

**I R T M**



**CURSO PRÁTICO DE**

**RÁDIO, TELEVISÃO  
E ELETRÔNICA**

**VOLUME Nº 4**



**EDITADO PELO:**

**INSTITUTO MONITOR**

**FUNDADO EM 1939**

**01208 — R. DOS TIMBIRAS, 263 — TEL.: 220-7422 (REDE INTERNA)**

**CAIXA POSTAL 30.277 — SÃO PAULO — ZP-2 — BRASIL**

## **ATENÇÃO**

Para maior facilidade no controle e rapidez de conferência, envie todas 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 toda 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 MONITOR**

FUNDADO EM 1939

---

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

**Lição Teórica**

**N.º 7**

**CAPACITORES**

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

## ACESSÓRIOS DE MONTAGEM

Além das peças e acessórios de caráter elétrico, usa-se num receptor uma infinidade de pequenos acessórios, metálicos, isolantes e combinações de ambos, destinados a tornar mais fácil e também mais perfeita a construção do aparelho.

Entre esses devemos mencionar, em primeiro lugar, os parafusos e as porcas. Mas, como os mesmos são sobejamente conhecidos por todos, limitar-nos-emos a mencioná-los adiantando que, para fixar as peças de rádio usam-se, geralmente, parafusos de **cabeça redonda**, sendo que a parte da rosca é de 3,5 mm (9/64 de polegada) de grossura. O seu comprimento varia conforme as necessidades. As porcas são sextavadas, do tamanho de 6,3 mm (1/4 de polegada) sendo que a rosca, no meio, é naturalmente do mesmo tamanho e passo que o parafuso (fig. 1).

Outras peças muito usadas para facilitar a ligação com o chassi são os "terminais de terra". São pequenas lingüetas metálicas (quase sempre de latão cadmiado) possuindo um

furo de 3,5 milímetros, mais ou menos, através do qual passa o parafuso para sua fixação no chassi. Têm um prolongamento de uns 10 milímetros de comprimento por 4 de largura, provido também de um pequeno furo para facilitar a ligação.

Além dos terminais de terra, existem outros, de feitios diversos, que são fixados nos carretéis de bobina, transformador, etc., a fim de, nestes, ligarem as extremidades dos enrolamentos e servirem de intermediários nas ligações (fig. 2).

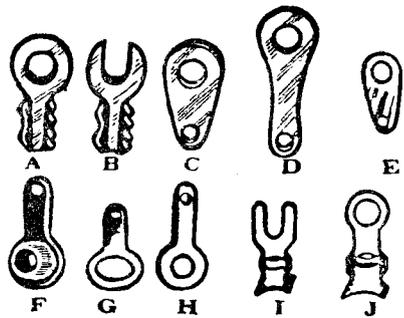


FIGURA 2

Os terminais isolados são colocados num receptor para servirem de base para ligações que devem ficar isoladas e distanciadas do chassi.

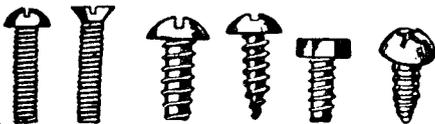


FIGURA 1

(Continua na 3ª capa)

# CURSO PRÁTICO DE RADIODÉCNICA

## LIÇÃO TEÓRICA Nº 7

### CAPACITORES

Duas placas de metal, próximas e dispostas uma diante da outra, porém isoladas entre si, são ligadas aos dois pólos de uma bateria. Conforme se vê na fig. 1, incluem-se também no circuito dois galvanômetros, intercalados em cada condutor. Fechando o circuito com auxílio do interruptor, notaremos que, ao ligar a corrente, ambos os galvanômetros indicarão a passagem de uma corrente de muito pouca duração. Depois disso, por mais tempo que estiver a bateria ligada, os galvanômetros não acusarão passagem de corrente alguma. Se desligarmos a **bateria** e depois unirmos os pontos "A" e "B" com o auxílio de um condutor, notaremos novamente a passagem de uma corrente elétrica, da mesma duração que a anterior, porém de **direção oposta**.

A explicação deste fenômeno é a seguinte: as duas placas de metal, ao serem ligadas aos pólos da bateria, serão carregadas de acordo com a polaridade da bateria onde estão ligadas. A placa ligada ao pólo positivo passará todos os seus elétrons disponíveis a este pólo, ficando, em consequência, com falta dos mesmos e passando desta forma a ter carga positiva (por falta de elétrons). Por sua vez, a placa ligada ao pólo negativo receberá deste grande quantidade de elétrons, resultando daí que terá elétrons em abundância, sendo, por conseguinte, negativa a sua carga.

Esta diferença de potencial (diferença de carga de elétrons) fará com que a carga positiva de uma das placas atraia para o seu lado os elétrons existentes a mais na outra placa. Como, porém, as duas placas estão isoladas entre si (pelo ar), os elétrons não poderão passar de uma à outra, ficando esta diferença de potencial permanente, até que se ofereça, por meio de um condutor externo, caminho para podermos restabelecer o equilíbrio entre as placas.

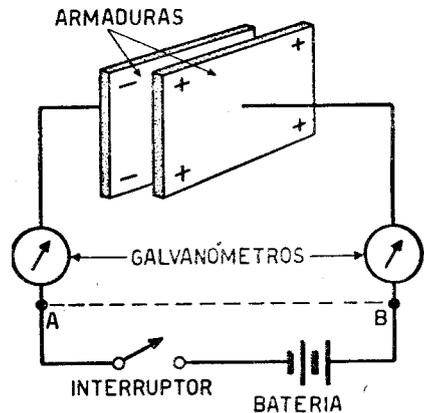


FIG. 1

Assim, enquanto não existir uma ligação externa, a diferença de potencial produzida entre as duas placas pela bateria a cujos pólos foram ligadas, durará por tempo indeterminado. Em outras palavras, o conjunto formado pelas duas placas

isoladas entre si é capaz de receber uma força eletromotriz e armazená-la pelo espaço de tempo que se desejar. Devido a esta sua característica, o conjunto das duas chapas é chamado CAPACITOR.

Um capacitor é formado por duas armaduras (as duas placas de metal) e um dielétrico (a isolamento entre as armaduras). No caso da figura 1, o dielétrico será o ar, pois outra substância não existe entre as armaduras ou chapas.

Quando as armaduras são ligadas aos dois pólos de uma bateria, estabelecendo-se uma diferença de potencial entre elas, o capacitor ficará **carregado** e a corrente que circula neste momento pelos condutores será a corrente de carga do capacitor.

Quando entreligarmos as duas armaduras do capacitor já carregado, através de um condutor, restabeleceremos o equilíbrio entre as duas armaduras, procedendo-se à sua **descarga**. A corrente que passa neste momento, através do condutor, chama-se **corrente de descarga**.

**As correntes de carga e descarga de um capacitor são iguais**

Se repetirmos a experiência anterior, empregado desta vez, porém, placas metálicas de maiores dimensões (de maior superfície), notaremos que tanto a corrente de carga como a de descarga terá maior duração. Em outras palavras: o capacitor armazenará maior quantidade de corrente. Esta propriedade do capacitor de armazenar maior ou menor quantidade de corrente, depende da sua **capacitância**.

A capacitância dos capacitores é determinada pela área da superfície das armaduras e pela espessura e quantidade do dielétrico (isolação entre as duas placas).

A relação entre a capacitância e a superfície das armaduras é **direta**, o que significa que quanto maiores forem as dimensões das armaduras, maior será a capacitância do capacitor. A relação entre a capacitância do capacitor e a espessura do dielétrico é **inversa**, pois quanto maior for esta, menor será aquela. A capacitância dos capacitores é medida em FARADS, MICROFARADS e PICO-FARADS, equivalendo 1 farad a 1 000 000 (1 milhão) de microfarads, ou, em outras palavras, 1 microfarad é a milionésima parte de 1 farad. O picofarad, por sua vez, é a milionésima parte do microfarad, ou seja, 1 microfarad é igual a 1 milhão de picofarads.

A abreviação da unidade farad é o **F**, enquanto que para o microfarad usa-se **mfd**, ou **μF**. Para o picofarad usa-se a abreviação **pF**.

A capacitância de um capacitor poderá ser calculada pela seguinte fórmula:

$$C = \frac{885 \times A \times K}{10\,000 \times d}$$

onde achamos a capacitância "C" em picofarads. "A" é a superfície das armaduras em centímetros quadrados, "d" é a espessura do dielétrico em milímetros e "K" o coeficiente dielétrico do isolante utilizado.

Material	Coefficiente
Ar	1
Baquelite	4 a 8
Celulóide	4 a 16
Vidro	4 a 10
Mica	4 a 7
Papel	2 a 4
Porcelana	5 a 6
Borracha	2 a 3,5
Parafina	1

O coeficiente que corresponde aos diversos dielétricos é de suma importância. Por exemplo: um capacitor cujas armaduras estão separadas entre si com ar, possui 50 picofarads de capacitância. Introduzindo entre as armaduras uma folha de mica de boa qualidade, a sua capacitância aumentará até 7 vezes, obtendo-se, desta forma, 350 pF.

Os capacitores, uma vez carregados, não recebem mais corrente. A carga que recebe um capacitor depende da capacitância do mesmo e da força eletromotriz (voltagem) aplicada entre as suas armaduras. Por conseguinte, o capacitor, depois de carregado, atuará no circuito como perfeito isolador da corrente contínua, ficando desta forma entendido definitivamente que:

**OS CAPACITORES NÃO  
PERMITEM A PASSAGEM DE  
CORRENTES CONTÍNUAS**

Nos rádios, amplificadores e outros equipamentos sonoros, a capacitância dos capacitores é da ordem de microfarads ou de picofarads. A capacitância dos pequenos capacitores é expressa tanto numa como noutra unidade e, por isso, é indispensável converter as capacitâncias de um valor para outro.

Esta conversão é muito fácil, pois é sabido que o picofarad é a milionésima parte do microfarad. Desta maneira, quando se trata de conversão de microfarad em picofarad, basta aumentar o número de casas das frações decimais até seis e eliminar os zeros e o ponto decimal da frente.

Se, porém, queremos transformar picofarads em microfarads, a operação será inversa, pois, neste caso, devemos completar as casas até seis para o lado esquerdo, colocando na frente o ponto decimal.

**EXEMPLOS:** — Desejamos saber o valor em picofarads da capacitância de um capacitor de .005 microfarads. Completaremos primeiramente as casas dos quebrados decimais até seis, obtendo desta forma .005000. Em seguida, eliminando o ponto decimal e todos os zeros que ficam à esquerda do primeiro algarismo, acharemos a sua capacitância igual a 5 000 (cinco mil picofarads).

A operação inversa, ou seja, a transformação de pF em  $\mu$ F se dá pela seguinte maneira:

Se temos um capacitor de 250 pF, então completamos primeiramente as seis casas à esquerda.

000250

Diante do primeiro zero colocamos o ponto decimal e à direita do número podemos riscar os zeros existentes. O capacitor terá, portanto,

.00025  $\mu$ F

(pronuncia-se: ponto - três zeros - vinte e cinco microfarads).

Os capacitores empregados na indústria do rádio são divididos em 3 classes: fixos, variáveis e ajustáveis.

**CAPACITORES  
FIXOS, VARIÁVEIS  
E AJUSTAVEIS**

Entendemos por **capacitores fixos** os capacitores cuja capacitância é fixa; por **variáveis** os capacitores cuja capacitância varia de modo progressivo entre dois valores e em forma contínua, e, por último, denominamos **ajustáveis** os capacitores cuja capacitância poderá ser ajustada entre dois limites, permanecendo a sua capacitância fixa, depois de feito o ajuste.

Pertencem ao grupo de capacitores **fixos** os capacitores cerâmicos, de mica, de papel e os eletrolíticos.

Nos capacitores de mica emprega-se uma fina folha de mica como dielétrico entre as duas ou mais armaduras do capacitor (fig. 2).

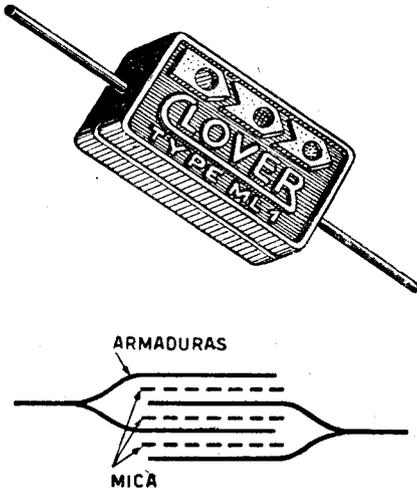


FIG. 2

A capacitância dos capacitores de mica varia entre 5 e 10 000 picofarads (.000005 e .01 microfarad). Os

mesmos são caracterizados pela boa isolamento que possuem e pela estabilidade de valor de sua capacitância, pois, como são confeccionados dentro de um envoltório de baquelite, são impermeáveis à umidade ambiente. São empregados nos circuitos de radiofrequência e em toda parte onde é requerida uma capacitância fixa constante.



FIG. 3  
CAPACITOR  
CERÂMICO DE  
DISCO.

Os capacitores cerâmicos são os mais modernos e estão substituindo cada vez mais os capacitores de mica. Consistem de um pequeno disco de material cerâmico, com altíssima constante dielétrica, prateado dos dois lados. A estas camadas prateadas são soldados os fios de ligação, e todo o conjunto é então coberto com uma camada de outro material isolante, a fim de tornar o capacitor insensível à umidade (fig. 3). Este tipo de capacitor é fabricado nas capacitâncias entre 1 pF e 0,1  $\mu$ F e está sendo largamente empregado nos modernos receptores, assim como nos televisores.

Os capacitores cerâmicos podem ser usados em frequências muito elevadas, devido à baixíssima reatância indutiva, que é um fator altamente indesejável. Devido à crescente com-

pacticidade dos receptores, existem capacitores duplos e triplos num só componente.

Além da forma de disco, podem igualmente possuir a forma de tubinho (fig. 4). A capacitância em ambos os tipos geralmente vem impressa em  $\mu\text{F}$  no corpo do capacitor.

Modernamente, surgiram no comércio os capacitores de "styroflex", capacitores construídos de maneira semelhante aos capacitores de papel, porém, com dielétrico de um material plástico denominado "styroflex". Esse dielétrico possui qualidades comparáveis à mica. Assim, poderão ser usados esses capacitores de "styroflex" em lugar dos capacitores de mica.

Os capacitores de papel são formados por duas fitas de alumínio, isoladas entre si ou com fitas de papel parafinado, ou impregnado.



FIG. 4

CAPACITOR CERÂMICO  
TUBULAR

As fitas são enroladas na forma indicada na fig. 5, a fim de obter armaduras de grande superfície, em um espaço relativamente pequeno. Uma vez enroladas as fitas, fecham-se as mesmas num cartucho de papel, fazendo duas saídas pelos dois lados, uma de cada armadura.

Geralmente, o fio de saída que corresponde à armadura que fica do lado externo está marcada nos capacitores com um anel preto. Esta in-

dicação deve ser tomada em consideração quando colocamos um capacitor num circuito de radiofrequência, pois é necessário, neste caso, ligar o fio de saída correspondente à folha externa, no lado em que existe menos tensão radiofrequente. Instruções mais amplas a este respeito serão dadas mais adiante.

A capacitância dos capacitores de papel varia entre .001 e 5  $\mu\text{F}$ .

Quando colocamos um capacitor de papel num circuito devemos cuidar que a sua capacitância seja adequada e que possua isolamento suficiente para resistir à diferença de potencial aplicada entre as duas armaduras. Daí resulta que o papel empregado como dielétrico nos capacitores tubulares pode ser mais fino ou mais grosso e, naturalmente, quanto mais fino for, menor será a isolamento que representará para as voltagens elevadas. Desta forma, se a tensão aplicada entre as duas extremidades do capacitor for demasiadamente alta, a isolamento do papel torna-se ineficaz e as duas armaduras do capacitor entram em contato, produzindo-se curto-circuito entre as mesmas.

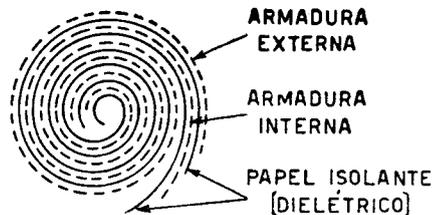


FIG. 5

Dizemos neste caso que o capacitor entrou em curto, pois, em consequência da tal tensão entre as arma-

duras, o dielétrico se carbonizou em um ou mais pontos. Um capacitor curto-circuitado, além de inutilizado definitivamente, poderá trazer sérios prejuízos para as outras peças de que se compõe o rádio, muito especialmente para o transformador de força e os resistores dos circuitos conjugados.

Outro fator que influi na isolação desse capacitor é o tipo de papel empregado. Os capacitores de papel com impregnação em óleo apresentam diversas vantagens sobre os de papel parafinado comum. A espessura do dielétrico, por exemplo, pode ser menor e o seu funcionamento é muito mais eficaz.

Os capacitores com papel impregnado em óleo são usados principalmente onde se requer perfeita segurança de funcionamento, como nos transmissores, equipamentos industriais e aparelhos de uso contínuo em geral.

Os capacitores de papel, pelo fato de serem enrolados (ver fig. 5), são indutivos, sendo o seu uso limitado às frequências até 1 MHz.

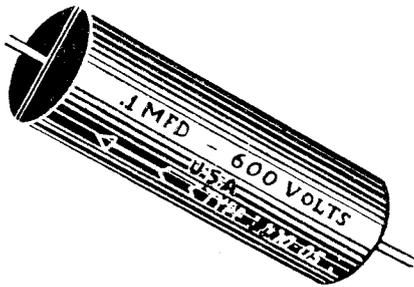


FIG. 6  
CAPACITOR DE PAPEL.

Além da capacitância dos capacitores de cerâmica, mica e papel, têm importância ainda para o bom fun-

cionamento dos capacitores a isolação entre as armaduras, bem como a máxima diferença de potencial que se pode aplicar nos mesmos.

O capacitor ideal teria uma isolação infinitamente alta entre as armaduras; na prática isto naturalmente não é conseguido. Medindo a isolação entre as armaduras de um capacitor de mica ou cerâmica, deverá o instrumento marcar uma resistência superior a 2 000 megohms (2 000 000 000 ohms), se o capacitor for bom. Nos capacitores de papel estas altíssimas isolações não são atingidas e dependem igualmente do valor da capacitância. Em geral pode-se dizer que uma isolação de 200 ou mais megohms é boa, enquanto que capacitores abaixo de 150 ou 100 megohms não deveriam ser usados. Quanto mais alta a tensão aplicada no capacitor, tanto mais crítico se torna o valor de sua isolação.

É necessário, pois, cada vez que colocamos um capacitor num circuito, verificar a voltagem existente entre os dois pontos onde vão ser ligadas as extremidades do mesmo e, uma vez de posse dessa informação, deveremos escolher um capacitor cuja tensão de trabalho seja pelo menos 40% superior à voltagem em questão.

Se, por exemplo, o capacitor for ligado entre dois pontos do circuito onde a diferença de potencial é de 250 volts, é necessário que possua isolação suficiente para 350 ou 400 volts.

Tratando-se de um circuito de corrente alternada, é conveniente que a isolação do capacitor seja aproxima-

damente o triplo da voltagem existente.

Assim sendo, se o capacitor for ligado entre dois pontos de 110 volts de diferença de potencial, num circuito de corrente alternada, a tensão de prova do mesmo deverá ser de pelo menos 350 volts.

A voltagem de trabalho dos capacitores é marcada nos mesmos em forma bem visível, somente que, enquanto uns indicam a voltagem de prova, outros já trazem a voltagem de trabalho (fig. 6).

A voltagem de prova indica que o capacitor foi submetido na fábrica a essa voltagem, a fim de ser experimentada a sua isolação. A voltagem de trabalho é sempre menor, sendo, na maioria dos casos, mais ou menos a metade da voltagem de prova indicada. Assim, um capacitor que está marcado com "TEST VOLTS" (voltagem de teste) = 1 000 V, poderá ser ligado a um circuito onde a diferença de potencial entre as suas extremidades não exceda a 500 ou, no máximo, 600 volts.

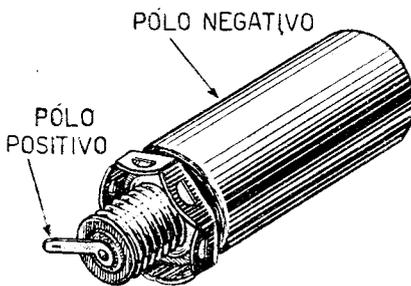


FIG. 7

CAPACITOR ELETROLÍTICO.

derão ser usados nos circuitos onde a diferença de voltagem entre as extremidades do capacitor atingir até 400 volts de corrente contínua. As letras W.V. são abreviação das palavras inglesas "Working Voltage", que significa em português "voltagem de trabalho". As iniciais V.D.C., são a abreviação de "Voltage Direct Current" em inglês, ou "voltagem de corrente contínua", em português.

Os capacitores eletrolíticos são construídos da seguinte maneira: dentro de um envoltório de alumínio há uma lâmina de alumínio puro coberta por uma película de óxido de alumínio. O envólucro forma o pólo negativo, enquanto que a lâmina de alumínio no interior forma o pólo positivo do eletrolítico. O dielétrico é formado pela camada de óxido e eletrólito. Devido à alta constante dielétrica do óxido de alumínio e à espessura extremamente reduzida da película isolante, conseguem-se grandes capacitâncias com reduzidos tamanhos. O envoltório é sempre o pólo negativo e está invariavelmente em contato com o chassi do aparelho. Este é um contato resultante do próprio sistema de montagem do capacitor, o qual é rosqueado no chassi, permanecendo em posição vertical. Os capacitores eletrolíticos são ainda fabricados diferentemente, para serem aplicados em baixo do chassi, em posição horizontal. São os chamados **eletrolíticos secos**. Eles têm por dielétrico um papel embebido em líquido, como sulfato de sódio ou uma mistura de amônia, ácido bórico e glicol, diferentemente dos eletrolíticos descritos anteriormente, que possuem líquido entre as chapas.

Os capacitores marcados com a voltagem de trabalho, como por exemplo: W.V. = 400 V.D.C., po-

Em virtude da polaridade dos capacitores eletrolíticos ter de ser ob-

servada quando são ligados num circuito, estes **não poderão ser usados com corrente alternada**, pois esta classe de corrente (de acordo com a sua frequência) altera sua polaridade de várias vezes por segundo.

Os capacitores eletrolíticos secos podem ser obtidos em tubos metálicos, similares aos úmidos, ou em envoltório de papelão, os quais podem

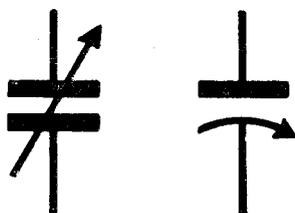


FIG. 8

2 SÍMBOLOS PARA OS CAPACITORES VARIÁVEIS.

conter um ou vários capacitores independentes, ou unidos entre si por um dos pólos.

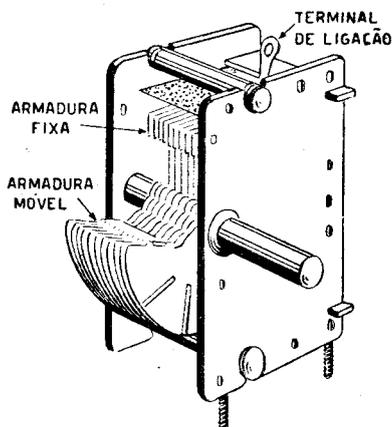


FIG. 9

Os capacitores descritos até aqui pertencem ao grupo dos denominados "**capacitores fixos**", pois a sua capacitância não poderá ser alterada. Empregam-se, porém, nos rádios, outros tipos de capacitores cujas capacitâncias podem ser variadas e ajustadas à vontade. Estes são os **capacitores "variáveis"** e os **capacitores "ajustáveis"**.

Chama-se capacitor variável aquele cuja capacitância pode ser variada entre 2 limites (fig. 8).

Os capacitores variáveis, em geral, são formados por dois grupos de placa, sendo umas fixas e outras móveis (fig. 9), com o auxílio de um eixo.

Conforme o movimento e a posição momentânea do eixo, as placas móveis se introduzirão mais, ou menos, nos espaços existentes entre as placas fixas. Como esses dois grupos de chapas constituem as duas armaduras do capacitor, a sua capacitância dependerá, naturalmente, da superfície "efetiva" destes.

Consideramos superfície efetiva das armaduras aquelas que se acham

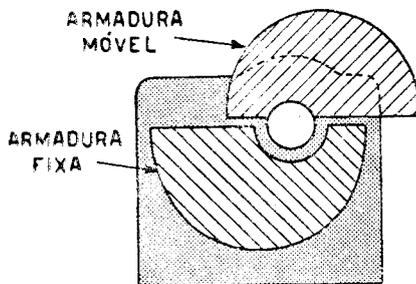


FIG. 10

CAPACITOR VARIÁVEL NA POSIÇÃO DE CAPACITÂNCIA MÍNIMA.

uma em frente à outra. Nas figs. 10, 11 e 12 vemos três posições das armaduras móveis. Na figura 10, a armadura móvel está em tal posição que nenhuma porção das placas móveis enfrenta as fixas, resultando daí uma capacitância mínima.

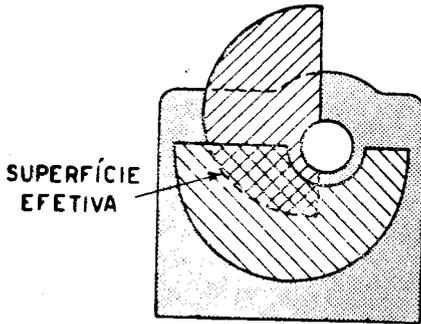


FIG. 11

CAPACITANCIA MÉDIA.

Na fig. 11 a armadura móvel achase introduzida na armadura fixa até a metade, mais ou menos, sendo nes-

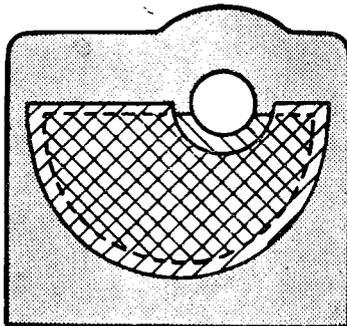


FIG. 12

CAPACITANCIA MÁXIMA.

se caso, a capacitância resultante maior, pois as armaduras, ou melhor, a sua superfície efetiva, é maior.

Na última figura, as chapas móveis estão completamente introduzidas na armadura fixa, dando como resultado a capacitância máxima do capacitor. Para qualquer posição intermediária da armadura móvel, a capacitância do capacitor será proporcional à superfície efetiva das placas.

Como as placas móveis são montadas sobre o próprio eixo do capacitor que, por sua vez, está montado no suporte do mesmo, a ligação das placas móveis é feita pela ligação do próprio suporte do capacitor. Este, na maioria dos casos, está montado em cima da base metálica (chassi) do aparelho, ficando automaticamente feita, desta forma, a entreligação entre o chassi e as placas móveis.

Por exemplo: achando-se indicado num esquema que uma das armadu-

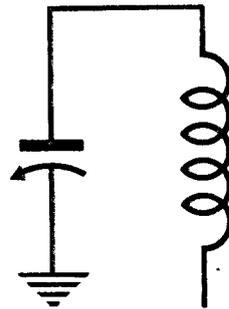


FIG. 13

ras do capacitor variável deverá ser ligada à terra (massa ou chassi do aparelho), e a outra a uma bobina (fig. 13), torna-se evidente que a armadura a ser ligada à massa, quando montada sobre a base metálica do aparelho, deverá ser a móvel. A

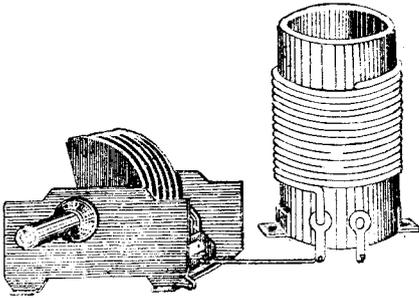


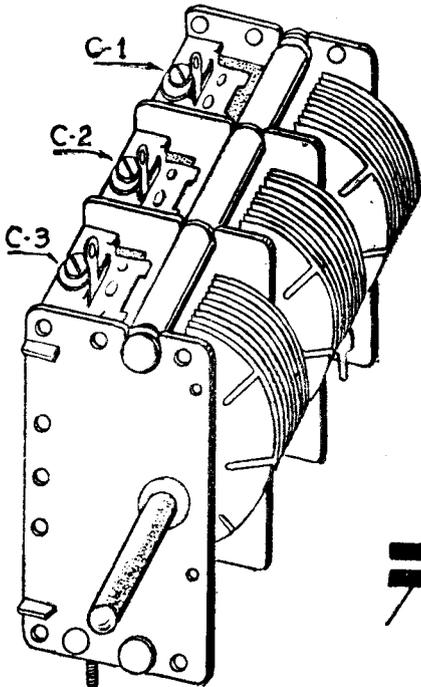
FIG. 14

armadura que vai ligada à bobina é a formada pelas placas fixas. Estas estão isoladas adequadamente do suporte do capacitor variável e, com o

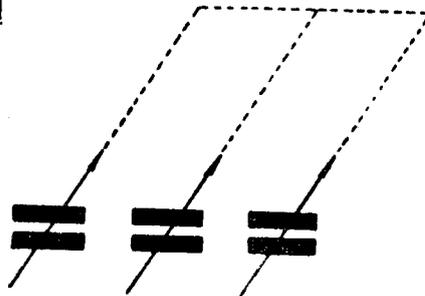
auxílio dos terminais com que estão equipados, poderão ser facilmente ligadas ao ponto desejado (fig. 14).

O dielétrico dos capacitores variáveis é o ar que separa as chapas fixas das móveis. Deve-se ter muito cuidado para evitar contato entre as duas armaduras de um capacitor (fixas e móveis) pois estabelecendo-se este contato, o capacitor ficará imprestável.

Existem atualmente capacitores variáveis utilizando mica ou plástico como dielétrico. Isto permite construí-los com reduzidíssimos tamanhos, tornando-os muito convenientes.



As linhas ponteadas indicam que as 3 seções são comandadas pelo mesmo eixo.



SIMBOLO

FIG. 15

CAPACITOR VARIÁVEL DE 3 SEÇÕES.

tes para os modernos rádios portáteis, os quais usam exclusivamente componentes miniatura.

O capacitor da fig. 13 é um capacitor variável simples, de uma só seção. Existem, porém, capacitores variáveis em "tandem" que são formados por duas, três ou mais seções. Estes capacitores variáveis múltiplos têm as chapas móveis montadas num eixo comum e, por conseguinte, as armaduras móveis de todas as seções do "tandem", ficam comandadas por um só eixo.

Daí resulta que qualquer variação na capacitância de uma das seções será acompanhada com a mesma variação das outras seções do conjunto, ou, em outras palavras, teremos um único comando para poder variar simultaneamente e na mesma proporção, a capacitância de todas as seções do capacitor variável em "tandem" (fig. 15).

Graças a estes capacitores foi possível simplificar a operação de sintonia dos modernos receptores de rádio.

Em vista do fato de serem isoladas entre si as armaduras fixas das seções, pois apenas as móveis são ligadas em conjunto, cada uma das seções de um "tandem" poderá trabalhar em combinação com um circuito independente do aparelho de rádio.

Os capacitores ajustáveis são capacitores cuja capacitância poderá ser regulada para certo valor por meio de um dispositivo adequado. Uma vez obtida a capacitância desejada, esta permanecerá fixa até ser novamente regulada.

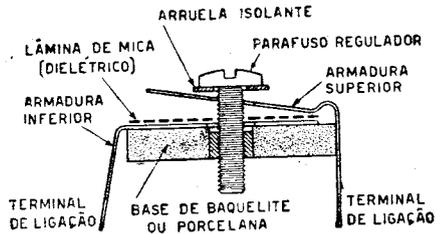


FIG. 16

CORTE TRANSVERSAL DE UM CAPACITOR TRIMMER COMUM.

Na fig. 16 vemos um capacitor ajustável formado por duas lâminas de metal, isoladas entre si com uma folha de mica e montadas numa plaquinha de metal isolante, que serve de base para o mesmo.

As lâminas que constituem as duas armaduras do capacitor poderão ser aproximadas ou distanciadas por meio de um parafuso, reduzindo ou aumentando, deste modo, a espessura do dielétrico entre as mesmas. Como é sabido, a espessura dos dielétricos influi na capacitância dos capacitores. Com o aumento ou diminuição desta, reduziremos ou aumentaremos a capacitância do capacitor.

Quanto mais apertado estiver o parafuso, ou seja, quanto mais próximas ficarem as duas armaduras, tanto maior será a capacitância do capacitor e vice-versa.

A capacitância dos capacitores ajustáveis poderá ser regulada entre um valor máximo e um mínimo. Por exemplo: — um capacitor ajustável de 20 a 80 pF poderá ser ajustado para ter qualquer capacitância entre estes dois limites indicados.

Na maioria dos casos os capacitores variáveis de mais de uma seção são equipados com um pequeno capacitor ajustável, em paralelo com cada seção. Este capacitor, que é chamado "compensador" ou "trimmer", serve para ajustar a capacitância mínima das duas ou três seções do tandem, a fim de que todas as seções possuam capacitância igual.

As diferenças de capacitância dos diversos circuitos de que fazem par-

te os capacitores variáveis, poderão sofrer grandes variações quando se efetuar a ligação dos mesmos pois, enquanto um circuito requer fios mais compridos para poder estabelecer o contato entre os seus componentes, em outro, onde a distância é menor, a ligação poderá ser feita com fios mais curtos. Esta diferença nos comprimentos dos fios é suficiente para alterar os valores dos circuitos e estas variações deverão ser compensadas devidamente, com o auxílio dos "trimmers".

(Continuação da 2ª capa)

Existem terminais isolados duplos, triplos, etc., como se pode ver na figura 3.

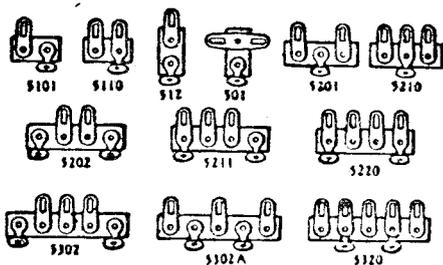


FIGURA 3

Os bornes para ligação de antena e de terra também são muito usados, pois facilitam a instalação do receptor. Sobre um suporte feito de material isolante são fixados dois terminais rosqueados, equipados com parafusos (fig. 4).

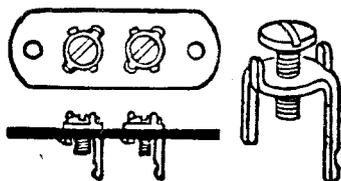


FIGURA 4

Devem existir, no chassi, dois pequenos furos para fixar o conjunto e mais dois furos maiores, através dos quais passam os terminais para dentro do chassi, onde são solda-

das as ligações. Os parafusos, naturalmente, ficam do lado de fora.

Nos chassis modernos, em lugar de 4 furos para esses componentes, é feito apenas um, de formato ovalado e possuindo em seus extremos pequenos rasgos destinados à passagem dos parafusos de fixação. Dessa forma há uma certa folga para a colocação desses parafusos, além do que, fica muito fácil a fabricação do chassi.

Usam-se, também, para a ligação de antena e terra, bornes isolados. Acreditamos que a sua construção é tão simples que dispensa comentários (fig. 5).



FIGURA 5

Todavia, desejamos chamar a atenção do aluno para as abreviações que se observam nestas peças. Elas correspondem às palavras inglesas: "A" ou "ANT" para "ANTENA" (que significa **antena** mesmo), e "G" ou "GND" para "GROUND" (que significa **terra**). Consequentemente, ao

(Continua na 4ª capa)

parafuso ou borne marcado com "A", ou "ANT", liga-se a antena, enquanto que ao marcado com "G" ou "GND" liga-se a tomada de terra.

As tomadas de pick-up (fig. 6) servem para facilitar a adaptação da cápsula fonocaptora (pick-up). Esta, como se sabe, serve para a reprodução da gravação dos discos fonográficos.

São duas as ligações que têm de ser feitas entre o pick-up e o aparelho de rádio ou amplificador, com cujo auxílio

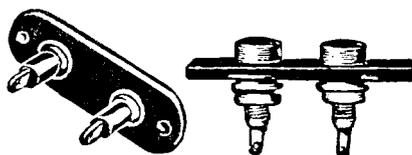


FIGURA 6

se deseja reproduzir a gravação. Por este motivo, o adaptador também está preparado para receber dois pinos, que vão soldados nas extremidades dos condutores que vêm do pick-up.

### **INSTITUTO RÁDIO TÉCNICO MONITOR S/A.**

NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDENCIA  
01208 - R. DOS TIMBIRAS, 263 - C. POSTAL 30.277 - S. PAULO - ZP-2  
BRASIL

TODOS OS DIREITOS DE REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL  
RESERVADOS PELA EDITORA

# **INSTITUTO MONITOR**

FUNDADO EM 1939

---

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

**Lição Teórica**

**N.º 8**

LIGAÇÃO DE CAPACITORES EM SÉRIE  
E EM PARALELO

Caixa Postal 30.277 — São Paulo — ZP-2

# A MONTAGEM DE CAPACITORES VARIÁVEIS

Nos radioreceptores de grande sensibilidade, como aliás são quase todos os receptores modernos, especialmente os de ondas curtas, os capacitores variáveis devem ser montados de modo que se amortee a vibração mecânica dos mesmos. Este sistema de montagem é denominado **flutuante**, sendo fei-

to com o auxílio de arruelas de borracha (fig. A).



FIG. A

(Continua na 3ª página da capa desta lição)

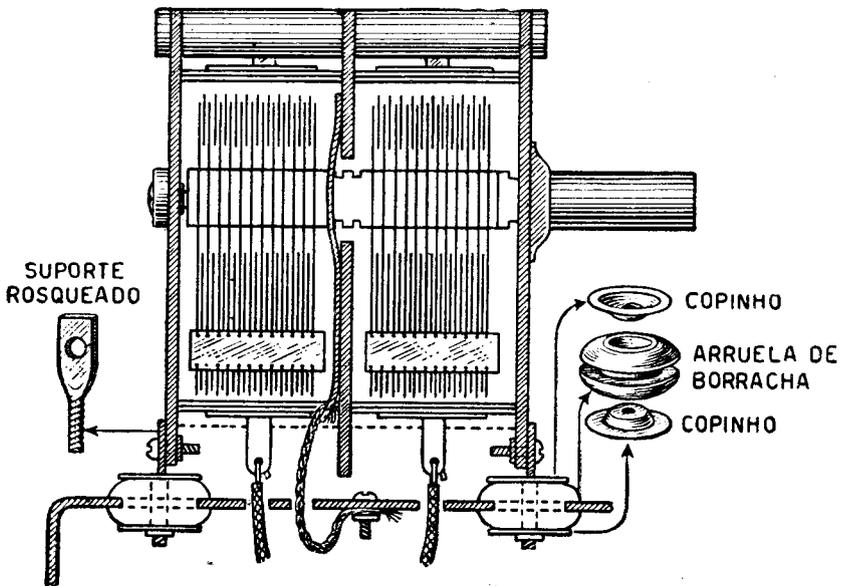


FIG. B

# CURSO PRÁTICO DE RADIODÉCNICA

## LIÇÃO TEÓRICA Nº 8

### LIGAÇÃO DE CAPACITORES EM SÉRIE E EM PARALELO

Os capacitores, do mesmo modo que os resistores, podem ser ligados em série ou em paralelo, resultando desses agrupamentos uma capacitância total diferente.

Quando dois ou mais capacitores estão ligados em paralelo, a capacitância resultante será a soma das capacitâncias dos capacitores que fazem parte do conjunto.

Se, por exemplo, temos ligados em **paralelo** dois capacitores, sendo a capacitância de um  $0,5 \mu\text{F}$  e de outro  $0,2 \mu\text{F}$ , a capacitância total do conjunto formado pelos dois será a **soma** dos valores, ou seja,  $0,5 + 0,2 = 0,7 \mu\text{F}$ .

Quando dois capacitores C-1 e C-2 estão ligados em série, a capacitância total (Ct) será dada pela seguinte equação:

$$Ct = \frac{C-1 \times C-2}{C-1 + C-2}$$

ou, em outras palavras, devemos multiplicar as duas capacitâncias entre si, e, em seguida, dividir o resultado pela soma de valores das mesmas capacitâncias.

Por exemplo: temos ligados em série dois capacitores, um de  $5\,000 \text{ pF}$  e outro de  $8\,000 \text{ pF}$ .

Teremos, então:

$$5\,000 \times 8\,000 = 40\,000\,000$$

que, divididos pela soma dos valores dos dois capacitores,

$$5\,000 + 8\,000 = 13\,000,$$

resultam:

$$40\,000\,000 \div 13\,000 = 3\,077$$

sendo, por conseguinte, a capacitância resultante igual a  $3\,077$  picofarads.

**NOTA:** O picofarad, cuja abreviação é "pF", corresponde à milionésima parte do microfarad.

Quando desejamos saber a capacitância total de mais de dois capacitores ligados em série, primeiramente devemos achar a capacitância correspondente a dois capacitores e logo procurar a resultante entre a capacitância resultante dos dois primeiros e o terceiro capacitor, e assim por diante.

Outra das fórmulas para achar a capacitância de vários capacitores ligados em série é esta:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C-1} + \frac{1}{C-2} + \frac{1}{C-3} + \frac{1}{C-4}$$

ou seja, o valor recíproco da capacitância total será igual à soma dos valores recíprocos de cada capacitor do conjunto.

Por exemplo, se usarmos os seguintes capacitores: C-1 de 1  $\mu\text{F}$ ; C-2 de 2  $\mu\text{F}$ ; C-3 de 4  $\mu\text{F}$  e C-4 de 8  $\mu\text{F}$ , a capacitância da fórmula acima ficará sendo:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8}$$

Fazendo o cálculo para achar o denominador comum, obtemos:

$$\frac{1}{C_t} = \frac{8}{8} + \frac{4}{8} + \frac{2}{8} + \frac{1}{8}$$

ou seja,  $\frac{1}{C_t} = \frac{15}{8}$

Daí pode-se deduzir que a capacitância do conjunto é:  $C_t = \frac{8}{15} = 0,53 \mu\text{F}$ .

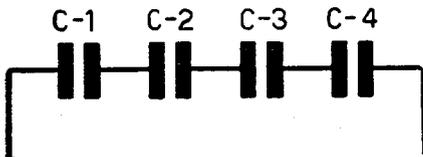


FIG. 1  
CAPACITORES EM SÉRIE.

Quando dois capacitores de mesma capacitância estão ligados em paralelo, a capacitância resultante se-

rá o dobro da capacitância de cada um, porém, quando dois capacitores de mesma capacitância estão ligados em série, a capacitância resultante será a metade da capacitância de cada um.

Por exemplo, 2 capacitores de .01  $\mu\text{F}$ , ligados em paralelo, representarão .02  $\mu\text{F}$ , enquanto que, ligados em série, representarão .005  $\mu\text{F}$ . Se ambos os capacitores tiverem 20  $\mu\text{F}$ , então em série terão 10  $\mu\text{F}$  e, ligados em paralelo, resultarão 40  $\mu\text{F}$ .

Acontece, muitas vezes, que se precisa de um capacitor de determinada capacitância, mas que, no momento, não se encontra à disposição, possuindo-se, entretanto, dois outros capacitores com a metade da capacitância que se precisa. Neste caso, deve-se ligar os mesmos em paralelo, obtendo-se assim a capacitância desejada.

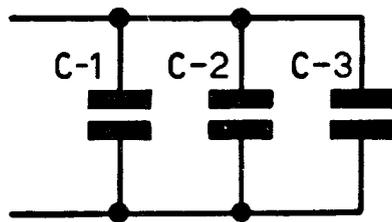


FIG. 2

CAPACITORES EM PARALELO.

A capacitância total será igual à soma das capacitâncias.

Outras vezes, podemos precisar de um capacitor de capacitância especial como, por exemplo, 2 250 pF.

Como é praticamente impossível achar no comércio um capacitor com esta capacitância exata, resolver-se-á o problema com a ligação em paralelo de um capacitor de 2 000 pF e outro de 250 pF, formando os dois em paralelo a capacitância desejada.

Além de uma determinada capacitância expressa em microfarads ou picofarads, os capacitores ainda possuem outra característica importante: a sua tensão de trabalho. Os capacitores podem ser fabricados com diversas espessuras do seu dielétrico; quanto maior a espessura, tanto maior a tensão que pode ser aplicada aos 2 terminais do capacitor, sem que seja destruída a isolamento (o que inutilizaria o capacitor). Os capacitores de papel são construídos para tensões máximas de 100, 250, 400, 600, 1 000, 2 000 e mais volts; os eletrolíticos para 6, 10, 25, 50, 150, 250 e 450 volts, de acordo com a espessura de seu dielétrico.

Geralmente, a máxima tensão à qual pode ser submetido continuamente o capacitor está indicada junto à sua capacitância. Assim, não podemos usar um capacitor com tensão de trabalho de 200 volts num ponto de um circuito onde exista uma diferença de potencial de 350 volts, pois o capacitor ficaria inutilizado rapidamente. Podemos, entretanto, usar perfeitamente um capacitor para 600 volts, se a diferença de potencial for de apenas 100 ou 200 volts.

O agrupamento dos capacitores em série tem a vantagem de aumentar a tensão de trabalho efetiva do con-

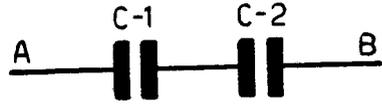


FIG. 3

Ligando os capacitores em série aumenta a isolamento entre as armaduras externas (A e B), porém, diminui a capacitância.

junto. Assim, se dois capacitores de 200 volts de isolamento estiverem ligados em série, obteremos a metade da capacitância de cada um, sempre que ambos forem do mesmo valor. Porém, a tensão de trabalho entre as duas extremidades do conjunto (entre os pontos A e B) será o dobro (fig. 3).

Os capacitores são empregados em grande quantidade nos aparelhos receptores e transmissores e, conforme o propósito com que forem empregados, distinguimos os seguintes tipos de capacitores:

- Capacitores de filtro
- Capacitores de passagem ou desacoplamento ("by-pass")
- Capacitores de acoplamento
- Capacitores de bloqueio
- Capacitores de sintonia
- Capacitores compensadores (trimmers)
- Capacitores padders

Os capacitores de filtro são quase sempre capacitores eletrolíticos de grande capacitância e alta tensão de trabalho. A sua capacitância varia entre 8 e 50  $\mu\text{F}$  e a isolação situa-se entre 150 e 500 volts, de acordo com a tensão existente no circuito onde está ligado.

Os capacitores de bloqueio são capacitores de papel com capacitância entre 0,01  $\mu\text{F}$  e 0,5  $\mu\text{F}$ . A isolação nestes capacitores depende da diferença de potencial existente entre os pontos do circuito onde serão aplicados.

de 5 ou mais microfarads. Os capacitores eletrolíticos de baixa voltagem (25 a 50 volts) são os mais apropriados nessas aplicações.

Os capacitores de acoplamento são de pequena capacitância e são usados para acoplar um estágio ao outro. Geralmente, são ligados do anodo da válvula anterior à grade da válvula seguinte. Estes capacitores devem possuir boa isolação entre suas armaduras, pois, caso contrário, alterar-se-á a polarização da grade da válvula seguinte, o que introduz distorção e estraga a válvula.

Os capacitores de sintonia são os capacitores variáveis. Os capacitores compensadores (trimmers) e os capacitores padders são os capacitores ajustáveis.

A capacitância dos capacitores de sintonia, na maioria dos casos, é de 20-350 pF ou de 20-410 pF. A capacitância dos capacitores padders e dos capacitores compensadores depende do circuito onde são empregados.

Em ondas médias a capacitância máxima dos padders não ultrapassa 500 pF, enquanto os trimmers possuem geralmente capacitância máxima de 30 a 50 pF.

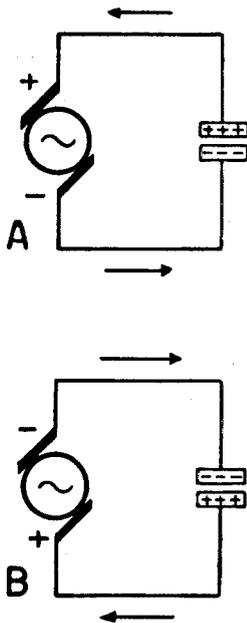


FIG. 4

No circuito de catodo das válvulas amplificadoras de baixa frequência, por exemplo, empregam-se capacitores de desacoplamento (passagem)

### CAPACITORES E CIRCUITOS DE CORRENTE ALTERNADA

Com as anteriores explicações, ficou definitivamente entendido que o

capacitor não permite em absoluto a circulação da corrente contínua, atuando, por conseguinte, como isolador em circuito desta classe de corrente. Isto é muito natural, pois o dielétrico isolante impede a passagem de elétrons de uma armadura à outra.

Se, porém, as duas armaduras de um capacitor são ligadas aos dois pólos de um gerador de corrente alternada, conforme está indicado na fig. 4, A e B, acontece que, quando o pólo superior do gerador for positivo. (fig. 4-A), todos os elétrons livres da armadura serão atraídos pelo pólo positivo do gerador, porém, a armadura inferior, que está ligada ao pólo negativo, receberá uma carga de elétrons, ficando desta forma o capacitor com diferença de carga entre as duas armaduras (carregado).

Já se sabe que a polaridade dos geradores de corrente alternada não é constante, pois se altera duas vezes em cada hertz. Por esta razão, o pólo superior, que antes era positivo (fig. 4-A), ficará sendo negativo e

o pólo inferior, que tinha polaridade negativa, será neste caso positivo (fig. 4-B).

A armadura que está ligada ao pólo superior, que antes era positivo, está com falta de elétrons, pois estes haviam sido absorvidos pelo pólo do gerador, quando sua carga era positiva. Agora que a sua carga é negativa, ele reporá os elétrons que no semiciclo anterior haviam sido extraídos e carregará, ainda, a mesma armadura, com uma quantidade de elétrons a mais, fazendo com que a mesma fique com carga negativa.

Ao mesmo tempo, a armadura ligada ao pólo inferior, e que no semiciclo anterior ficou com elétrons a mais (pois o pólo inferior era negativo) agora vai devolver estes elétrons e também uma parte dos que formam parte de sua estrutura (pois, devido ao fato de se ter tornado positivo o pólo inferior do gerador, agora atrai os elétrons).

Quando se altera a polaridade do gerador novamente, repete-se o mesmo fenômeno. A armadura, que no meio hertz anterior ficou com carga de elétrons, deve primeiro devolvê-los e em seguida ceder uma parte dos seus próprios elétrons. A armadura que ficou com falta de elétrons (pólo positivo) receberá, primeiramente, os elétrons necessários para restabelecer o equilíbrio normal da

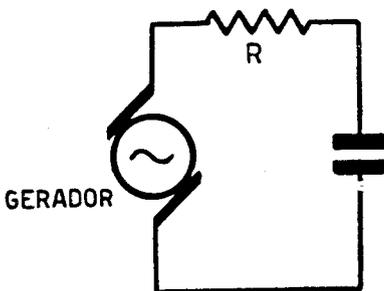


FIG. 5

matéria, e logo carregar-se-á com uma porção de elétrons, devido ao fato de estar agora em comunicação com o pólo negativo do gerador.

Desta forma resulta que, em cada alteração de carga dos pólos do gerador, teremos corrente circulando através dos condutores que ligam as armaduras do capacitor aos pólos. A intensidade da corrente que circulará depende da carga do capacitor e esta depende da capacitância do mesmo, sendo evidente que, quanto maior for a capacitância do capacitor, maior será a intensidade da corrente que circula nos condutores de cada vez.

Num circuito em que circula corrente alternada, o capacitor deixará passar "através" dele uma parte desta C.A., justamente devido à sua propriedade de armazenar energia. Em outras palavras, num circuito C.A., o capacitor está sendo continuamente carregado e descarregado, devido às sucessivas inversões no sentido da corrente.

Se ligarmos em série com alguma das armaduras um resistor (ou também uma lâmpada) conforme se vê na fig. 5, a corrente que circula entre a armadura e o pólo "A" do gerador atravessará o resistor duas vezes em cada período, aquecendo-o, devido ao efeito térmico.

Bem entendido: os elétrons que partem dos pólos do gerador **não** atravessam as armaduras do capa-

ditor (pois isto não é possível, por estarem isoladas as armaduras uma da outra) mas sim oscilam entre as armaduras do capacitor e os pólos do gerador. No entanto, o efeito que produz este fluxo de elétrons é o mesmo que se atravessasse o circuito; podemos afirmar, pois: o capacitor, embora não permita a passagem de corrente contínua, **permite a circulação de corrente alternada.**

A intensidade do calor produzido no resistor antes mencionado depende da intensidade da corrente que o atravessa. E como a intensidade da corrente, conforme já mencionamos anteriormente, depende da tensão e da capacitância do capacitor e a frequência da corrente alternada produzida pelo gerador, pode-se chegar à conclusão de que o efeito térmico e, por conseguinte, o efeito dinâmico da corrente alternada que circula num circuito do qual faz parte um capacitor, dependerá da capacitância do mesmo e da frequência dessa corrente.

Como o efeito térmico da corrente é que determina a sua potência, fica evidente que a capacitância do capacitor determinará a sua maior ou menor eficácia. Em outras palavras, o capacitor atua num circuito de corrente alternada como uma **resistência**, pois absorve parte da potência existente neste.

A equação que exprime a **resistência** apresentada por um capacitor para a corrente alternada é a seguinte:

$$R_c = \frac{1}{6,28 \times f \times C}$$

Sendo:  $R_c$  = “resistência capacitiva” ou “reatância capacitiva” ou simplesmente “reatância” do capacitor em ohms.

$f$  = frequência da corrente alternada em Hz.

$C$  = capacitância do capacitor em farads.

Como, porém, a maioria dos capacitores empregados em rádio é da ordem de microfarads, é preferível usar a seguinte equação:

$$R_c = \frac{1\ 000\ 000}{6,28 \times f \times C}$$

Com esta fórmula acharemos a reatância capacitiva em ohms, sendo “ $f$ ” a frequência da corrente em Hz e “ $C$ ” a capacitância do capacitor em microfarads.

Por conseguinte, um capacitor de  $5\ \mu\text{F}$ , ligado num circuito de corrente alternada de 50 Hz, fará o mesmo efeito que uma resistência de:

$$\frac{1\ 000\ 000}{6,28 \times 50 \times 5} = 637\ \text{ohms}$$

(multiplicam-se a frequência e a capacitância do capacitor entre si e pelo número constante 6,28; a seguir, divide-se 1 milhão por esse resultado).

O resultado final indica a reatância do capacitor (que neste caso é de 637 ohms).

Por conseguinte, se num circuito de corrente alternada de 50 Hz de frequência ligarmos um capacitor de  $5\ \mu\text{F}$ , a intensidade da corrente no circuito será exatamente a mesma que se ligássemos, em vez do capacitor, um resistor de 637 ohms.

Portanto, pode-se considerar como certo que, praticamente, OS CAPACITORES PERMITEM A PASSAGEM DAS CORRENTES ALTERNADAS e que QUANTO MAIOR FOR A FREQUÊNCIA DA CORRENTE ALTERNADA MENOR SERÁ A RESISTÊNCIA QUE ACHARÁ PARA PASSAR POR UM CAPACITOR, como também QUANTO MAIOR A CAPACITANCIA DO CAPACITOR, MENOR SERÁ A RESISTÊNCIA QUE REPRESENTA PARA A PASSAGEM DE CORRENTE ALTERNADA.

Na página 10 desta lição encontrarão os alunos uma tabela onde estão dadas as reatâncias de capacitores de diversas capacitâncias, para diversas frequências. Essa tabela deve ser lida do seguinte modo: procura-se na primeira coluna à esquerda o valor correspondente à capacitância do capacitor (a abreviação  $\text{pF}$  significa picofarad, que corresponde à milionésima parte do microfarad). Acompanhando essa linha iremos

## TABELA DE REATÂNCIAS DE CAPACITORES

	10 Hz	100 Hz	1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz
10 pF	1.590.000.000	159.000.000	15.900.000	1.590.000	159.000	15.900	1.590
50 pF	318.000.000	31.800.000	3.180.000	318.000	31.800	3.180	318
100 pF	159.000.000	15.900.000	1.590.000	159.000	15.900	1.590	159
500 pF	31.800.000	3.180.000	318.000	31.800	3.180	318	31,8
1.000 pF	15.900.000	1.590.000	159.000	15.900	1.590	159	15,9
5.000 pF	3.180.000	318.000	31.800	3.180	318	31,8	3,18
.01 $\mu$ F	1.590.000	159.000	15.900	1.590	159	15,9	1,59
.05 $\mu$ F	318.000	31.800	3.180	318	31,8	3,18	0,318
.1 $\mu$ F	159.000	15.900	1.590	159	15,9	1,59	0,159
.5 $\mu$ F	31.800	3.180	318	31,8	3,18	0,318	0,0318
1 $\mu$ F	15.900	1.590	159	15,9	1,59	0,159	0,0159
5 $\mu$ F	3.180	318	31,8	3,18	0,318	0,0318	0,00318
10 $\mu$ F	1.590	159	15,9	1,59	0,159	0,0159	0,00159
50 $\mu$ F	318	31,8	3,18	0,318	0,0318	0,00318	0,000318
100 $\mu$ F	159	15,9	1,59	0,159	0,0159	0,00159	0,000159

até à coluna correspondente à frequência desejada, tendo-se aí o valor procurado. Por exemplo: queremos saber qual a reatância de um capacitor de  $.05 \mu\text{F}$  com a frequência de 10 kHz. Primeiramente, procuramos à esquerda o valor de  $.05 \mu\text{F}$ . Acompanhando essa linha, acharemos o valor correspondente à reatância, na coluna encabeçada por 10 kHz, ou seja, 318 ohms.

Como se vê, as propriedades dos capacitores em circuito de corrente alternada são justamente o contrário das características das indutâncias, pois estas últimas permitem a passagem das correntes contínuas sem maior dificuldade, enquanto que se opõem à passagem da corrente alternada, sendo esta operação tanto maior quanto maior for a frequência da corrente alternada.

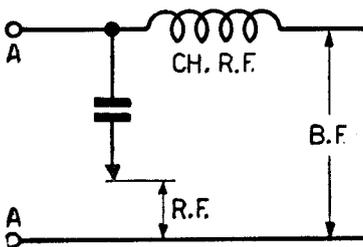


FIG. 6

As características opostas dos capacitores e das indutâncias, em relação às correntes alternadas, tornam possível fazer separadores de corrente contínua de corrente alternada, ou de corrente alternada de baixa frequência de corrente al-

ternada de radiofrequência (corrente de alta frequência).

Na figura 6 vemos um dispositivo para separar uma corrente de baixa frequência de outra de alta frequência.

As duas correntes vêm de "A", porém, enquanto a indutância, devido ao seu valor, não permite a passagem da corrente de alta frequência, o capacitor só dá passagem a esta e não permite a circulação da corrente de frequência audível (baixa frequência), pois sua capacitância é muito pequena.

Na fig. 7 vemos um separador de corrente de baixa frequência e de corrente contínua.

As duas correntes que vêm de "A" serão separadas pelo resistor e pelo capacitor, pois o capacitor é isolador absoluto para a corrente contínua, enquanto que a reatância apresentada pelo capacitor à B.F. é muito menor que o valor da resistência. Portanto, a corrente alternada passará, mais facilmente, pelo capacitor.

Neste caso, poderia ser usado, igualmente, em lugar do resistor, um choque de filtro para baixa frequência (com núcleo de ferro).

## A IMPEDÂNCIA

O efeito combinado de uma indutância e uma resistência ou ainda, de uma indutância, um capacitor e

uma resistência, é chamado “impedância” e seu símbolo é a letra “Z”.

A impedância de um circuito é:

$$Z = \sqrt{R^2 + R_L^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + R_C^2}$$

onde “Z” é a impedância do circuito em ohms, “R” é o valor total das resistências que fazem parte do circuito, e  $R_C$  ou  $R_L$  é a reatância (capacitiva ou indutiva) do circuito.

A reatância de um capacitor ou de uma indutância depende da frequência da corrente alternada.

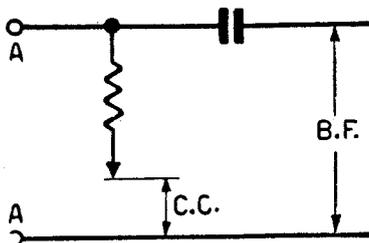


FIG. 7

Por conseguinte, a impedância de um circuito só pode ser determinada para uma corrente alternada de frequência conhecida e, para cada corrente de frequência diferente, deve ser calculada de novo.

O efeito do capacitor e da indutância para a corrente alternada é contrário não só sob o ponto de vista já mencionado anteriormente, como também devido ao fato de que ambos produzem o defasamento da corrente alternada. Porém, enquanto o ca-

pacitor adianta a intensidade com relação à tensão, a indutância atrasa a intensidade (ou adianta a tensão).

Deste efeito contrário resulta que uma anula a ação da outra. Por conseguinte, quando de um mesmo circuito formam parte uma indutância e um capacitor, deve-se calcular a reatância de ambos e a diferença entre os dois será o valor resultante da reatância.

$$Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2}$$

Daí se conclui que, se a reatância do capacitor e da indutância numa dada frequência forem iguais, os seus efeitos se anularão mutuamente, prevalecendo apenas a resistência ôhmica do circuito.

Para achar a intensidade da corrente alternada, deve-se dividir a tensão pela impedância do circuito:

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

Se o circuito for formado por um único capacitor, a impedância do circuito será igual à reatância capacitiva do capacitor e, neste caso, teremos:

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{E}{R_C}$$

Se, porém, o circuito for formado por uma indutância, deve-se levar em consideração não só a indutância da bobina como também a resistência ôhmica do fio de que está feita. Com a impedância que dá a combinação destes dois valores, divide-se a força eletromotriz existente no circuito.

A resistência de uma bobina ou de um circuito é muito diferente da sua impedância; não obstante, são feitas frequentes referências nos livros ou folhetos técnicos a tantos ou quantos ohms de impedância. Se ao lado do número de ohms de impedância se especifica a frequência correspondente, então a indicação é clara: muitas vezes, porém, vem a indicação da impedância em ohms, sem mencionar a frequência correspondente.

Nesses casos, subentende-se que o valor indicado corresponde à impedância do circuito, quando a corrente alternada que circula no mesmo é de 400 Hz (400 ciclos por segundo). Por exemplo, tal é o caso dos alto-falantes, cuja impedância é sempre específica para a frequência padrão de 400 Hz.

Quando se trata de uma indutância, deve-se tomar em consideração também a sua capacitância parasítica, pois dá-se o caso que as espiras que constituem a bobina, quando são enroladas uma ao lado da outra, formam um pequeno capacitor. Esta é chamada "capacitância parasítica" ou "residual", o que tem muita importância, especialmente tratando-se

de corrente alternada de frequência muito alta.

Em alguns casos, a capacitância parasítica de uma bobina chega a ser tão alta que a corrente, na sua maior parte, em vez de circular pela bobina, passa de espira a espira pelo efeito de capacitor.

Existem diversos modos de enrolar as espiras de uma bobina, para evitar a capacitância parasítica entre as espiras ou reduzi-las ao mínimo quando não se consegue suprimi-la ou evitá-la por completo.

O processo pelo qual são feitas as bobinas "honey-comb" e as de "fun-do de cesta" dão por resultado a redução da capacitância parasítica das bobinas, pois nos enrolamentos feitos com estes processos, os fios não correm paralelos e a superfície das armaduras formadas pelos fios fica reduzida ao mínimo.

Estes tipos de enrolamento devem ser empregados quando se pretende obter alta indutância para uma frequência elevada.

Os transformadores de radiofrequência e de frequência intermediária, na maioria das vezes, são feitos com o sistema de enrolamento "honey-comb".

---

NOTA: — De acordo com a legislação em vigor, sobre a utilização do Sistema Métrico Decimal, estamos usando as unidades Hertz (abreviada por Hz), Kilohertz (abreviada por kHz) e Megahertz (abreviada por MHz), as quais correspondem, respectivamente, a ciclos por segundo (C/s), Kilociclos por segundo (Kc/s) e Megaciclos por segundo (Mc/s).

## A MONTAGEM DE CAPACITORES VARIÁVEIS

(Continuação da 2ª capa)

As arruelas são colocadas em furos feitos com este propósito no chassi, e os pezinhos rosqueados, fixados no variável, passarão através da borracha, para baixo, onde se colocará uma porca para que o variável fique preso definitivamente no lugar. Para evitar que o variável corte a borracha ou que a porca escape através do furo da mesma, coloca-se por cima e por baixo uma arruela metálica cônica (copinho). A figura B indica como é feita a montagem do capacitor variável.

Para se fixar um capacitor variável usam-se, em geral, 3 borrachas e, por conseguinte, 6 copinhos. A porca colocada por baixo do copinho não deve ser apertada demais, pois, assim, fi-

caria diminuída a capacidade amortecedora das borrachas.

Achando-se a borracha entre o capacitor variável e o chassi, não existirá contato elétrico entre os mesmos. Mas, como em quase todos os rádios a armação do capacitor variável deve ser ligada ao chassi, precisamos estabelecer um contato elétrico seguro, sem impedir, todavia, a livre flutuação do variável. Para este fim, soldaremos cabos flexíveis nas lâminas existentes ao lado de cada separador de seção, e passando estes mesmos cabos debaixo do chassi, através de furos adequados, soldá-los-emos nos terminais de terra colocados para esse propósito.

Os cabos que estabelecem a ligação entre o variável e o chassi devem ficar bem folgados e convém fazê-los passar através de furos bem grandes no chassi.

---

# **INSTITUTO MONITOR**

FUNDADO EM 1939



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

**Lição Prática**

**N.º 7**

LEITURA DE DESENHOS ESQUEMÁTICOS

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



# CURSO PRÁTICO DE RADIODÉCNICA

## LIÇÃO PRÁTICA Nº 7

### LEITURA DE DESENHOS ESQUEMÁTICOS

Os receptores antigos, tanto os a válvula como também, e principalmente, os de galena, eram compostos de poucas peças e entreligações. Para descrever a construção desses receptores bastava um pequeno desenho em perspectiva, como por exemplo o da figura 1, que explicava toda a construção, com exceção talvez do enrolamento da

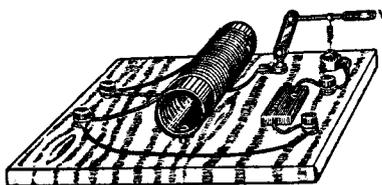


FIG. 1

bobina. Para este fim existia então um segundo desenho, só desta bobina, ou o seu enrolamento era descrito no texto que acompanhava o desenho.

Nos receptores modernos, compostos de grande número de peças, parcialmente de formas bastante complicadas, não são possíveis tais desenhos para indicar a sua composição. É necessário recorrer a desenhos simbólicos, nos quais as ligações são interpretadas por um traço, e todos os componentes elétricos por

um símbolo. Os componentes que não exercem função elétrica, como por exemplo os diais, os botões de comando, a caixa, os suportes isolados, parafusos, etc., não são desenhados.

Os símbolos da grande maioria dos componentes já são conhecidos pelos alunos, pois, nas lições anteriores a esta, sempre demos os nomes de diversas peças, a sua aparência real, bem como o símbolo correspondente. Igualmente, no "Dicionário Radiotécnico Brasileiro" constam os principais símbolos usados na radiotécnica.

É indispensável para qualquer radiotécnico **decorar os símbolos**, pois só assim poderá ler os desenhos esquemáticos e entender o funcionamento dos diversos circuitos.

Ao examinar pela primeira vez um desenho esquemático, o aluno certamente ficará confuso diante dos inúmeros traços, símbolos e números. Isto é muito natural, pois para a leitura correta é necessário prática e esta só se consegue treinando. Naturalmente não se começará o treino com circuitos complicados; nesta lição será explicada a leitura de esquemas simples e, ao examinar

os demais esquemas das ligações, o aluno pode adquirir a prática necessária para a leitura de qualquer circuito.

Iniciaremos o treino de leitura com um exemplo simples: queremos ligar uma lâmpada a uma rede. O dese-

mesmo efeito e são idênticas eletricamente.

Pelos desenhos das figuras 2 e 3 podemos concluir que o desenho esquemático serve para indicar as entreligações necessárias, porém, nada diz a respeito da disposição real

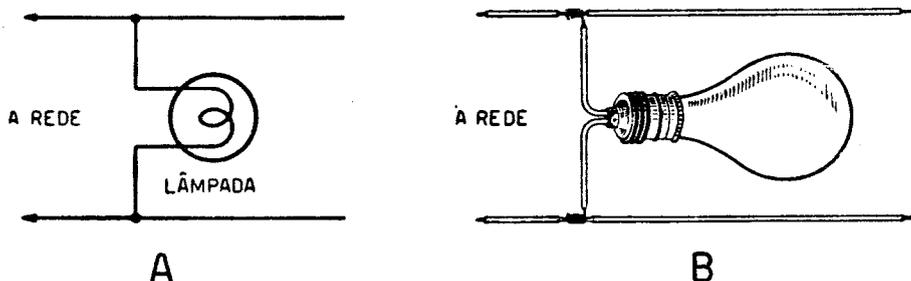


FIG. 2

enho esquemático será o da figura 2-A. Examinando o desenho verificamos o seguinte: um dos dois terminais deve estar em contato com um dos fios da rede, e o outro fio da lâmpada deve estar em contato com o outro fio da rede. Portanto, as ligações resultantes seriam as da figura 2-B.

As mesmas ligações poderão ser desenhadas de forma diferente, embora eletricamente se equivalham. As ligações da figura 2-B podem ser desenhadas conforme indicado na figura 3. Examinando as ligações que partem da lâmpada, veremos que, em todos os desenhos, cada fio da lâmpada está em contato com um dos fios da rede; conseqüentemente, todas as ligações têm o

mesmas. A disposição dos símbolos nos diagramas esquemáticos é feita para resultarem entreligações claras e se possível com poucos cruzamentos.

Outros exemplos do que acabamos de afirmar são dados nas figuras 4 e 5. Trata-se da ligação em paralelo de 3 resistores. Para esta ligação damos 3 desenhos esquemáticos (fig. 4), que embora possam parecer diferentes à primeira vista, são todos iguais eletricamente. Examinemos mais de perto os 3 desenhos esquemáticos: os terminais D da  $R_1$ , F da  $R_2$  e H da  $R_3$  estão entreligados por um fio, sendo que o outro entreliga os terminais E, G, I, dos resistores  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$ , respectivamente. Se acompanharmos os dois fios de ligação nos desenhos B e C,

veremos que estes entreligam exatamente os mesmos terminais; em consequência, todos os esquemas são idênticos.

A figura 5 mostra algumas possibilidades de dispor os 3 resistores na realidade. Queremos mencionar

outros por outro suporte idêntico, sendo que a entreligação dos dois suportes é feita com dois fios isolados. Na figura 5-C usamos vários suportes isolados simples para apoiar os resistores; se examinarmos as ligações veremos que um terminal de cada resistor está ligado a um dos

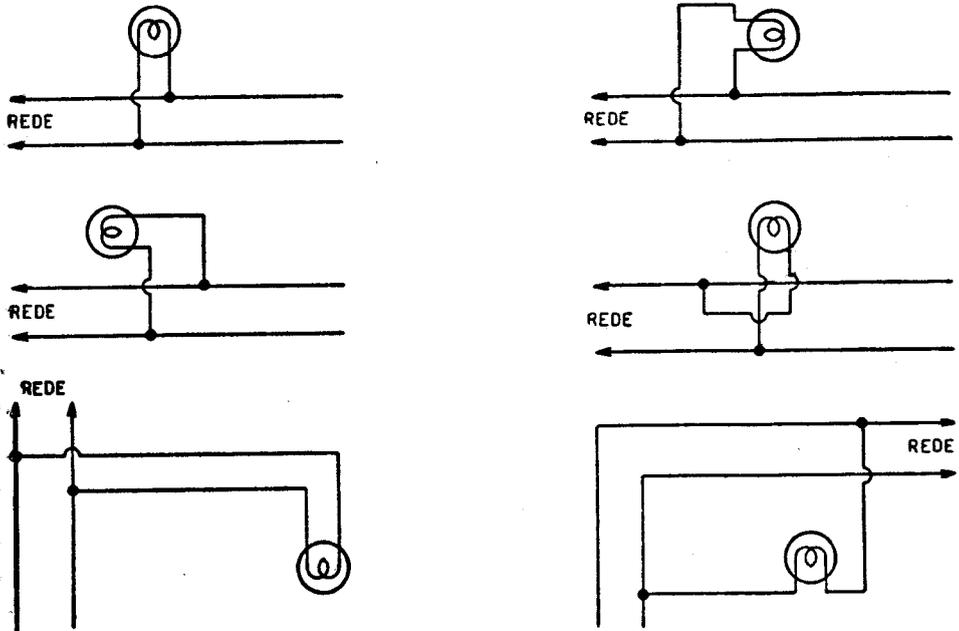


FIG. 3

de antemão que cada uma dessas disposições da figura 5 corresponde a qualquer um dos desenhos esquemáticos da figura 4.

Na figura A, por exemplo, usamos 2 suportes isolados triplos, cujos terminais estão entreligados. Na figura 5-B, um resistor está apoiado num suporte isolado duplo, e dois

fios, e os outros terminais todos ao outro fio.

Passamos agora, após estas explicações preliminares, a interpretar alguns desenhos esquemáticos. Na figura 6 desenhemos os símbolos de duas válvulas (uma pré-amplificadora 6C5 e outra amplificadora de potência 6F6) e alguns dos compo-

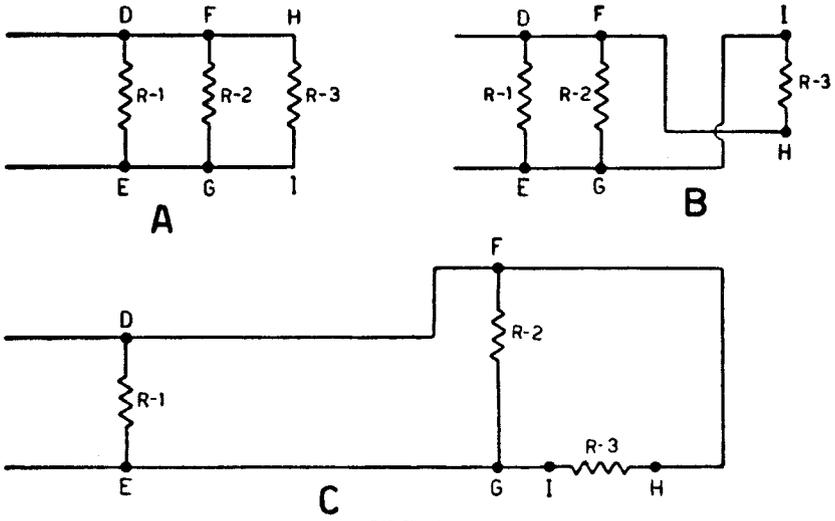


FIG. 4

Desenhos esquemáticos da ligação em paralelo de três resistores. Tanto pode ser usado o desenho A, como o B ou C, que as ligações sempre serão as mesmas.

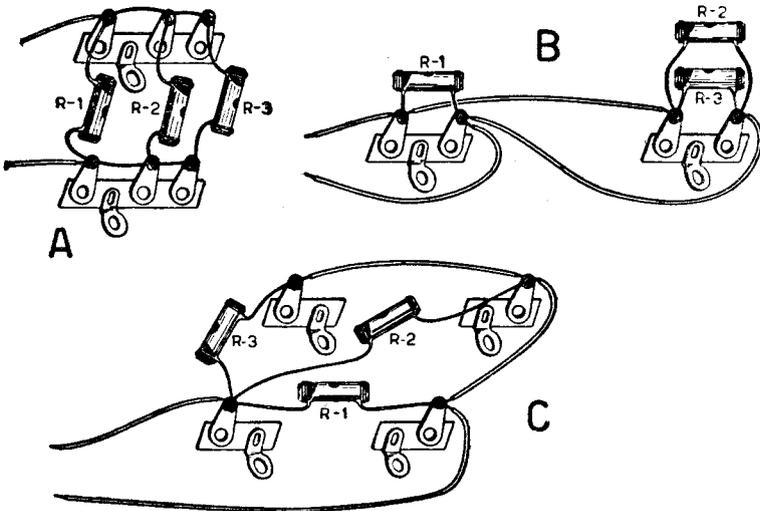


FIG. 5

Desenho real das ligações correspondentes aos esquemas da fig. 4. Todas estas disposições são, do ponto de vista das características elétricas, exatamente equivalentes a qualquer um dos esquemas da figura anterior.

mentos que existem normalmente junto a essas válvulas. Os pequenos números existentes junto ao símbolo de cada válvula indicam o número do terminal do soquete, ao qual está ligado o eletrodo correspondente. Na figura 7 vemos o canto

do chassi, com os dois soquetes de 8 furos, nos quais serão encaixadas as 2 válvulas mencionadas.

Como proceder para efetuar as ligações indicadas esquematicamente na figura 6, no chassi da figura 7?

Começemos junto à válvula 6C5. O terminal 8 está com um símbolo de terra; portanto, este terminal deve estar em ligação com o chassi.

Um fio nu, que entreligue o terminal de terra adjacente, será a ligação correspondente. Outro terminal do mesmo soquete que possui ligação é o terminal 3. O traço que parte, no desenho 6, deste terminal mencionado, vai diretamente até ao

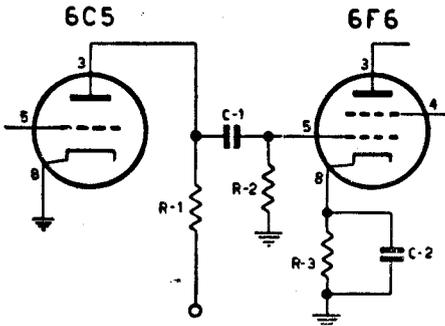


FIG. 6

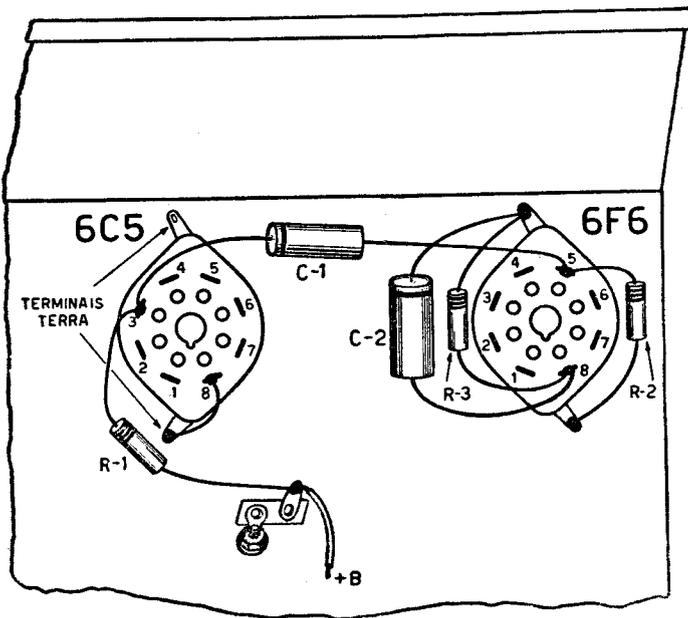


FIG. 7

resistor  $R_1$ ; portanto, ligaremos um dos fios de  $R_1$  ao terminal 3 do soquete. Junto à outra ponta deste mesmo resistor está marcado “+B”; isto significa que este fio deve ser ligado a um ponto que forneça a alta tensão contínua (tensão B). No desenho da figura 7, um terminal isolado representa o pólo +B; conseqüentemente, devemos ligar o resistor  $R_1$  entre este terminal isolado e o terminal 3 do soquete da 6C5.

O componente seguinte a ser colocado seria o capacitor  $C_1$ . No de-

não é necessário fazer esta ligação diretamente neste fio, pois não tendo o mesmo (praticamente) resistência nenhuma, pode-se ligar  $C_1$  em qualquer parte do fio. Por conveniência, usar-se-á para a fixação do fio o terminal 3 da válvula; soldar-se-á então um dos fios de  $C_1$  também a este terminal. A outra ponta do capacitor  $C_1$  será soldada ao terminal 5 do soquete da 6F6, pois no esquema o traço segue do capacitor mencionado até ao pino 5 da válvula 6F6. O que temos descrito sobre a ligação do capacitor  $C_1$  também vale

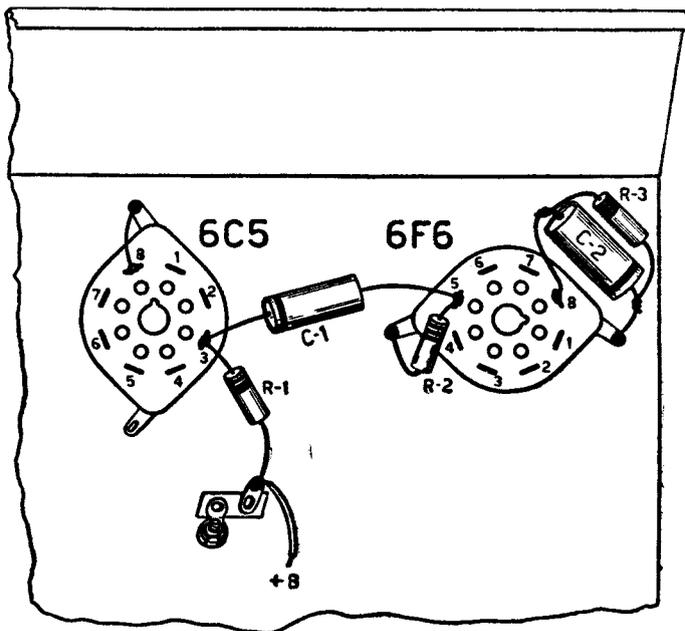


FIG. 8

senho esquemático, um dos fios de  $C_1$  está ligado ao fio que entreliga  $R_1$  com o terminal 3. Na realidade,

para o resistor  $R_2$ : não é necessário soldá-lo ao fio antes mencionado, podendo ser soldado igualmente ao

terminal 5 da 6F6. Na outra ponta de  $R_2$  existe um símbolo de terra (fig. 6) e portanto, soldaremos este fio de  $R_2$  a um terminal de terra próximo (fig. 7).

De acordo com o esquema, resta colocar  $R_3$  e  $C_2$ . Estes 2 componentes estão ligados em paralelo, ou seja, um dos fios de cada um será ligado à terra e os 2 restantes ao terminal 8 do soquete da 6F6. Na figura 7 estes dois componentes estão ligados da maneira descrita. Com isto terminamos a montagem dos componentes indicados na figura 6.

Se examinarmos a nossa montagem ilustrada na figura 7, notaremos que existem ligações compridas e vários cruzamentos de ligações. Para tornar a montagem mais limpa, com ligações curtas, pode-se escolher outra posição para os soquetes. Basta, por exemplo, virar o soquete da 6C5 em 180 graus e o da 6F6 em 90 graus, conforme indica a figura 8, para resultar uma distribuição muito melhor dos componentes. As ligações em si são as mesmas, como é fácil verificar; o chassi, porém, parece muito mais vazio, sendo portanto mais fácil colocar componentes adicionais.

Nem todos os esquemas possuem a indicação do número do terminal ao qual está ligado cada eletrodo; neste caso, é necessário comparar os símbolos das válvulas com os constantes num manual de válvulas e

então numerá-los de acordo. Com o tempo, o técnico acabará conhecendo de cor a distribuição dos terminais das válvulas mais comuns, tendo necessidade de consultar um manual apenas para as válvulas especiais. Daremos mais alguns exemplos de como proceder quando queremos fazer as ligações de um receptor,

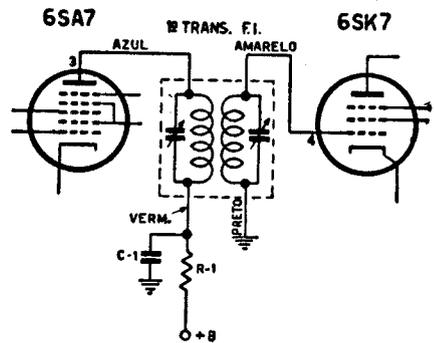


FIG. 9

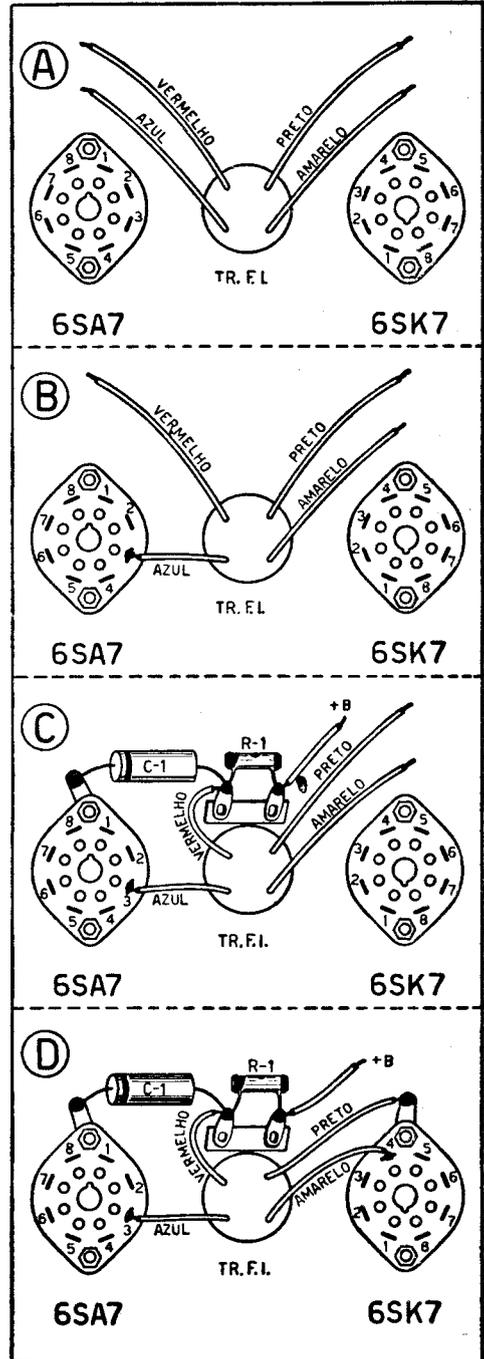
tendo só um desenho esquemático para servir de guia. Vamos supor que desejamos fazer as ligações de um transformador de FI. A parte correspondente do circuito está ilustrada na figura 9. Trata-se dos componentes que estão trabalhando em conjunto com as válvulas 6SA7 (a válvula conversora do receptor) e a 6SK7 (válvula amplificadora de frequência intermediária). O transformador de FI é composto de dois enrolamentos colocados dentro de uma blindagem metálica, a qual contém igualmente 2 capacitores ajustáveis.

Da caneca metálica (indicada no desenho esquemático por um retângulo de traços interrompidos) saem 4 fios:

- um azul
- um vermelho
- um preto
- um amarelo

O transformador deve estar colocado no chassi entre as válvulas mencionadas, para resultarem ligações curtas. Na figura 10-A damos uma vista parcial de um chassi, com os soquetes das 6SA7 e 6SK7 já colocados, bem como o transformador de FI já montado sobre um furo adequado do chassi, passando através deste 4 fios. Quais as ligações a fazer para obedecer ao esquema?

Começaremos, por exemplo, com o fio azul. No esquema (fig. 9) este fio sai da blindagem e vai diretamente ao terminal nº 3 do soquete da 6SA7, sem que haja outro componente ou ligação indicada, nem neste fio, nem no terminal mencionado. Portanto, cortaremos o fio azul no tamanho necessário, limparemos a ponta da isolação, engançando esta ponta ao terminal 3 da 6SA7 e soldando-o. A figura 10-B



Os passos que devem ser seguidos ao se efetuarem as ligações do desenho esquemático da figura 9. Em A, vemos a disposição antes de efetuar as ligações. Sucessivamente, em B, C, D, vemos as etapas seguintes na montagem dos componentes.

mostra a construção a esta altura do serviço.

Passamos à ligação do fio vermelho. Neste, o serviço já é um pouco mais complicado, pois deve estar em ligação com o capacitor  $C_1$  e o resistor  $R_1$ , conforme indica o esquema. Portanto, somos forçados a apoiar estes dois componentes. Um lado do capacitor está em ligação com o chassi (símbolo de terra) e o terminal de terra pode

gura o transformador de FI, pois assim a fixação se torna fácil e os terminais isolados ficam próximos do lugar onde são necessários.

Examinando o esquema, verificamos que a ponta do fio vermelho, uma ponta de  $R_1$  e uma ponta de  $C_1$  (a armadura interna) devem ser soldadas juntas; enfiamos então as 3 pontas mencionadas num dos furos de um dos terminais isolados e soldamos esta junta. O outro fio de

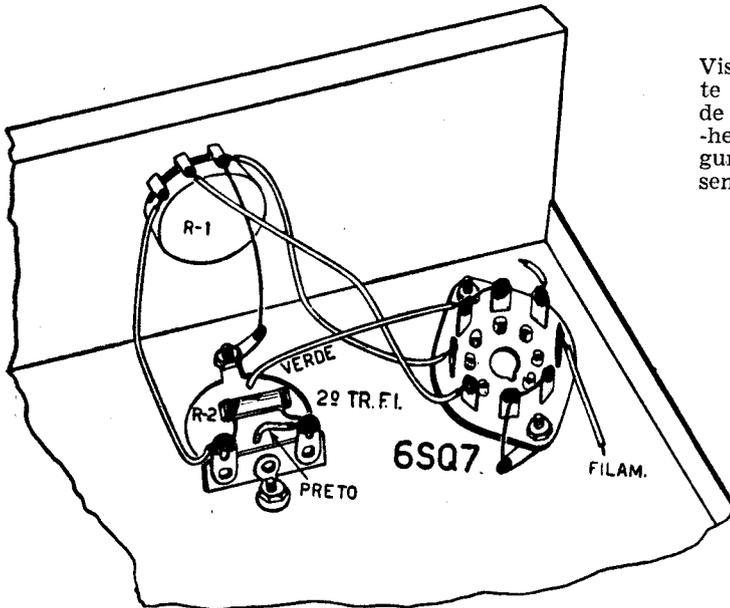


FIG. 11

Vista geral de uma parte do circuito detector de um receptor super-heteródino. A esta figura equivalem os desenhos esquemáticos das figuras 12 e 13.

servir, portanto, de suporte para este lado do capacitor; mas  $R_1$ , bem como o outro lado de  $C_1$ , devem ser apoiados para que resulte uma construção sólida. Usaremos para este fim um suporte isolado duplo e que é preso ao chassi por intermédio do mesmo parafuso que se-

$R_1$  deve estar em ligação com um fio que vem do +B; portanto, apoiaremos o outro fio de  $R_1$  no outro terminal isolado, soldando no mesmo um fio que irá mais tarde ao circuito que fornece a tensão +B. Resta ainda colocar o segundo fio de  $C_1$ : este deve estar em ligação

com o chassi; assim, soldaremos o mesmo a um terminal de terra próximo. A figura 10-C mostra o serviço até agora feito.

No desenho esquemático da figura 9 existem ainda 2 ligações a serem feitas: o fio preto possui um símbolo de terra e isto significa que

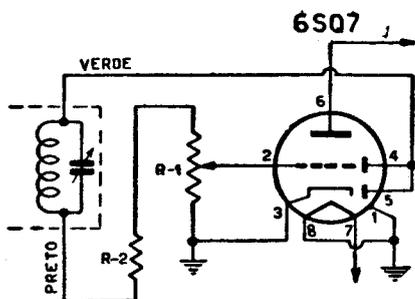


FIG. 12

este fio deve ser ligado ao chassi. Portanto, soldaremos este fio a um terminal de terra. Podemos usar para este fim o terminal preso junto ao soquete da 6SA7, mas é mais prático soldá-lo ao terminal preso junto ao soquete de 6SK7, pois encontra-se ainda livre (fig. 10-D). Resta ainda a colocação do fio amarelo no terminal 4 da 6SK7, quando então teremos executado todas as ligações indicadas no desenho esquemático.

Após a apresentação dos exemplos citados, podemos estabelecer algumas regras para o exame de desenhos esquemáticos:

1) O desenho esquemático indica como devem ser feitas as entreligações dos vários componentes, porém, nada diz sobre a distribuição prática dos componentes, nem sobre a construção mecânica do receptor.

2) Os fios de ligação, como possuem resistência (praticamente nula), possuem potencial idêntico, de ponta a ponta; conseqüentemente, é indiferente se algum componente é ligado no começo, no centro ou no fim de um fio de ligação, tanto no desenho esquemático como na montagem prática.

3) Ao examinarmos a ligação de um componente nos desenhos esque-

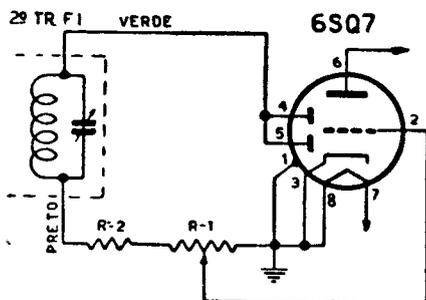


FIG. 13

máticos, devemos verificar a que outros pontos do circuito está ligado tal componente, indiferentemente se o mesmo possui 2, 3, ou mais terminais.

Todos os desenhos esquemáticos que o aluno encontrar nas lições

devem ser interpretados seguindo as explicações dadas nesta lição, a fim de treinar-se na leitura. Achando por exemplo um desenho que contenha o símbolo de uma válvula, examinará com que outro componente estará ligado o anodo da válvula, para onde vai a ligação da grade da válvula, com que peça está ligado o catodo, etc., etc.

Quando se tratar da revisão e conserto de um radioreceptor, será também de suma importância saber-se fazer o inverso dos trabalhos citados, isto é, desenhar o esquema de um conjunto olhando as ligações existentes entre os seus acessórios. O procedimento a seguir neste caso é exatamente o inverso do descrito na primeira parte desta lição. Querendo por exemplo desenhar as ligações do controle de volume de um receptor, ou seja, o desenhado na figura 11, devemos proceder da seguinte forma:

Desenhamos numa folha de papel o símbolo da válvula 6SQ7, bem como o do potenciômetro R<sub>1</sub>, e começamos a examinar as ligações. Os terminais 1 e 8 da válvula 6SQ7 estão entreligados, seguindo o fio de ligação para um terminal de terra. No símbolo da 6SQ7 fazemos, portanto, um traço entre os fios que simbolizam os terminais 1 e 8 e colocamos ao mesmo tempo um símbolo de terra (veja fig. 12).

O terminal 2 da válvula está em ligação com o terminal central do potenciômetro; no desenho esquemático faremos um traço entre o fio que simboliza o terminal 2 da válvula e a seta que simboliza o terminal central do potenciômetro. O terminal 3 da válvula está entreligado com um dos terminais laterais do potenciômetro e também com um terminal de terra; no esquema fazemos um traço entre o terminal 3 da válvula e um dos extremos do símbolo do potenciômetro, colocando ao mesmo tempo um símbolo de terra. Os terminais 4 e 5 da válvula estão entreligados e juntos ao fio verde do 2º transformador de FI; no esquema entreligamos o fio verde do transformador de FI com os 2 terminais mencionados da válvula. Do mesmo modo completamos as ligações restantes, quando então resultará um desenho, mais ou menos conforme a figura 12. Para maior clareza, podemos então re-desenhá-lo, para que resulte mais fácil e compreensível. A figura 13 indica o desenho final, que corresponde eletricamente ao da figura 12.

Para treinar o aluno tanto na leitura de símbolos como na execução de desenhos esquemáticos, desenhemos no fim desta lição algumas peças de rádio, bem como alguns componentes a serem entreligados para formarem pequenos circuitos.

Cada uma dessas figuras leva um número, devendo o aluno dese-

nhar o **símbolo** correspondente a cada um dos acessórios no quadro do mesmo número da folha de trabalhos práticos que acompanha a presente lição. Quando se tratar de conjunto, deverá desenhá-los com-

pletos, isto é, indicado as ligações existentes entre os seus componentes. Deve-se indicar também o nome da peça ou peças que figuram em cada desenho.

**Atenção:** Não deve ser desenhada a aparência real das peças como nas páginas que se seguem, mas sim os símbolos das mesmas. No caso do capacitor fixo, por exemplo, devem ser desenhados dois traços curtos, paralelos, a pouca distância, e saindo do centro destes, perpendicularmente, dois traços finos que representam os fios de ligação do capacitor.

No caso das entreligações dos componentes, devem ser desenhados os símbolos das peças que formam o conjunto (os terminais de terra são indicados pelo símbolo comum de terra) e as entreligações indicadas por traços a lápis.

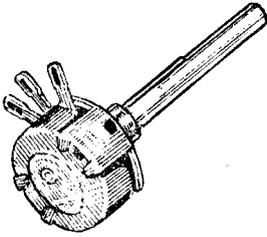


FIG. 1

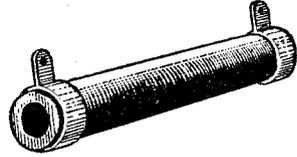


FIG. 2

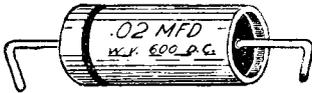


FIG. 3

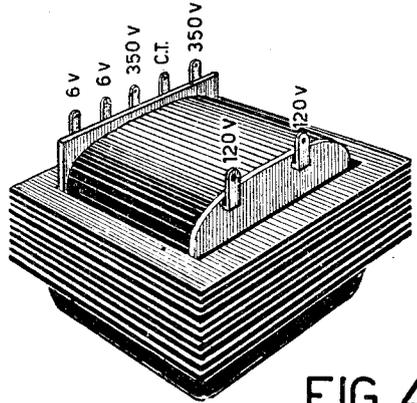


FIG. 4

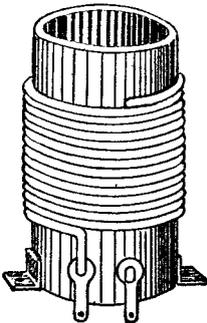


FIG. 5

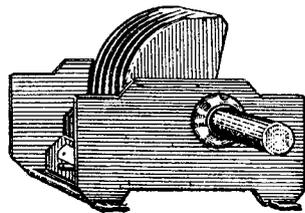
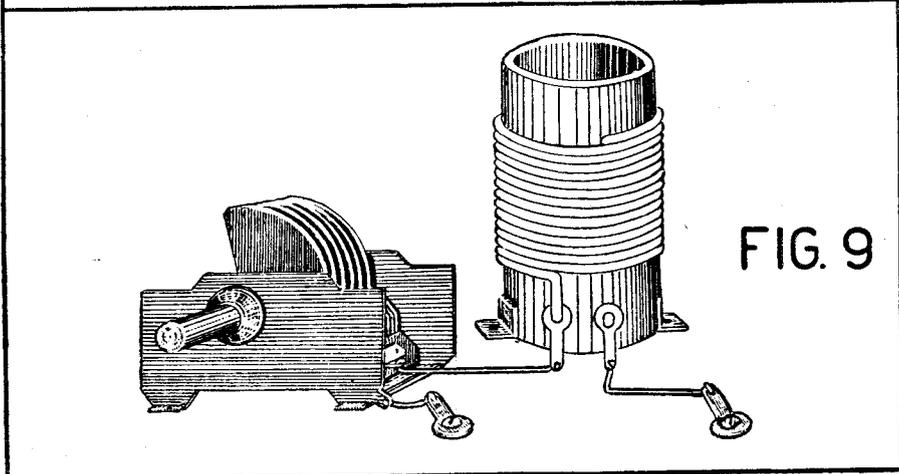
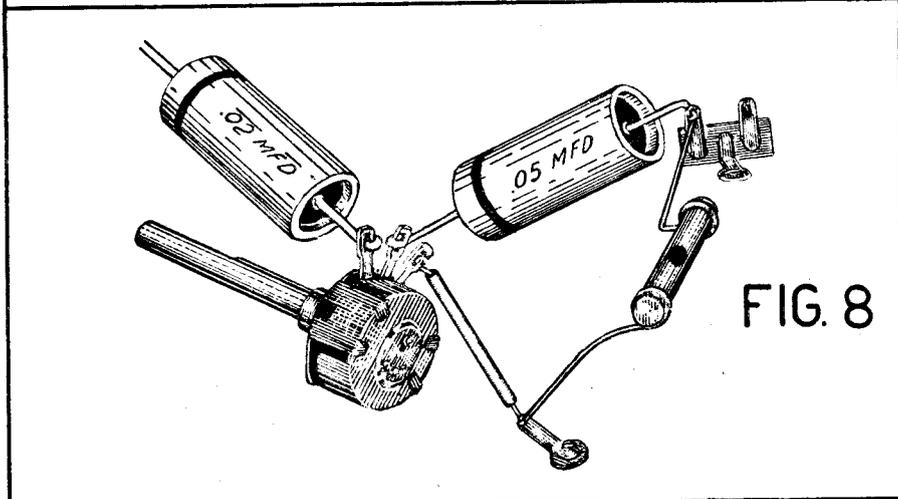
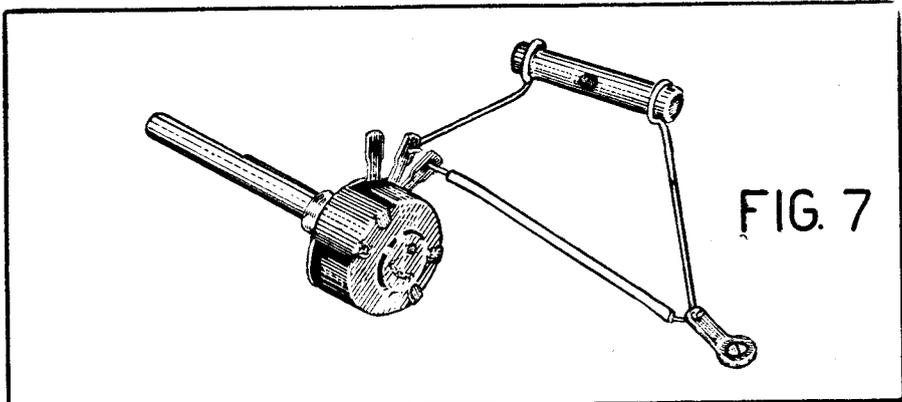


FIG. 6



# **INSTITUTO MONITOR**

FUNDADO EM 1939

---

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

**Lição Prática**

**N.º 8**

A MONTAGEM DOS RADIORECEPTORES  
2ª Parte

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

# CURSO PRÁTICO DE RADIOTÉCNICA

## LIÇÃO PRÁTICA N° 8

### A MONTAGEM DOS RADIORECEPTORES

#### 2ª PARTE

Na Lição Prática n° 6 tínhamos tratado dos chassis em geral, bem como da colocação dos soquetes, tomadas e blindagens. Nesta lição trataremos da montagem dos demais componentes dos receptores.

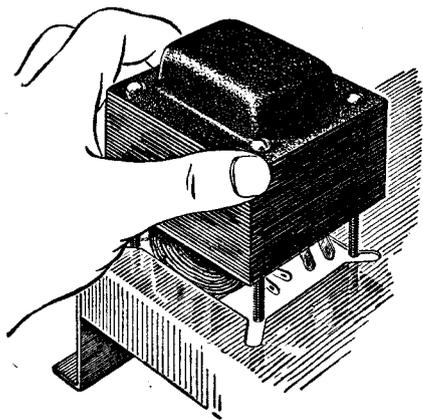


FIG. 1

O transformador de força, com o qual os alunos já se familiarizaram, é construído de tal maneira que poderá ser colocado sobre o chassis, deixando acessíveis todos os terminais para as ligações dos enrolamentos, por baixo. Para este fim devemos ter uma abertura quadrada num dos cantos da base.

Procede-se à montagem do transformador da seguinte maneira: reti-

ram-se as porcas que, juntamente com os parafusos, servem para apertar as lâminas do núcleo do transformador. Depois de removidas essas porcas, coloca-se o transformador sobre o chassis em posição tal que os parafusos passem através dos furos pequenos, ao lado da abertura quadrada. Ultimamente esta abertura, em vez dos 4 furos, tem 4 rasgos nos cantos, que servem para dar passagem aos parafusos (fig. 1). Os terminais para as ligações dos enrolamentos deverão, então, passar através da abertura quadrada. Agora, estando o transformador colocado da maneira acima descrita, colocam-se novamente as porcas sobre os parafusos que, quando apertados, fixá-lo-ão firmemente ao

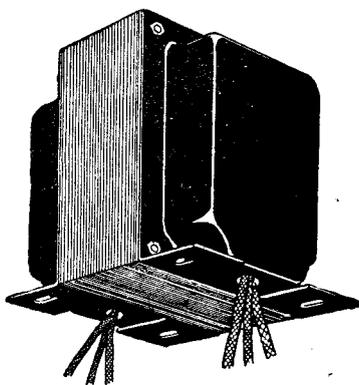


FIG. 2

chassi. É conveniente colocar debaixo de uma das porcas um terminal de terra, pois este facilitará muito a execução das ligações à terra (vide fig. 3).

Na colocação do transformador devemos cuidar que os terminais fiquem na posição que mais facilite as ligações. Portanto, os terminais de alta tensão devem estar perto da válvula retificadora, bem como os terminais de 5 volts para a tensão de filamento desta válvula.

Existe ainda outro tipo de transformador, que possui em lugar dos terminais fios de ligação de diversas cores. Este transformador sempre é acompanhado de um folheto, que indica a qual enrolamento pertencem os diversos fios. Para este tipo de transformador não é necessário o furo retangular grande; bas-

tam 4 furos pequenos para prender o transformador e um ou dois furos maiores para a passagem dos fios (fig. 2).

Passemos agora à montagem dos capacitores eletrolíticos.

A montagem dos capacitores eletrolíticos com envoltório de alumínio é sumamente fácil. Basta remover a porca e enfiar a rosca pelo furo apropriado, de tal maneira que o eletrolítico fique para o lado de cima do chassi, enquanto que com a porca se aperta o mesmo por baixo (fig. 4).

O envoltório metálico é o pólo negativo e o terminal central o positivo.

Quando o envoltório de metal do eletrolítico já constitui a sua arma-

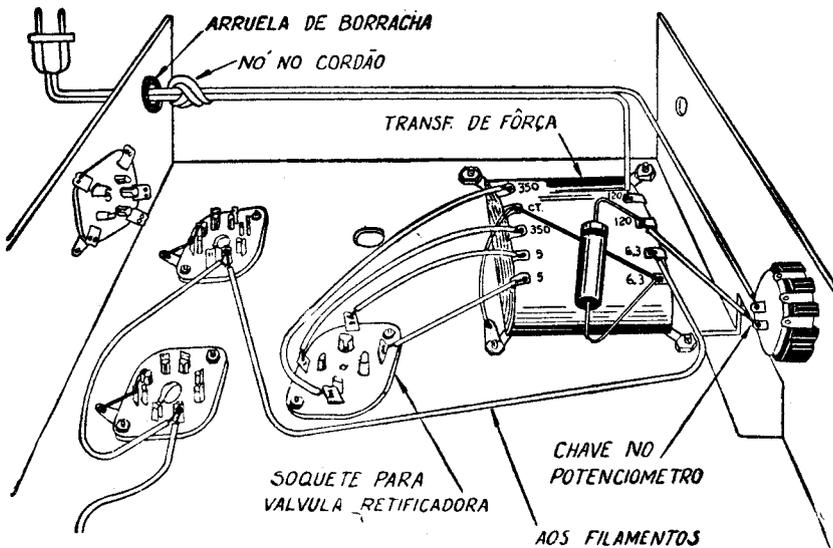


FIG. 3 — Vista parcial de um "chassi" com transformador de força, potenciômetro e soquetes montados.

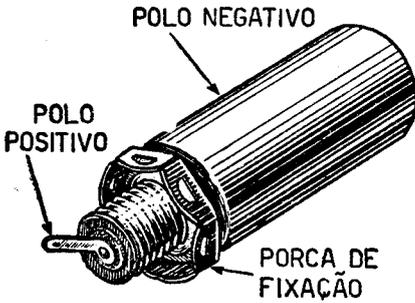


FIG. 4

Capacitor eletrolítico com envoltório de metal, sendo este o pólo negativo.

dura negativa, com a simples colocação deste sobre o chassi ficou feita a ligação entre o pólo negativo do eletrolítico e a terra (chassi).

Em alguns eletrolíticos, porém, temos 2 fios na saída, correspondendo cada um dos fios a um determinado pólo. Geralmente, o fio, preto é o pólo negativo do capacitor, enquanto que o pólo positivo tem cor vermelha. O envoltório do capacitor não tem ligação alguma com as armaduras e serve somente de proteção para o capacitor (fig. 5).

Existem, igualmente, capacitores eletrolíticos duplos (de 2 seções) que contêm num só envoltório dois capacitores completos.

Geralmente, os pólos negativos de ambos são ligados juntos ao envoltório de alumínio, correspondendo os dois fios vermelhos saindo do centro do capacitor aos pólos positivos (fig. 6).

Porém, também existem capacitores duplos de alumínio que pos-

suem 2 ligações separadas para os pólos negativos (e naturalmente também duas ligações para os pólos positivos) sendo a ligação das 2 seções feita por intermédio de fios.

Estes fios têm uma polaridade determinada, para cujo conhecimento é usado um código de cores (fig. 7).

De um modo geral, o fio vermelho é sempre o positivo e o preto o negativo.

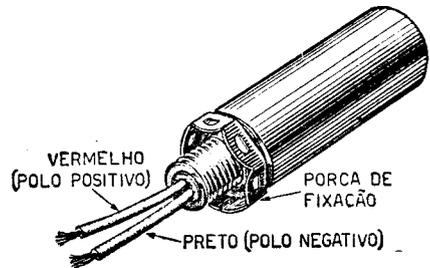


FIG. 5

Capacitor eletrolítico com envoltório de metal e fios de ligação.

Quando, porém, temos 4 fios, então as cores costumam ser as seguintes:

O fio azul (em inglês: blue) é o pólo positivo de uma seção.

O fio amarelo (em inglês: yellow) é o pólo negativo desta mesma seção.

O fio vermelho (em inglês: red) é o pólo positivo da outra seção.

O fio preto (em inglês: black) é o pólo negativo desta última seção.

Existem ainda capacitores eletrolíticos com vários terminais de ligação e que contêm 2 ou 3 capacitores separados. Nestes, o terminal é identificado por um pequeno

sinal junto à sua base. Geralmente são usados pequenos triângulos, quadrados ou meias luas para esta identificação. No envoltório consta, ao lado de cada símbolo, a capacitância e tensão de trabalho de cada seção.

Nos capacitores eletrolíticos tubulares, a determinação da polaridade é feita pela marcação do envoltório. Portanto, um lado destes capacitores tem a indicação "positiva" ou o sinal +, indicando que o fio que sai deste lado do capacitor é o pólo positivo.

A armadura negativa é marcada geralmente com a indicação "neg" ou — (fig. 8).

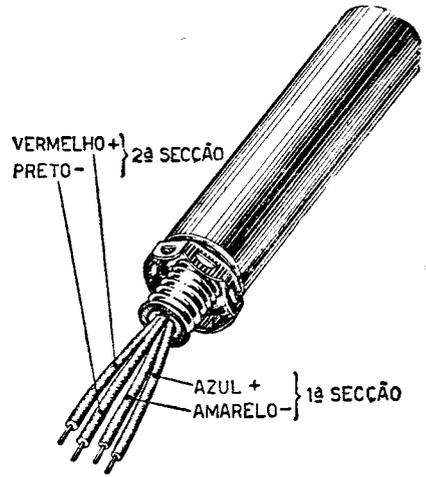


FIG. 7

Capacitor eletrolítico com 2 seções completamente separadas.

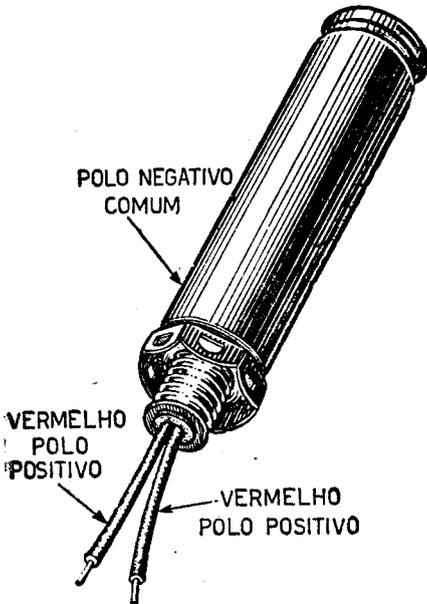


FIG. 6

Capacitor eletrolítico de 2 seções.

Estes capacitores são montados debaixo do chassi, suportados pelos seus próprios fios de ligação e, portanto, não necessitam de furos de montagem no chassi.

Outro meio para identificar o fio positivo e negativo é examinar a entrada do fio no capacitor. O lado no qual o fio está rebitado diretamente no envoltório de alumínio é o pólo negativo.

Passa-se agora à montagem das peças na dobra frontal do chassi.

Primeiramente, devemos colocar o potenciômetro que leva anexo a chave do interruptor que servirá para ligar ou desligar o rádio. Em geral, usa-se para isso o potenciômetro que serve de controle de volume. Porém, em certos casos, também se pode usar para isso o potenciômetro do "controle de tom".

A montagem do potenciômetro é simples. Retira-se uma das porcas grandes, rosqueadas na bucha do eixo, e introduz-se este no furo respectivo, devendo o potenciômetro ser aí fixado pela porca que será apertada do lado de fora do chassi (fig. 9).

nais inferiores deste, pois após a montagem é difícil soldar nestes pontos.

Durante a montagem estes fios são passados pelos furos existentes para esse fim no chassi.

Passamos agora à montagem do dial no devido lugar. Os diais, da

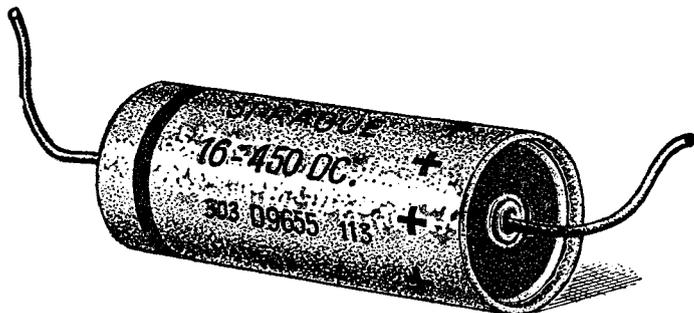


FIG. 8 — Capacitor eletrolítico tubular. A polaridade é marcada no corpo.

A posição dos terminais, tanto do potenciômetro quanto do interruptor, não tem muita importância, pois poderá ser alternada facilmente afrouxando-se a porca do lado de fora, sempre que isto se mostrar conveniente.

A chave de onda sempre deve ser colocada de tal maneira que os terminais sejam fáceis de alcançar e as ligações às bobinas fiquem o mais curtas possível.

Se existir um desenho chapeado para a montagem, deve-se cuidar de montar, então, a chave de maneira que esta fique exatamente de acordo com a posição indicada no desenho.

A montagem do variável sobre o chassi por intermédio de arruelas de borracha já foi descrita em lições anteriores. É conveniente soldar, antes da montagem deste capacitor, fios de ligação flexíveis aos termi-

mesma forma que o capacitor variável, deverão ser montados em forma flutuante, pois, caso contrário, anularão o efeito das borrachas empregadas na montagem do capacitor variável.

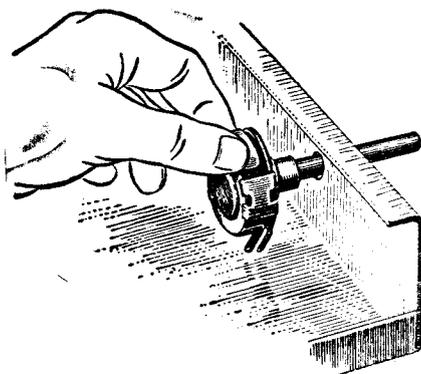


FIG. 9

Modo de montar o potenciômetro.

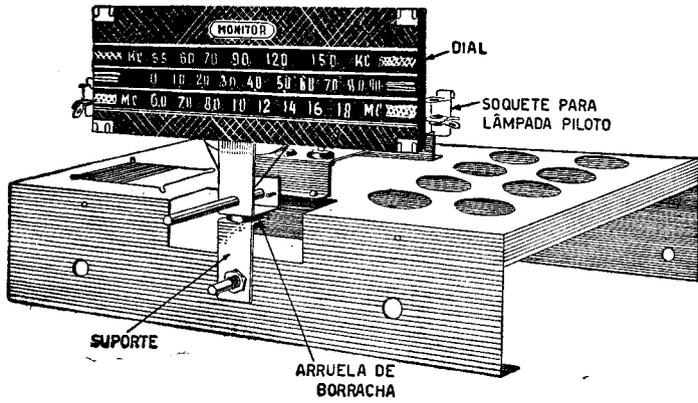


FIG. 10 — Como são colocados os dials antigos pelo método flutuante.

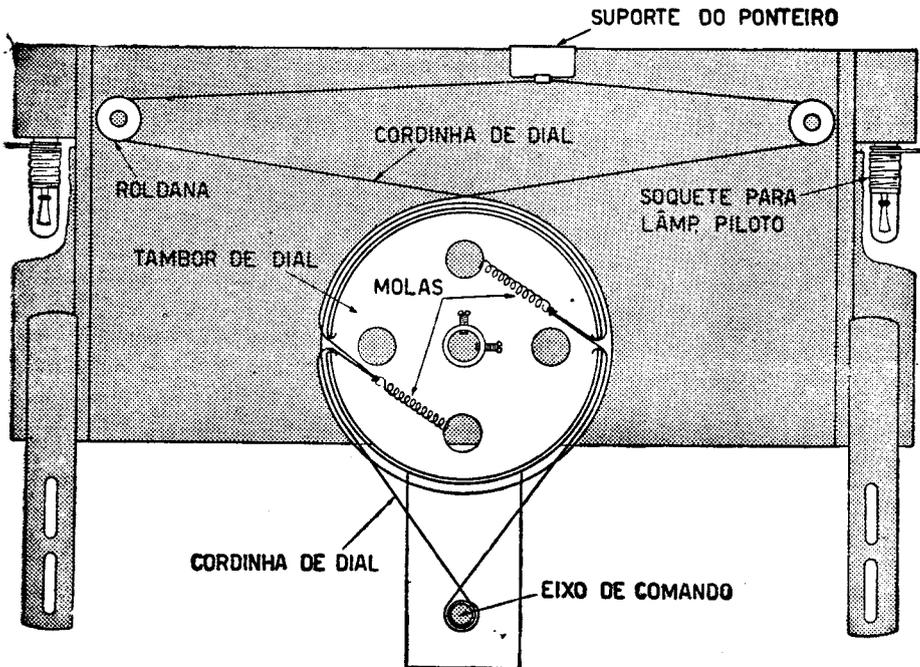


FIG. 11 — Mecanismo de dial moderno, visto por trás.

A figura 10 indica claramente o procedimento que devemos seguir neste trabalho. Conforme as indicações constantes nessa figura, achamos desnecessário mencionar que a bucha existente no centro do tambor que puxa o ponteiro do dial, deverá ser fixada com o auxílio de parafusos correspondentes, no eixo do capacitor variável.

Ao apertar este parafuso, deve-se cuidar da correspondência entre a frequência indicada pelo ponteiro do dial e a posição das chapas móveis

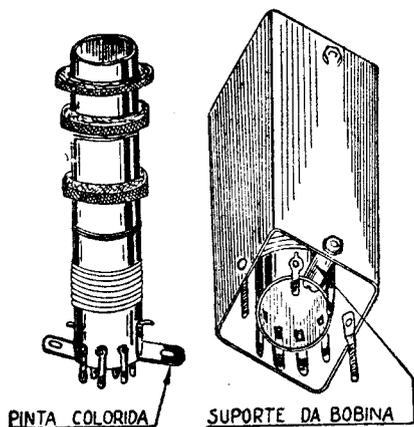


FIG 12

Os suportes determinam a numeração dos terminais das bobinas.

do capacitor variável. De acordo com o dial, o ponteiro deve encostar-se exatamente em cima do último risco (do lado das baixas frequências) da escala do dial, quando o capacitor variável se encontra completamente fechado. É nesta posição que devemos apertar os parafusos existentes na bucha.

O mecanismo do dial é muitas vezes fornecido com suportes para lâmpadas, os quais deverão ser colocados nas duas extremidades da

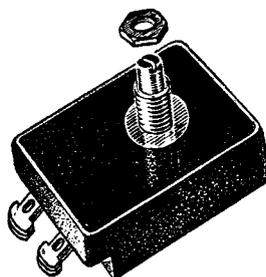


FIG. 13

Capacitor padder.

escala. Colocando nesses suportes lâmpadas pequenas, obteremos uma iluminação atraente no mostrador do dial. As lâmpadas usadas para a iluminação são de 6,3 volts e, por conseguinte, podem ser alimentadas em paralelo com os filamentos das válvulas do radioreceptor, já que estas também requerem a mesma tensão.

As instruções acima referem-se aos diais nos quais o tambor grande está preso ao próprio dial. Ultimamente, costuma-se usar um tipo um pouco diferente: nestes o tambor está completamente separado do restante do dial. Neste caso, o dial pode ser parafusado diretamente à dobra frontal do chassi, enquanto que o tambor é fixado sobre o eixo do variável. Só depois de completada a montagem é que se coloca a cordinha. Como neste caso não há contato metálico entre o eixo do variável e o dial, não há perigo de se transmitir as vibrações do chassi através do mecanismo do dial, ao capacitor variável (fig. 11).

Na colocação das bobinas deve-se ter muito cuidado em montá-las de acordo com as indicações do fabri-

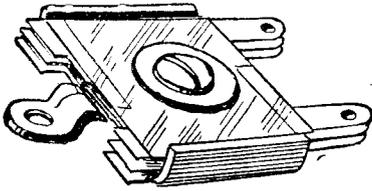


FIG. 14

Capacitor "padder" com suporte simples.

cante ou pelas indicações do desenho chapeado. Geralmente, os terminais são numerados de acordo com o desenho esquemático que acompanha as bobinas. O "ponto" característico, para o início da numeração, geralmente é um dos suportes das bobinas. Por exemplo, a bobina de antena, que não é blindada, leva uma pinta de cor vermelha, verde ou preta num dos suportes da montagem. Este ponto então serve para identificação do começo da numeração (fig. 12).

Na bobina osciladora, que geralmente leva uma blindagem de alumínio, serve o suporte do tubo da bobina, no interior da blindagem, para identificar o começo da numeração.

Há também o caso em que os terminais das bobinas estão colocados

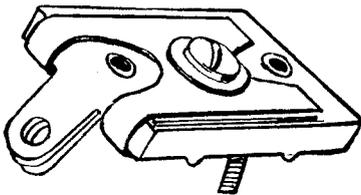


FIG. 15

Capacitor "padder" sem suporte.

assimetricamente. Neste caso, geralmente, não existe outra indicação especial, pois pela assimetria dos terminais é fácil determinar a posição exata da bobina e a numeração dos terminais, de acordo com o desenho que sempre acompanha as bobinas.

As ligações nos terminais da bobina de antena e da osciladora, em combinação com a chave de onda e com a válvula conversora, é talvez a parte mais delicada das operações que os alunos deverão executar. Por conseguinte, precisarão prestar toda a atenção possível, a fim de seguirem as instruções dadas em continuação, com o máximo cuidado.

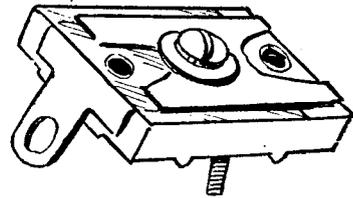


FIG. 16

Capacitor "trimmer" simples.

Em primeiro lugar, devemos tratar de fixar essas bobinas nos respectivos lugares, na posição indicada. Na bobina de antena devemos cuidar que o terminal pintado de vermelho ou preto fique do lado indicado no desenho, pois, desta forma, as demais ligações corresponderão automaticamente ao desenho. Por outra parte, devemos também prestar muita atenção para que a bobina osciladora seja colocada em sua posição correta, orientando-nos neste trabalho a bucha de madeira e o parafuso que servem para fixar a bobina osciladora dentro de sua blindagem.

Outrossim, devemos também montar os capacitores “padder” e “trimmer” nos seus respectivos lugares. O capacitor “padder” possui, em geral, uma base de porcelana, na qual encontramos um pescoço relativamente grosso, rosqueado, com duas porcas.

Renovando-se uma dessas porcas, torna-se fácil enfiar o pescoço no furo correspondente no chassi, e logo fixá-lo definitivamente com o auxílio dessa porca (fig. 13). Desta maneira, a regulagem deste capacitor ajustável pode ser feita na parte de cima do chassi.

Também existem outros tipos de “padders”. Um desses possui um suporte com furo. Por intermédio desse suporte é fixado o “padder” no chassi (fig. 14). Outro tipo não possui suporte algum, sendo assim a sua aparência quase idêntica à dos trimmers (fig. 15).

Pode-se distinguir este tipo de “padder”, porém, pelo número maior de chapinha que possui (pois tem capacitância maior do que os trimmers). Este tipo de capacitor deve ser montado suportado pelos seus próprios fios de ligação, usando-se para isto fio sólido grosso ou 2 fios sólidos trançados.

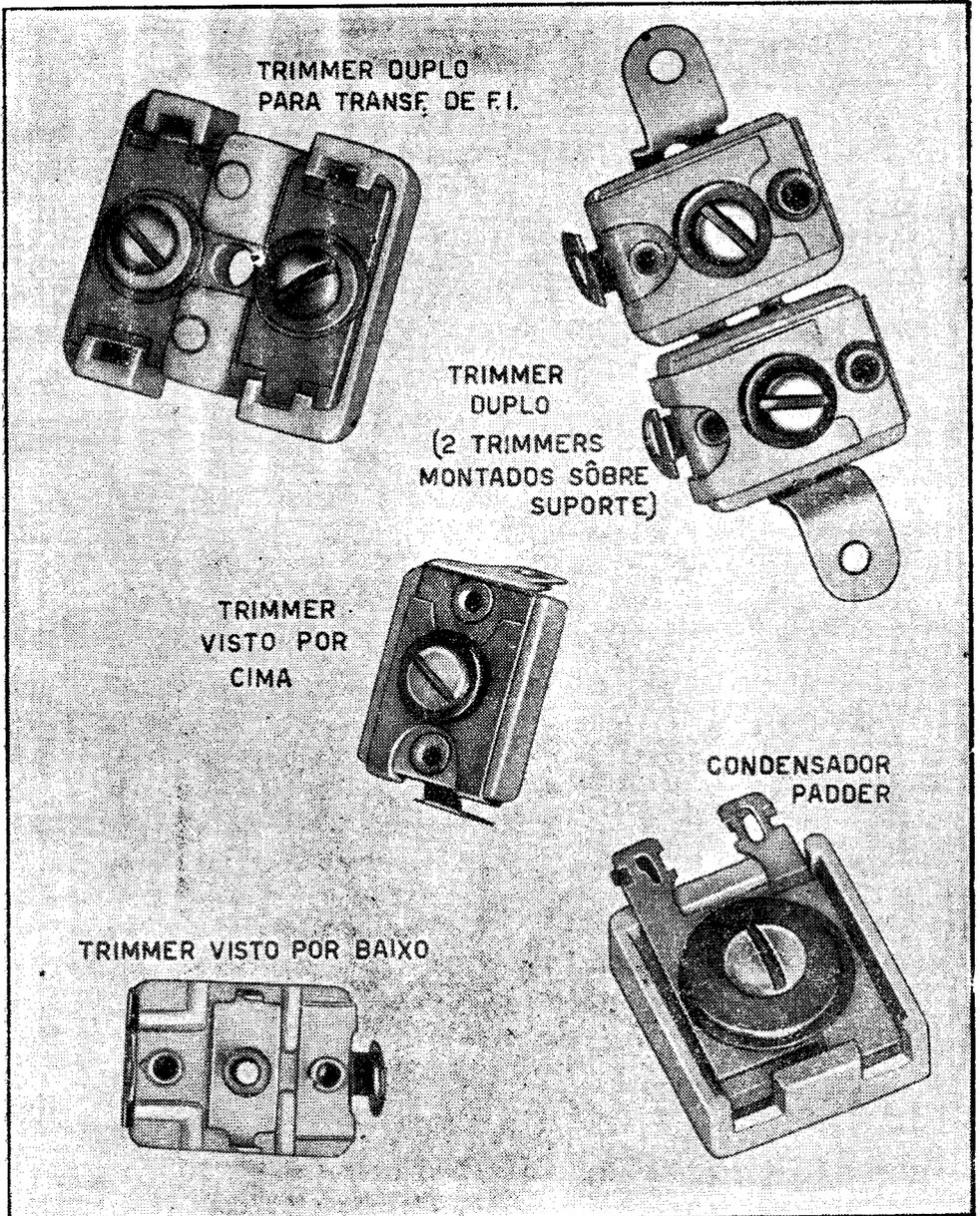
A montagem dos capacitores “trimmers” é muito parecida com a do “padder”. Em alguns casos estes capacitores possuem suportes e, portanto, devem-se usar estes para fixá-los no chassi. Sendo do tipo comum (fig. 16), devem ser suportados pelos seus próprios fios de

ligação, cuidando-se que a armadura do “trimmer” que está em contato com o parafuso regulador esteja ligada ao chassi ou à ligação do controle automático de volume.

Se invertermos essas ligações no trimmer, apresentar-se-á o inconveniente de que, quando pretendermos ajustar (calibrar) o radioreceptor, ao encostarmos, para este fim, a chave de fenda no parafuso regulador do trimmer, alterar-se-ão os valores de circuito, tornando-se, por conseguinte, quase impossível a devida calibração do rádio.

Para facilitar a colocação dos trimmers, são os mesmos também fornecidos em grupos de dois, montados sobre um pequeno suporte. Tendo o chassi os furos correspondentes, pode o suporte ser então parafusado facilmente sobre o mesmo, e os trimmers regulados através de furos maiores que também devem existir no chassi.

Como já tivemos ocasião de mencionar, os nossos alunos deverão tratar de efetuar um trabalho cuidadoso, pois não só as boas soldagens e as porcas perfeitamente apertadas contribuirão para o bom sucesso dos seus serviços, como execução impecável de todas as ligações e a posição adequada dos condutores. Para este fim deverão seguir as indicações dadas em nossas lições e se possível as indicações dos desenhos chapeados de montagem. Durante este serviço, também será conveniente comparar as ligações a efetuar pelo desenho chapeado com o circuito esquemático, pois, assim, automaticamente adquirirá prática em ler circuitos.



Exemplos, em tamanho ampliado, de capacitores ajustáveis de diversos tipos, usados em radioreceptores.

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

**INSTITUTO RADIO TÉCNICO MONITOR S/A.**  
NÚCLEO DE ENSINO PROFISSIONAL LIVRE POR CORRESPONDENCIA  
**01208 - RUA DOS TIMBIRAS, 263 - C. POSTAL 30.277 - S. PAULO - ZP-2  
BRASIL**

T.A. S/A. - 5.000 - 10-73