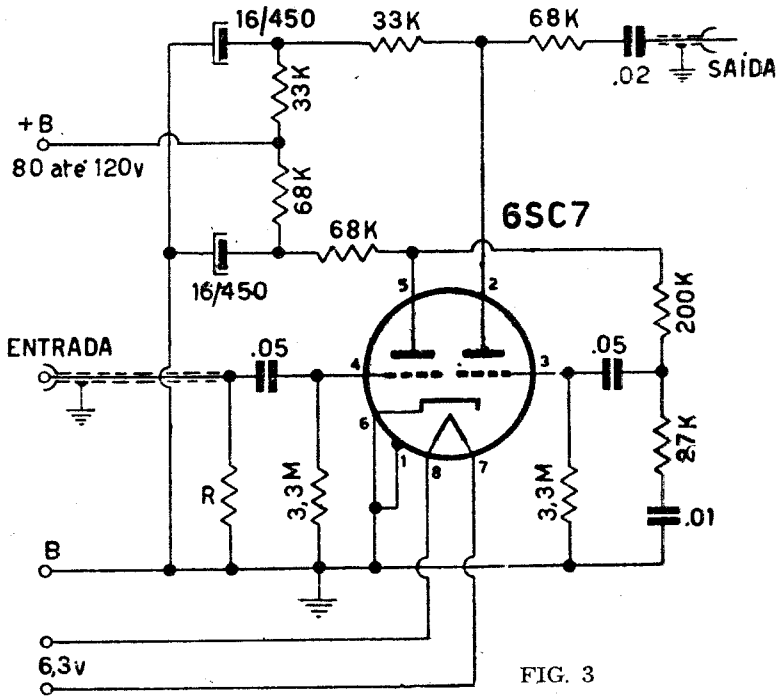


FIG. 3

reprodução, em relação às cápsulas de cristal comuns, sem contudo serem muito mais caras que estas últimas. O motivo porque estes novos fonocaptadores ainda não estão muito difundidos é justamente que a sua tensão de saída é muito mais baixa que a das cápsulas de cristal, e mesmo bem inferior à tensão de saída dos modelos magnéticos antigos.

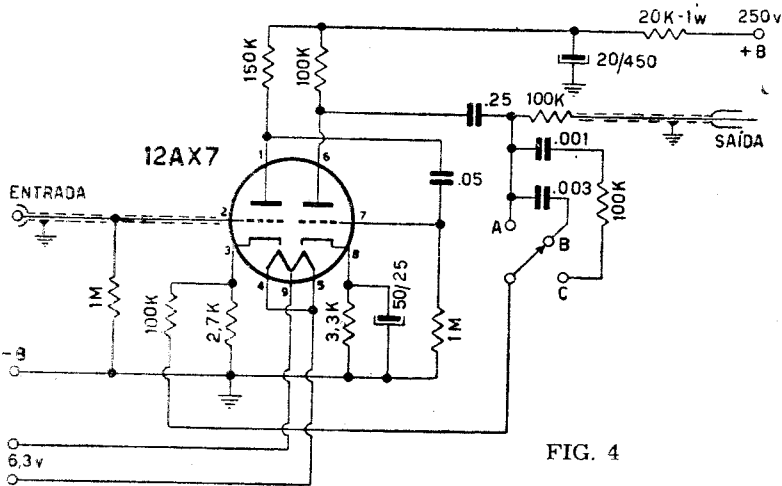
0,011 volt. Portanto, é indispensável usar uma preamplificação de 100 vezes, para chegar ao nível normal de 1 volt, requerido pela grande maioria dos amplificadores de audio-freqüência dos receptores normais.

Esta preamplificação pode ser conseguida facilmente por intermédio de um duplo-tríodo, porém, mesmo uma só válvula adicoinal já

complica bastante a ligação do toca-discos ao receptor, pois a corrente de alimentação tem de ser retirada do circuito do receptor. Conseqüentemente, o leigo já não pode fazer esta adaptação, e com isto prefere, em muitos casos, comprar um toca-discos com fonocaptor de cristal.

Para o técnico apresenta-se nesse caso uma boa oportunidade para

intercambiáveis por meio de um botão colocado sobre um eixo vertical; o botão aparece, depois da montagem da cápsula no braço, na parte superior dêste. Bastam 6 a 8 gramas de pêso da agulha sobre o disco para guiar a mesma firmemente nos sulcos. Esta pressão baixíssima faz com que os discos, bem como as agulhas, tenham vida bastante longa.



ganhar algum dinheiro, oferecendo ao freguês a instalação de um toca-discos moderno, com cápsula magnética de alta-fidelidade e pre-amplificador apropriado.

A cápsula mais usada no momento para êste fim é de relutância variável da General Electric. Esta cápsula possui duas agulhas de safira, uma para os sulcos comuns e outra para os micro-sulcos (para os discos "long-play"). As agulhas são

Os preamplificadores que descrevemos abaixo não servem somente para a amplificação do sinal da cápsula, mas também já incluem os filtros equalizadores.

Como filtros equalizadores denominamos algumas resistências e condensadores que alteram a curva de resposta, destacando ou atenuando certas frequências. A resposta de frequência das cápsulas magnéticas é plana. As curvas de gravação dos



discos são feitas de tal maneira que uma reprodução linear resulte em excesso de agudos e falta de graves. Ao se equalizar a resposta, a relação sinal-ruído torna-se melhor que a de uma gravação linear. A equalização corta os agudos e reforça os graves.

Apresentamos dois circuitos diferentes para os preamplificadores. O primeiro, da figura 3, é o circuito recomendado pela GE. É usada uma 6SC7 como válvula preamplificadora dupla. O primeiro triodo é usado em circuito comum, com polarização de grade por autopolarização. A resistência  $R$  deve ter um valor entre 15 000 e 6 800 ohms. Quanto mais baixo o valor, tanto mais atenuada será a resposta das frequências altas; com 10 000 ohms, a resposta é praticamente plana até acima de 10 000 Hertz.

A placa do primeiro triodo está acoplada à grade da segunda seção por intermédio de um divisor de tensão, composta das resistências de 200 K, 27 K e o condensador de .01 mfd. Pela inclusão do condensador, este divisor se torna sensível à frequência; nas frequências baixas, a reatância do condensador é alta e conseqüentemente a excitação de grade do segundo triodo também é alta. Nas frequências altas dá-se o contrário: a reatância do condensador é baixa, e com isto, a grade recebe pouca excitação. Portanto, são estes os componentes para a equalização da curva de resposta.

No restante, as ligações do segundo estágio amplificador são praticamente idênticas ao primeiro.

A filtragem da corrente de placa é ótima, para assegurar o mínimo nível de ruído possível. O filamento não pode ser ligado ao chassi do preamplificador, pois já deve estar ligado à massa no rádio ou amplificador.

O chassi pode ser do tipo destinado a vibrapacks, os quais são pequenos e têm blindagem de fundo.

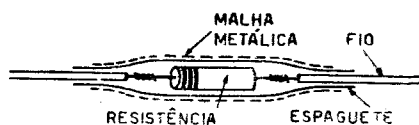


FIG. 5

A válvula e o condensador eletrolítico duplo são colocados na parte de cima, os restantes componentes na parte de baixo do chassi. Tanto a entrada como a saída devem ser executadas com fio shieldado. Os dois fios de filamento, bem como o —B e +B do receptor são soldados a um soquete de 4 furos, tendo o preamplificador um adaptador correspondente, nos fios de alimentação. A única precaução a ser tomada durante a montagem é de separar bem as ligações de filamento das demais, especialmente das de grade.

O outro circuito, apresentado na figura 4, é mais moderno e permite o ajuste da equalização ao valor mais apropriado. Adicionalmente, este circuito também pode ser usado para a preamplificação de microfone. Neste circuito usamos uma válvula 12AX7, um duplo-tríodo miniatura, como amplificadora. Como o filamento desta válvula tem tomada central, é possível alimentá-lo com 6,2 volts, ligando ambos os ramais em paralelo.

Na entrada existe uma resistência de 1 megohm (1 M). Esta resistência alta foi colocada para permitir o uso de preamplificador em conjunto com microfone. Como as cápsulas magnéticas dos fonocapto-

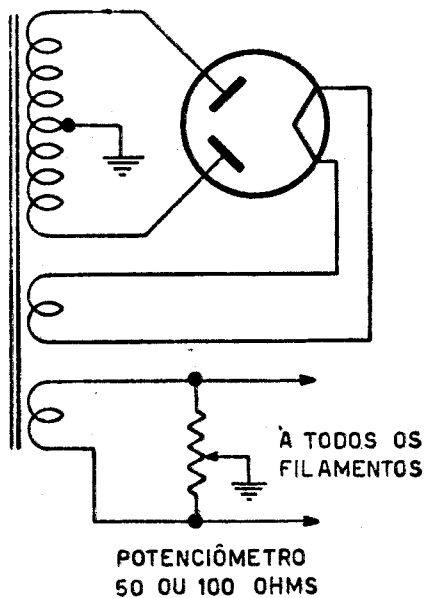


FIG. 6

res exigem uma baixa resistência, é necessário colocar uma resistência entre 6 800 e 15 000 ohms em paralelo com a cápsula.

O primeiro tríodo amplificador trabalha em circuito comum, com uma resistência autopolarizadora de 2 700 ohms no cátodo, não sendo usado, porém, condensador eletrolítico em paralelo com a mesma, para tornar possível injetar neste ponto o sinal de realimentação negativa.

Este sinal é obtido da placa do segundo tríodo, existindo neste circuito uma chave seletora de 3 posições que permite ajustar o grau de realimentação e, com isto, a curva de resposta do preamplificador. Na posição **A** da chave, a realimentação é direta e portanto a curva de resposta é linear. Na posição **B** existe no circuito de realimentação um condensador de .003 mfd, em série com a resistência de 100 000 ohms (100 K). Neste caso, as frequências até 500 Hertz, mais ou menos, são destacadas, enquanto que na posição **C** este ponto de retorno da característica está perto dos 700 Hertz. Portanto, é a posição **C** que destaca mais as frequências baixas. No restante, o circuito não apresenta especialidades e as recomendações para a montagem são as mesmas que do preamplificador anterior.

A única dificuldade que pode surgir ao ligar qualquer preamplificador a um rádio (encaixando o fio de saída na tomada para toca-dis-

cos), é que apareça um ronco contínuo no alto-falante. Este ronco é originado pela corrente alternada que atravessa o filamento, induzindo esta corrente, por sua vez, no circuito de grade uma pequena tensão alternada que é amplificada fortemente pelas válvulas seguintes, dando assim motivo ao ruído.

Esta dificuldade existe em todos os amplificadores de alto ganho, justamente por ser amplificada a um nível relativamente alto, qualquer pequena tensão alternada introduzida no circuito de grade.

Estas tensões alternadas podem penetrar no circuito de entrada (primeira válvula preamplificadora) por três caminhos:

- 1) pelo circuito de grade
- 2) pela placa
- 3) pelo cátodo.

Evita-se a entrada de tensão de zumbido no circuito de grade, pela blindagem cuidadosa de todas as ligações (e em alguns casos também das resistências e condensadores) nesta parte do circuito. Para blindar as ligações usa-se "fio blindado", já conhecido pelos alunos. Se fôr necessário blindar algum componente, costuma-se enfiá-lo dentro do espaguete (tubo isolante flexível, feito de matéria plástica), cobrindo-se o conjunto todo com malha metálica, a qual é soldada ao chassi (fig. 5). Outros componentes maiores são blindados fazendo-se um pequeno compartimento de fôlha-de-

-flandres que inclui as partes a serem blindadas.

A introdução de tensão de zumbido pela placa é fácil de ser evitada pela inclusão de filtros, formados por resistências e condensadores. Como a corrente de placa das válvulas preamplificadoras sempre é baixa, podem-se usar resistências de valor relativamente elevado, as quais, em conjunto com condensadores de valor normal, proporcionam ótima filtragem.

As resistências de filtro, no esquema da figura 3, são as de 68 K e 33 K, que trabalham em conjunto com os condensadores eletrolíticos de 16 mfd. No desenho da figura 4 o filtro é formado pela resistência de 2 K, 1 watt, e pelo condensador de 20 mfd, 450 volts. Estes filtros são tão eficientes que, pelo circuito de placa não é praticamente introduzido zumbido algum.

O zumbido mais difícil de ser eliminado é o proveniente do filamento. A solução radical seria a alimentação dos filamentos das válvulas preamplificadoras por intermédio de corrente contínua, mas isto é dispendioso, porquanto a corrente de filamento é sempre bastante elevada, exigindo por isto retificadores grandes. Este processo é, portanto, seguido apenas em amplificadores que demandam um nível de ruído extremamente baixo e onde o preço é de importância secundária.

Sendo usada corrente alternada para a alimentação dos filamentos,

então o melhor meio para diminuir o ronco (fora a montagem correta e blindagem perfeita) é o seguinte: ligam-se todos os filamentos em paralelo, não usando o chassi como um dos condutores e trançando os dois fios que conduzem a corrente. Nenhum dos fios é ligado ao chassi, pois esta ligação é feita por intermédio de um pequeno potenciômetro (50 ou 100 ohms), conforme indica a figura 6. Pelo ajuste do potenciômetro pode-se procurar o ponto em que o ruído é mínimo, devendo encontrar-se o contróle de volume na posição de volume máximo durante o ajuste. Uma vez regulado o pequeno potenciômetro, não necessita de novo ajuste; por êste motivo pode ser colocado em qualquer parte do chassi pelo fato do eixo não precisar ser acessível, como nos outros potenciômetros. Costuma-se até cortar o eixo bem curto e serrar uma fenda no mesmo, permitindo o seu ajuste com uma chave de fenda.

Nos amplificadores de alto ganho que usam o chassi como um dos condutores para a corrente de fila-

mento e que apresentam ruído em demasia, pode-se experimentar primeiramente inverter as ligações de filamento da primeira válvula preamplificadora. Para êste fim passa-se o fio de filamento ao outro terminal correspondente da válvula, retirando a entreligação dêste com o chassi; soldamos então o terminal anterior ao chassi. Só uma experiência pode determinar a eficiência dêste processo, isto é, se resulta um ruído menor.

Outra experiência que pode ser feita neste caso é a da eliminação do chassi como condutor de filamento. Para êste fim, dessoldam-se todos os filamentos do chassi entreligando-os com um fio que, finalmente, vai ao terminal de 6,3 volts do transformador. Antes de soldar êste fio nesse terminal, é necessário dessoldar primeiramente a entreligação do terminal com o chassi. Depois de pôsto em funcionamento o amplificador pode-se então experimentar qual dos terminais da primeira válvula preamplificadora deve ser ligado ao chassi para resultar o ruído menor.

—oOo—

ESTA LIÇÃO NÃO TEM FÓLHA  
DE TRABALHOS PRÁTICOS

# INSTITUTO RÁDIO TÉCNICO MONITOR

NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDENCIA  
CAIXA POSTAL 30-277 - São Paulo - ZP - 2

CURSO PRÁTICO DE RADIOTÉCNICA

## LIÇÃO PRÁTICA Nº 18

### CARACTERÍSTICAS DAS VÁLVULAS TÉTRODOS E PÊNTODOS OS AUTOTRANSFORMADORES REGULÁVEIS

Na presente lição estamos publicando as características das válvulas termiônicas de 4 a 5 elétrodos, denominadas "tétrodos" e pêntodos", respectivamente.

Os dados constantes nas tabelas são similares aos publicados na relação dos tríodos, com a diferença de que constam, nestas tabelas, 2 colunas a mais.

Na primeira, encabeçada pelas iniciais "Esg", encontramos a tensão que devemos dispor entre a grade auxiliar e o cátodo de cada válvula. Essa tensão é contínua, sendo que a grade auxiliar deve ser positiva e o cátodo negativo.

Na outra coluna, encabeçada por "Isg", encontramos a intensidade da corrente entre o cátodo e a grade auxiliar de cada válvula, quando a tensão entre ambas é Esg.

O valor dessa corrente é indicado em miliampéres. Nessa lista constam tôdas as válvulas, quer de aquecimento direto, quer de aquecimento indireto, e tôdas as tensões usuais de filamento.

A interpretação dos dados fornecidos, como também a ligação nas bases, etc., deve ser feita na forma já anteriormente indicada nas lições que se referem ao mesmo assunto.

Por conseguinte, consideramos desnecessário fornecer mais instruções a respeito. A única coisa que desejamos ainda mencionar é a seguinte: nas válvulas metálicas (que têm ampolas de aço), equipadas com base octal, o pino nº 1 da base sempre corresponde à ligação desta ampola metálica que, como se sabe pelas instruções fornecidas anteriormente, deve ser ligada à terra (ao chassi do aparelho).

Nº	TIPO	USO	AQU.	FILAMENTO			BASE	Ep voltag. de placa	Eg voltag. de grade	Esg voltag. gr. aux.	Ip corrente de placa	Isg corrente de gr. aux.	Ri resist. interna	U fator de ampl.	W potência de saída	Ra imped. de carga
				volts	amps	corrente										
1A5	PENTODO	AMPLIF. PODER	D	1,4	0,05	C.C.	8AF5 90	-4,5 -4,5	85 90	3,5 4,0	0,7 0,8	300000 300000	240 255	0,1 0,115	25000 25000	
1C5	"	"	D	1,4	0,10	C.C.	8AF5 90	-7,0 -7,5	83 90	7,0 7,5	1,6 1,6	110000 115000	165 178	0,20 0,24	8000	
1L4	"	AMPLIF. R.F.	D	1,4	0,05	C.C.	7I6 90	0 0	67,5 90	2,9 4,5	1,2 2,0	600000 350000	355 360	-	-	
1LA4	"	AMPLIF. PODER	D	1,4	0,05	C.C.	8AG5 90	-4,5 -4,5	85 90	3,5 4,0	0,7 0,8	300000 300000	240 255	0,1 0,115	25000 25000	
1LB4	"	"	D	1,4	0,05	C.C.	8AG5 90	-9	90	5,0	1,0	200000	185	0,20	12000	
1LC5	"	AMPLIF. R.F.	D	1,4	0,05	C.C.	8AH6 90	0 0	45 90	1,1 1,15	0,25 0,20	700000 1,5MEG	525 1160	-	-	
1LG5	"	"	D	1,4	0,05	C.C.	8AH6 90	0 0	45 90	1,5 1,7	0,45 0,4	350000 1MEG	-	-	-	
1LN5	"	"	D	1,4	0,05	C.C.	8AH6 90	0	90	1,6	0,35	1,1MEG	1125	-	-	
1N5	"	"	D	1,4	0,05	C.C.	8A14 90	0	90	1,2	0,3	1,5MEG	1125	-	-	
1P5	"	"	D	1,4	0,05	C.C.	8A14 90	0	90	2,3	0,7	800000	640	-	-	
1Q5	TETRODO	AMPLIF. PODER	D	1,4	0,1	C.C.	8AJ5 110	-6,6	110	10,0	1,4	1MEG	165	0,4	8000	
1S4	PENTODO	"	D	1,4	0,1	C.C.	7J 90	-4,5 -7,0	45 67,5	3,8 7,4	0,8 1,4	100000 100000	125 158	0,06 0,27	8000 8000	
1T4	"	AMPLIF. R.F.	D	1,4	0,05	C.C.	7I6 90	0 0	45 67,5	1,7 3,5	0,7 1,4	350000 500000	245 450	-	-	
1T5	"	AMPLIF. PODER	D	1,4	0,05	C.C.	8AF5 90	-6	90	6,5	0,8	-	-	0,17	14000	
1U4	"	AMPLIF. R.F.	D	1,4	0,05	C.C.	7I6 90	0	90	1,6	0,45	1,5MEG	-	-	-	
1W4	"	AMPLIF. PODER	D	1,4	0,05	C.C.	7K5 90	-6,0 -9,0	67,5 90	3,8 5,0	0,8 1,0	300000 250000	-	0,1	16000	
2A5	"	"	I	2,5	1,75	C.C. ou C.A. ou	6E 285	410 V 440 V	250 285	35 38	9 12	80000 78000	-	3,1 4,5	7000 7000	

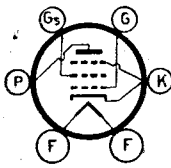
Nº	TIPO	USO	AQU.	FILAMENTO			BASE	Ep voltag. de placa	Eg voltag. de grade	F <sub>sg</sub> voltag. de gr. aux.	Ip corrente de placa	Isg corrente graux.	R <sub>i</sub> resist. interna	U fator de ampl.	W potência de saída	Ra imped. de carga
				volts	amps	corrente										
3A4	PENTODO	AMPLIF. PODER	D	1,4 2,8	0,2 0,1	C.C.	7L	135 150	-7,5 -8,4	90 90	14,8 13,3	2,6 2,2	90000 100000	-	0,6 0,7	8000 8000
3D6	"	"	D	1,4 2,8	0,22 0,11	C.C.	8AM6	150 150	-20,0 -4,5	135 90	23,0 10,2	6,0 1,8	AMPL. R.F. CLAS. C	-	1,4 0,6	- 14000
3E6	"	AMPLIF. R.F.	D	1,4 2,8	0,1 0,05	C.C.	8AL7	90 90	0	90 90	3,8 2,5	1,3 0,8	300000 400000	-	-	-
3LF4	TETRODO	AMPLIF. PODER	D	1,4 2,8	0,1 0,05	C.C.	8AM6	85 90	-5,0 -4,5	85 90	7,0 9,5	0,8 1,3	70000 90000	-	0,25 0,27	9000 8000
3Q4	PENTODO	"	D	1,4 2,8	0,1 0,05	C.C.	7M	90 90	-4,5 -4,5	90 90	9,5 7,7	2,1 1,7	100000 120000	-	0,27 0,24	10000 10000
3Q5	"	"	D	1,4 2,8	0,1 0,05	C.C.	8AN6	110 90	-6,6 -4,5	110 90	10,0 8,0	1,4 1,0	100000 80000	-	0,40 0,23	8000 8000
3S4	"	"	D	1,4 2,8	0,1 0,05	C.C.	7M	90 90	-7,0 -7,0	67,5 67,5	7,4 6,1	1,4 1,1	100000 100000	-	0,27 0,23	8000 8000
3V4	"	"	D	1,4 2,8	0,1 0,05	C.C.	7N6	90 90	-4,5 -4,5	90 90	9,5 7,7	2,1 1,7	100000 120000	-	0,27 0,24	10000 10000
6AC7	"	AMPLIF. R.F.	I	6,3	0,45	C.C. ou C.A.	8A07	300	160 <sup>Λ</sup>	150	10,0	2,5	1MEG	6750	-	-
6AG5	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	7L	100 250	100 <sup>Λ</sup> 200 <sup>Λ</sup>	100 150	5,5 7,0	1,6 2,0	300000 800000	-	-	-
6AH6	"	"	I	6,3	0,45	C.C. ou C.A.	7P	300	160 <sup>Λ</sup>	150	10,0	2,5	500000	-	-	-
6AK5	"	"	I	6,3	0,175	C.C. ou C.A.	7L	120 180	200 <sup>Λ</sup> 200 <sup>Λ</sup>	120 120	7,5 7,7	2,5 2,4	340000 690000	1700 3500	-	-
6AK6	"	AMPLIF. PODER	I	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	7P	180	-9	180	15,0	2,5	200000	-	1,1	10000
6AQ5	"	"	I	6,3	0,45	C.C. ou C.A.	7Q	180 250	-8,5 -12,5	180 250	29 45	3,0 4,7	58000 52000	29 45	2 4,5	5500 5000
6AS5	TETRODO	"	I	6,3	0,8	C.C. ou C.A.	7R	150	-8,5	110	3,5	2,0	-	-	2,2	4500
6AU6	PENTODO	AMPLIF. R.F.	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	7P	100 250	-1 -1	100 150	5,2 10,8	2,0 4,3	500000 2MEG	-	-	-
6AV5	"	AMPLIF. T.V.	I	6,3	1,2	C.C. ou C.A.	8AP6	250	-22,5	150	5,5	2,1	-	-	-	-

Nº	TIPO	USO	AQU.	FILAMENTO			BASE	E <sub>p</sub> voltag. de placa	E <sub>g</sub> voltag. de grade	E <sub>sg</sub> voltag. de gr.aux.	I <sub>p</sub> corrente de placa	I <sub>sg</sub> corrente de gr.aux.	R <sub>i</sub> resist. interna	U fator de ampl.	W potência de saída	Ra imped de carga	
				volts	amps	corrente											
6BA6	PENTODO	AMPLIF. R.F.	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	7P	68 <sup>Λ</sup> 68 <sup>Λ</sup>	100 100	4,4 4,2	10,8 11,0	4,4 4,2	250000 1 MEG	-	-	-	
6BC5	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	70	180 <sup>Λ</sup>	150	2,1	7,5	2,1	800000	-	-	-	
6BJ6	"	"	I	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	7S	-1,0 -1,0	100 100	3,3 3,5	9,2 9,0	3,3 3,5	1,3 MEG 250000	-	-	-	
6C6	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	6F	-3,0	100	0,5	2,0	0,5	1,5 MEG	-	-	-	
6CB6	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	7S	180 <sup>Λ</sup>	150	2,8	9,5	2,8	600000	-	-	-	
6D6	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	6F	-3 -3	100 100	2,2 2,0	8,0 8,2	2,2 2,0	250000 800000	-	-	-	
6F6	"	AMPLIF. PODER	I	6,3	0,7	C.C. ou C.A.	8A06	16,5 32,0 <sup>Λ</sup>	250 285	34,0 62,0	6,5 12,0	6,5 12,0	80000 2 valvulas P.P.	-	3,2 10,5	7000 10000	
6G6	"	"	I	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	8A06	-6,0 -9,0	135 180	2,0 2,5	11,5 15,0	2,0 2,5	170000 175000	-	0,6 1,1	12000 10000	
6J7	"	AMPLIF. R.F.	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	8AR6	-3,0	100	0,5	2,0	0,5	1,5 MEG	-	-	-	
6K6	"	AMPLIF. PODER	I	6,3	0,4	C.C. ou C.A.	8A06	-7 -18	100 250	1,6 5,5	9,0 32,0	1,6 5,5	104000 68000	-	0,35 3,4	12000 7600	
6K7	"	AMPLIF. R.F.	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	8AR6	-1,0 -3,0	100 100	2,7 1,7	9,5 7,0	2,7 1,7	150000 800000	-	-	-	
6L6	TETRODO	AMPLIF. PODER	I	6,3	0,9	C.C. ou C.A.	8A06	-14,0 -22,5	250 270	72,0 88,0	5,0 5,0	5,0 5,0	22500 2 valv. P.P. clas. AB2	-	6,5 4,7	2500 3800	
6S7	PENTODO	AMPLIF. R.F.	I	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	8AR6	-3 +3	135 250	0,9 2,0	3,7 8,5	0,9 2,0	1 MEG 1 MEG	375 1100	-	-	-
6SG7	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	8AS7	-1,0 -2,5	100 150	3,2 3,4	8,2 9,2	3,2 3,4	250000 1 MEG	-	-	-	
6SJ7	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	8A07	-3,0 -3,0	100 100	0,9 0,8	2,9 3,0	0,9 0,8	700000 1,5 MEG.	-	-	-	
6SK7	"	"	I	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	8A07	-1,0 -3,0	100 100	4,0 2,6	13,0 9,2	4,0 2,6	120000 800000	-	-	-	
6SS7	"	"	I	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	8A07	-1,0 -3,0	100 100	12,2 9,0	3,1 2,0	3,1 2,0	120000 1 MEG	-	-	-	

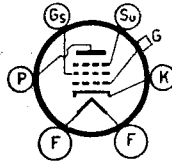


Nº	TIPO	USO	AQU.	FILAMENTO			BASE	Ep voltag. de placa	Eg voltag. de grade	Esg voltag. de gr.aux.	Ip corrente de placa	Isg corrente de gr.aux.	R <sub>i</sub> resist. interna	U fator de ampl.	W potencial de saída	R <sub>a</sub> imped. de carga		
				volts	amps	corrente												
6V6	TETRODO	AMPLIF. PODER	1	6,3	0,45	C.C. ou C.A.	8A06	315 250	-13,0 -12,5	225 250	34 45	2,2 4,5	77000 52000	-	5,5 4,5	8500 5000		
6Y6	"	"	1	6,3	1,25	C.C. ou C.A.	8A06	135 200	-13,5 -14,0	135 135	58 61	3,5 2,2	9300 18300	-	3,6 6,0	2000 2600		
7A5	"	"	1	6,3	0,75	C.C. ou C.A.	8AK6	110 125	-7,5 -9,0	110 125	4,0 3,3	3,0 17000	14000	-	1,5 2,2	2500 2700		
7A7	PENTODO	AMPLIF. R.F.	1	6,3	0,3	C.C. ou C.A.	8AT7	100 250	-1,0 -3,0	100 100	13,0 9,2	4,0 2,6	120000 800000	-	-	-		
7AG7	"	"	1	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	8AT7	250	-10	250	6,0	2,0	750000	-	-	-		
7B5	"	AMPLIF. PODER	1	6,3	0,4	C.C. ou C.A.	8AK6	100 250	-7,0 -18	100 250	9,0 32,5	1,6 5,5	104000 68000	-	0,35 3,4	12000 7600		
7B7	"	AMPLIF. R.F.	1	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	8AT7	100 250	-3,0 -3,0	100 100	8,2 8,5	1,8 1,7	300000 750000	-	-	-		
7C5	TETRODO	AMPLIF. PODER	1	6,3	0,45	C.C. ou C.A.	8AK6	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6V6									-	-
7C7	PENTODO	AMPLIF. R.F.	1	6,3	0,15	C.C. ou C.A.	8AT7	100 250	-3,0 -3,0	100 100	1,8 2,0	0,4 0,5	1,2 MEG 2 MEG	-	-	-		
12AU6	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	7P	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6AU6									-	-
12BA6	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	7P	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6BA6									-	-
12J7	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	8AR6	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6J7									-	-
12K7	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	8AR6	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6K7									-	-
12S67	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	8AS7	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6S67									-	-
12SJ7	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	8A07	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6SJ7									-	-
12SK7	"	"	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	8A07	CARACTERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6SK7									-	-
14A5	TETRODO	AMPLIF. PODER	1	12,6	0,15	C.C. ou C.A.	8AK6	250	-12,5	250	30	3,5	50000	-	2,8	7500		

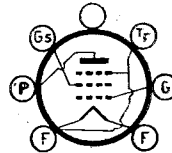
Nº	TIPO	USO	AQU.	FILAMENTO			BASE	Ep voltag. de placa	Eg voltag. de grade gr. aux.	Esg voltag. de placa gr. aux.	Ip corrente de placa	Isg corrente de gr. aux.	Ri resist. de interna	U fator de ampl.	W potência de saída	Ra imped. de carga		
				volts	amps	corrente												
14A7	PENT000	AMPLIF R.F.	I	12,6	0,15	C.C.ou C.A.	8A7											
14C7	"	"	I	12,6	0,15	C.C.ou C.A.	8A7	250	-3	100	2,2	0,7	1 MEG	-	-	-		
25A6	"	AMPLIF PODER	I	25,0	0,3	C.C.ou C.A.	8A06	95 160	-15 -18	95 120	20 33	4,0 6,5	45000 42000	-	0,9 2,2	4500 5000		
25L6	TETR000	AMPLIF PODER	I	25,0	0,3	C.C.ou C.A.	8A06	110 110	-7,5 -7,5	110 110	49 49	4,0 4,0	10000 10000	-	2,1 2,2	1500 2000		
35A5	"	"	I	35,0	0,15	C.C.ou C.A.	8A6	110	-7,5	110	40	3,0	14000	-	1,5	2500		
35B5	"	"	I	35,0	0,15	C.C.ou C.A.	7Q	110	-7,5	110	40	3,0	-	-	1,5	2500		
35L6	"	"	I	35,0	0,15	C.C.ou C.A.	8A06	110 200	-7,5 -8,0	110 110	40 41	3,0 2,0	14000 40.000	-	1,5 3,3	2500 4500		
41	PENT000	"	I	6,3	0,4	C.C.ou C.A.	6E	CARATERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6K6									-	-
42	"	"	I	6,3	0,7	C.C.ou C.A.	6E	CARATERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 6F6									-	-
43	"	"	I	25,0	0,3	C.C.ou C.A.	6E	CARATERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 25A6									-	-
50A5	TETR000	"	I	50,0	0,15	C.C.ou C.A.	8A6	200	-8,0	110	50	1,5	35000	-	4,7	3000		
50B5	"	"	I	50,0	0,15	C.C.ou C.A.	7Q	110	-7,5	110	49	4,0	14000	-	1,9	2500		
50C5	"	"	I	50,0	0,15	C.C.ou C.A.	7R	CARATERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 50B5									-	-
50L6	"	"	I	50,0	0,15	C.C.ou C.A.	8A06	CARATERÍSTICAS IDÊNTICAS ÀS DA 25L6									-	-
57	PENT000	AMPLIF R.F.	I	2,5	1,0	C.C.ou C.A.	6F	100 250	-3,0 -3,0	100 100	2,0 2,0	0,5 0,5	1 MEG 1,5 MEG.	-	-	-		
58	"	"	I	2,5	1,0	C.C.ou C.A.	6F	250	-3,0	100	8,0	2,2	250000	-	-	-		
78	"	"	I	6,3	0,3	C.C.ou C.A.	6F	90 250	-3,0 -3,0	90 125	5,4 10,5	1,3 2,6	300000 600000	-	-	-		



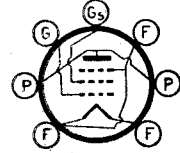
6E



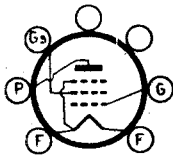
6F



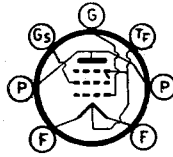
7I6



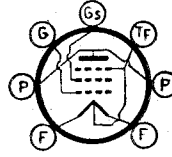
7J



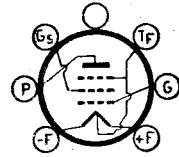
7K5



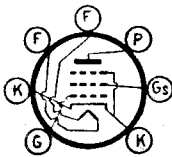
7L



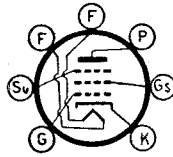
7M



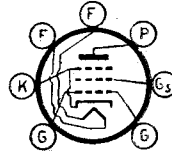
7N6



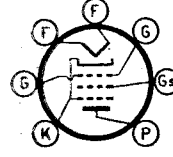
7O



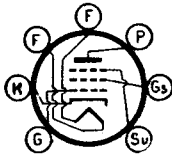
7P



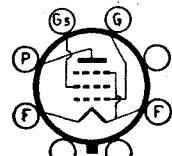
7Q



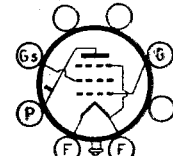
7R



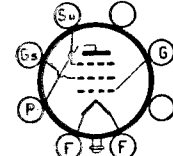
7S



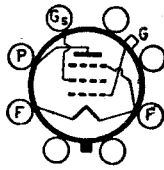
8AF5



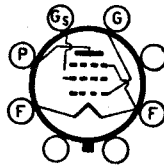
8AG5



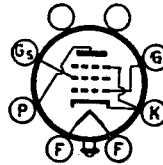
8AH6



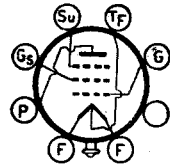
8A14



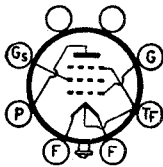
8AJ5



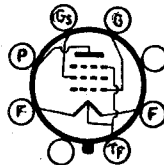
8AK6



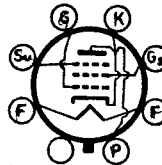
8AL7



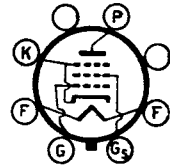
8AM6



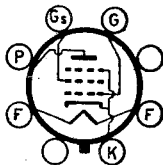
8AN6



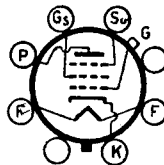
8AO7



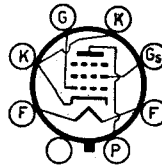
8AP6



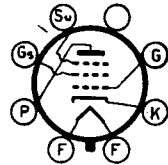
8AQ6



8AR6



8AS7



8AT7

### SIGNIFICADO DAS ABREVIações

- F == pino de filamento
- G == " " grade de controle
- Gs == " " grade auxiliar
- K == " " cátodo
- Su == " " grade supressora

NOTA: em algumas válvulas a ligação à grade de controle está localizada no topo da ampola.

AS LIGAÇÕES DAS BASES SÃO VISTAS POR BAIXO



cessário, pois quase todos os aparelhos elétricos possuem uma tolerância igual a êsse valor, para funciona-

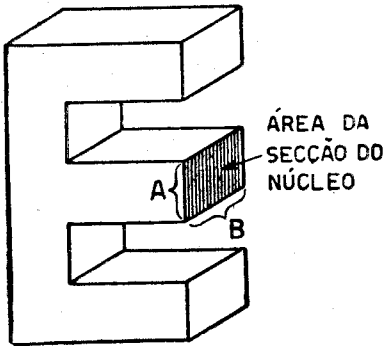


FIG. 2

A área da seção em centímetros quadrados do núcleo é conseguida pela multiplicação de A por B, ambas medidas em centímetros.

rem ainda corretamente; por outro lado, um número maior de tomadas complicará demasiadamente o enrolamento. Além disso, uma razão de transformação maior do que 1 ou 2

go o aparelho a êle ligado. As tensões de entrada escolhidas, portanto, são:

115 — 100 — 90 — 81 — 73 — 66 — 60 volts, para rêdes nominais de 110 volts e

220 — 200 — 180 — 160 — 145 130 — 120 volts, para as rêdes nominais de 220 V.

O circuito de ligação é sempre o da figura 1. A mudança de tensão de entrada pode ser feita com uma chave ou simplesmente pela introdução de um pino banana na bucha correspondente. Usando-se chave comutadora, deve ser de tipo especial, com contatos pesados, e que não ponham em curto 2 contatos adjacentes durante a mudança. Quem quiser controlar a tensão de saída do transformador, ligará entre os terminais de saída um voltmetro C.A. de faixa de medições apropriada;

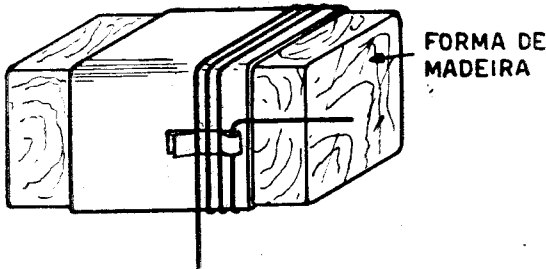


FIG. 3

Como é fixado o começo do enrolamento no carretel

não é aconselhável, pois, nesse caso, pequenas variações na tensão de entrada provocariam grandes alterações na saída, pondo assim em peri-

não é necessário que êsse voltmetro seja de grande precisão — basta usar um tipo relativamente barato.

Todos os dados se referem a cha-

pa de ferro silício do tipo com perdas de 2,3 volts por quilo, equivalente ao Trancor 1 (americano). A bitola das chapas varia entre os números 26 e 30. As chapas são de forma E e I, empilhadas alternadamente.

#### Autotransformador 50 watts . . . . .

Núcleo de ferro; seção de 4,5 centímetros quadrados ( $25 \times 18$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 1 150 espiras de fio esmaltado nº 24, com tomadas nas 600ª, 660ª, 730ª, 810ª, 900ª e 1 000 espiras.

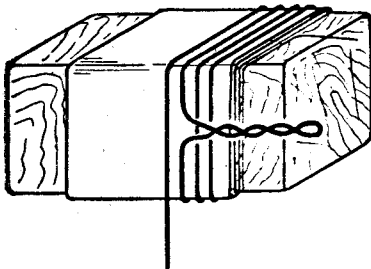


FIG. 4

Como é feita uma tomada no enrolamento.

#### Autotransformador 100 watts

Núcleo de ferro: seção de 10 centímetros quadrados ( $32 \times 32$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 550 espiras de fio nº 21 esmaltado, com tomadas nas 290ª, 315ª, 350ª, 390ª, 430ª, e 480ª espiras.

#### Autotransformador 200 watts . .

Núcleo de ferro: seção de 15 cen-

tímetros quadrados ( $38 \times 40$  ou  $32 \times 47$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 385 espiras de fio esmaltado nº 19, com tomadas nas 200ª, 220ª, 246ª, 270ª, 300ª e 335ª espiras.

#### Autotransformador 300 watts . . . . .

Núcleo de ferro: seção de 18 centímetros quadrados ( $38 \times 47$  ou  $45 \times 40$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 330 espiras de fio nº 17 com duas capas de algodão, com tomadas nas 170ª, 190ª, 210ª, 230ª, 255ª e 285ª espiras.

#### Autotransformador 500 watts

Núcleo de ferro: seção de 23 centímetros quadrados ( $45 \times 51$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 260 espiras de fio nº 15 com duas capas de algodão, com tomadas nas 135ª, 150ª, 165ª, 180ª, 205ª e 225ª espiras.

#### Autotransformador 250 watts

Núcleo de ferro: seção de 26 centímetros quadrados ( $51 + 51$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 205 espiras de fio nº 14 com duas capas de algodão, com tomadas nas 108ª, 116ª, 130ª, 143ª, 160ª e 178ª espiras.

#### Autotransformador 1 000 watts

Núcleo de ferro, seção de 30 centímetros quadrados ( $51 \times 59$  ou  $57 \times 52$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 190 espiras de fio n° 12 com duas capas de algodão, com tomadas nas 99ª, 109ª, 121ª, 132ª, 149ª e 165ª espiras.

#### Autotransformador 1 500 watts

Núcleo de ferro: seção de 36 centímetros quadrados ( $64 \times 56$  ou  $57 \times 63$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 153 espiras de fio n° 10 com duas capas de algodão, com tomadas nas 80ª, 88ª, 97ª, 108ª, 120ª, 133ª espiras.

#### Autotransformador 2 000 watts

Núcleo de ferro: seção de 40 centímetros quadrados ( $64 \times 64$  ou  $70 \times 57$  milímetros);

Enrolamento 115 volts: 138 espiras de fio n° 9 com duas capas de algodão, com tomadas nas 72ª, 79ª, 88ª, 97ª, 108ª, e 120ª espiras.

As medidas "esquisitas" da seção do núcleo em milímetro devem-se ao fato de terem as chapas dimensões em polegadas, aumentando a altura da perna central de 1/4 a 1/4 de polegada. Os tipos normais, portanto, são:

3/4 de polegada	— 19 mm
1 polegada	— 25 "
1 1/4 "	— 32 "
1 1/2 "	— 38 "
1 3/4 "	— 45 "
2 "	— 51 "
2 1/4 "	— 51 "
2 1/2 "	— 64 "
2 3/4 "	— 70 "

Sempre que fôr possível, deve-se escolher a seção o mais quadrada possível. A figura 2 mostra quais as dimensões da seção do núcleo. A área da seção é conseguida pela multiplicação de A por B (Fig. 2).

#### ATENÇÃO:

Quando o autotransformador a ser enrolado é destinado a rêsdes de 220 V, devem ser feitas algumas modificações nos dados acima.

Permanecendo constante a potência, a seção do núcleo será a mesma, quer para 110 V, quer para 220 V.

O número de espiras do enrolamento para 220 V deve ser o dôbro do utilizado para 110 V e utiliza-se um fio três números acima do indicado para 110 V.

Para esclarecer melhor, damos um exemplo:

#### Autotransformador 100 watts

Núcleo de ferro: seção de 10 centímetros quadrados ( $32 \times 32$  milímetros);

Enrolamento 220 volts: 1 100 ( $2 \times 550$ ) espiras de fio n° 24 ( $21 + 3$ ) esmaltado, com tomadas nas 580ª ( $2 \times 290$ ), 630ª ( $2 \times 315$ ), 700ª ( $2 \times 250$ ) 780ª ( $2 \times 390$ ), 860ª ( $2 \times 430$ ) e 960ª ( $2 \times 480$ ) espiras.



### Como é feito o enrolamento

Em primeiro lugar, é necessário fazer o carretel de papelão, sôbre o qual será feito o enrolamento. Para êsse fim, é necessário fazer uma fôrma de madeira, com as mesmas dimensões do núcleo de ferro. Em seguida é enrolada firmemente nesse carretel, uma camada de fio esmaltado nº 26 ou 28, colocando-se levemente as espiras. Sôbre estas, então, é enrolada a fita de papel gomado que formará o carretel, com a camada colante para fora. Depois de ser dado ao carretel a grossura necessária (1 milímetro nos transformadores pequenos e 2 nos maiores), coloca-se a última tira com a goma para baixo.

Depois de sêco o carretel, podemos iniciar o enrolamento. O começo do fio é fixado por meio de um pedaço de cadarço. Êste forma uma argola que segura o fio, sendo que as espiras subseqüentes são enroladas sôbre o restante do cadarço (fig. 3). Consegue-se, assim, fixar o início do enrolamento, e tôdas as demais espiras devem ser encostadas umas nas outras. No começo e fim do carretel, deixa-se 2 ou 3 milímetros de espaços para que o fio não possa escapar.

Enrolada a primeira camada, coloca-se uma tira de papel sôbre as espiras, continuando a enrolar a camada, seguinte sôbre o papel. Até ao fio nº 20, a grossura dêsse papel

deve ser de 1/10 de milímetro; abaixo dêsse número de fio convém usar papel mais grosso ou, então, duas camadas do citado papel.

Completada a segunda camada, coloca-se novamente uma tira de papel e, sempre contando as espiras já enroladas, vai-se continuando com o enrolamento até ao momento em que tiver de ser feita a primeira tomada. Nessa altura, o fio é torcido em ângulo reto, fazendo-se uma argola, após o que se volta novamente o fio à altura do enrolamento, conforme ilustrado na figura 4. O trecho em que esta derivação passa sôbre outras espiras da mesma camada deve ser protegido por meio de um tubo de espaguete plástico, conforme ilustrado no detalhe abaixo (figura 5). O enrolamento é continuado até a última espira dessa ca-

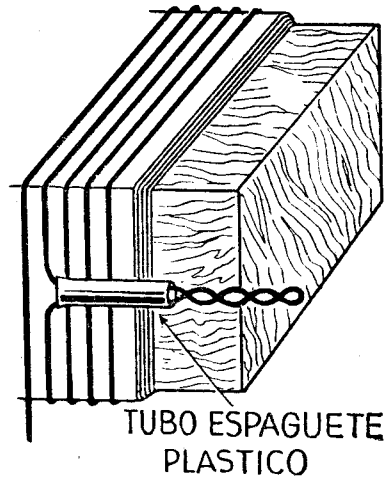


FIG. 5

mada, depois do que se coloca nova tira de papel e prossegue-se com o enrolamento.

Deve-se evitar que uma tomada caia exatamente em cima de outra, pois nesse caso a grossura do enrolamento aumentaria muito nesse ponto. Pelo mesmo motivo, as tomadas sempre devem ser feitas no lado do enrolamento que não fique dentro da janela do núcleo de ferro; o final do enrolamento é fechado da mesma maneira que o início e, por fim, é passada mais uma camada forte de papel isolante.

Tudo pronto, puxa-se para o lado o fio previamente enrolado no carretel de madeira, soltando-se assim espira. Retirando todo o fio, o carretel pronto estará bastante solto sô-

bre a fôrma de madeira para poder ser retirado com facilidade.

Finalmente, é empilhado o núcleo de ferro no carretel. Estas chapas possuem a forma **E** e **I** e devem ser colocadas alternadamente para que as fendas não fiquem sobrepostas.

É necessário apertar bem as lâminas, para poder encher bem o espaço disponível e para evitar que chapas soltas provoquem ruídos durante o funcionamento. Os parafusos que seguram todo o núcleo devem ser bem apertados.

Para completar o autotransformador, ainda convém colocar o mesmo numa caixa adequada, a qual deve ter furos para ventilação, bem como o dispositivo para a mudança das tensões.

**FIM**

# **INSTITUTO MONITOR**

FUNDADO EM 1939

---

## **CURSO PRÁTICO DE RÁDIO, TELEVISÃO E ELETRÔNICA**

**SERVIÇOS PRÁTICOS PARA GANHAR DINHEIRO**

**N.º 5**

**OS ACUMULADORES**

**Caixa Postal 30.277 — São Paulo — ZP-2**

---

REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DO TEXTO E DAS ILUSTRAÇÕES,  
PROIBIDA NA FORMA DA LEI

---

# CURSO PRÁTICO DE RADIODÉCNICA

## SERVIÇOS PRÁTICOS PARA GANHAR DINHEIRO Nº 5

### OS ACUMULADORES

Os acumuladores, juntamente com as pilhas elétricas, são os únicos dispositivos que permitem transportar a energia elétrica acumulada, e tê-la disponível para ser usada a qualquer momento. Pode-se até dizer que os acumuladores nos permitem manter a energia elétrica "em conserva". Considerando-se o acumulador fonte de energia elétrica e comparando-o desta forma aos outros geradores, notaremos em primeiro lugar a ausência de partes rotativas ou móveis, o que representa enormes vantagens, pois grande parte dos defeitos dos dinamos é proveniente de desarranjos mecânicos. Se forem dispensados ao acumulador alguns cuidados, conseguir-se-á grande eficiência do mesmo, como também segurança no que se refere à continuidade de fornecimento da energia elétrica.

Cada elemento do acumulador é capaz de fornecer uma força eletromotriz de 2 volts aproximadamente, independentemente de seu tamanho, e, por esta razão, torna-se necessário para quase tôdas as aplicações

do acumulador o agrupamento em série de vários destes elementos. Existem inúmeros exemplos na vida diária, sobre a utilidade dos acumuladores, sendo que, entre todos, o mais comum é o emprêgo do acumulador nos automóveis em geral. Constituinte o acumulador uma das partes vitais dos veículos automotrizes, o conhecimento do mesmo poderá constituir uma fonte de renda para o eletrotécnico preparado, pois os trabalhos de revisão e conserto, como também a carga dos acumuladores em geral, são muito bem remunerados.

Tratando-se de uma bateria de acumuladores, são dois os fatores que deverão ser tomados em consideração, acima de tudo:

- 1) a força eletromotriz que é capaz de fornecer a bateria (constituída por diversas "células" ligadas em série).

Como acabamos de dizer, anteriormente, cada uma das células é capaz de fornecer cerca de 2 volts. Por conseguinte, a força eletromotriz de

uma bateria, formada por mais de uma célula, é igual a 2, multiplicado pelo número de células de que a mesma é constituída. Assim, por exemplo, uma bateria de acumuladores, dos comumente usados nos automóveis, é capaz de fornecer  $3 \times 2$ , isto é, 6 volts de força eletromotriz, entre os dois terminais

a capacidade de 70 ampères-hora, o que significa que são capazes de fornecer 70 ampères de corrente durante uma hora (ou corrente de 1 ampère de intensidade durante 70 horas). Também serão capazes êsses mesmos acumuladores de fornecer 35 ampères durante duas horas. 10 ampères durante sete horas, etc.

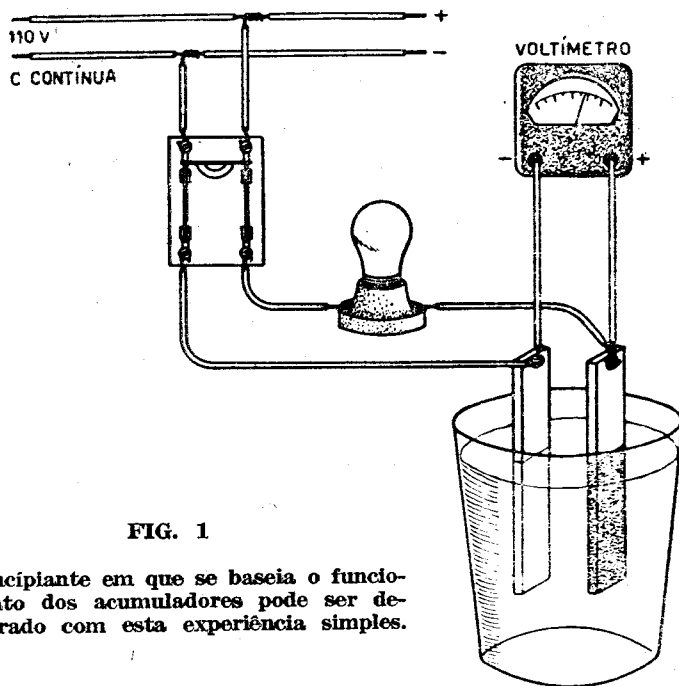


FIG. 1

O principlante em que se baseia o funcionamento dos acumuladores pode ser demonstrado com esta experiência simples.

extremos, os quais, naturalmente, deverão ser um positivo e outro negativo.

2) a capacidade dos acumuladores. A capacidade dos acumuladores em geral é medida em ampères-hora. Por exemplo, a maioria dos acumuladores usados nos automóveis tem

A capacidade dos acumuladores depende da área da superfície de seus elétrodos.

Por conseguinte, quanto maior for a superfície dos elétrodos ou quanto mais numerosos forem os mesmos, maior será a capacidade do acumulador, isto é, êle será capaz de

fornecer uma corrente de maior intensidade por um tempo de maior duração.

Desejamos mais uma vez chamar a atenção dos nossos alunos para

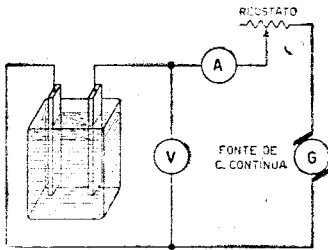


FIG. 2

o fato de que os acumuladores só podem fornecer corrente contínua.

### OPERAÇÃO

O princípio no qual se baseia a operação dos acumuladores poderá ser ilustrado com a seguinte experiência (figura 1). Mergulham-se pouco mais que a metade de duas placas de chumbo num copo cheio de ácido sulfúrico diluído (que pode ser obtido em oficinas especializadas em baterias). Em seguida ligam-se as duas placas, através de uma lâmpada incandescente e uma chave, a uma fonte de corrente contínua. Quando a corrente passar através deste elemento, notar-se-ão bôlhas de gás na superfície das duas placas, sendo, porém, desigual a intensidade das bôlhas. Depois de algum tempo, a placa onde se produziram mais bôlhas mudará de cor

para um tom acentuadamente mais escuro, enquanto que a outra, aparentemente, não sofrerá alteração alguma. Se examinarmos, porém, mais detalhadamente esta segunda placa (que é a negativa) verificaremos que o chumbo tornou-se uma massa esponjosa.

Continua-se o processo até que o voltímetro indique 2,5 volts (fig. 2). Desligando-se agora a fonte de energia (o que produzirá uma queda de tensão para 2,05 volts) observaremos que o elemento está em condições de fornecer uma pequena corrente. Ora, essa corrente, embora

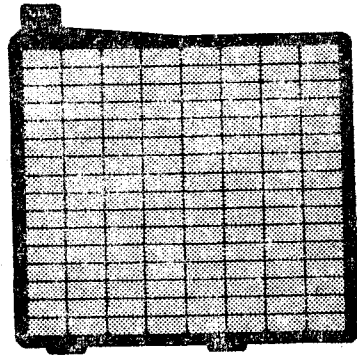


FIG. 3

pequeníssima, é capaz de alimentar um circuito que, no caso de nossa experiência, poderá ser representado pelo próprio voltímetro. A f.e.m. cairá vagarosamente até 1,75 volt, à medida que o elemento se descarregar. Cairá depois rapidamente até zero, indicando que o elemento está exausto. Ao mesmo tempo que cai

a tensão, a coloração da placa positiva vai clareando até readquirir a sua côr primitiva. Poderemos, pois, recomeçar, carregando outra vez o elemento.

**Reações químicas durante a carga e descarga:** afora a solução de ácido sulfúrico diluído (que está constituída por ácido sulfúrico e água) e do chumbo original das placas, outros compostos químicos participam do funcionamento do acumulador.

Assim, a placa positiva, inicialmente de chumbo puro, vai sendo gradualmente transformada pela eletricidade em peróxido de chumbo ( $PbO_2$ ), composto êste de côr marrom. A mencionada reação ocorre durante a carga, com o desprendimento de gás hidrogênio em grande quantidade.

È preciso observar que tanto o hidrogênio que se desprende como o oxigênio que se combinou com o chumbo na formação de peróxido são fornecidos pela água da solução. **O ácido sulfúrico não intervem na reação durante a carga do acumulador**, servindo apenas para fazer com que o líquido seja um bom condutor de eletricidade (a água pura é um isolante).

A situação é bem outra durante a descarga: agora, o ácido passa a atacar ambas as placas, transformando-as gradualmente em sulfato de chumbo ( $PbSO_4$ ) que é um pó esbranquiçado. Simultaneamente, a solução de ácido vai se tornando

mais fraca, isto é, diminui a proporção de ácido na mesma. Isto se dá devido à reação química entre o ácido e as placas.

Ao carregar a bateria, as placas "expulsam" o ácido sulfúrico, que volta à solução, tornando-a mais forte. Em resumo, o acumulador transforma a energia elétrica em energia química, durante a carga, e a energia química em eletricidade, durante a descarga.

Esta possibilidade de recarga do acumulador é uma grande vantagem que o mesmo possui em relação à pilha. Esta, uma vez descarregada, tem de ser jogada fora, enquanto que o acumulador pode ser carregado de nôvo (com corrente contínua), podendo assim prestar serviços por longos períodos.

## CONSTRUÇÃO

Para a fabricação de acumuladores não se empregam chapas de chumbo comum, como descrito acima. Isto porque a intensidade da corrente que pode fornecer um acumulador depende da superfície de suas chapas e esta, no caso de chapas comuns, é bastante pequena. Pode-se aumentar a superfície aparente da chapa, por diversos processos.

Um dos sistemas mais empregados pelos fabricantes consiste na produção de placas em forma de grade (fig. 3).



Atualmente, o material mais empregado para construção das grades consiste numa liga de 93% de chumbo e 7% de antimônio. Esta liga resiste melhor à corrosão eletroquímica do que o chumbo puro, possuindo também maior rigidez mecânica, o que é de grande importância, uma vez que a maioria dos acumuladores usa chapas auto-suportadas. Uma vantagem adicional desta liga é que possui um coeficiente de temperatura mais baixo, facilitando assim a fundição dessas grades. As grades para as placas positivas e negativas são de construção similar; em geral as negativas são mais leves por estarem menos sujeitos à corrosão do que as positivas, e por requererem menor quantidade de massa de enchimento.

As aberturas dessas grades são preenchidas com pastas especiais, cujas composições são diferentes conforme se trate de grade positiva ou negativa. Assim, para as grades positivas usa-se 60% de zarcão e 40% de peróxido de chumbo; para as negativas, 30% de zarcão e 70% de peróxido de chumbo. Uma vez cheias de pasta, as grades são secadas e depois oxidadas em um tanque contendo ácido sulfúrico. Este processo é chamado de "formação" das chapas, e nêle aplica-se corrente às chapas (a positiva atua como ânodo e a negativa como cátodo) até que a pasta nas chapas negativas tenha

sido reduzida a chumbo metálico, o que requer vários dias.

A construção das células do acumulador é completada do seguinte modo. Junta-se um grupo de chapas positivas, com o necessário espaçamento, e as partes superiores das chapas são fundidas junto com uma barra terminal de chumbo ou chumbo/antimônio. As negativas são agrupadas de modo semelhante, só que os terminais ficam do lado oposto. Ao intercalar-se os dois grupos, ter-se-ão chapas positivas alternando-se com chapas negativas. A fim de evitar contato direto entre as chapas, utilizam-se separadores, os quais são feitos de madeira, vidro, fibra, plástico, borracha ou celulóide. Os conjuntos de chapas são montados dentro de vasos de ebonite, e adiciona-se uma solução de ácido sulfúrico em água. Para baterias estacionárias a densidade da solução varia de 1,2 a 1,23 vezes a densidade da água. Isto corresponde a uma porcentagem de 28% a 36% de ácido.

Para baterias de automóveis e caminhões a densidade varia entre 1,27 e 1,3 correspondendo a uma porcentagem de 36% a 40% de ácido na água (distilada). Em climas quentes devem ser usados os limites inferiores mencionados, devido a ser mais forte a reação química a altas temperaturas. A vedação dos vasos dos acumula-

dores é feita com pixe ou asfalto, ou uma massa especial (compound). Os acumuladores de automóveis comuns usam 15 ou 17 placas, sendo no primeiro caso 7 positivas e 8 negativas, e no segundo caso 8 positivas e 9 negativas.

A portabilidade do acumulador é

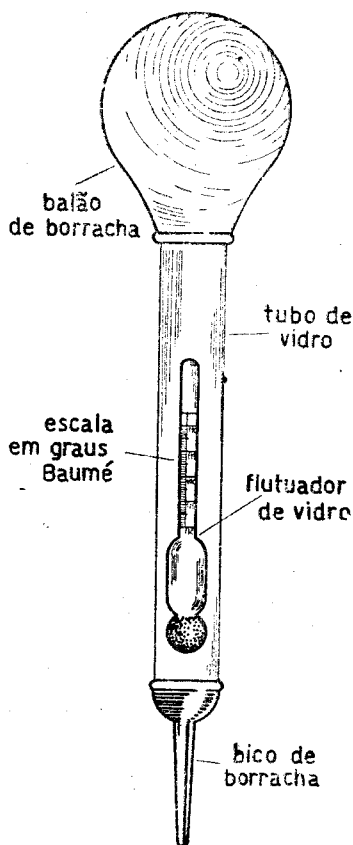


FIG. 4

Densímetro do tipo comumente usado para medir a densidade do eletrólito nos acumuladores; o elemento medidor da densidade é um flutuador de vidro que mergulha mais, ou menos, no líquido, conforme a densidade deste.

a vantagem predominante na sua aplicação. Além do exemplo típico do automóvel, cuja partida, iluminação e ignição são devidas à energia acumulada, a iluminação em estradas de ferro é quase que exclusivamente alimentada por acumuladores. O sistema de controle e sinalização não somente em estradas de ferro, como em subestações, usinas, navios, etc., é baseado no uso de acumuladores. As redes telefônicas muitas vezes são alimentadas com baterias. Esta preferência se explica, graças à confiança que se pode ter no funcionamento das mesmas.

Um acumulador devidamente conservado tem uma vida de 8 a 10 anos, podendo este prazo ser prorrogado por muito mais tempo, se for protegido contra os efeitos da unidade e variações de temperatura.

Um dos fatores que mais afetam a durabilidade de uma bateria é o modo pelo qual ela é carregada e descarregada. Um controle contínuo das tensões e correntes, durante estes períodos, permite evitar que se atinjam condições prejudiciais para os elementos da bateria.

Ao carregar uma bateria de automóvel, a tensão de cada elemento (célula) aumenta gradualmente, até atingir 2,5 a 2,7 volts. 3 a 4 minutos depois de desligar o carregador, a tensão cai para 2,2 volts. Esta queda rápida se deve à formação de

uma camada muito delgada de óxido de chumbo na superfície das placas negativas, e entre a grade e o material ativo, nas positivas.

Uma bateria totalmente carregada apresenta densidade da solução (eletrólito) variando entre 1275 e 1300. A elevada concentração de ácido torna o eletrólito bom condutor, facilitando o fornecimento de elevadas correntes.

Durante a primeira hora de descarga, tanto a tensão como a densidade do eletrólito caem relativamente depressa. A tensão de cada elemento baixa para 2 volts, enquanto a densidade cai para 1250. Após esta queda inicial, a descarga regulariza-se e a tensão entre os bornes de cada célula passa a ser proporcional à corrente de descarga.

Durante o processo de descarga, forma-se sulfato de chumbo na superfície e no interior das placas. Como o sulfato é mau condutor de electricidade, êle passa a isolar parcialmente as placas do eletrólito. Além disso, o sulfato é formado à custo do ácido; o enfraquecimento da solução diminui a sua condutividade. Êstes dois efeitos somam-se e o resultado é um aumento gradual da resistência interna da bateria.

O limite de tensão até ao qual pode se descarregar uma bateria é de 1,75 volt por célula, o que corresponde a uma densidade de 1150. Continuando-se a descarga além

dêste ponto, formar-se-á excessiva quantidade de sulfato, e as placas ficarão abertas com uma camada esbranquiçada, que, na maioria dos casos, torna a bateria imprestável.

## **INSTRUMENTO PARA VERIFICAR O ESTADO DA BATERIA**

**Densímetro** — mede a densidade do eletrólito da bateria, a qual depende da concentração do ácido. O densímetro consta de uma seringa de vidro, no interior da qual existe um pequeno mergulhador graduado, também de vidro. Um balão de borracha permite sugar ou expelir o líquido para dentro da seringa (vide figura 4).

Para usar, aperta-se o balão de borracha e mergulha-se o bico na solução a medir. Soltando o balão, o líquido será sugado para o interior da seringa, fazendo flutuar o mergulhador. A graduação do pescoço do mergulhador que coincidir com a superfície do líquido indicará a densidade do mesmo, em graus Baumé.

A densidade do ácido sulfúrico puro é igual a 1835, enquanto que a água possui densidade de 1000. Uma bateria carregada normalmente apresenta densidade igual a 1300; isto corresponde a uma proporção de 40% de ácido e 60% de água, aproximadamente. Como o ácido é absorvido pelas placas durante a descarga, a densidade do eletrólito servirá para indicar o estado de carga da bateria.

A correspondência entre densidade e carga é a seguinte:

- 1300 — carregada
- 1250 — 3/4 de carga
- 1200 — 1/2 carga
- 1150 — 1/4 de carga
- 1100 — descarregada.

Confrontando estas medidas com o teste feito pelo voltímetro, poder-se-á verificar se a percentagem de ácido no eletrólito está correta.

Teòricamente, numa bateria totalmente descarregada, a indicação do densímetro seria igual a 1000, o que corresponde à água pura. É lógico que uma bateria em tal estado seria imprestável, pois **nunca** se

Assim como no caso do densímetro, o voltímetro também pode indicar a carga da bateria por meio da tensão existente entre os terminais de cada célula. Dêsse modo temos:

- 2,2 V — carregada
- 2,1 V — 3/4 de carga
- 2,0 V — 1/2 carga
- 1,9 V — 1/4 de carga
- 1,8 V — descarregada.

Existe ainda um outro teste (conhecido por “teste de curto-circuito”) com o voltímetro, no qual uma resistência de valor muito baixo é ligada em paralelo com a resistência de carga já existente, e provoca uma intensa descarga (200 A) no

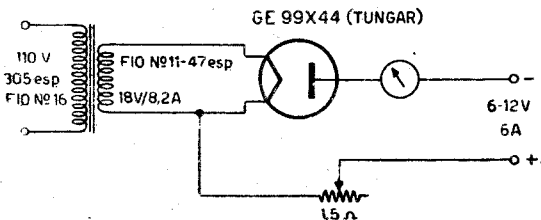


FIG. 5

Esquema de um carregador de bateria, que emprega um retificador Tungar. O reóstato permite variar a corrente de carga, cujo valor máximo é de 6 A.

deve deixar cair a densidade abaixo de 1100.

**Voltímetro** — permite medir a diferença de potência entre os bornes das células. Esta medição, no entanto, não deve ser feita em circuito aberto. Convém ligar uma carga que resulte numa corrente de 5 ou 10 ampères. A maioria dos voltímetros para bateria usados nas oficinas possui esta carga ligada permanentemente entre os seus terminais. O seu valor é de 0,5 a 0,2 ohms, por célula.

momento da medição. Esta prova permite observar o comportamento da bateria sob forte descarga, e proporciona uma indicação muito preciosa das condições reais da mesma. Para que uma bateria possa ser considerada boa, deve fornecer mais do que 1,8 volt por célula neste tipo de teste. A diferença de medição entre células não deve superar 0,2 volt. Se ao fazer esta prova a bateria expele gás ou ferve, isto indica que os separadores das placas estão provavelmente defeituosos, ou que

então existe um excesso de detritos (“lama”) depositados no fundo do recipiente da bateria.

### CARREGADORES DE BATERIA

A carga de baterias representa um negócio rendoso, pois constitui grande parte do movimento das oficinas especializadas. Esta carga é feita a partir de uma fonte de corrente contínua. No veículo, esta fonte é constituída pelo gerador (ou dínamo); para carga estacionária da bateria, poder-se-ia usar um destes geradores acionado por um motor elétrico. Este arranjo, entretanto, é pouco adotado, preferindo-se empregar retificadores dos tipos que passamos a descrever.

Aé poucos anos atrás, a válvula “túngar” era usada exclusivamente na carga de baterias. A figura 5 ilustra um carregador empregando uma “túngar” tipo 99X44. A “túngar” é uma válvula retificadora cheia com gás argônio, capaz de proporcionar elevadas correntes. De acôrdo com o tipo, pode-se obter até 20 ampères de uma destas válvulas. Para maiores correntes, pode-se ligar diversas válvulas em paralelo.

Circuitos mais modernos empregam retificadores de silício, os quais são fabricados em grande variedade

Tipo	Tensão Pico (V)	Corrente Média (A)
0A31	85	12
0A250	50	12
0A251	100	12
0A252	200	12
1N1204	400	12
1N1075	400	5
1N1648	400	35
1N1401	400	70
1N2116	400	500

de tipos, como pode ser constatado com auxílio da tabela acima.

A figura 6 ilustra um carregador utilizando um díodo de silício como retificador de meia onda. O circuito presta-se à carga de acumuladores de 6 volts. A corrente de carga é proporcional à tensão aplicada; esta última será selecionada por meio da derivação adequada no secundário do transformador de força. Os enrolamentos deste transformador estão dimensionados para uma corrente máxima de 5 ampères.

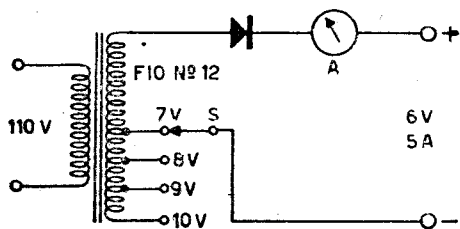


FIG. 6

O uso de um díodo de silício simplifica consideravelmente o circuito do carregador. A variação da corrente de carga é feita selecionando-se a derivação adequada no transformador; este último é adequado para carregar baterias de 3 elementos (6V). Para 12 volts, o secundário deverá ter maior número de espiras.

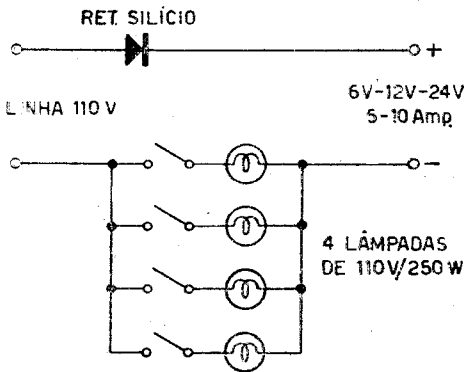


FIG. 7

Carregador econômico para acumuladores utilizando lâmpadas para conseguir a redução de tensão desejada.

A fim de que não se ultrapasse este valor, colocou-se o amperímetro no circuito, por meio do qual pode-se verificar a intensidade da corrente de carga.

O carregador da figura 6 exige que se enrole um transformador especial, o que onera seu custo. Dois circuitos "econômicos" que não requerem componentes especiais estão ilustrados nas figuras 7 e 8.

No circuito da figura 7, a redução de tensão até ao valor adequado para a bateria efetua-se por meio de lâmpadas comuns de 250 (ou 300) watts. Estas lâmpadas podem ser ligadas individualmente a fim de fornecer a corrente desejada. Cada lâmpada permite a passagem de 2,2 ampères de corrente. Trocando-se as lâmpadas, pode-se usar o carregador nas redes de 220 volts.

O circuito da figura 8 utiliza um

"standard" para televisores e amplificadores de alta potência. Os dois enrolamentos de filamento (um de 5 V, outro de 6 V) são ligados em série, correndo a retificação a cargo de uma ponte de 4 díodos de silício. A lâmpada de farol de automóvel serve para limitar a corrente de carga ao valor de 1 ampère, aproximadamente. Caso a corrente resulte baixa demais, a chave "S" permite retirar a lâmpada do circuito. Este é um circuito de emergência, pois a reduzida corrente faz com que requeira um prazo considerável para completar a carga de uma bateria.

Algumas vezes é preciso executar a "carga rápida" das baterias. Os aparelhos para isto usam retificadores de alta potência, em circuito ponte, e proporcionam até 200 ampères na saída. A carga rápida só

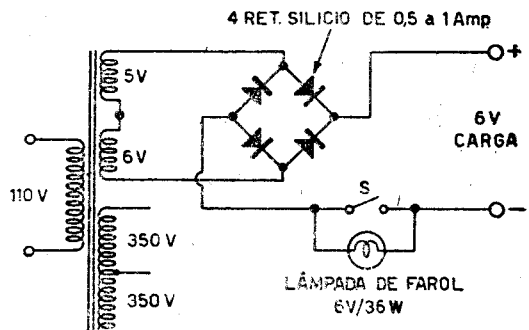


FIG. 8

O transformador de força de um TV ou amplificador de alta potência também poderá ser usado para se construir um carregador de baixa corrente.

deve ser usada nas emergências, pois prejudica a bateria, principalmente se fôr superado o limite de temperatura da mesma. Por isso, êste sistema de carga deve ser feito por pessoal muito competente, mantendo a bateria sob vigilância contínua.

Após uma carga rápida de 20 ou 40 minutos, recomenda-se completar a carga lentamente, pois a carga rápida não carrega completamente a bateria.

### SISTEMAS DE CARGA

O único sistema recomendado de carregar uma bateria é o de **carga lenta**. Neste processo, adota-se uma corrente de 1 ampère por placa positiva. Em outras palavras, uma bateria de 17 placas seria carregada usando-se 8 ampères.

Como já foi mencionado, a carga rápida é um sistema de emergência, devendo ser usado apenas nestes casos. Se a bateria esquenta demais, é bom desligar por alguns minutos, antes de recomeçar a carga. Aliás, uma carga rápida em duas ou três etapas é menos prejudicial do que uma única, mais prolongada.

Um terceiro sistema, freqüentemente usado nas oficinas especializadas, consiste em efetuar uma carga rápida de 15 minutos, completando depois a carga lentamente. Apesar de não ser teoricamente o mais adequado, êste sistema deve sua grande popularidade ao fato de proporcionar economia de tempo e energia.

Quando uma bateria se encontra muito descarregada, será necessário empregar outro processo. Êste consiste em efetuar a carga lenta e des-carga da bateria sucessivas vêzes, até que o eletrólito recupere uma densidade de 1250 ou mais. Nestas baterias, o eletrólito apresenta-se inicialmente pouco denso, porém, **nunca se deve adicionar o ácido durante a carga**, a não ser que o processo mencionado não consiga aumentar a densidade do eletrólito acima de 1250. Neste caso, pode-se adicionar ácido para completar a densidade de 1300, porém há já um indício de que a bateria encontra-se bem próxima do fim de sua vida útil.

**Atenção:** durante a carga dos acumuladores desprende-se o gás hidrogênio, o qual é altamente explosivo. Nunca se deve produzir fogo ou faíscas elétricas nas proximidades de uma bateria nestas condições. Além disso, a instalação carregadora deverá situar-se em local bem ventilado.

**Término da carga.** quando o eletrólito de uma bateria em bom estado não aumenta de densidade durante 2 ou 3 horas de carga, a bateria pode ser considerada como carregada.

### DESMONTAGEM DOS ACUMULADORES

Os acumuladores que mais freqüentemente aparecem nas oficinas para consêrto são os de automóveis.

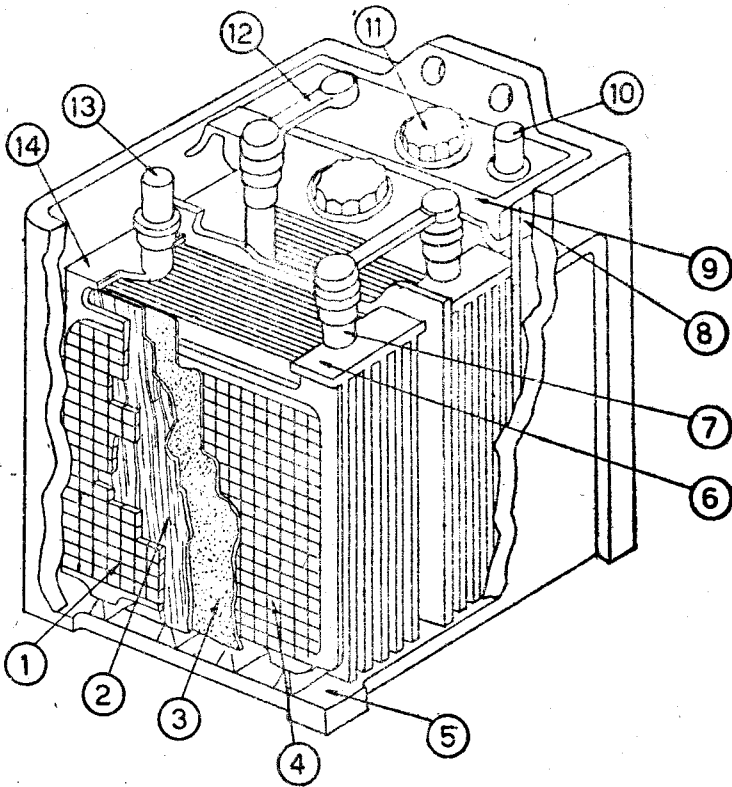


FIG. 9

UMA VISTA DA CONSTRUÇÃO INTERNA DE UMA BATERIA DE ACUMULADORES (COM 3 CÉLULAS).

Consistem de 3 (ou 6) compartimentos ou células, representando cada.

- |  |   |
|--|---|
| 1 — Placa negativa                     | 7 — Borne   |
| 2 — Separador de madeira               | 8 — Massa plástica (compound)                                       |
| 3 — Separador de borracha endurecida   | 9 — Tampa   |
| 4 — Placa positiva                     | 10 — Pólo positivo  |
| 5 — Recipiente                         | 11 — Tampa roscada do orifício destinado à introdução do densímetro |
| 6 — Barra coletora de placas positivas | 12 — Barra de ligação   |
|  | 13 — Pólo negativo  |
|  | 14 — Barra coletora das placas negativas                            |



um dêles um acumulador. Esses compartimentos acham-se montados numa caixa de ebonite. A tampa de cada célula tem perfuração para os bornes positivos e negativos, conforme está indicado na fig. 9. No centro de cada compartimento há ainda um orifício com tampa rosqueada que, quando aberta, permite a introdução do bico do densímetro destinado a medir a densidade do eletrólito, servindo também para repor o líquido.

Quando fica comprovado que um acumulador tem qualquer defeito interno, é necessário desmontar o mesmo, para se poder efetuar os devidos reparos.

Para tanto, faz-se um furo nas extremidades das barras de ligação o mais próximo possível do centro do borne da respectiva célula da bateria. Esses furos podem ser feitos com uma broca de 3/4", bastando que tenham uma profundidade de 4 a 5 mm. Pode-se depois soltar a barra com o auxílio de uma chave de fenda, ou outro instrumento que sirva de alavanca.

A seguir deve ser retirada a massa "compound", pixe ou alcatrão usada na vedação. Consegue-se isto usando uma chave de fenda aquecida, com a qual é levantada a camada de massa. Existem igualmente ferramentas especiais para tal fim, aquecidas elêtricamente.

Para permitir uma retirada fácil das placas, é preciso que o "compound" haja sido completamente

retirado; pode-se então, por meio de dois alicates, retirar as placas da respectiva seção.

Uma vez separados os elementos, são retiradas as tampas dos mesmos, fazendo pressão sobre os bornes. Pode-se então retirar os separadores; ficam assim as placas negativas e positivas livres, encaixadas umas nas outras.

Se a desmontagem foi feita para substituir os separadores, lavam-se as placas em bastante água. As placas negativas aquecer-se-ão a ponto de desprender vapor de água, em virtude da oxidação do chumbo esponjoso, em contato com o ar. Isto não é prejudicial, porém, pode ser evitado mergulhando-se em água fria cada vez que se aquecerem excessivamente.

Na remontagem deve-se cuidar de eliminar de entre as chapas qualquer sujeira que possa ter se introduzido aí. Depois, coloca-se as placas de lado sobre uma superfície limpa e, com a tampa colocada, introduz-se os separadores entre as placas negativas e positivas. Depois de terminada a remontagem de cada célula, deve-se examiná-la cuidadosamente, a fim de constatar se não foi esquecido nenhum separador. As canaletas dos separadores devem ficar junto às placas positivas; nunca devem ser colocadas em sentido contrário.

Antes de recolocar as células convém lavar cuidadosamente o fundo do recipiente. As células de-

vem ser colocadas de tal forma que as barras de ligação fiquem na mesma posição que antes, e ligando pólos de nomes contrários de células adjacentes.

Antes da colocação dessas barras, é preciso fechar o acumulador com massa "compound", pixe ou alcatrão, calafetando-o contra vazamento. A massa derretida é derramada nas juntas, em duas vêzes. Primeiramente, é colocada uma camada fina, para vedar perfeitamente as juntas; posteriormente, é enchido até ao nível normal. Pode-se ainda acertar a superfície por meio da chama de um maçarico.

A solução eletrolítica para encher o acumulador deve ser alguns graus mais densa que a que estava em uso anteriormente. Se antes a solução era de 1220, deve-se usar agora uma solução com densidade 1250 aproximadamente. Isto é feito para que a água contida nos separadores

novos e absorvida pelas placas na lavagem, misturando-se à solução, reduza a sua densidade à antiga.

O melhor processo para ajustar a solução é o de deixar carregar a bateria consertada até que a densidade da solução deixe de subir, durante 4 ou 5 horas, com carga normal.

Estando nessa ocasião a densidade acima de 1300, deve ser adicionada água destilada à célula, depois de retirar um pouco da solução. Com a bateria ainda em carga, deixam-se passar 15 minutos e faz-se nova leitura com o densímetro; não estando certo o valor, repete-se a operação até que o valor esteja correto.

Se, pelo contrário, a solução não tiver atingido o valor de 1280, deve-se retirar uma parte da solução e adicionar solução mais forte em seu lugar. Repete-se também esta operação até atingir o valor desejado.



**INSTITUTO RADIO TÉCNICO MONITOR S/A.**  
NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDÊNCIA  
RUA TIMBIRAS, 263 — CAIXA POSTAL 30.277 — SÃO PAULO, ZP-2  
BRASIL