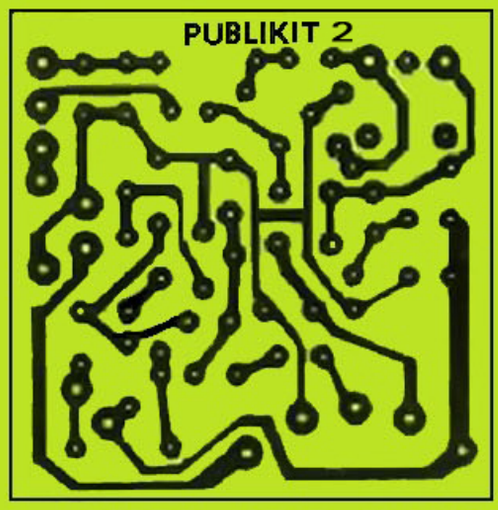
RÁDIO E Eletrônica

ENTENDA E MONTE VOCÊ MESMO O SEU RÁDIO

CR$ 150,00

J. MARTIM.



GRÁTIS

PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO PARA VOCÊ MESMO MONTAR UM INTERESSANTE RÁDIO DE ONDAS MÉDIAS SISTEMA REFLEX

Para Manaus, Santarém, Boa Vista Macapá, Altamira, Porto Velho, Rio Branco e Jiparaná - Cr$ 196,00

RADIO E ELETRÔNICA

J. MARTIM

EDITORA NOVO CONTATO
RUA MAJOR ÂNGELO ZANCHI, 303
CEP 03633 — PENHA — SÃO PAULO

Impresso nas Oficinas de Artes Gráficas Guaru
S/A - Rodovia Presidente Dutra, km. 214 -
Fone: 209-6311 - Bonsucesso - Guarulhos.

Atenção

Eventualmente a placa de circuito impresso que acompanha o livro, pode estar com alguma de suas trilhas de cobre partida ou em curto, portanto o montador deve conferí-la com o seu respectivo desenho impresso no livro.

INTRODUÇÃO

Este livro se destina a todos que se sentem atraídos pelos “mistérios” da eletrônica e que de modo simples e objetivo desejam conhecer um pouco desta ciência.

Assim, focalizamos de maneira rápida os aparelhos eletrônicos mais comuns e também dos mais simples que estando ao alcance de todos pode servir de ponto de partida para uma profissionalização ou para um conhecimento técnico mais profundo: o rádio.

Levamos então ao leitor o princípio de funcionamento dos rádios, mostrando como são construídos o que são e o que fazem suas peças,

Como as peças usadas nos rádios aparecem em todos os outros aparelhos eletrônicos, o conhecimento de sua natureza e funcionamento permite também uma iniciação geral à eletrônica.

Com os elementos aqui dados em pouco tempo o leitor terá condições de conhecer os principais componentes eletrônicos, reparar e montar rádios e até mesmo outros aparelhos.

Esta obra é dada em três etapas de modo evolutivo para facilitar ao máximo a compreensão de todos. Não será preciso qualquer conhecimento prévio do leitor para entender tudo que explicaremos pois usaremos linguagem bastante simples.

Na primeira etapa veremos os componentes eletrônicos usados nos rádios e nos demais aparelhos, seu funcionamento sua aparência e os códigos que nos permitem fazer sua identificação.

Na segunda fase estudaremos os tipos de circuitos que são usados nos rádios ou seja as maneiras como os componentes são ligados para se obter um rádio. Rádios desde os mais simples até os mais modernos serão mostrados em seu funcionamento total com uma análise de seus circuitos.

Na terceira etapa falaremos da oficina e da bancada do técnico com os instrumentos e ferramentas que ele deve ter para iniciar seu trabalho de reparação e montagem de rádios.

O nosso trabalho visa antes de tudo levar as bases do rádio ao leitor não pretendendo ser completo. Partindo daqui, o leitor verá que será muito mais fácil chegar a ser um excelente técnico.

o autor

1. O que há dentro de um rádio?

Você que já abriu um rádio levado pela curiosidade, mesmo sem nada entender de seus mistérios, deve ter sentido uma sensação ao mesmo tempo de espanto ao procurar saber como peças tão pequenas, aparentemente rústicas podem pegar e converter ondas de rádio em som, e de curiosidade, tentando saber como estavam tais peças ligadas para fazer tudo aquilo e que haveria em seu interior capaz de lhes dar tamanha capacidade.

Talvez aquela tenha sido a primeira vez que o leitor se sentiu atraído pela eletrônica e decidiu estudar os seus mistérios vindo a tornar-se um técnico reparador, montador ou ajustador de rádios e mesmo de outros aparelhos eletrônicos.

Um rádio nada tem de misterioso e é justamente essa ausência de mistérios que o torna mais maravilhoso ainda. A utilização de componentes que se repetem facilitará o seu aprendizado como o leitor verá, servindo de ponto de partida para o conhecimento de outros aparelhos que em pouco tempo o leitor dominará as técnicas de montagem reparação.

Observando um rádio por dentro o leitor deve ter notado que são muitas as peças que o formam, mas que estas peças aparecem repetidas, o que quer dizer que, em quantidade, um rádio é complexo, mas em variedade de funções um rádio é simples.

Assim, se o leitor procurar conhecer a função das peças isoladamente e depois no próprio rádio, não será preciso estudar as dezenas ou mesmo centenas delas que existem num único aparelho, mas sim algumas que, conforme o local em que estiverem farão algo diferente porém sempre segundo o mesmo princípio.

Tudo isso significa que dentro de um rádio existem peças de uns poucos tipos denominadas resistores, capacitores, transistores, diodos, transformadores, etc, que, conforme o local que estiverem farão algo diferente porém segundo o mesmo princípio. Conhecer o que faz cada uma delas significa conhecer o funcionamento do rádio todo, e partir daí o domínio das técnicas de montagem, reparação e ajuste deste aparelhos.

O aprendizado de rádio pode então ser resumido em duas fases: conhecer a função das peças isoladamente e depois conhecer a sua função segundo a posição que ocupam no circuito do mesmo.

Este curso rápido de rádio que levamos ao leitor procurará ser objetivo nas duas fases, ensinando-lhe os fundamentos dos funcionamentos de peças e circuitos que lhe possibilitem entender como funcionam os rádios e como fazer seu conserto e ajuste.

2. As unidades elétricas

Um rádio funciona com eletricidade que pode ser fornecida por pilhas ou pela tomada vinda de uma usina. Se bem que não seja simples explicar o que é realmente esta eletricidade, o leitor pode ter uma ideia melhor do que acontece num rádio ou em qualquer outro circuito eletrônico em funcionamento, se pensar nesta forma de energia como sendo uma espécie de "fluido" muito tênue formado por milhões e milhões de minúsculas partículas denominadas elétrons que são capazes de se locomover através de determinados materiais **(figura 1)**

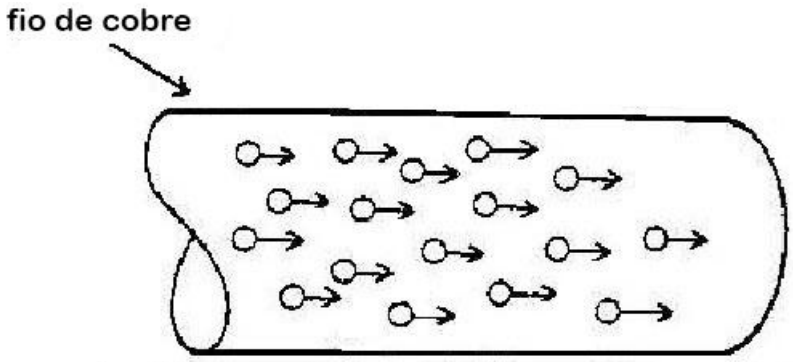


fig.1 corrente elétrica: milhões de elétrons percorrendo um fio

Estes materiais através dos quais estas partículas podem se locomover são justamente os usados para fazer os fios que transportam a eletricidade e muitas outras peças por onde a eletricidade deve passar.
Os fios condutores são feitos de cobre, alumínio, etc, porque estes materiais permitem que o fluido de que é formada a eletricidade os atravesse como facilidade.

Existem ainda materiais por onde a eletricidade pode passar, mas não sem encontrar alguma dificuldade. Estes materiais como o NICROMO também encontram aplicações práticas em eletricidade, pois são usados para se reduzir intencionalmente o fluxo de eletricidade oferecendo-lhe uma RESISTÊNCIA. E, finalmente existem os materiais através dos quais a eletricidade não pode passar de modo apreciável, sendo denominados estes de isolantes. São materiais isolantes o vidro, o plástico, o papel, a cerâmica, o ar, etc.

Mas, seguindo com nossas explicações, vemos que num radio, a eletricidade que é fornecida para sua alimentação não percorre um único caminho, mas sim divide-se em diversos fluxos os quais passam

por diversos materiais de que são formados os componentes. Cada fluxo tem uma intensidade diferente, conforme as exigências de cada componente, de modo que todo o conjunto funcione com harmonia. Esta harmonia de funcionamento é justamente a base de operação do rádio, harmonia que, se quebrada leva-o a uma operação anormal, ou mesmo parada completa.

Como dividir os fluxos de eletricidade entre os diversos componentes de um rádio?

Este é um problema que só pode ser resolvido de um modo: se houver possibilidade de se medir a eletricidade e os efeitos que os componentes podem ter na sua passagem. Isso significa que, o primeiro ponto importante para se entender como funcionam os aparelhos eletrônicos reside justamente na compreensão das medidas elétricas básicas.

Intensidade de corrente: o fluxo de eletricidade que se estabelece num fio elétrico é denominado corrente elétrica. Quando um fio está sendo percorrido pelas minúsculas partículas, de eletricidade que denominamos elétrons, dizemos que este fio está sendo percorrido por uma corrente elétrica. A quantidade de eletricidade que passa em cada segundo por este fio nos dá a intensidade desta corrente.

A intensidade de uma corrente elétrica tem uma medida denominada Ampère que é abreviada por A.

Unidade de corrente: ampère (A)

Assim, se um fio estiver sendo percorrido por uma corrente de lA e outro por uma corrente de 2A, o segundo estará sendo percorrido por duas vezes mais cargas elétricas ou elétrons em cada segundo.

Em eletrônica é comum expressar as correntes muito fracas por submúltiplos do ampère. Assim, em lugar de dizermos “milésimos de ampère” podemos simplesmente falar em miliampères ou abreviar isso por mA. Uma corrente de 5 mA é o mesmo que 0,005 A.

Para o caso de correntes de “milionésimos de ampère” podemos simplesmente falar em microampères e abreviar por µA. Uma corrente de 0,000.008 A pode ser expressa simplesmente como 8µA (**figura 2**).

Importante: a corrente não existe por si só, mas precisa de uma causa. Para que as cargas elétricas se movimentem no fio é preciso que uma força externa as empurre. Isso quer dizer que uma corrente só pode existir a partir do momento em que também existir uma causa. Esta causa denomina-se tensão elétrica.

Veja também que é errado falar que numa tomada existe “corren-

te". Uma corrente só existe quando há uma movimentação de eletricidade ou de cargas o que só ocorre quando ligamos alguma coisa a esta tomada. Numa tomada desligada não existe portanto corrente, mas sim tensão que explicaremos a seguir.

Tensão elétrica: a tensão elétrica é a causa da corrente, ou seja, a "força de natureza elétrica" que empurra as cargas num fio ou num aparelho quando o ligamos.

Esta força de natureza elétrica é medida em "volts" cuja abreviação é V.

representação de uma corrente fig. 2

Unidade de tensão: volt (V)

São os "volts" e uma tomada que empurram os elétrons por um fio ou por um aparelho estabelecendo assim uma corrente elétrica. A tensão é a causa e a corrente é o efeito.

Se numa tomada existir uma tensão de 220V e noutra 110V, ao ligarmos uma lâmpada de 110V na tomada de 220V, sendo a "força" que empurra os elétrons muito maior, maior também será a intensidade da corrente e portanto ocorre a queima de lâmpada **(figura 3).**

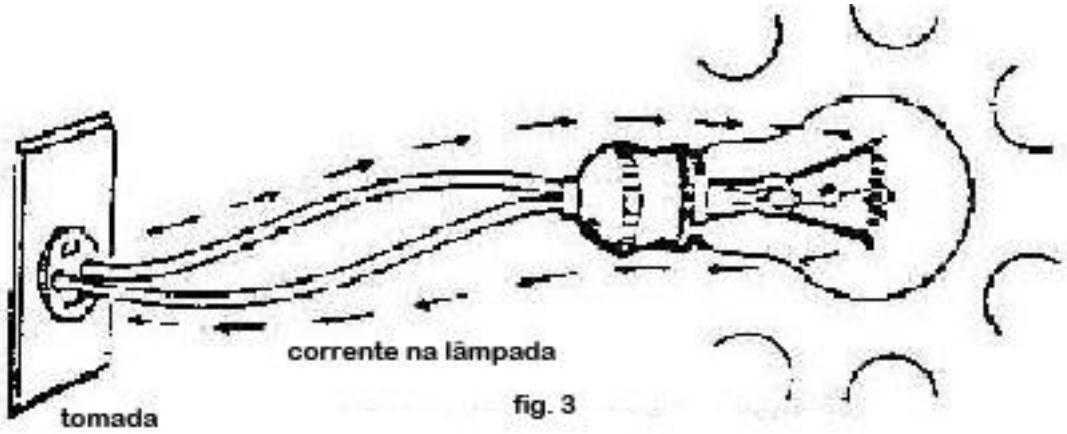


fig. 3

Os submúltiplos do volt também são usados. Temos então a maneira de expressar milésimos de volt por milivolts (mV) e milionésimos de volt por microvolts (µV).

0.001 V = 1 mV (lê-se um milivolt)

0,000001 V = 1 µV (lê-se um micro volt)

Resistência elétrica: quando uma corrente elétrica percorre determinados materiais ela pode encontrar uma certa dificuldade. Esta dificuldade é denominada “resistência” e depende fundamentalmente do material e do formato do corpo por onde a corrente deve circular.

A resistência elétrica pode então ser definida como uma “oposição à passagem da corrente” sendo medida em uma unidade denominada OHM cuja abreviação é a letra grega Ω (ômega).

Para as resistências encontramos com frequência a expressão de valores em múltiplos do ohm.

Assim, em lugar de usarmos “milhares de ohms” empregamos o prefixo “quilo” ou abreviadamente “k”.

Uma resistência de 22.000 ohms pode então ser expressa como 22 quilohms ou simplesmente 22k.

Para “milhões de ohms” usamos o prefixo “mega” ou abreviadamente “M”. Uma resistência de 4.700.000 ohms pode então ser expressa como 4,7 megohms ou ainda 4,7M.

Potência elétrica: a quantidade de energia elétrica que um aparelho pode fornecer ou consome em cada segundo é dada pela sua, potência. Para um rádio, a potência pode indicar tanto o seu consumo de energia como a quantidade de som que ele apresenta em seu alto falante. Para componentes como urna lâmpada ou uma resistência esta potência pode indicar também a quantidade de eletricidade ou energia elétrica que ele converte em luz ou calor (**figura 4**).

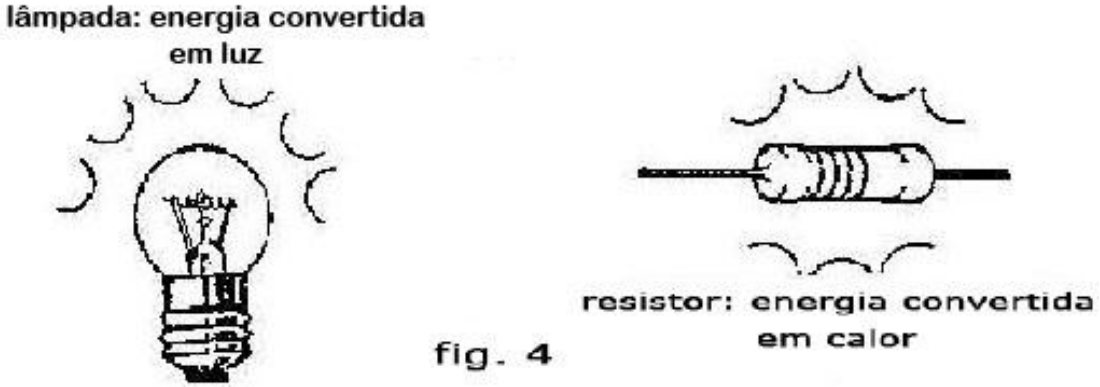


fig. 4

A unidade de potência elétrica é o "Watt" cuja abreviação é “W”.

Também no caso do watt podemos usar seus múltiplos e submúltiplos. Para expressar milésimos de watt usamos então o “miliwat” cuja abreviação é “mW” e para expressar milhares de watts usamos o “quílowatt” cuja abreviação é “kW”.

Estas são as unidades básicas que o leitor deve conhecer, assim como seu significado, procurando nunca fazer confusões com o modo de sua aplicação. Outras unidades serão vistas associadas a determina-

dos componentes, no momento em que estes forem estudados. Por enquanto daremos um pequeno quadro em que as 4 unidades estudadas serão reunidas.

Grandeza	Unidade	Abreviação
Corrente elétrica	Ampère	A
Tensão elétrica	volt	V
Resistência elétrica	ohm	Ω
Potência elétrica	watt	W

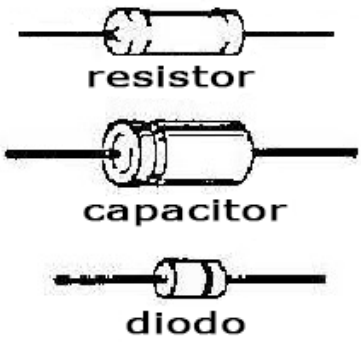
3. Os componentes básicos

Conforme falamos na introdução, os aparelhos eletrônicos usam uma grande quantidade de componentes, mas que se repetem quanto à função. Isso quer dizer que não precisamos estudar separadamente to- dos os componentes de um radio, mas podemos separá-los em grupos que realizam determinadas funções.

Na nossa divisão analisaremos os componentes tendo em observação um fator importante que é a capacidade de ampliação de correntes elétricas.

O rádio moderno só é possível graças à existência de determina- dos componentes que têm a capacidade de aumentar a intensidade de um sinal muito fraco corno o que chega até seu rádio ao ponto dele poder depois excitar um alto-falante. Estes componentes são denominados componentes ativos e neles temos as válvulas, os transistores, etc.

Ao lado destes componentes temos os que simplesmente "aju- dam" as válvulas e transistores a funcionar convenientemente, oferecendo-lhes as correntes nas intensidades que eles precisam para funcionar, modificando o modo como as correntes devem ser entre- gues, que são os componentes denominados passivos. Neste grupo te- mos os resistores, os capacitores, os diodos, etc. (figura 5).



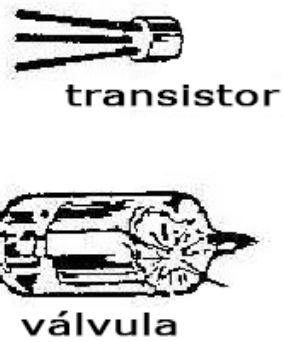


fig. 5

4. Os resistores

Os resistores são sem dúvidas os componentes mais comuns em todos os aparelhos eletrônicos porque aparecem nos circuitos em maior quantidade.

Um resistor nada mais é do que um componente cuja finalidade é oferecer uma resistência à passagem da corrente, Quando precisarmos reduzir propositalmente uma corrente ou uma tensão para um valor que determinado componente precise para funcionar usamos resistores, Nos circuitos eletrônicos os resistores são, portanto usados na "polarização" de determinados componentes.

Nos aparelhos eletrônicos, as resistências que os resistores apresentam situam-se numa faixa de valores muito grande. Temos então, resistores de resistência tão pequenas como 0,1 ohm até resistores de resistências tão grande como 22.000.000 ohms. Veja entretanto, o leitor que; observando um resistor de 0,1ohm e um de 22.000.000 ohms não dará para perceber qual é um e qual é outro se não houve marcação de seu valor, pois em tamanho físico e aparência eles são iguais!

Os resistores usados nos aparelhos eletrônicos podem ser de dois tipos:

a) resistores de carvão ou carbono em que o elemento que oferece dificuldade a passagem da corrente, ou seja, o material responsável pela "resistência" é uma película de grafite, cujo aspecto é mostrado na figura *6.* Estes resistores são usados para operar com correntes fracas, ou seja, quando a passagem de corrente não causar um aquecimento excessivo do componente.

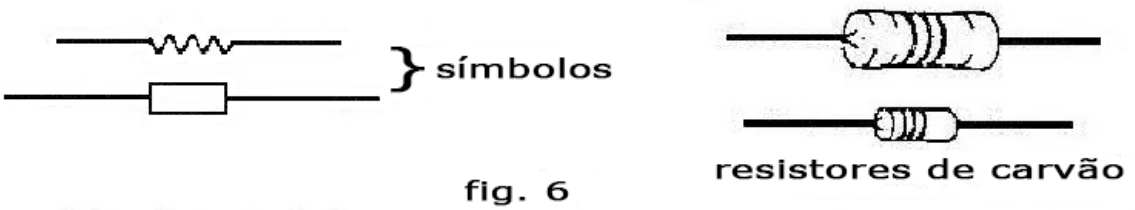


fig. 6

b) resistores de fio em que o elemento responsável pela resistência é um fio metálico· normalmente de níquel com cromo (nicromo) e que são bem maiores já que são usados nos casos em que as correntes que passam pelos mesmos soa mais intensas gerando maior quantidade de calor. A figura 7 mostra os aspectos destes resístores.

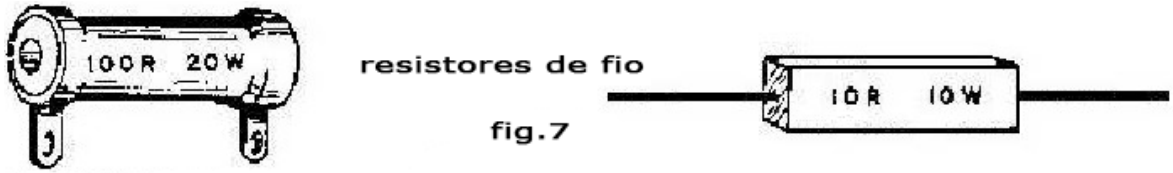


fig.7

Quando observamos um resistor para sua troca num aparelho ou para uma montagem devemos procurar três tipos de indicações que nos dizem o que ele faz e o que ele pode fazer num circuito.

Temos então três especificações para os resistores comuns:

a) Sua resistência que é dada em ohms.

Nos resistores de fio, que são maiores em tamanho, e em alguns tipos antigos de resistores de carbono ou carvão a resistência é gravada diretamente no corpo do componente.

Nos resistores de carvão menores, a gravação de seu valor diretamente no corpo do componente oferece dificuldades aos fabricantes. Por este motivo, para dar o valor deste componente utiliza-se um código de cores, em que o número que expressa a sua resistência em ohms e determinado pelas cores dos anéis que existem no corpo do componente conforme mostra a figura 8.

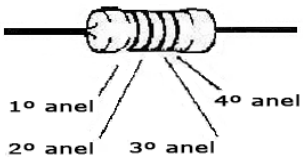


fig. 8

Nesta figura o leitor vê que um resistor pode ter 3 ou 4 anéis coloridos cuja ordem é dada a partir do extremo em direção ao meio. Para os resistores de 4 anéis apenas os três primeiros indicam a sua resistência, sendo o quarto usado para uma outra especificação que veremos seguidamente.

O código de cores para 1eitura dos valores dos resistores é então o seguinte:

primeiro anel: primeiro algarismo da resistência

segundo anel: segundo algarismo da resistência

terceiro anel: fator de multiplicação ou número de zeros que deve ser acrescentado às duas primeiras leituras.

	Primeiro anel	**Segundo anel**	**Terceiro anel**
preto	0	0	-
marrom	1	1	10
vermelho	2	2	100
laranja	3	3	1.000
amarelo	4	4	10.000
verde	5	5	100.000
azul	6	6	1.000.000
violeta	7	7	-
cinza	8	8	-
branco	9	9	-
prata	-	-	0,01
ouro	-	-	0,1

Exemplo: temos um resistor cujas cores dos anéis são: amarelo, violeta e vermelho.

O primeiro anel nos dá o valor 4.

O segundo anel nos dá o valor 7.

O primeiro e o segundo anel formam então o valor 47.

O terceiro anel, vermelho, nos dá como fator de multiplicação "100" ou diz que devemos acrescentar dois zeros ao valor formado pelos dois primeiros anéis.

Temos então 4.700, ou seja, 4.700 ohms. Trata-se, portanto, de um resistor de 4.700 ohms ou 4,7k.

b) Sua tolerância dada em %

Não é possível fabricar um resistor com um valor exato. Assim, sempre existe uma diferença entre o valor real que o resistor apresenta de resistência quando colocado num aparelho e o valor marcado em seu corpo. Como a maioria dos aparelhos admite uma certa variação, isso não causa qualquer problema de funcionamento aos mesmos.

Esta variação ou tolerância é expressa nos resistores do seguinte modo:

- Marcada diretamente nos resistores de fio
- 20% nos resistores que só tiverem três anéis
- Dada pela seguinte tabela nos resistores de 4 anéis.

quarto anel: prata: 10% ouro: 5% vermelho: 2%

Um resistor de 100 ohms que tenha 10% de tolerância (quarto anel prateado) pode na realidade apresentar resistências reais entre 90 e 110 ohms sem que isso signifique que ele esteja "queimado".

Observe leitor, que, os resistores por apresentarem valores entre 01 e 22.000.000 ohm que é uma faixa muito ampla não precisam ser fabricados em todos os valores existentes. Assim, somente certos valores padronizados são fabricados já que se admite uma certa tolerância.

Podemos perfeitamente usar resistores de 100 ohms num circuito em que o valor calculado como ideal seja 98 ohms ou mesmo 105 ohms.

Os valores padronizados são dados por séries, e estes são reproduzidos em duas delas, a seguir:

a) 20%

10 15 22 33 47 68

b) 10%

10 12 15 18 22 27 33 39 47 56 68 82

Isso quer dizer que não podemos encontrar no comércio resistores de 480 ohms x 10% mas tão somente do valor próximo padronizado que é 470 ohms.

c) Sua dissipação dada em watts

Os resistores convertem energia elétrica em calor. Isso significa

que a passagem de uma corrente por um resistor é acompanhada por uma elevação de sua temperatura. Se o resistor não puder transferir o calor gerado pra o ar, sua temperatura atingirá valores muito altos que podem causar sua destruição ou "queima".

O fator principal que influi na capacidade de dissipação de um resistor é o seu tamanho.

Os resistores de carvão são fabricados para pequenas potências de dissipação, normalmente na faixa do 1/8 W a 2 W, conforme mostra a figura 9.

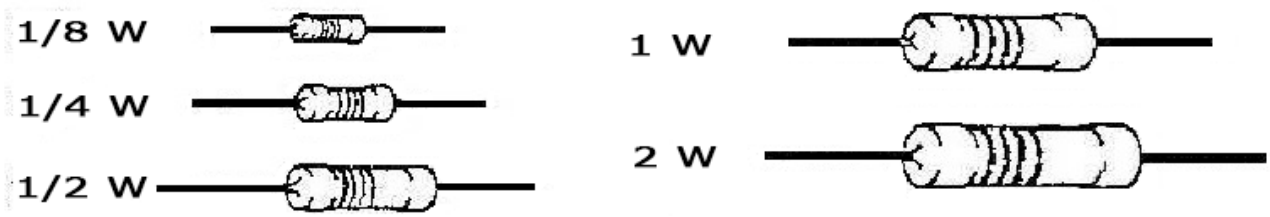
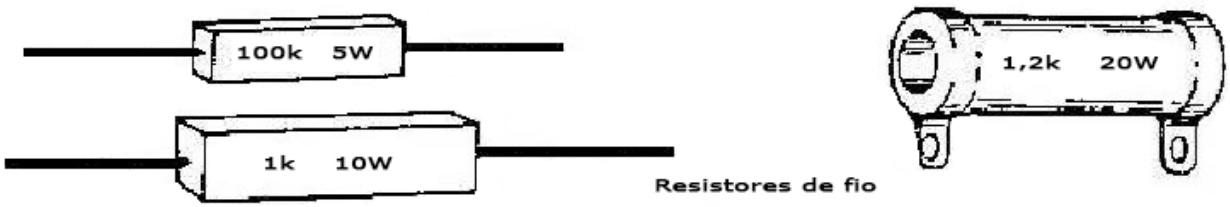


fig. 9

1.

Os resistores de fio, por outro lado são recomendados para dissipacões maiores normalmente na faixa dos 4 aos 100 W, conforme mostra a figura 10.



Resistores de fio

fig. 10

Veja que a potência de um resistor ou sua dissipação nada tem a ver com sua resistência. Podemos ter resistores "pequenos" como 10 ohms dissipando 10 ou mais watts, como resistores "grandes" como 10.000 ohms dissipando igualmente 10 ou mais watts e, portanto apresentando o mesmo tamanho, mesma aparência, etc.

Como trocar resistores ou prová-los:

Nos rádios comuns, os resistores normalmente precisam ser substituídos quando deixam de apresentar a resistência que vem marcada em seu invólucro. A alteração de sua resistência pode ser devida a diversos fatores.

Os resistores podem ter seus valores alterados simplesmente em decorrência do tempo de uso ocorrendo então um aumento excessivo de sua resistência, ou ainda sofrerem sobrecargas caso em que os mesmos depois de terem seus valores aumentados, acabam por "abrir", ou seja, queimam-se totalmente. Os resistores, nestas condições, podem ser facilmente identificados num circuito em vista de seu aspecto enegrecido (figura 11).

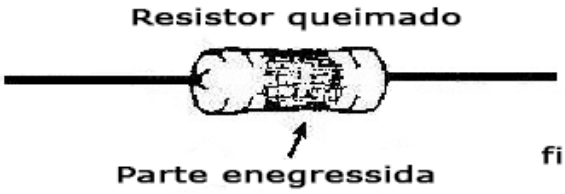


fig. 11

A troca de um resistor "suspeito" por outro deve ser feita com cuidado para se garantir que um rádio venha funcionar exatamente como antes. São os seguintes os cuidados que o técnico deve observar:

a) O resistor substituído deve ter o mesmo valor que o original, ou seja, deve apresentar a mesma resistência.

b) dissipação do resistor, ou seja, seu tamanho, deve ser igual ou maior que o original, Pode-se por exemplo, substituir um resistor de 1W por um de 2W mas nunca um de 2W por um de 1 W, pois o menor não teria condições de dissipar aquela potência.

e) O tipo de resistor deve ser mantido: troca-se sempre um resistor de fio por um de fio e um de carbono por um de carbono.

5. Resistores ajustáveis

Existem casos em que a resistência exata que um resistor deve apresentar ao circuito só pode ser determinada por meio de ajustes.

Neste caso não é possível colocar um resistor fixo no circuito, pois não se pode determinar exatamente quantos ohms ele deve ter, com antecedência.

Para estes casos o que se faz é utilizar resistores do tipo ajustável, conforme mostra a **figura 12** os quais podem ter sua resistência modificada em função da posição de um cursor. Nesta mesma figura aparece o símbolo usado para representar nos diagramas este componente.

Os resistores ajustáveis do tipo indicado normalmente são de fio, e aparecem com mais frequência nos aparelhos antigos.

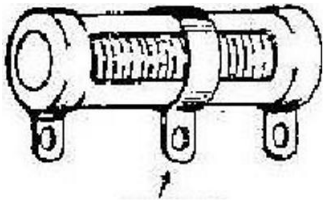


fig. 12

6. Trimpots

Um outro tipo de resistor variável é o denominado trim-pot, Resistor variável porque seu valor depende da posição de um cursor, este facilmente movimentado por meio de um eixo.

Na **figura 13** temos o aspecto de um trim-pot comum e o seu símbolo. Este é feito com uma tira semi circular de grafite sobre a qual corre um cursor.

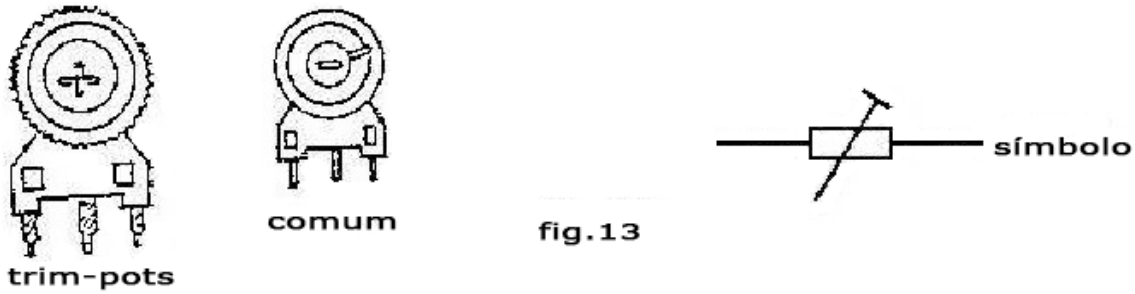


fig.13

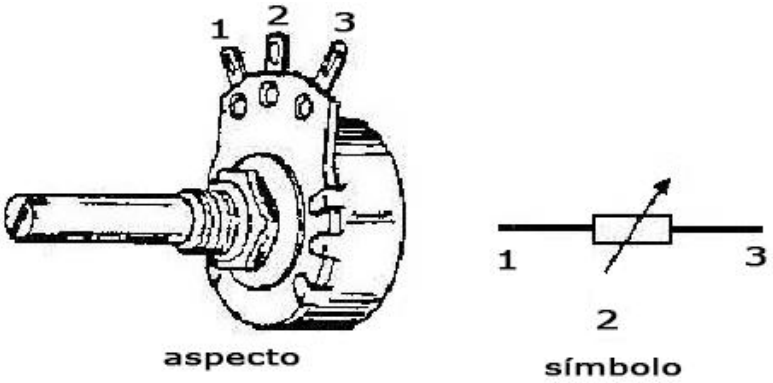
Conforme a posição deste cursor o trím-pot pode apresentar uma certa resistência. Veja que este componente apresenta três terminais de ligação que em muitos circuitos são usados na totalidade. Em outros casos podem ser aproveitados na ligação do trím-pot apenas dois terminais.

Os trim-pot são normalmente empregados nos circuitos de ajustes de diversos tipos de aparelhos de radio, em amplificadores, etc.

7. Potenciômetros

Os potenciômetros são resistores variáveis cujo aspecto e símbolo são mostrados na **figura 14**.

fig. 14



Estes são formados ou por uma tira de grafite (potenciômetros de carvão) ou por uma bobina de fio de nicromo (potenciômetro de fio) sobre a qual corre um cursor que faz contacto com seu terminal central.

Conforme a posição do cursor que é preso a um eixo este componente apresentará entre seus três terminais uma resistência,

Nos aparelhos de radio e em muitos outros os potenciômetros são usados no controle de volume, no controle de tonalidade e em outras funções que se exige uma ação externa sobre o circuito. Os potenciômetros são, portanto, elementos de controle dos circuitos eletrônicos.

Os potenciômetros são fixados nos aparelhos de varias maneiras. Os potenciômetros pequenos, usados nos rádios portáteis e outros aparelhos de dimensões reduzidas podem ser soldados diretamente nos circuitos por meio de seus fios terminais enquanto que os potenciômetros maiores são presos por meio de uma porca que se enrosca numa bucha existente no seu próprio eixo.

Os potenciômetros e os trim-pots são vendidos em valores que representam a resistência máxima que se pode obter dele no ajuste.

Assim, um potenciômetro ou trim-pot de 100k (100.000 ohms) é um potenciômetro cuja resistência pode ser ajustada entre qualquer valor situado entre 0 e 100.000 ohms.

Um problema que apresentam os potenciômetros nos aparelhos eletrônicos, principalmente rádios é o ruído que geram quando entra sujeira no seu elemento sensível e o cursor não faz bom contacto com ele. Ao girar o controle de volume o radio dá fortes estalidos que aparecem no alto-falante de modo desagradável. Este problema pode ser facilmente eliminado com a troca do potenciômetro.

Os potenciômetros como os resistores também podem queimar-se caso em que, nos rádios, se estes forem os controles de volume fará com que o som tenha seu volume reduzido e distorcido.

8. Símbolos

Os diversos tipos de resistores que vimos têm representações diferentes conforme deve-ter percebido o leitor. O que ocorre é que na representação de um aparelho de radio, por exemplo, é muito difícil desenhar peça por peça na disposição real pelo que adota-se uma espécie de representação em que *os* componentes tem seus aspectos reais substituídos por símbolos. Obtém-se deste modo um diagrama esquemático do aparelho ou simplesmente "esquema", Por meio deste esquema, conhecendo-se a simbologia adotada para representar os componentes pode-se com facilidade saber o que existe num radio, como estão ligados todas as suas peças e isso com muito maior facilidade.

Na **figura 15** damos alguns outros símbolos que são adotados nos esquemas e que o leitor deve conhecer.

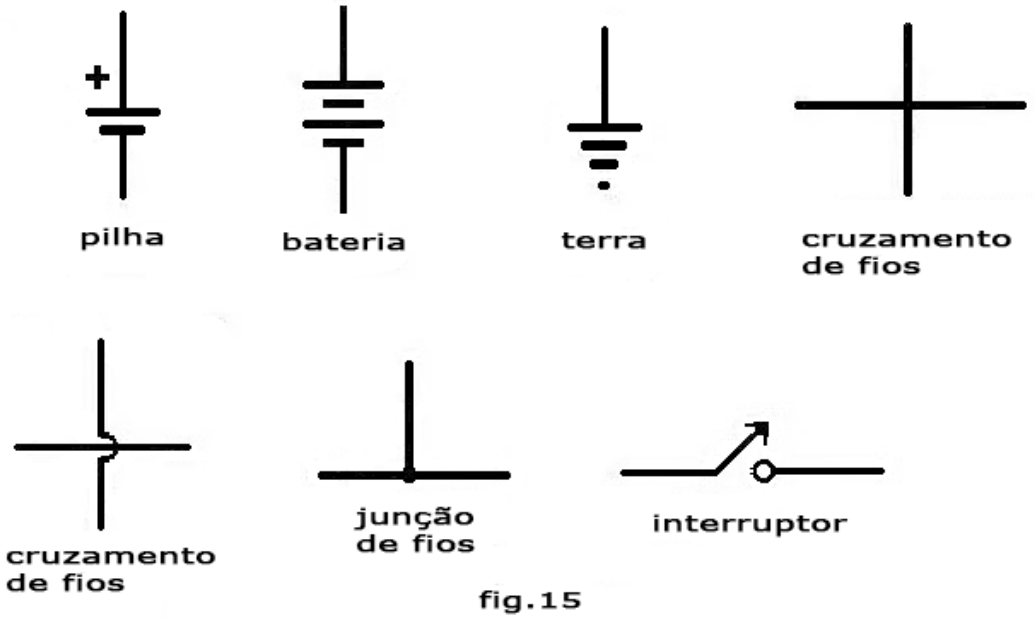


fig.15

Analisamos alguns destes símbolos e seu significado:

a) Bateria: os traços paralelos representam baterias que podem ser desde uma única pilha comum até a ligação conjunta de várias pilhas. São as fontes de energia dos aparelhos. Veja que no símbolo destas baterias temos a indicação de sua polaridade, ou seja, o polo positivo (+) e o polo negativa (-) que sempre devem ser obedecidos na sua ligação, pois determinam o sentido de circulação das correntes no radio. Nestas baterias aparecem também as indicações da tensão que devem fornecer.

Veja que não aparece normalmente a indicação de corrente, pois esta é uma grandeza variável. A corrente que circula num circuito normalmente tem sua intensidade alterada pelas suas exigências de potência, ou seja, pelo volume do alto-falante num rádio, etc.

b) ligação à terra: muitos circuitos para funcionarem perfeitamente precisam ter uma conexão à terra, ou seja, devem ter um meio de ligação que vá ao solo quer seja por meio do encanamento de água, por meio do polo neutro da tomada ou ainda por uma barra enterrada profundamente no solo (**figura 16**).

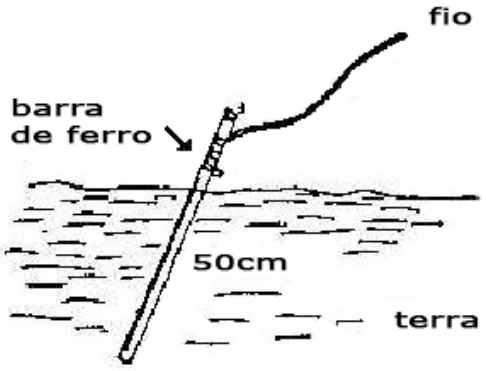


fig. 16

Esta ligação à terra é especialmente importante nos rádios pouco sensíveis ou quando se desejar o máximo de seu rendimento na escuta de estações distantes ou muito fracas.

e) cruzamento de fios: os cruzamentos de fios sem contactos são representados das maneiras mostradas na figura.Veja que os fios passam um pelo outro sem fazer contacto elétrico. Veja que esta representação difere do caso dos fios se unirem numa conexão caso em que há um ponto para indicar este fato.

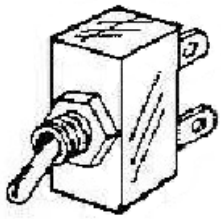
9. Interuptores

Os interruptores são componentes destinados a ligar e desligar a alimentação de um aparelho. Na **figura 17** damos os aspectos mais comuns para estes componentes assim como seu símbolo.

fig. 17

símbolo

interruptor



Nos rádios os interruptores normalmente são conjugados aos potenciômetros, ou seja, o mesmo eixo que permite controlar o volume do radio permite também que sua fonte de energia seja ligada ou desligada, na **figura 18** damos o aspecto de um potenciômetro com chave, ou seja, um potenciômetro que possui incorporado um interruptor para ligar e desligar a alimentação do aparelho em que ele estiver.

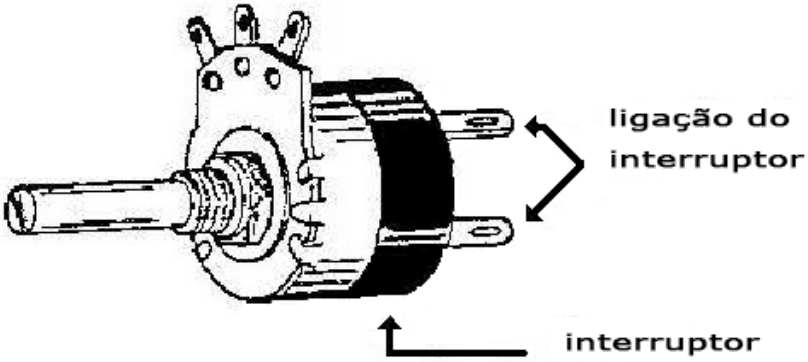


fig. 18

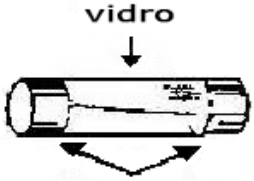
10 Fusíveis

Os fusíveis são elementos de proteção dos aparelhos eletrônicos, aparecendo normalmente nos rádios que são alimentados pela rede ou em rádios de automóvel que são aparelhos em que, em vista ela grande disponibilidade de corrente da fonte que os alimenta em caso de curto-circuito podem ocorrer dissipações de potência perigosas que causam a queima de muitos componentes.

Os fusíveis usados em rádio diferem dos fusíveis usados nas instalações elétricas domiciliares tanto em tamanho como em corrente. Os fusíveis usados nos rádios rompem-se com corrente de até uns poucos ampéres, sendo formados por um pequeno tubo de vidro, conforme mostra a figura 19. Nesta mesma figura temos o símbolo adotado para representar este componente.

símbolo

fig. 19



A corrente especificada para um fusível independe da tensão em que ele funcione. Por exemplo, um fusível marcado com “1” é um fusível que desliga o circuito em caso de problemas quando a corrente atinge um valor de 1A quer seja ele alimentado com 6, 12 V ou qualquer outra tensão.

Os fusíveis são normalmente montados em suportes de rosca ou de encaixe que facilitam sua rápida substituição em caso de necessidade.

Na substituição de um fusível deve-se sempre observar sua corrente de operação sendo o fusível colocado especificado para a mesma corrente do fusível substituído.

11. lâmpadas indicadoras

Os rádios de mesa e os rádios de automóvel possuem pequenas lâmpadas indicadoras que acendem quando o aparelho é ligado e que ao mesmo tempo servem para iluminar sua escala.

Estas lâmpadas são formadas por pequenos bulbos de vidro no interior do qual não há ar e existe um fino filamento de tungstênio.

Na **figura 20** mostramos algumas dessas lâmpadas com o seu símbolo. Veja que estas podem apresentar dois tipos de base e segunda elas será seu encaixe no aparelho. As bases podem ser de “rosca” e “baioneta”.

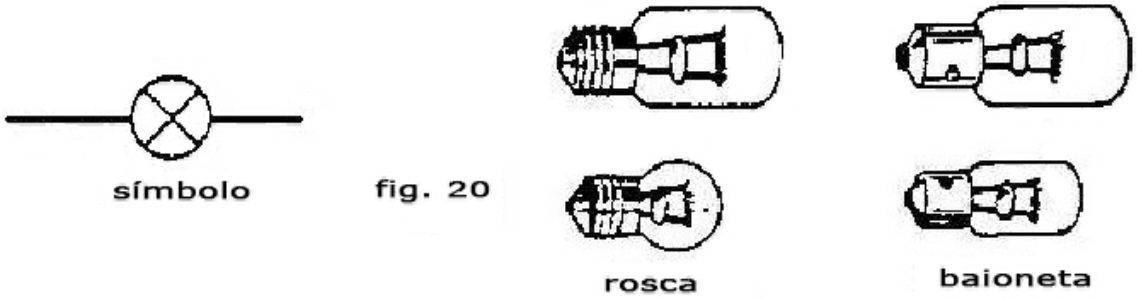


fig. 20

As características principais que devem ser observadas na utilização de uma lâmpada indicadora é a sua tensão de operação, vindo a seguir a corrente.

A tensão é vital, devendo ser sempre observada. Existem lâmpadas de 3, 4, 5, 6, 9 e 12 V para a maioria dos aparelhos.

A corrente é importante quando existe limitação da capacidade da fonte de alimentação ou quando lâmpadas são ligadas em conjunto num aparelho. Neste caso a corrente deve ser rigorosamente observada.

As lâmpadas indicadoras apresentam somente um tipo de defeito; queimam. Isso acontece por diversos motivos como por exemplo, sobrecarga, entrada de ar no bulbo, quebra, etc.

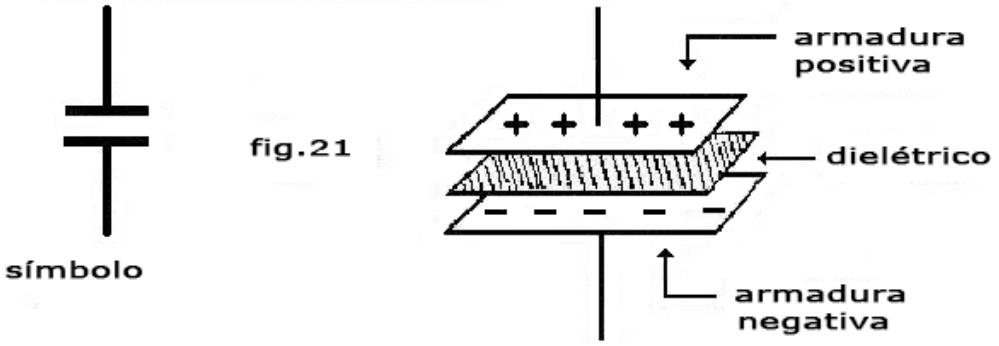
12. Capacitores

Depois dos resistores, os componentes que mais aparecem nos equipamentos eletrônicos e, portanto também de radio são os capacitores, chamados por: alguns, erroneamente de "condensadores".

Os capacitores tem por função “armazenar eletricidade”, ou seja, são dispositivos que armazenam cargas elétricas.

Como existem diversos tipos de capacitores, também existem dí-

versos símbolos para sua representação. Assim, para explicar o funcionamento básico, partimos do capacitor comum, o capacitor fixo cujo símbolo é mostrado na **figura 21**.



Este capacitor é mostrado, também na mesma figura em sua construção. Ele é formado por duas placas paralelas de materiais condutores denominadas "armaduras". Entre elas é colocado um material isolante denominado "dielétrico", A natureza do dielétrico geralmente da nome ao capacitor. Assim, um capacitor de mica é um capacitor em que o material isolante que forma o dielétrico é uma folha de mica.

Os capacitares apresentam nos circuitos eletrônicos propriedades importantes dentre as quais destacamos a seguinte: eles permitem a passagem de correntes que correspondam a "sinais", ou seja, sons e ondas de radio, mas bloqueiam as correntes de alimentação, Com eles podemos então fazer a separação dos dois tipos de correntes.

A capacidade de funcionar como um reservatório de eletricidade de um capacitor permite também sua utilização como filtros.

Quando carregado um capacitar sempre apresenta uma armadura positiva e a outra negativa.

Os capacitores encontrados nos aparelhos de rádio podem ser de diversos tipos exercendo, entretanto, as mesmas funções básicas:

a) capacitores de papel: estes são formados por duas tiras de alumínio que fazem as vezes de armadura e entre elas como material isolante formador do dielétrico temos uma tira de papel. O conjunto das três tiras é então enrolado de modo a formar uma estrutura tubular.

Estes capacitores por este motivo também são chamados de "tubulares". Na **figura 22** ternos o aspecto de um capacitar deste tipo assim como a sua estrutura interna.

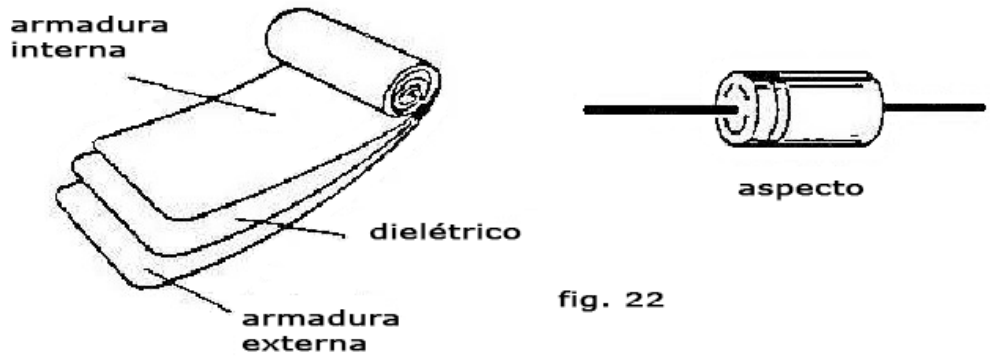


fig. 22

Estes capacitores são usados nos aparelhos de rádio mais antigo no desacoplamento de válvulas, ou seja, para desviar para a terra sinais indesejáveis de baixas frequências, ou então para transportar sinais de baixas frequências.

b) capacitores a óleo: estes têm a mesma estrutura dos capacitores de papel com a diferença de que a tira de papel que forma o dielétrico é impregnado de um óleo especial que lhe dá características elétricas um pouco diferentes dos capacitores de papel.

c) capacitores de mica: estes são formados por elementos metálicos que são as armaduras entre as quais existe uma folha de mica que é o dielétrico. Da espessura desta folha de mica depende as características do capacitor e como esta não pode ser dobrada nem enrolada pois a mica é quebradiça, os capacitares deste tipo não podem ser de estrutura tubular **(figura 23)**.

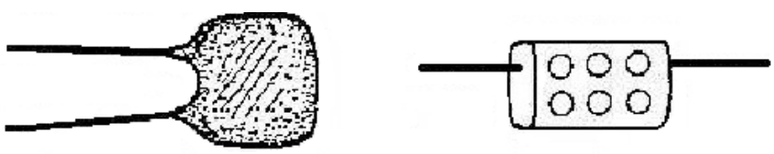


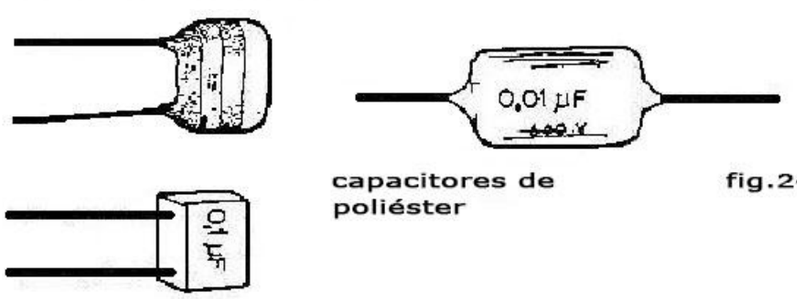
fig. 23

capacitores de mica

Os capacitores de mica são usados nos circuitos de altas frequências de rádios em vista de sua grande estabilidade e precisão.

d) capacitores de poliéster: o poliéster é uma espécie de plástico de características elétricas que permitem a obtenção de capacitores.

Na **fígura 24** temos alguns tipos de capacitores de poliéster que podem ser encontradas nos circuitos de rádios e outros aparelhos. Conforme o leitor verá, os valores de alguns capacitores deste tipo são dados por faixas coloridas que seguem uma codificação semelhante a usada para identificar resistores.

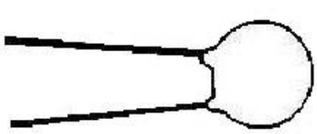


capacitores de poliéster

fig.24

e) capacitores cerâmicos: estes possuem como dielétrico a cerâmica podendo apresentar diversos tipos de construção.

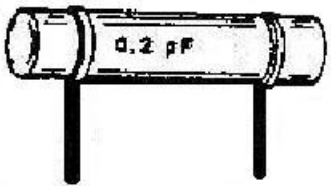
Na **figura 25** temos um tipo de disco em que as armaduras metálicas são finas películas condutores depositados numa base de cerâmica.



capacitor de disco de cerâmica

fig. 25

Na **figura 26** temos um capacitor tubular de cerâmica em que na parte interna e externa de um tubo deste material são depositados elementos metálicos que formam as armaduras.



capacitor tubular de cerâmica

fig.26

f) capacitores eletrolíticos: estes são obtidos pela deposição num eletrodo metálico de uma finíssima camada de óxido de alumínio que é o dielétrico. Uma das armaduras é o eletrodo de metal onde a camada é depositada e a outra armadura um líquido condutor que banha a camada de óxido. Estes componentes cujo aspecto e símbolo são mostrados na **figura 27** são polarizados, isto e, tem um polo positivo e um negativo que devem ser sempre obedecidos na sua ligação.

Uma das armaduras sempre deve admitir carga positiva, a outra negativa, se estas cargas forem invertidas o capacitor pode estragar-se.

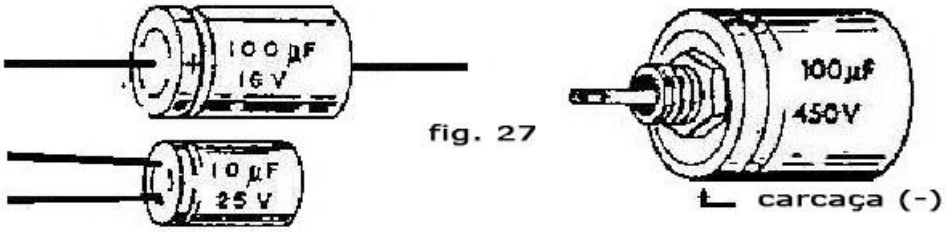


fig. 27

Como no caso dos resistores, para os capacitores temos medidas que devem ser feitas. Assim, são as seguintes as especificações dos capacitores

Capacitância ou capacidade é a medida da quantidade de carga elétrica que um capacitor pode armazenar. A unidade de capacitância é denominada Farad, mas como esta é muito grande para ser usada nos pequenos capacitores encontrados nos aparelhos de rádio, estes são expressos em seus valores por diversos de seus submúltiplos.

Temos então os seguintes submúltiplos para o Farad:

Microfarad (µF) que equivale à milésima parte do Farad ou ainda 0,000.001 F.

Nanofarad (nF) que equivale à milésima parte do microfarad ou 0,001 µF ou ainda 0,000.000.001 F.

Picofarad (pF) que equivale à milésima parte do nanofarad ou a milionésima parte do microfarad ou ainda 0,000.000.000.001 F.

Este último submúltiplo, o picofarad também é conhecido como micro microfarad, abreviadamente (µµF).

Um dos problemas que o técnico tem às vezes na substituição de um capacitor é fazer a conversão de uma unidade para outra já que, capacitores como o mesmo valor podem ter estes valores expressos de modo diferente. Como então saber que 10 nF é o mesmo que 0,01 e que 2 nF é o mesmo que 2.000 pf ?

Damos a seguir uma pequena tabela de conversão de capacitâncias que pode ser de grande utilidade para o leitor na leitura de valores

de capacitores:

Para converter	em	Multiplique por
µF	nF	1.000
µF	pF	1.000.000
nF	pF	1.000
nF	µF	0,000.1
pF	µF	0,000.001
pF	nF	0,001

A capacitância que apresenta um capacitor depende de diversos fatores como por exemplo o tamanho das armaduras, a espessura e o tipo do dielétrico, etc.

Isso significa que para cada tipo de capacitor temos uma faixa de valores de fabricação. Do mesmo modo, o material do dielétrico também influi na sua utilização no rádio.

Os capacitores de cerâmica são então encontrados com valores que se situam entre 0,5 pF e 0,1 µF. Os- capacitores de políester podem ser encontrados entre valores de 1 nF a 2,2 pF, e finalmente os capacitores eletrolíticos podem ser encontrados com valores situados entre 1 µF e 22.000 µF.

Tensão de Trabalho

A tensão de trabalho é a segunda especificação encontrada num capacitor (**figura 28**) Esta especificação é importante porque indica o valor máximo da tensão a que pode ser submetido o capacitor sem haver perigo para sua integridade, ou seja trata-se da tensão ou voltagem máxima em que pode ser ligado o capacitor sem que haja perigo de seu dielétrico romper-se e ele queimar-se.

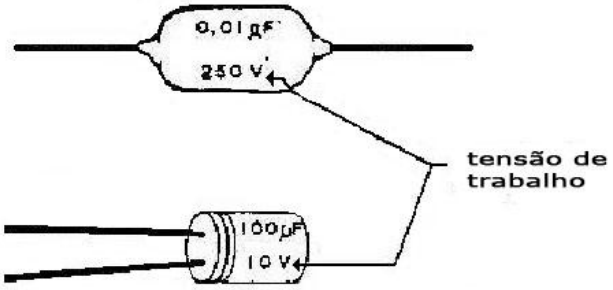


fig. 28

Os capacitores comuns podem ser especificados com tensões situadas entre alguns volts até milhares de volts dependendo de sua aplicação.

Ao usar um capacitor, o leitor deve ter em mente então o valor da capacitância que deve ser exatamente o exigido no projeto e a tensão de trabalho que deve ser igual ou maior que a original.

Num circuito de 12V de alimentação podemos usar um capacitor com 16V de t ensão de trabalho ou mesmo de 25V, pois estes valores

são maiores, que a tensão que aparecerá no componente, mas nunca num circuito de 25V usar um capacitor de 16V pois neste caso ele não suportará a tensão e queimará.

Os capacitores cerâmicos podem ser encontrados com tensões de trabalho que vão desde 25V até 2 500 V ou mais, dependendo de sua aplicação. (A tensão que o capacitor suporta é determinada pela espessura do dielétrico, daí serem os capacitores de maior tensão, maiores em tamanho que às de mesmo valor, para menores tensões).

Os capacitores de poliéster podem ser encontrados na faixa de tensão que vai dos 250V aos 600 V.

Os eletrolíticos tem uma faixa de tensão situada entre 3 e 600V.

Tolerância

Do mesmo modo que os resistores, os capacitores podem ter indicada uma tolerância que indica a diferença que pode existir entre o valor marcado no capacitor e a capacitância que ele realmente apresenta quando ligado a um circuito.

Os capacitores apresentam em alguns casos tolerâncias muito maiores que os resistores podendo os valores chegar em alguns casos até a 50% sem que isso signifique comprometimento do funcionamento dos circuitos em que eles operam.

Os códigos de cores

Os valores dos capacitores podem ser dados por códigos de cores também, no caso específico dos capacitores de poliéster metalizado que são os mais comuns nos nossos rádios (**figura 29**).

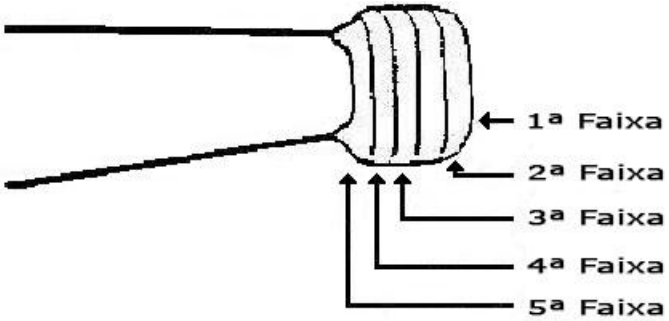


fig. 29

Estes capacitores possuem 5 faixas coloridas que servem para indicar seu valor, a tolerância e a tensão de trabalho.

Vejamos como se processa a interpretação destas faixas coloridas a partir do código dado pela tabela abaixo:

a) primeira e segunda faixas: estas fornecem o primeiro e segundo algarismos do valor da capacitância em picofarads (pF)

Preto	0	Verde	5
Marrom	1	Azul	6
Vermelho	2	Violeta	7
Laranja	3	Cinza	8
Amarelo	4	Branco	9

b) terceira faixa: fornece o fator de multiplicação ou número de zeros que deve ser acrescentado ao número formado pelas duas primeiras faixas.

Marrom	0	Amarelo	0000
Vermelho	00	Verde	00000
Laranja	000		

c) Tolerância é dada pela quarta faixa do seguinte modo:

Preto 20% Branco 10%

d) Quarta faixa - esta fornece a tensão de trabalho:

Vermelho: 250V Amarelo: 400V Azul: 630V

Exemplo: um capacitor de poliéster metalizado tem as cores mostradas na **figura 30**: amarelo, violeta, vermelho, branco, vermelho.

Quais são as suas especificações?

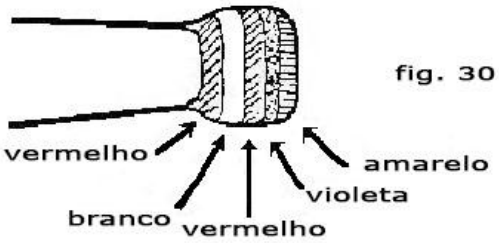


fig. 30

Os dois primeiros anéis nos dão os algarismos da capacitância:

amarelo: 4 violeta: 7

O terceiro anel o fator de multiplicação: 00

Obtemos então a capacitância que é 4700 pF ou 4, 7 nF.

O quarto anel nos dá a tolerância que é de 10% e o último anel nos diz que este capacitor suporta uma tensão máxima de 250 V.

13. Capacitores ajustáveis

Quando se desejar um componente que apresente uma capacitância ou capacidade que possa ser modificada por uma ação externa o que se usa é um capacitar ajustável. Existem diversos tipos de capacitores ajustáveis sendo os mais comuns os trímers e os padders.

Os trímers cujo aspecto mais comum e símbolo aparece na **figura 31** pode ter uma base de porcelana ou então de plástico sendo seu dielétrico a mica ou mesmo plástico.

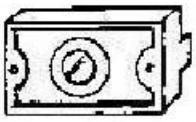


fig. 31

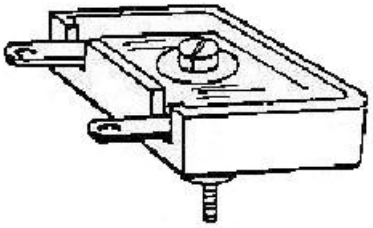
No tipo de porcelana temos uma armadura fixa presa à base e outra que pode ser movimentada por meio de um parafuso. A movimentação desta armadura quando o parafuso é girado faz com que a capacitância do capacitar se altere pois esta depende da distância de separação das placas. Com a armadura toda afastada o capacitor apresenta sua menor capacitância que pode ser de 1 ou 2 pF e com a armadura toda fechada ele apresenta sua capacitância máxima, para os tipos comuns entre 10 e 30 pF.

Nos tipos plásticos, uma armadura móvel gira movimentada pelo parafuso de modo que sua superfície de confronto com a armadura fixa se modifique, alterando assim a capacitância.

Os trímers como os trím-pots são componentes de ajustes dos circuitos de rádio, aparecendo principalmente na parte de sintonia dos circuitos.

Dificilmente os trímers apresentam problemas, mas se estes ocorrem são devidos principalmente a causas mecânicas como por exemplo o emperramento do parafuso de ajuste, a quebra de seus terminais de ligação, etc.

Os padders cujo aspecto e símbolo aparecem na **figura 32** aparecem no ajuste de circuitos de sintonia de rádios mais antigos, principalmente para a faixa de ondas médias, sendo formados por um conjunto de armaduras que podem ser apertadas por meio de um parafuxo e entre elas, como dielétrico, folhas de mica.



padder fig. 32

O parafuso, quando é apertado, faz com que a distância entre as armaduras diminua e a capacitância apresentada pelo componente aumente.

14. Capacítores variáveis

Os capacitores variáveis são formados por um conjunto de placas fixas paralelas entre as quais pode mover-se um conjunto de placas também paralelas mas sem haver contacto entre elas.

Na **figura 32A** temos o símbolo adotado para representar um capacitor variável e o seu aspecto mais comum.

símbolo

aspecto

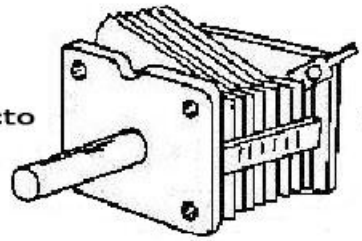


fig. 32A

Com as placas totalmente para fora, o capacitor apresenta sua capacitância mínima a qual aumenta à medida que o conjunto de placas móveis penetra no conjunto de placas fixas.

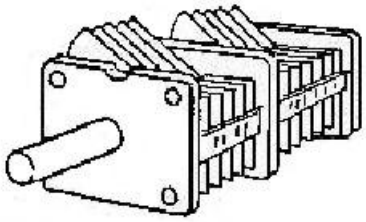
A capacitância máxima que este componente apresentará quando totalmente fechado é dada pelo número de placas, pela distância entre elas e pela sua superfície.

Os capacitores comuns usados em rádios podem apresentar valores máximos que vão de alguns pF para os rádios de FM até 365 ou 410 pF para os rádios de ondas médias e curtas.

Além do tipo de capacitor indicado que é o "simples", podemos ter capacitores “duplos” e até “triplos” em que dois ou três conjuntos de armaduras são movidas pelo mesmo eixo, conforme mostra a **figura 33**.

Para os rádios portáteis existem pequenos capacitores variáveis que possuem dielétrico finas folhas de plásticos ao contrário do tipo tomado como exemplo em que o dielétrico é o ar, ou seja, o elemento que isola as placas é o próprio ar, já que nenhum material é colocado naquele local.

O problema principal que pode ocorrer com um capacitor variável é o contacto entre as placas devido a choques mecânicos ou batidas,



capacitor duplo

fig. 33

caso em que o normal é fazer-se a substituição do componente. Na troca do capacitor deve-se observar a sua capacitância máxima.

Os variáveis normalmente são usados no circuito de sintonia dos rádios.

15. Indutores ou bobinas

Indutores ou bobinas são componentes feitos com muitas voltas de fio esmaltado numa forma que pode ter em seu interior um material ferroso como a ferrite ou mesmo o ferro doce.

O fio esmaltado é de cobre e pode ter espessuras que variam entre l mm e menos de 1/100 de milímetro. Estes fios tem suas espessuras expressas por um número AWG que varia entre 000 e 44 nos casos mais comuns.

O esmalte que cobre estes fios tem a finalidade de isolá-los, funcionando portanto como uma capa muito fina que deve ser removida nos locais de soldagem.

A parte interna da bobina, ou seja, a forma pode ter um material ferroso, como dissemos que é denominado núcleo. Assim, para as bobinas sem núcleo dizemos que tratam de bobinas com núcleo de ar, enquanto que nos outros casos as bobinas podem ter núcleos de ferro ou ferrite, A ferrite é um material formado por minúsculos grãos de ferro aglomerados.

Na **figura 34** temos os símbolos adotados para representar as bobinas tendo os núcleos de diversos tipos.

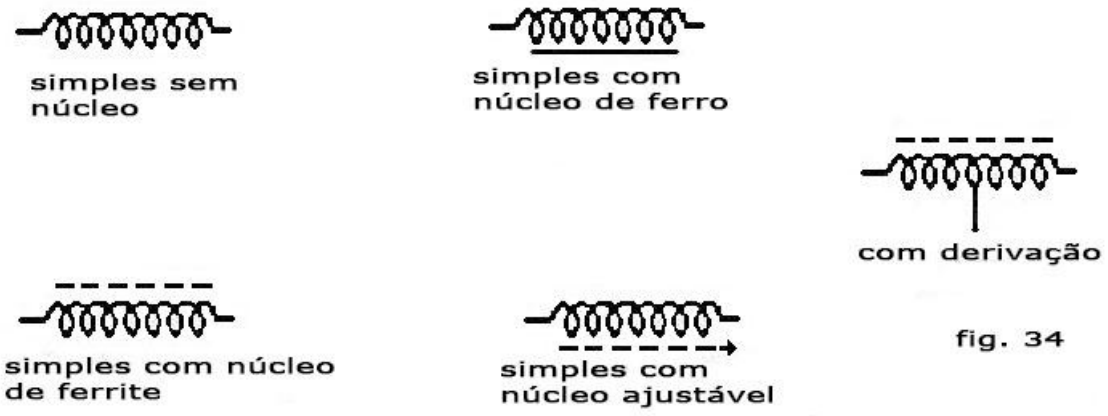


fig. 34

O fio que é usado para enrolar uma bobina pode ter derivações ou seja, podem existir vários pontos de ligação para uma bobina que aparecem representados nos símbolos usados.

As bobinas ou indutores têm suas características elétricas medidas numa unidade denominada Henry que é abreviada por H. E para especificar as bobinas podemos usar seus submúltiplos que são:

O milihenry (mH) que é a milésima parte do henry ou 0,001 H.

O microhenry (µH) que é a milionésima parte do henry ou 0,000.001 H.

Nos aparelhos de rádio podemos encontrar bobinas ou indutores dos mais diversos tipos cujas indutâncias podem variar entre alguns microhenries até muitos henries.

Os indutores podem ser divididos em três categorias para facilitar o seu estudo e segundo também sua função nos aparelhos de rádio.

a) Filtros

Estes são indutores de grandes Indutâncias e que não são usados na atualidade com muita frequência. O leitor poderá encontrar estes componentes em rádios antigos ou em outros aparelhos semelhantes.

Tratam-se de bobinas formadas por milhares de voltas de fio esmaltado num núcleo de ferro em forma de E ou F e I conforme mostra a **figura *35***.

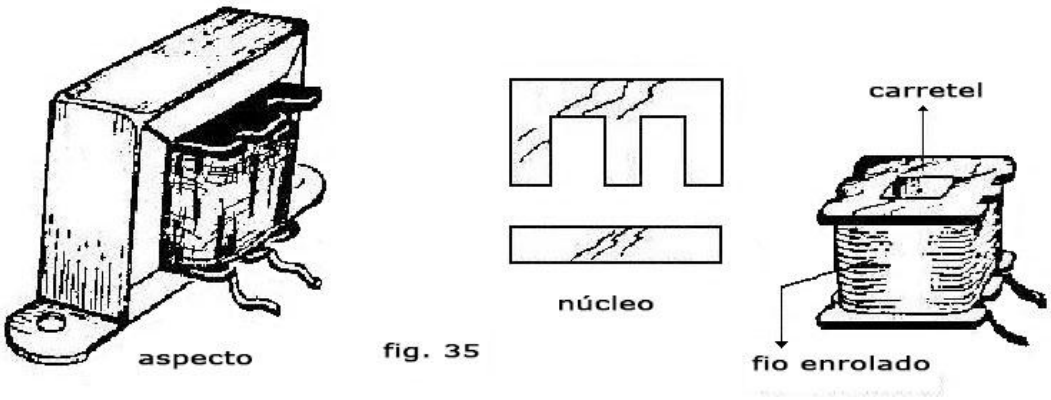


fig. 35

Estes núcleos são formados por chapas finas em grande quantidade formando uma estrutura bastante grande e pesada. Tratam-se, portanto de componentes volumosos caros e pesados que não são usados mais com frequência.

Estes componentes aparecem nos circuitos das fontes de alimentação de velhos rádios e amplificadores realizando a função de filtrar a corrente.

Suas indutâncias podem variar entre 0,1 H e até alguns henries.

O defeito mais comum que pode aparecer neste componente é a entrada de suas espiras em curto, ou seja, desaparece o isolamento do fio esmaltado em algum lugar fazendo com que ele entre em contacto

elétrico com outras voltas do mesmo fio ou com a própria carcaça do componente ocorrendo então a perda de suas propriedades elétricas.

Outro defeito é a interrupção do fio, quer seja por motivo de sobrecarga ou então por oxidação do fio.

b) Choques de RF

Estes são pequenos indutores destinados a bloquear sinais de altas frequências aparecendo em muitos tipos de rádios mesmo modernos. São formados por um número de voltas de fio esmaltado que pode variar entre 3 ou 4 até algumas milhares conforme a função.

Estes indutores podem ser dotados ou não de um núcleo de ferrite, sendo os seus aspectos mais comuns os mostrados na **figura 36**.

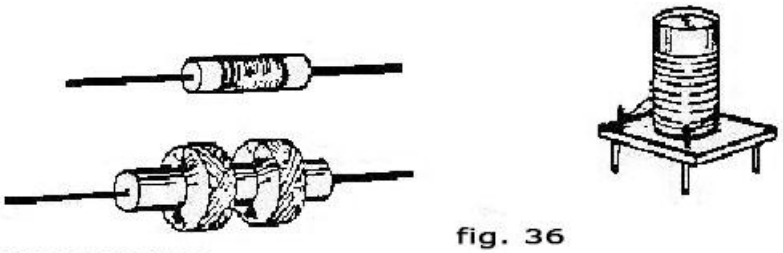


fig. 36

indutores comuns

Os choques de RF podem apresentar como defeitos principais a interrupção de fio esmaltado ou então a entrada em curto de suas espiras pelo desaparecimento da sua capa isolante. Em alguns indutores deste tipo além da capa de esmalte que recobre o fio pode existir uma fina capa adicional de algodão.

Em alguns choques o fio é enrolado de modo especial, formando espécies de tranças cujo desenho lembra um ninho de abelhas daí ser este tipo de enrolamento tecnicamente chamado de “honey comb” (termo inglês que significa justamente ninho de abelha).

As indutâncias dos choques de RF podem variar entre alguns microhenries até 100 ou 200 mH para os tipos maiores.

A espessura do fio usado num choque de RF além de determinar a corrente máxima da corrente que ele pode suportar também influi na sua resistência que pode ser importante em muitas de suas aplicações práticas. Quanto mais fino for o fio menor é a corrente que ele suporta e maior a sua resistência.

A indutância por sua vez, depende do número de voltas do fio e das dimensões do componente.

e) Bobinas de antena e osciladoras

Estas são formadas por um número de espiras ou voltas de fio esmaltado ou coberto de capa de algodão que pode variar entre 1 e 3 para os rádios de FM até 100 ou 150 nos rádios de ondas médias e curtas.

As bobinas osciladoras podem ter diversas aparências segundo possuam ou não núcleos, blindagens, etc. Na **figura 37** temos os aspectos de algumas destas bobinas.

fig. 37

As bobinas de antena, por exemplo são nos rádios portáteis transistorizados enroladas em bastões de ferrites, os quais servem para concentrar as ondas de rádio, servindo assim como verdadeiras antenas.

Nos rádios de válvulas, as bobinas de antena são enroladas em tubos de papelão ou outro material isolante não possuindo núcleos.

As bobinas osciladoras usadas nos rádios transistorizados são enroladas em pequenas formas de material isolante e possuem pequenos núcleos de ferrite que podem movimentar-se no seu interior. Estes núcleos são os elementos de ajuste de tais bobinas. Por fora destas bobinas existe uma capa de metal que serve de blindagem.

Como os outros tipos de bobinas estas podem apresentar como principal problema a interrupção do fio ou a perda de seu isolamento.

Estas bobinas geralmente são de muito pequena indutância a qual varia na faixa dos microhenries.

16. Transformadores

Transformadores são componentes que operam segundo o princípio da indução eletromagnética ou seja, baseados no fato de que uma corrente pode criar campos magnéticos e que campos magnéticos variáveis produzam correntes em fios colocados em sua ação.

Os transformadores têm uma construção semelhante a das bobinas com a diferença que são formados por vários enrolamentos.

Na **figura 38** temos o modo de construção de um transformador simples por onde explicamos ao leitor como ele funciona.

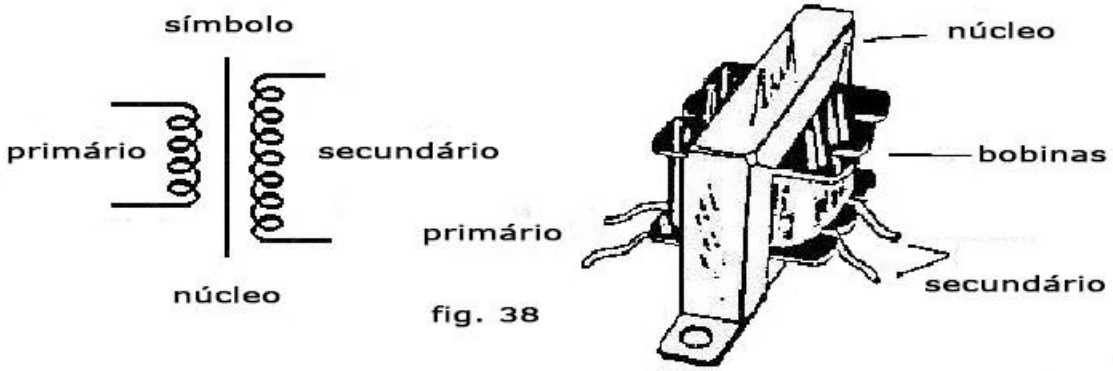


fig. 38

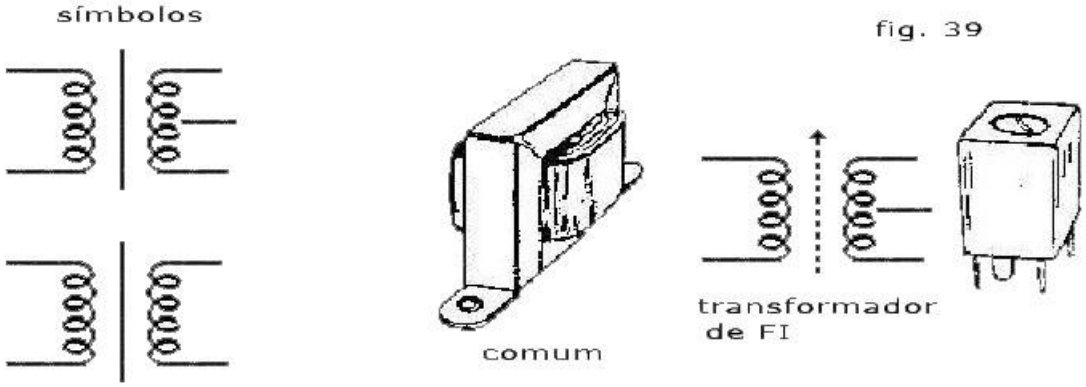
Este transformador é dotado de dois enrolamentos de muitas voltas de fios esmaltado tendo em comum um núcleo que pode ser de material ferroso como a ferrite ou o ferro doce e em alguns casos até mesmo o ar.

A bobina onde é aplicada a corrente ou sinal é denominada primário e a bobina de onda a corrente ou sinal é retirado é denominada secundário.

Se tivermos então um transformador que tenha um enrolamento primário formado por 1.000 voltas de fio e nele aplicarmos uma tensão de 110 V, no secundário deste será conseguido 220 V se o enrolamento em questão tiver o dobro de voltas de fio, ou seja, 2.000 voltas.

Veja então que os transformadores têm a propriedade de alterar as tensões segundo o número de voltas de seus enrolamentos.

Existem transformadores de diversos tipos com mais de um enrolamento de modo que se aplicarmos uma tensão no primário, podemos obter diversas outras tensões nos secundários, segundo as necessidades do aparelho, transformadores especiais que trabalham com sinais de altas frequências e que, portanto não precisam de núcleos, etc. Na **figura 39** temos os aspectos e os símbolos adotados para a representação dos diversos tipos de transformadores.



As características de um transformador também são importantes para seu uso num rádio mas como estas características dependem também do tipo de componente, analisaremos cada um em separado.

a)Transformadores de força ou de alimentação

Estes são transformadores destinados a converter a tensão da rede local que pode ser de 110V ou 220V numa outra ou em outras tensões segundo as necessidades do rádio ou do aparelho que deve ser alimentado. Assim, os rádios a válvulas precisam de tensões que se situam entre 250 e 500V para os circuitos de placa de suas válvulas e além disso 6,3 V para aquecer seus filamentos. Os rádios transistorizados de mesa ou cabeceira precisam de tensões entre 6 e 12V conforme o seu tipo e potência.

A função dos transformadores de força é, portanto conseguir estas tensões a partir da rede local. Na **figura 40** temos os aspectos típicos dos transformadores de força ou alimentação que podem ser encontrados nos rádios comuns assim como o símbolo correspondente a cada um.

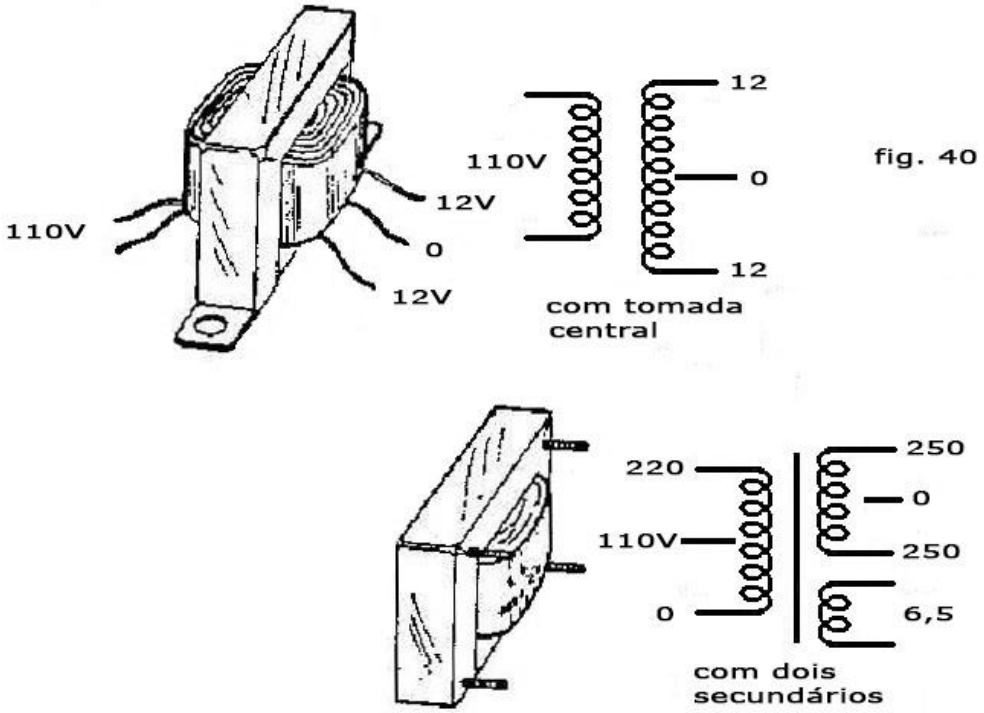


fig. 40

O transformador usado no rádio a válvulas fornece uma alta tensão da ordem de 250 V para uma parte do circuito e 6,3 V para outra parte do circuito. Seu enrolamento primário permite ainda que sua ligação seja feita tanto em tomadas de 110 V como de 220 V.

O transformador usado no rádio transistorizado fornece uma baixa tensão segundo as necessidades do rádio.

Veja o leitor entretanto, que nos dois transformadores a tensão que entra é alternada e a tensão que sai também. Os transformadores devem portanto, ser acompanhados de outros componentes ao serem ligados nos circuitos que alimentam.

Os transformadores de força ou alimentação são especificados de acordo com a sua tensão de entrada, a sua tensão de saída, ou seja, as tensões de seu enrolamento secundário e também a corrente máxima que pode ser fornecida por este componente a qual é função da espessura do fio usado no seu enrolamento.

Pelo aspecto deste tipo de transformador o leitor pode perceber sua construção robusta. As bobinas são enroladas num mesmo carretel, uma em cima da outra, e tendo ao meio um núcleo formado por muitas chapas finas de ferro doce que se encaixam de modo firme.

Diversos são os problemas que podem apresentar os transforma-

dores num aparelho de rádio.

O primeiro refere-se a perda de isolamento dos fios usados no enrolamento de suas bobinas. Quando isso acontece dizemos que o transformador "entra em curto" e o resultado deste acontecimento é invariavelmente a queima do componente já que ao ser ligado haverá um grande aquecimento do mesmo. Dependendo do tipo de transformador pode ser feita sua reparação com a troca do enrolamento se bem que este tipo de tarefa seja bastante delicada exigindo muita habilidade. Em outros casos, entretanto é mais fácil proceder a troca completa do componente por outro de mesmas características.

O segundo refere-se a interrupção do fio de um enrolamento caso em que não haverá ou entrada ou saída de corrente no componente. Conforme o caso, se a interrupção for no inicio do enrolamento, em lugar acessível, portanto pode ser feita sua emenda. Se a interrupção for logo no final do enrolamento em ponto inacessível será mais fácil proceder a troca completa do componente.

b) Transformadores de saída e acoplamento de áudio (driver)

Estes são pequenos transformadores cuja finalidade é alterar as características dos sinais correspondentes aos sons que passam de um estágio para outro de um rádio de modo a haver concordância com os componentes usados.

Sua construção é semelhante a dos transformadores de força, com a diferença que estes são geralmente pequenos, principalmente os usados nos rádios, transistorizados que podem ter apenas um ou mais centímetros de comprimento máximo.

Na **figura 41** temos os aspectos e os símbolos usados para representar estes tipos de transformadores.

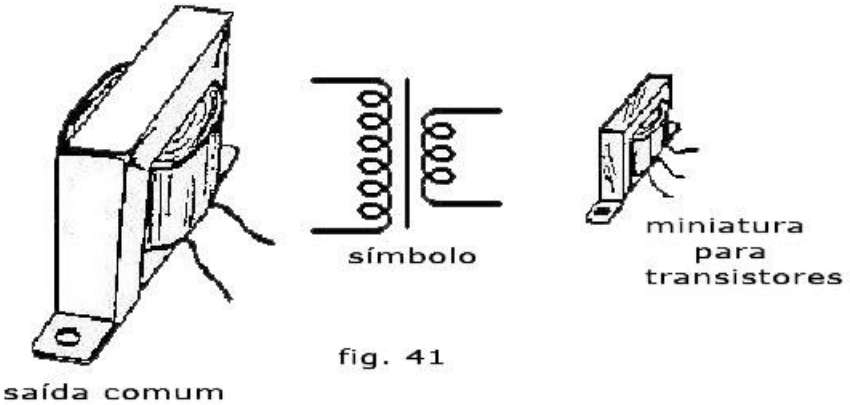


fig. 41

Os transformadores de saída aparecem tanto nos rádios a válvula como nos rádios transistorizados tendo por função ajustar as características de saída dos circuitos com as características dos alto-falantes que devem alimentar.

Os alto-falantes são componentes de baixa impedância (a impedância relaciona-se como o modo como um circuito pode receber ou entregar uma corrente sendo medida em ohms) enquanto que as saídas dos circuitos tanto com válvulas como com transistores são de altas impedâncias.

Enquanto um alto-falante comum tem uma impedância da ordem de 4 ou 8 ohms e os circuitos transistorizados impedâncias entre 50 e 1.000 ohms. Para "casar"' estas impedâncias diferentes são usados então transformadores cujo enrolamento primário apresenta uma impedância elevada segundo a saída do circuito, e o enrolamento secundário apresenta uma baixa impedância segundo o alto-falante a ser usado.

Os defeitos que estes transformadores apresentam também são a interrupção do enrolamento ou então a entrada de suas espiras em curto. Na troca deste componente o leitor deve observar sua impedância de entrada e saída, ou seja, as impedâncias dos enrolamentos.

Os transformadores driver ou impulsores aparecem nos rádios transistorizados e também nos amplificadores de áudio a válvulas e em amplificadores transistorizados de tipos mais antigos. Sua aparência externa é a mesma dos transformadores de saída podendo inclusive o técnico menos experiente confundi-los. São diferenciados entretanto pelas características dos seus enrolamentos.

Os transformadores driver ou impulsores servem para casar as características de dois circuitos de um rádio ou amplificador apresentando então bobinas que tenham impedâncias de acordo com estes circuitos. Estes valores podem variar bastante segundo os circuitos mas são bem diferentes dos baixos valores das impedâncias dos alto-falantes.

e) Transformadores de frequência intermediária ou FI

Estes são transformadores usados em circuitos de altas frequências, ou seja, são transformadores que trabalham com correntes que correspondam a sinais de rádio e não sons.

São também formados por dois enrolamentos, mas de poucas espiras numa forma que pode ou não ter um núcleo. Normalmente este núcleo é ajustável, ou seja, pode mover-se no interior da forma.

Na **figura 42** temos alguns aspectos destes transformadores que são de grandes dimensões nos rádios antigos de válvulas e muito pequenos nos rádios transistorizados.

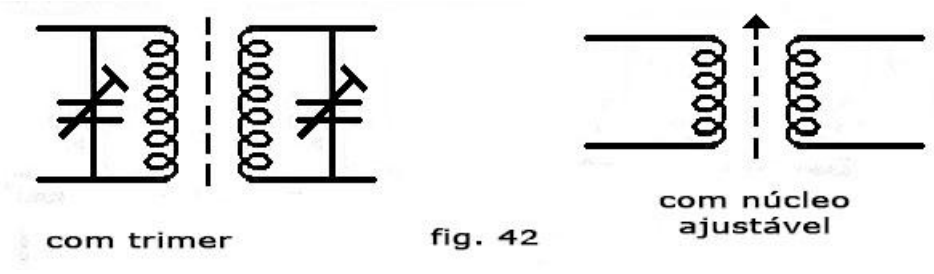


fig. 42

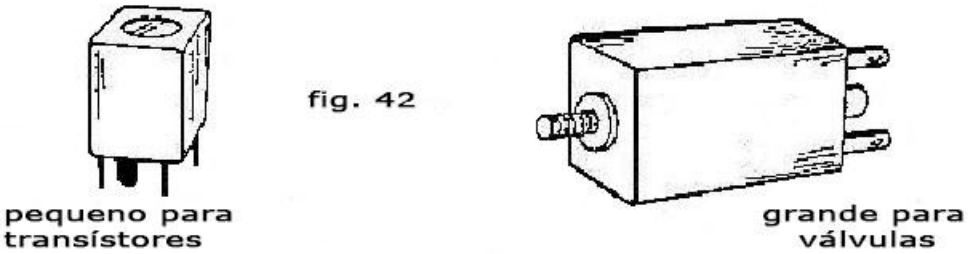


fig. 42

Nos rádios estes transformadores são elementos importantes, pois devem operar de modo harmonioso sendo ajustados com cuidado por meio de seus núcleos. O ajuste é feito de modo que todos fiquem aptos a deixar passar sinais de uma única frequência, ou seja, de apenas determinado número de vibrações, que no caso costuma ser de 455 KHz ou 455.000 oscilações por segundo. Ao analisarmos posteriormente o funcionamento dos aparelhos de rádio o leitor entenderá melhor a importância deste componente.

Os problemas que estes componentes podem apresentar são principalmente a interrupção dos finos fios que formam o enrolamento devido à oxidação ou a presença de substâncias corrosivas. Um rádio que caia na água salgada, por exemplo, ou que tenha as pilhas vazadas pode ter estes componentes completamente estragados devendo ser substituídos.

Se o leitor observar o seu rádio portátil verá que cada transformador de FI apresenta um núcleo com uma cor diferente. A ordem de colocação desta cor no rádio é importante, pois conforme a posição no circuito, os transformadores têm características ligeiramente diferentes.

d) Transformadores de RF

Estes são transformadores bastante semelhantes aos transformadores de FI, já que podem ter um pequeno núcleo de ferrite ou mesmo não apresentar núcleo algum.

Estes também operam com sinais correspondentes a ondas de rádio e são formados por poucas voltas de fios esmaltado fino. O número de voltas dependerá da frequência de operação deste tipo de transformador. **Na figura 43** temos um exemplo de transformador de RF.

fig. 43

17. Os alto-falantes

Os alto-falantes são transdutores, ou seja, são elementos que convertem energia elétrica vinda de um circuito eletrônico em energia acústica, ou seja, som.

Na **figura 44** temos o modo segundo o qual é construído um alto-falante de bobina móvel que é o tipo mais comum encontrado nos rádios atuais.

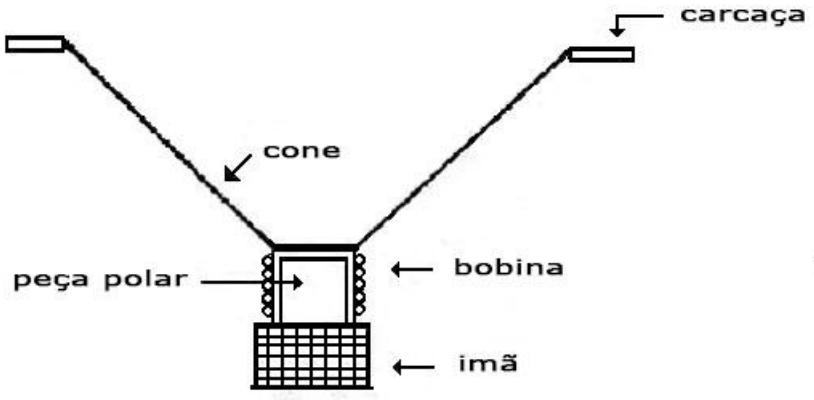


fig. 44

Neste tipo de alto-falante um cone de papelão que pode movimentar-se com certa facilidade pois é preso apenas pelas bordas, tem no seu vértice uma bobina com algumas voltas de fio esmaltado.

No interior desta bobina, preso firmemente à carcaça do alto-falante e sem encostar nela existe uma peça que concentra o campo magnético de um imã.

Quando uma corrente elétrica percorre a bobina ele cria um campo magnético qual em ação com o campo da peça no interior da mesma faz com que surja uma força que movimenta o cone de papelão para frente e para trás. Esta movimentação faz com que ondas sonoras sejam produzidas havendo, portanto a reprodução do som correspondente a corrente que circula na bobina.

Os alto-falantes comuns são fabricados em tamanhos que variam entre 2 cm para os rádios ultra miniatura de uma ou duas pilhas até 40 ou 50 cm nos rádios tipo fonógrafo que possuem grandes móveis.

Duas são as principais características que devem ser observadas num alto-falante quando deve ser feita sua substituição ou instalação.

a) Impedância: esta característica que é dada em **ohms (Ω)** indica como o alto-falante recebe a energia que converte em som. Os alto-falantes mais comuns são de 4 ou 8 ohms o que significa que devem ser ligados em circuitos que apresentem 4 ou 8 ohms de impedância de saída para poderem apresentar o seu máximo rendimento. A não obediência desta característica pode em alguns casos ter consequências ruins para os aparelhos como, por exemplo, a queima do transformador de saída se o rádio possuir um.

b) potência: esta característica é dada em watts (W) indicando a quantidade máxima de som que ele pode produzir. Um alto-falante marcado com 5W, por exemplo, é um alto-falante- que no máximo pode receber 5W de um rádio ou amplificador. Se ele receber mais sua bobina pode romper-se causando, portanto, a "queima" do alto-falante e sua consequente inutilização.

Diversos são os problemas que podem apresentar os alto-falantes nos aparelhos de rádio.

Um deles é a interrupção da bobina, caso em que o alto-falante silencia completamente não havendo a produção de qualquer espécie de som no mesmo. Neste caso o melhor procedimento consiste na troca do alto-falante por um novo de mesmas características, ou seja, mesma impedância, e potência igual ou maior que a original.

Outro problema que pode ocorrer é o descolamento do cone ou seu desprendimento caso em que haverá reprodução de som ainda mas de modo bastante deficiente. Em alguns casos esta deficiência só será notada quando o volume do rádio for aumentado acima de um certo valor. Este problema também ocorre quando existem rasgões no cone ou furos. Conforme o caso pode-se resolver este problema com a utilização de cola especial.

Ocorre ainda o problema de deficiência do som quando objetos estranhos se encontram em contacto com o cone prejudicando sua movimentação. Uma verificação deve ser feita no caso e a remoção de qualquer objeto estranho melhorará o funcionamento do rádio.

8. Diodos Semicondutores

Os diodos semicondutores são componentes formados por cristais de germânio ou silício que apresentam propriedades elétricas muito importantes. Estes componentes são obtidos quando dois pedaços de materiais semicondutores como o germânio ou silício são unidos formando uma junção. De um lado da junção existe um material do tipo P (positivo) e do outro tipo N (negativo).

Esta estrutura apresenta a propriedade de conduzir a corrente num único sentido. A **figura 45** mostra a estrutura, os aspectos mais comuns dos diodos semicondutores e o símbolo adotado para sua

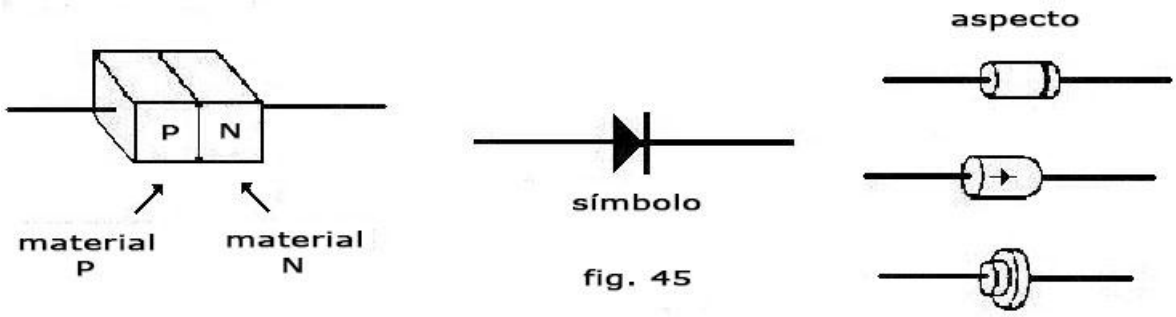


fig. 45

Na **figura 46** mostramos como funciona um diodo semicondutor.

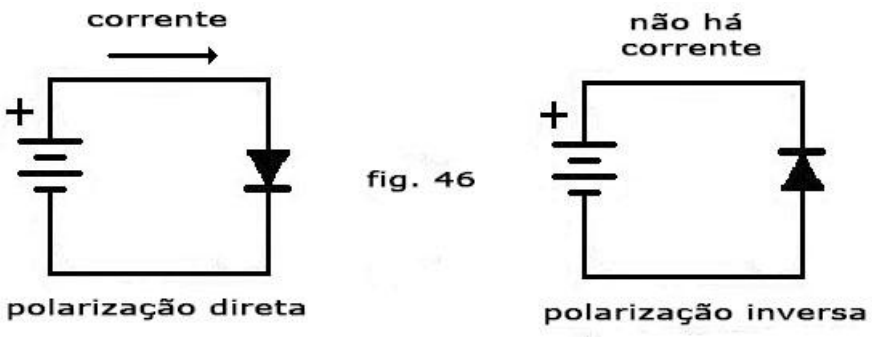


fig. 46

Se ligarmos uma bateria do modo indicado na parte (a) da figura ela polariza o diodo no sentido inverso, ou seja, forma a corrente a circular de determinado modo que não corresponde ao seu funcionamento normal. Quando isso acontece o diodo bloqueia a corrente e ela não pode circular.

Se a bateria for invertida (ou o diodo), conforme mostra a parte (b) da mesma figura o diodo será polarizado no sentido direto de modo que a corrente agora poderá passar por ela sem encontrar praticamente nenhuma dificuldade.

Os diodos funcionam então como "válvulas" capazes de deixar de circular a corrente apenas num sentido. Esta propriedade dos diodos o tomam útil numa grande quantidade de aplicações nos circuitos eletrônicos, e conforme estas aplicações serão os tipos de diodo usados.

Na escolha de um diodo para uma determinada aplicação, duas são as características devem ser observadas:

a) tensão máxima que ele pode suportar quando polarizado no sentido inverso a qual é dada em volts (V). Os diodos comuns usados nos aparelhos de rádio podem ter tensões inversas entre 25 e 600 V dependendo do local do circuito em que sejam usados. Um fato importante deve ser levado em conta: na troca de um diodo por outro pode-se escolher um de tensão maior do que o original mas nunca menor, pois isso poderá acarretar sua queima.

b) A corrente máxima que ele pode suportar quando polarizado no sentido direto a qual é dada em ampères ou seus submúltiplos como o miliampère que para os diodos comuns pode variar entre 10 mA à 10A.

Na troca de um diodo por outro pode-se também utilizar um que suporte maior corrente que o original mas nunca num menor.

A corrente e a tensão máxima de um diodo determinam seu aspecto.

São diversos os tipos de diodos que o leitor pode encontrar nos rádios exercendo as seguintes funções básicas:

a) diodos de sinal ou detectores

Estes são pequenos diodos geralmente com invólucros de vidro em que o elemento semicondutor é um pequeno cristal de germânio ou silício sobre o qual apoia-se um fio muito fino de contacto denominado "bigode de gato". A **figura 47** mostra um diodo deste tipo.

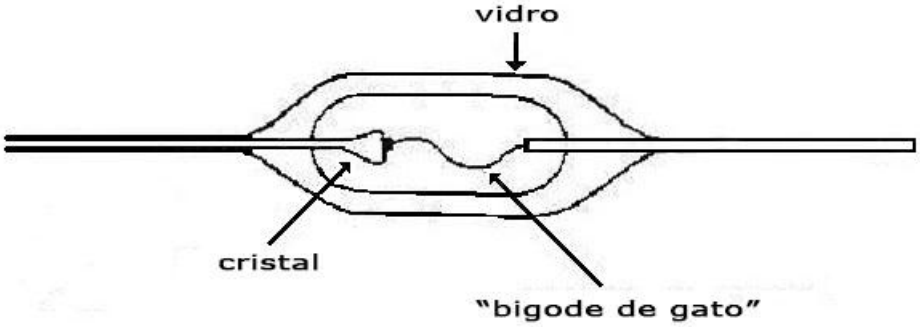


fig. 47

Estes componentes são usados nos rádios principalmente na função de detectar sinais de rádio, ou seja, de extrair do sinal de rádio a informação do som que ele contém, segundo processo que explicaremos melhor mais adiante.

Os diodos detectores pelo fato de trabalharem com correntes muito fracas e também com tensões não precisam suportar valores altos destas grandezas, daí serem especificados para correntes que não ultrapassam os 100 mA e tensões que raramente superam os 100V.

O principal problema que pode ocorrer com um diodo é a perda de sua propriedade de conduzir a corrente num único sentido. Temos então duas possibilidades.

A primeira consiste na "entrada em curto" do diodo, caso em que ele passa a conduzir igualmente nos dois sentidos a corrente não funcionando da maneira que se espera. Neste caso, o diodo deve ser retirado do aparelho e substituído por um que esteja em bom estado.

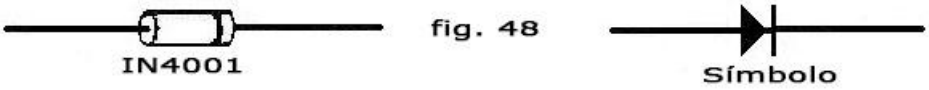
A segunda consiste na sua "abertura", Um diodo aberto não conduz a corrente em nenhum sentido, devendo também ser substituído quando isso acontecer.

b) Diodos retificadores

Estes são diodos cuja função básica é a de converter correntes alternadas como as fornecidas pela rede local de 110V ou 220V em corrente contínua, ou seja, realizam a função de "retificar" a corrente que será estudada mais adiante.

Estes diodos são fabricados para suportar correntes maiores que os diodos de sinal assim como tensões mais elevadas. São comuns diodos com correntes de operação da ordem de lA e tensões que vão além de 600V.

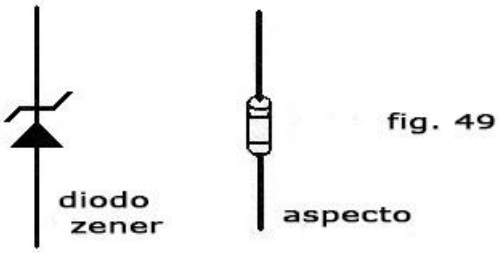
Na **figura 48** mostramos um diodo deste tipo que pode ser encontrado em muitos aparelhos de rádio que utilizam válvulas.



Os problemas que os diodos deste tipo apresentam são os mesmos dos diodos de sinal, ou seja, abertura ou entrada em curto. Em ambos os casos o diodo deve ser substituído.

19. Diodos Zener

Estes são tipos especiais de diodos cujo aspecto e símbolo são mostrados na **figura 49.** Tratam-se de diodos de silício que funcionam como reguladores de tensão aparecendo geralmente nos circuitos das fontes de alimentação de radios e de outros aparelhos eletrônicos.



O diodo zener funciona do seguinte modo: quando uma tensão é aplicada a este componente ele "reage", de modo que entre seus terminais seja mantida sempre uma certa tensão, mesmo que a aplicada originalmente varie. Com isso, utilizando um diodo deste tipo pode-se ter um regulador de tensão que seja capaz de compensar as variações de uma fonte.

Os diodos zener são especificados pela sua "tensão zener" ou seja, a tensão que mantém entre seus extremos quando em funcionamento e também pela quantidade máxima de calor que podem dissipar a qual é dada em Watts.

Os problemas que os diodos zener podem apresentar num circuito são os mesmos dos diodos comuns, ou seja, podem entrar em curto ou abrir.

Na substituição de um diodo zener por outro deve-se observar a sua tensão zener que deve ser a mesma e a potência do substituído pode ser maior que a do original sem que isso cause problemas de funcionamento ao rádio ou outro aparelho em que ele funcionar.

20. Leds

Os leds ou diodos emissores de luz são diodos que ao serem percorridos por uma corrente elétrica produzem luz. São portanto verdadeiras lâmpadas semicondutoras cujo aspecto e símbolo são mostrados **na figura 50.**

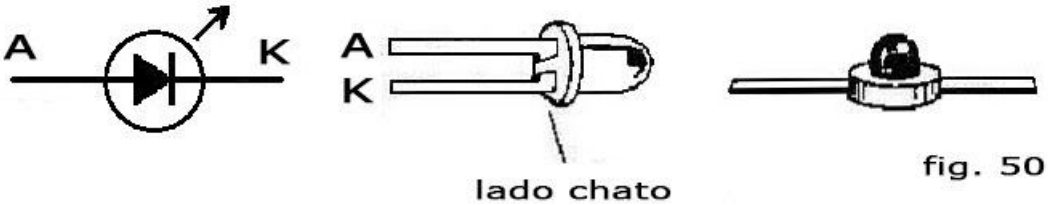


fig. 50

Os leds mais comuns são os que produzem cor vermelha de luz, mas existem também leds que acendem com luz verde e também amarelos.

Os leds são usados em muitos aparelhos de rádio como dispositivos indicadores acendendo para mostrar que os mesmo estão ligados. Isso acontece principalmente nos rádios de automóvel.

Como todos os demais diodos os leds são componentes polarizados, ou seja, tem lado certo para ligação ou um polo positivo e um negativo que devem ser obedecidos. Se houver inversão o led não só deixará de funcionar como também poderá estragar-se não operando normalmente mais.

A entrada em curto ou abertura de um led exige sua substituição por outro que suporte a mesma corrente do original.

Veja que os leds só tem por especificação a corrente já que a tensão sempre está entre 1.8 e 2.1 V. Isso significa que os leds não podem ser ligados diretamente à pilhas ou baterias que fornecem tensões maiores que estes valores pois isto causa sua queima. Os leds só devem ser usados ligados em conjunto com componentes que possam limitar as correntes que os atravessem, e estes componentes são resistores, conforme mostra a **figura 51.**

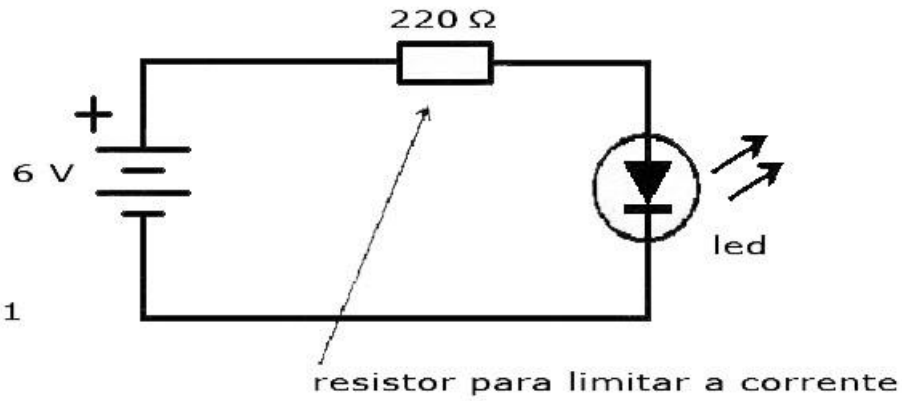


fig. 51

21. Transistores

Transistores são componentes formados por cristais de silício ou germânio em que existem duas junções. Estas junções separam três pedaços de semicondutores do tipo P e N, ou seja, materiais semicondutores de silício ou germânio dotados de impurezas que lhes conferem propriedades positivas (P) ou negativas (N).

Isso significa que podemos ter dois tipos de transistores conforme a estrutura seja formada por dois pedaços de material P e um N, ou dois N e um P, conforme mostra a **figura 52.**

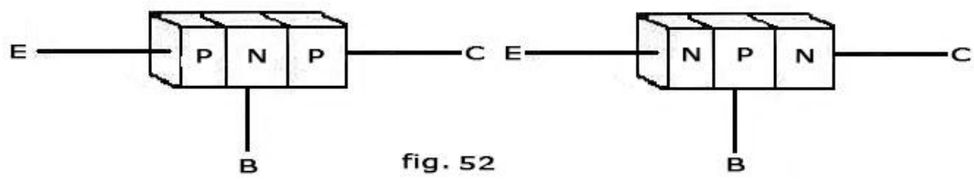


fig. 52

Existem, portanto dois tipos de transistores que são identificados pelas letras PNP ou NPN.

Para representar estes dois tipos de transistores são adotados símbolos em que a diferença está na seta que indica o seu eletrodo de emissor.

Veja pela **figura 53** que os transistores possuem três terminais de ligação denominados emissor (E), coletor (C) e base (B) que são conectados aos três pedaços de semicondutor que existem neste componente.

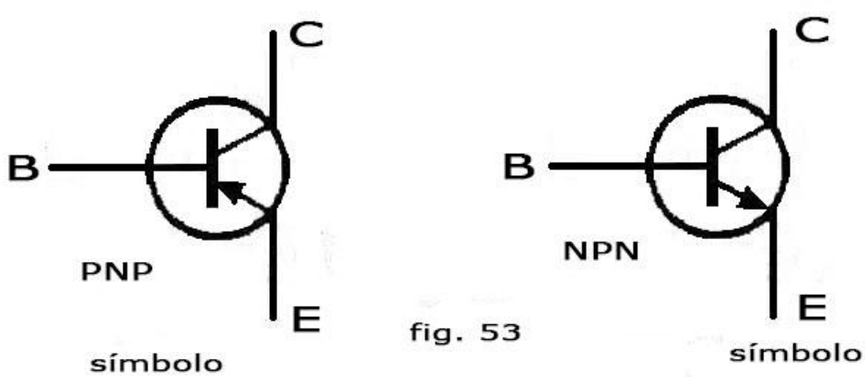


fig. 53

Os transistores são os elementos ativos dos rádios e de outros circuitos eletrônicos pois apresentam a propriedade de ampliar os sinais ou correntes que lhes sejam entregues. Nos rádios os transistores são então usados para amplificar as correntes correspondentes as ondas de radio o que é denominado sinal de RF (radio frequência) e também para ampliar as correntes de som ou BF (baixas frequências).

Em muitos casos os transistores podem também ser usados para produzir determinados tipos de correntes que correspondam, por exemplo às ondas de radio. Os transistores que operam nesta função são denominados osciladores.

O cristal que forma o transistor não pode ficar exposto livremente ao tempo de modo que estes componentes são dotados de invólucros.

especiais cuja forma e tamanho depende de diversos fatores. Na **figura 54** temos alguns aspectos comuns de transistores usados em rádios.

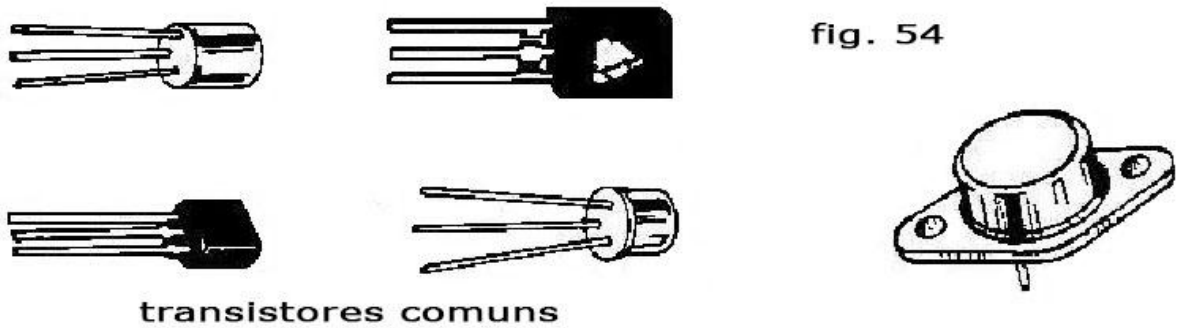


fig. 54

Os transistores menores trabalham com correntes fracas e são denominados de "baixa potência" ou "uso geral" enquanto que os de grande tamanho trabalham com correntes elevadas e são denominados "de potência".

Como os diodos, os transistores têm polaridade certa para sua ligação nos parelhos de rádio, e esta polaridade é diferente quando consideramos transistores do tipo PNP e NPN. Na **figura *55*** temos a maneira de ser polarizar os dois tipos de transistores, ou seja, liga-los ao circuito de modo que eles possam funcionar normalmente.

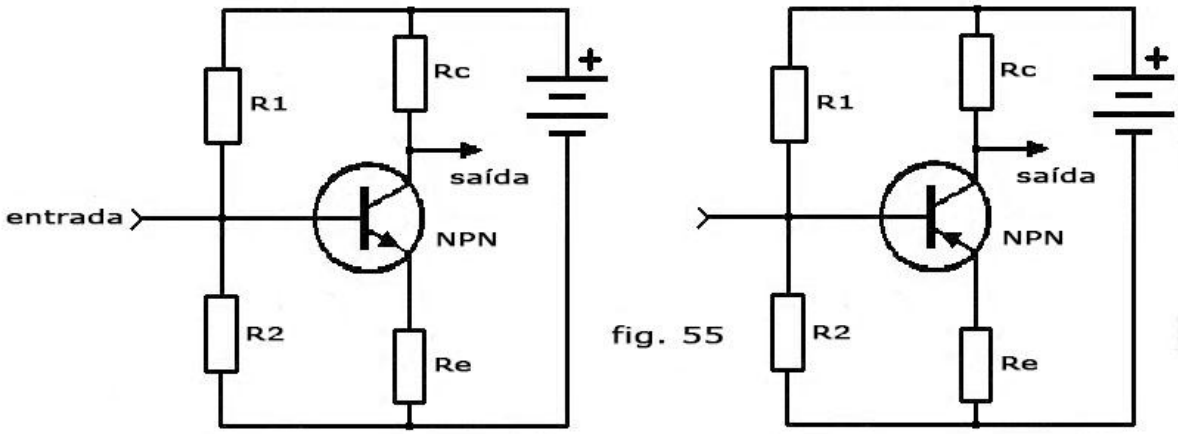


fig. 55

Diversas são as características que devem ser observadas num transistor para a utilização no circuito de um rádio. Vejamos quais são elas:

a) Ganho: o ganho ou fator beta como também é chamado indica o número de vezes que o transistor pode aumentar um sinal, ou seja, indica "quanto" ele é capaz de amplificar um sinal e pode variar entre 2 a 2000. Em média, nos rádios comuns este valor entretanto situa-se entre 20 e 200.

Quando uma corrente é aplicada à base do transistor (B) ela é retirada de seu coletor (C) amplificada, conforme mostra a **figura 56**. O

número de vezes que ela aparece mais forte no coletor este valor indica a amplificação ou ganho do transistor.

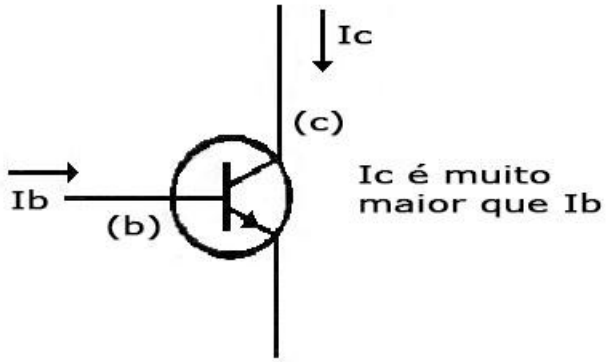


fig. 56

b) Corrente máxima de coletor: este valor indica qual é a máxima corrente que podemos obter de um transistor numa aplicação prática. Os transistores denominados de uso geral ou pequena corrente têm correntes máxima de coletor da ordem de até 500 mA, enquanto que os transistores denominados de potência podem trabalhar com correntes de até 10A em alguns casos, ou seja, correntes 20 vezes maiores que a média dos transistores de uso geral.

c) tensão máxima; esta indica a tensão máxima que o transistor pode suportar a qual varia entre 20 ou 25 V para os tipos menores podendo chegar a 600 V ou mais para tipos especiais. Esta tensão deve ser rigorosamente observada na substituição de um transistor por um equivalente pois se for desobedecida corre-se o risco de haver sua queima.

d) Frequência de operação: dependendo da aplicação do transistor é importante esta característica que nos diz que tipo de sinais ele pode ampliar. Nos rádios, como já vimos, existem sinais de baixas e de altas frequências que correspondem respectivamente a sons e ondas de rádio. Os transistores podem eventualmente ter dificuldades em amplificar sinais de muito altas frequência o que exige para esta função a utilização de tipos especiais. Assim os transistores são separados em grupos conforme esta capacidade. Existem então os transistores de áudio ou uso geral que são transistores capazes de amplificar apenas os sinais de baixas frequências e os transistores de RF que são capazes de amplificar os sinais de altas frequências.

Levando em conta apenas as características citadas pode-se encontrar no mercado milhares de tipos diferentes de transistores com aparências as mais diversas os quais são usados em muitas funções não só em rádios como também em muitos outros aparelhos eletrônicos.

Existem então os seguintes tipos de transistores:

a) Uso geral para áudio: estes são transistores de pequena potên-

cia utilizados na amplificação de sinais de áudio, ou seja em sinais de som. Seus ganhos podem variar entre 50 a 10.000 dependendo do tipo sendo usado nos rádios e amplificadores para diversas finalidades. Estes transistores podem ser encontrados tanto em invólucros de plásticos como de metal, tendo sempre um meio de se fazer a identificação de seus terminais, ou seja qual é o fio que corresponde ao emissor, ao coletor e à base. Em alguns tipos esta identificação é feita por uma marca ou pinta que identifica o coletor, ficando no meio a base e no lado oposto o emissor. Em outros existe um pequeno pino ou ressalto no invólucro e finalmente os de plástico são dotados de uma parte chata ou então de uma disposição que permite esta identificação.

O técnico que utiliza transistores ou que pretende reparar rádios deve ter um manual de transistores que é um livro que mostra todos os transistores mais comuns encontrados nos rádios sua maneira de ligar e também seus equivalentes, ou seja, transistores de outros tipos que podem substituí-los na sua falta. Na **figura 57** mostramos alguns transistores deste tipo.

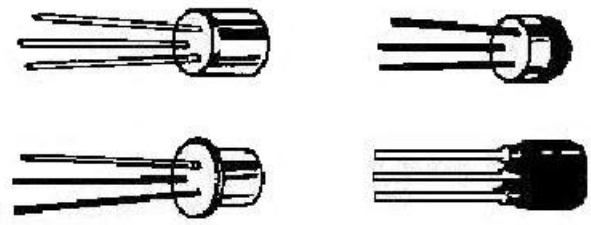


fig. 57

transistores para uso geral

Dentre os transistores mais comuns que podem ser vistos nos rádios pertencentes a este grupo, destacamos os seguintes: 2SB75, 2SB54, BC107, BC238, PD1004, etc.

b) RF de pequena potência: estes são transistores de pequenas dimensões para correntes pouco intensa que amplificam sinais de altas frequências nos rádios e em outros aparelhos que deles necessitem. Seus ganhos variam na mesma faixa dos ganhos dos transistores de uso geral com a diferença de que estes podem amplificar sinais de frequências mais elevadas.

Os transistores de RF tem as mesmas aparências dos transistores de uso geral para áudio havendo também terminais dispostos de tal maneira que sua identificação seja fácil. Alguns transistores desta família podem ser dotados de 4 fios terminais em, lugar de apenas 3. Além do emissor, coletor e base termos então um terminal adicional que é ligado ao invólucro metálico do componente que serve de blindagem.

Nos rádios os tipos mais comuns de transistores de RF são os AF115, AF117, BF254, BFl84, etc.

e) Transistores de potência de audio; estes são transistores que se destinam a amplificação de sinais de baixa frequência, ou seja, correspondentes aos sons e que operam com correntes elevadas. Estes componentes aparecem nas saídas de som dos rádios comuns sendo responsáveis pela potência entregue ao alto-falante. Seus ganhos variam entre 20 e 200 nas aplicações, mais comuns e eles podem operar com correntes a partir de 1A. Em vista da quantidade de calor que geram com a passagem de correntes intensas, estes transistores são dotados de invólucros de grandes dimensões, e em alguns casos, devem ser mesmo montados em irradiadores de calor, conforme mostra a **figura 58.**

Nos tipos de invólucro plástico encontramos três terminais de ligação que correspondem ao emissor coletor e base, mas nos tipos de invólucro, metálico, podem existir apenas 2 terminais visíveis já que o terminal de coletor corresponderá ao próprio corpo do transistor.

Tipos comuns para estes transistores são: AD149, AC187, AC188, BD135, PN10, TIP31, etc.

A prova de transistores num aparelho de rádio exige técnicas especiais de que falaremos mais adiante, de modo que visualmente o leitor não poderá saber se um transistor está ou não em boas condições.

De qualquer maneira, uma vez verificado que um transistor não se encontra em boas condições, o único procedimento certo é a troca por outro de mesmo tipo. Na falta deste o técnico pode experimentar um equivalente, mas neste caso deve ter o máximo cuidado na escolha deste equivalente. Deve por este motivo possuir um manual de consultas ou então procurar pelo tipo equivalente na própria loja, desde que esta seja de absoluta confiança. A colocação de um tipo que não seja exatamente equivalente num rádio pode levá-lo a um funcionamento anormal e em alguns causar a sobrecarga de outras partes do circuito.

22. Válvulas

Os rádios antigos em lugar dos transistores que ainda não existiam utilizavam como componentes ativos as válvulas.

Uma válvula consiste num tubo de vidro (ou de metal) do interior do qual é retirado todo o ar, e onde existem certos elementos metálicos que são dispostos de tal maneira a lhe dar um comportamento elétrico especifico.

Podemos separar as válvulas em dois grupos para facilitar a nossa explicação de sua utilização.

a) Válvulas diodos: estas são válvulas que se comportam exatamente como os diodos semicondutores sendo portanto usadas nas mesmas funções. Estas válvulas conduzem a corrente num único sentido podendo ser usadas na detecção de sinais de rádio ou então na retificação de correntes.

Uma válvula diodo possui os seguintes elementos internos mostrados na **figura 59** onde também temos seu símbolo: um filamento que deve ser aquecido por uma corrente para que a válvula funcione. Este filamento é feito de tungstênio como nas lâmpadas comuns. Um catodo que ao ser aquecido pelo filamento emite elétrons emitidos pelo catodo.

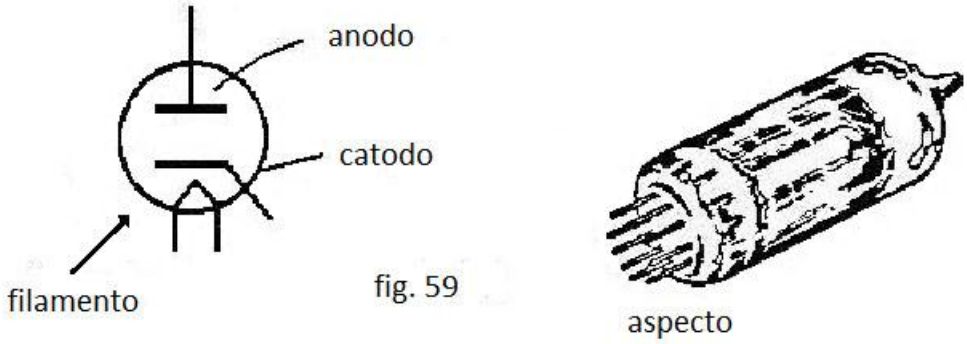


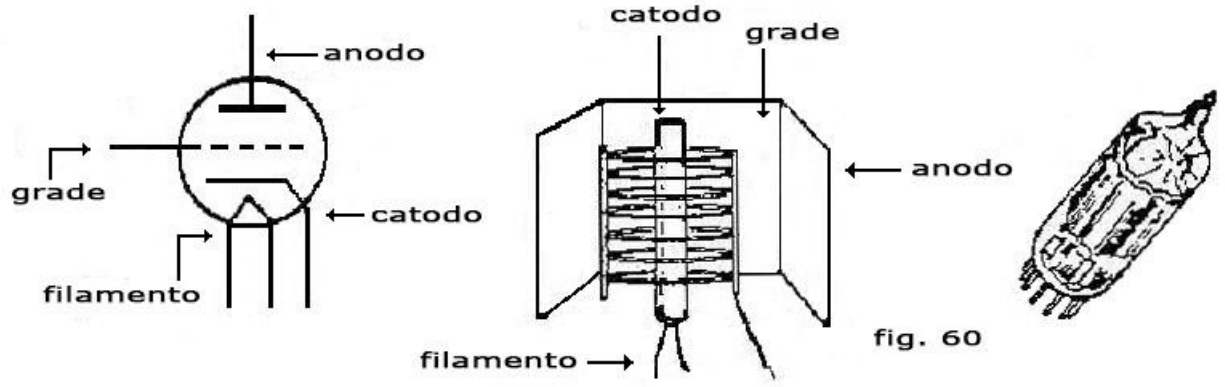
fig. 59

Tipos comuns de válvulas diodo encontrados nos rádios antigos são a 5y3, 35W, etc.

b) Válvulas triodo e outras: estas são as válvulas que amplificam os sinais sendo portanto equivalente dos transistores nos rádios antigos. A válvula triodo é a que mais se aproxima do transistor em equivalência pelo número de elementos que possui e pela capacidade de ampliação de sinais se bem que em funcionamento opera de modo completamente diferente.

A válvula triodo possui um filamento para aquecer seu catodo o qual emite elétrons para uma placa ou anodo, exatamente como a válvula diodo. Existe, entretanto entre o anodo e o catodo um elemento adicional denominado grade em vista de seu formado o qual pode controlar o fluxo de elétrons e portando a corrente no interior da mesma.

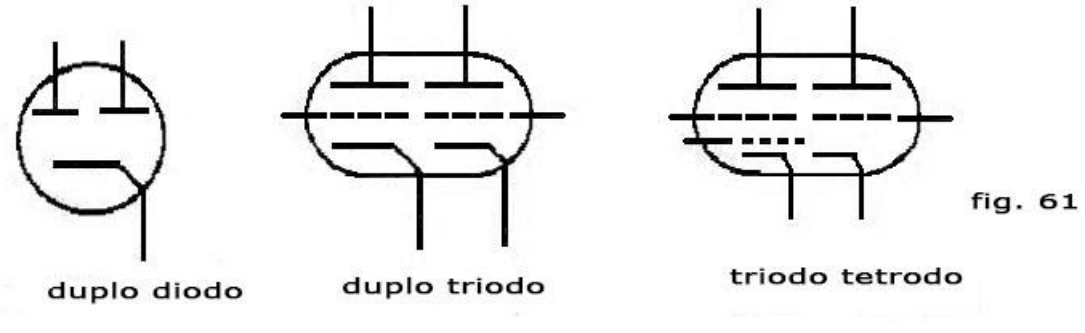
Na **figura 60** temos os aspectos desta válvula, seu símbolo e a disposição interna de seus elementos.



Válvulas como estas podem ser encontradas em muitos rádios antigos aparecendo com denominações como 6C4, 6AV6, etc.

Em outros tipos de válvulas pode-se em lugar de uma única grade ter outras. Assim, para o caso de duas grades teremos uma válvula tetrodo, para três grades um pentodo e assim por diante havendo inclusive tipos de válvulas que possuem até mais de 5 grades.

Além das válvulas indicadas existem as duplas e até mesmo triplas. Nestes casos conforme mostra a **figura 61** temos num único vidro ou invólucro peças que formam duas válvulas separadas em funcionamento como, por exemplo dois diodos, dois triodos ou ainda um diodo, um triodo e um pentodo, etc. Estas válvulas múltiplas aparecem em alguns tipos de televisores antigos.



O rádio

23. As ondas de rádio

É incompreensível para muitos de nossos leitores a maneira como podem sinais que levam a voz atravessar o espaço e serem reproduzidos por um conjunto de componentes que formam um rádio.

Por maravilhoso que isso seja, o leitor perceberá que isto também é muito simples e que o entendimento do modo como isso acontece

facilitará em muito o entendimento do funcionamento das peças que formam o seu rádio. Vejamos, portanto de que modo são produzidas as ondas de rádio, o que elas são e como elas podem viajar pelo espaço.

Quando uma corrente elétrica passa por um fio é produzida uma perturbação de natureza magnética que pode propagar-se pelo espaço. Se esta corrente for de alta frequência, ou seja, mudar de sentido milhares de vezes por segundo ou mesmo milhões de vezes, esta perturbação pode se propagar pelo espaço atingindo longas distâncias sob a forma de ondas de rádio (**figura 62**).

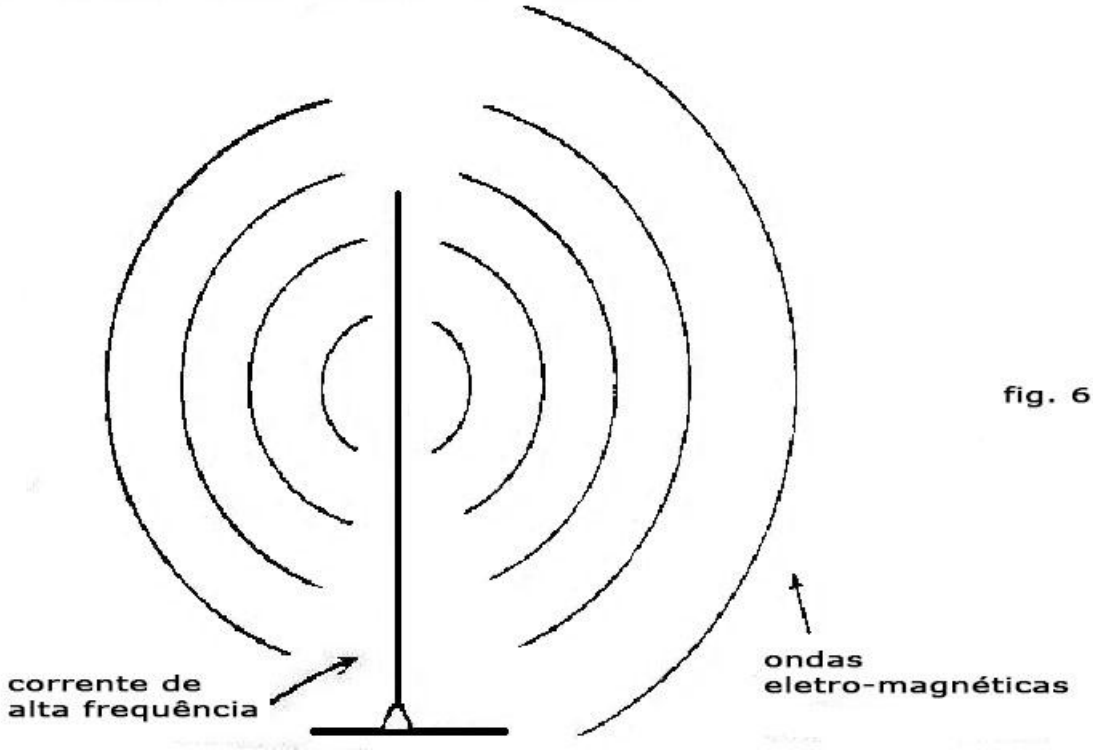


fig. 62

Um transmissor de rádio é, portanto um aparelho que produz estas correntes de altas frequências as quais são levadas a uma antena que permite que as perturbações de natureza eletromagnética, ou seja as ondas de rádio ou ondas eletromagnéticas sejam produzidas e espalhadas pelo espaço.

O número de vibrações que corresponde a cada tipo de onda é importante, pois determina o comportamento da mesma no espaço, ou seja, seu alcance, o tipo de aparelho que pode recebê-la e o tipo de informação que ela pode levar.

Existe assim uma divisão das ondas de rádio segundo a frequência, ou seja, o número de vibrações, e em cada caso lhes é reservada uma utilidade prática.

Os rádios comuns de AM (amplitude modulada) por exemplo recebem estações de ondas médias e curtas. As ondas médias correspondem a frequências entre 550.000 e 1.600.000 vibrações o que é dado

em Hertz (Hz) o que nos leva a dizer que as estações de ondas médias operam entre frequências de 550 kHz e 1.600 kHz (veja a marcação do mostrador de seu radinho),

As estações de radiodifusão que operam então nestas frequências cada uma com seu valor próprio de frequência, são estações locais, ou seja, de curto alcance normalmente destinadas a serem recebidas numa pequena região em torno de uma cidade ou no máximo, durante a noite, a algumas centenas de quilômetros.

As ondas curtas, por outro lado, podem alcançar distâncias maiores porque podem refletir-se nas altas camadas da atmosfera que são eletrizadas sendo denominada esta camada de "ionosfera". Refletindo-se sucessivamente nestas camadas e também na terra, conforme mostra a **figura 63,** as ondas curtas podem alcançar enormes distâncias.

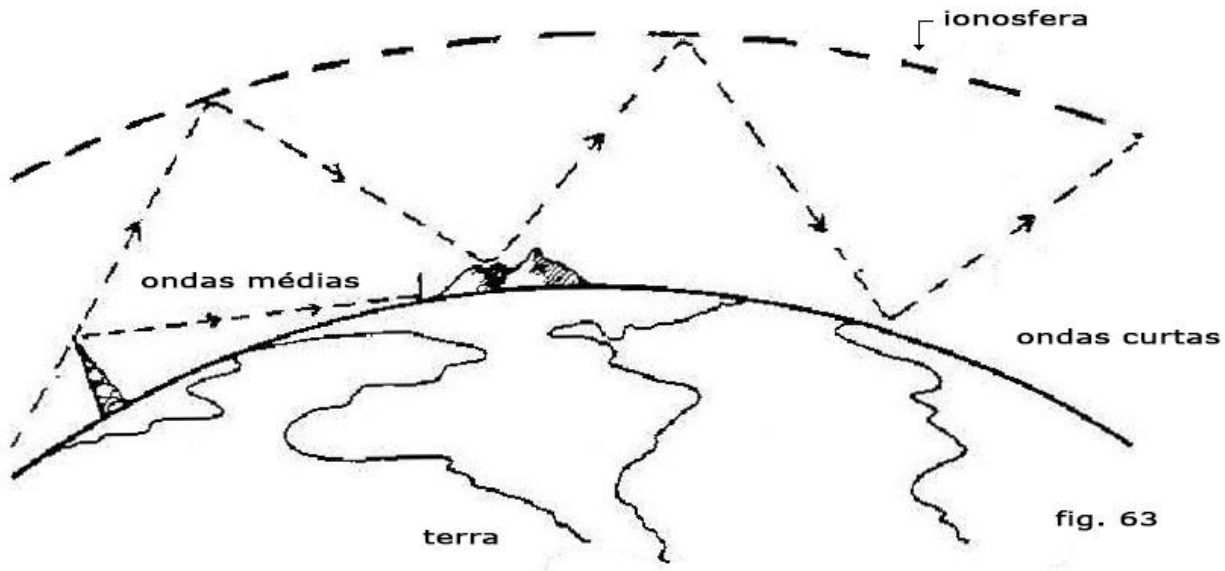


fig. 63

É por este motivo que sintonizando as ondas curtas de um rádio você pode à noite ouvir estações de outros países, muito distantes.

As ondas curtas correspondem a frequências entre 1,6 MHz e 28 MHz, ou seja, entre 1.600.000 vibrações por segundo e 28.000.000 de vibrações por segundo.

Existe ainda um outro tipo de emissão que já está tornando-se popular em nosso país que é a emissão em FM (frequência modulada). Com este tipo de emissão pode-se obter muito melhor qualidade de som que no AM, mas o alcance deste tipo de emissão é limitado a 100 ou 200 kM dependendo da existência de obstáculos para a propagação das ondas tais como montanhas ou prédios, conforme mostra a **figura 64.**

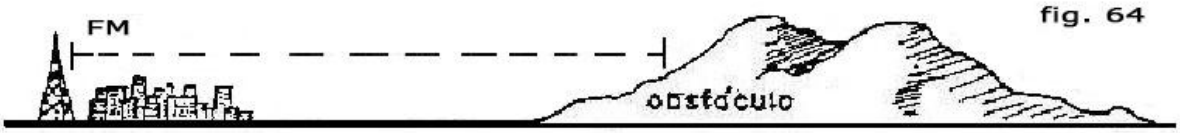


fig. 64

E como o rádio pode receber tais ondas?

As perturbações eletromagnéticas que atingem um fio qualquer em seu caminho como, por exemplo, a antena de um rádio, podem induzir no mesmo uma corrente de mesma frequência, Se esta corrente for levada a um aparelho especial que a amplifique e dela extraia a informação que leva, pode-se ouvir a emissão original, ou seja, a emissão distante.

Entretanto, um rádio não é tão simples em primeiro lugar porque a antena recebe as ondas de todas as, estações que estejam transmitindo e que a atinjam, e em segundo lugar porque as correntes geradas pelas ondas são muito fracas.

Como fazer isso será estudado posteriormente porque agora temos ainda uma pequena explicação a dar: como podem as ondas de rádio levar a informação que corresponde a um som como por exemplo a voz de um locutor ou cantor ou a música de um instrumento ou orquestra?

Os sons correspondem também a vibrações, mas estas não são elétricas. Os sons são ondas de pressão e descompressão do ar de frequência muito mais baixas que as ondas de rádio. Os sons que podemos ouvir têm vibrações compreendidas entre apenas 15 Hz e 20 000 Hz, aproximadamente, ou seja, milhares de vezes menores que as ondas de rádio.

Para fazer uma onda de rádio “levar” estas vibrações são usados processos especiais denominados “modulação”. Existem dois tipos de modulação que dão nome aos tipos de emissões de rádio que existem: modulação em amplitude ou amplitude modulada que dá a sigla AM, e modulação em frequência ou frequência modulada que dá a sigla FM.

Vejamos como funciona cada uma delas:

Na modulação em amplitude o que faz é variar a Intensidade da corrente que produz a onda de rádio na antena da estação transmissora do mesmo ritmo do som que se deseja emitir. Assim, ao transmissor é ligado um amplificador que controla sua potência.

Na modulação em frequência, o que se faz é variar a frequência dos sinais emitidos acompanhando as variações do som que se deseja levar ao receptor.

As técnicas sendo diferentes exigem também o emprego de circuitos especiais nos rádios para que os sinais sejam depois separados.

Uma vez separados estes sinais moluladores eles podem ser amplificados no rádio e levados ao alto-falante reproduzidos.

24. O que é um rádio

Para receber as ondas de rádio, amplificá-las, e depois extrair a informação correspondente aos sons, um rádio deve ter uma estrutura bem definida utilizando diversos tipos de componentes em funcionamento harmonioso.

O funcionamento harmonioso de todas as partes de um rádio é a parte mais importante que deve ser analisada pelo que pretende ser técnico no assunto.

Um rádio é então dividido em etapas ou circuitos que realizam funções diversas, sendo cada etapa ou circuito formado por um conjunto de componentes como transistores, resistores, capacitores, bobinas e diodos.

Muitas das etapas de um rádio precisam ser ajustadas de modo bastante aguçado para poderem funcionar convenientemente e o procedimento para a realização destas ajustagens é feito pelo técnico que deve conhecê-lo perfeitamente.

Cada etapa do rádio deve também receber uma alimentação pois todas precisam de energia para funcionar, vindo esta energia ou de pilhas ou então da rede local por meio de um transformador.

Os rádios podem variar de tamanho, custo, ou aparência mas em princípio podemos dizer que todos funcionam, de modo semelhante seguindo uma das possíveis configurações que veremos.

O que faremos agora será então levar aos leitores os princípios de funcionamento de alguns rádios, acompanhando a evolução deste aparelho. Assim, partiremos dos rádios mais simples que podem existir e chegaremos até a análise dos rádios como hoje são, com todos os seus ajustes, etc.

Veremos então tanto os rádios de AM como FM, tanto os rádios que usam válvulas como transistores já que fundamentalmente suas diferenças não são muito grandes.

25. Rádio de Cristal

Os primeiros rádios que existiram não usavam elementos ativos de qualquer espécie, pois não existiam nem as válvulas nem os transistores. Estes rádios eram denominados rádios de galena ou ainda rádios de cristal.

O elemento básico destes rádios era, um cristal de galena um minério que apresenta propriedades semelhantes a dos diodos semicondutores podendo, portanto ser usado para receber as ondas de rádio convertendo-se em correntes que podem ser transformadas em som num fone de ouvido.

Na **figura 65** temos então o diagrama de um rádio de cristal cujo

funcionamento explicaremos a seguir:

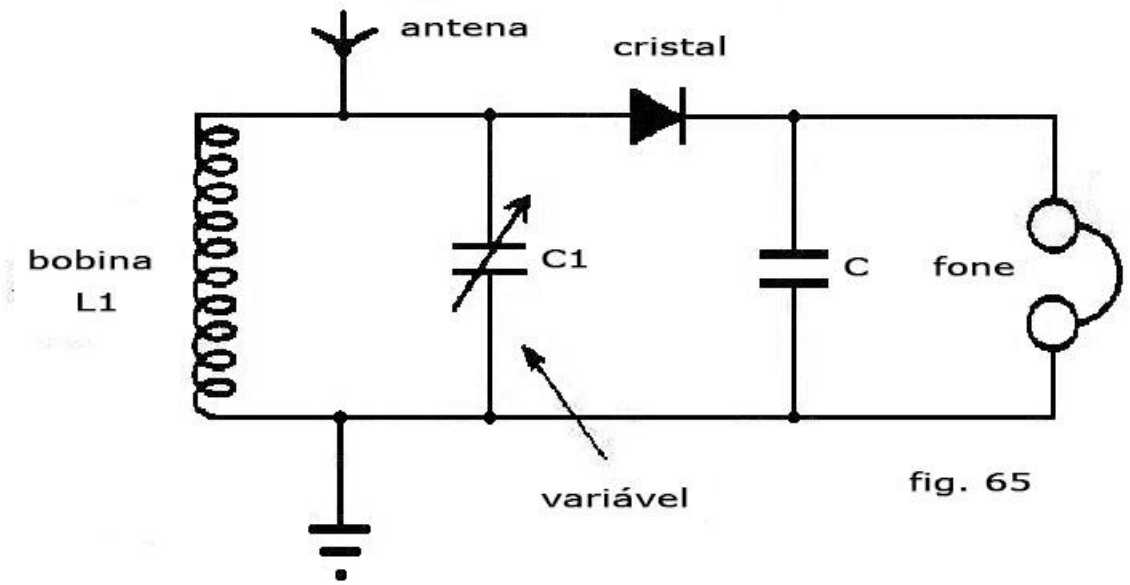


fig. 65

Logo na entrada do circuito, onde está ligada a antena e também o fio terra, temos uma bobina (Ll) e um capacitar variável (C1) que formam o circuito de sintonia.

A bobina e o capacitor ligados da maneira indicada têm a propriedade de poder separar os sinais de determinadas frequências formando então o que denominamos de circuito de sintonia. Assim, de todas as correntes das estações de rádio que são induzidas na antena podemos separar apenas aquela que corresponde a estação que desejamos ouvir. Todas as demais correntes passam direto pelo circuito perdendo-se na terra.

Nos rádios de galena como não existem etapas amplificadoras, a antena deve ser muito grande para que o máximo possível das ondas seja interceptado e assim a corrente induzida seja suficientemente forte para poder fornecer som audível. Estes rádios são então dotados de antenas que devem ter pelo menos 10 metros de comprimento e isso para a captação apenas das estações mais fortes.

Pois bem, o sinal da estação que se deseja ouvir que é uma corrente de alta frequência é levado ao cristal que tem por função fazer a detecção, ou seja, separar a corrente de baixa frequência que corresponde ao som que queremos ouvir.

Nos rádios de galena, conforme vimos, esta separação pode ser feita diretamente pelo cristal de galena enquanto que atualmente, nos rádios deste tipo montados experimentalmente pode-se substituir o cristal de galena por um diodo comum de germânio ou mesmo de silício. O tipo mais indicado para esta aplicação é o 1N34.

Uma vez separado o sinal de som do sinal de rádio pelo cristal, a parte correspondente a alta frequência que não mais precisa ser usada

é levada para a terra onde se perde, isso passando por um capacitor logo após o diodo. O sinal de baixa frequência correspondente aos sons é então levado a um fone de ouvido onde pode ser então escutada a estação desejada.

Veja que pelo fato de não haver nenhuma amplificação do sinal, mesmo com a utilização de uma longa antena ainda assim a corrente obtida para os fones é muito fraca de modo que o som que teremos não é forte. A ligação de um alto-falante neste local não é possível, pois a corrente obtida não tem força suficiente para acioná-lo. Deve-se usar então um fone de ouvido somente e mesmo assim do tipo sensível de alta impedância magnético ou então de cristal.

Par a os leitores que quiserem fazer seu próprio radio de galena, usando é claro em lugar do cristal um díodo 1N34 ou 1N60 informamos que a bobina da antena consiste em 100 voltas de fio esmaltado 28 ou 30WG enroladas num cabo de vassoura e que o capacitor variável é do tipo de uma seção de 365 ou 410 pF de eixo fino.

A antena deve ser externa com pelo menos 10 metros de comprimento e a ligação á terra pode ser feita no encanamento de água ou então por meio de uma barra de metal de uns 30 ou 40 cm de comprimento enterrada no chão. Observamos que a antena deve ser bem isolada nas suas pontas. Fio nu 18 ou 16 pode ser utilizado na construção desta antena.

26. Rádio simples transistorizado

Pode-se obter maior volume de escuta no fone se um transistor for utilizado para amplificar os sinais vindos do diodo detector ou do cristal.

Esta possibilidade nos leva ao tipo mais simples de rádio transistorizado, ou seja, o rádio com um único transistor usado como amplificador. O circuito completo deste rádio com os valores dos componentes é mostrado na **figura 66.**

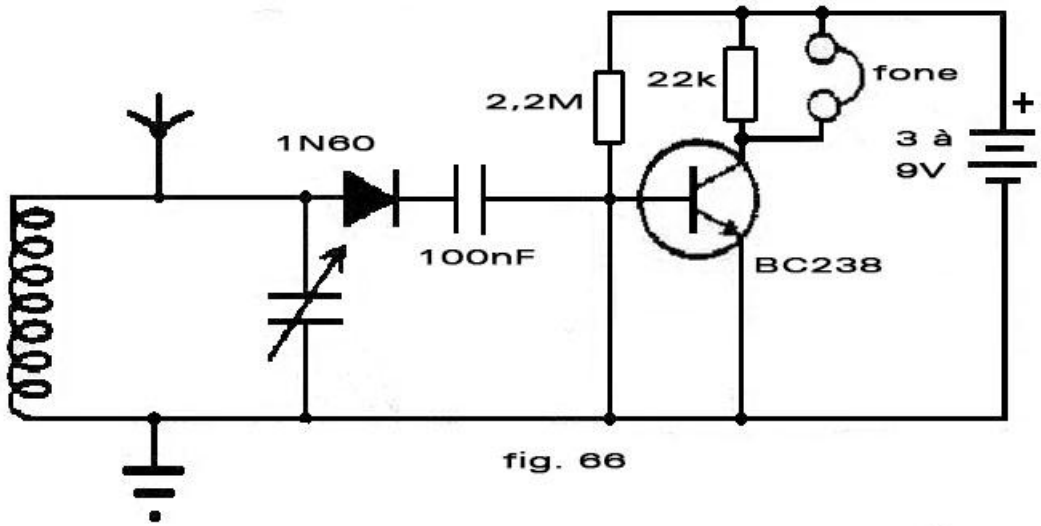


fig. 66

Veja que, mesmo com a utilização de um transistor comum de grande amplificação como o BC107, BC237 ou outro equivalente, ainda assim, a ampliação do sinal não será suficiente para se obter escuta em um alto-falante. Deve ainda ser usado um fone sensível e uma longa antena,

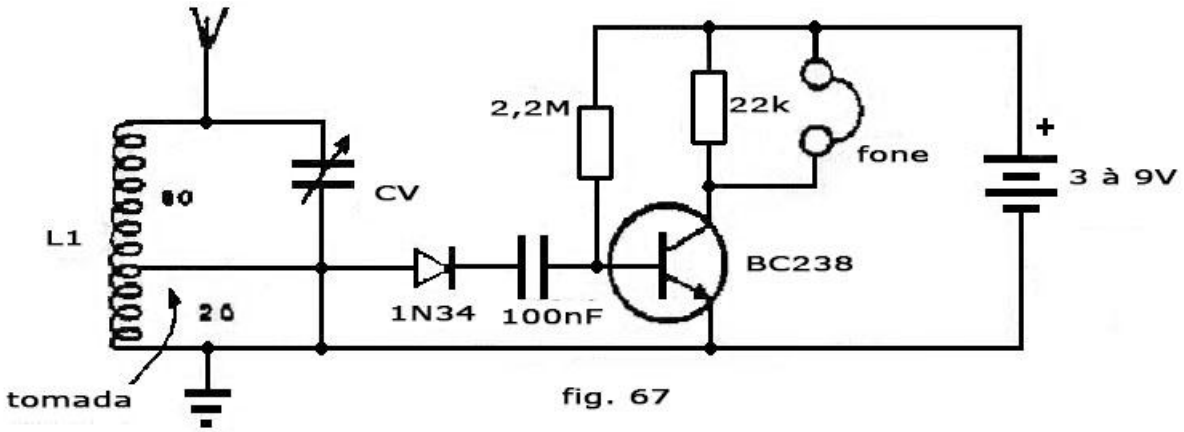
A alimentação para o circuito que já é necessária para o transistor pode vir de pilhas comuns. Duas pilhas que é o mínimo recomendado fornecem 3 V e 6 pilhas ou uma bateria fornecem 9 V que é o máximo recomendado para este caso.

Para obter uma montagem mais compacta em lugar da bobina em cabo de vassoura pode-se usar uma bobina enrolada em bastão de ferrite com o mesmo número de voltas.

Um problema que este tipo de receptor apresenta, entretanto além da falta de sensibilidade é a sua seletividade. Os transistores são dispositivos de baixa impedância de entrada e esta baixa impedância afeta a seletividade de um circuito como o do rádio simples de galena que vimos.

Pode-se melhorar a seletividade deste rádio se em lugar de fazermos a ligação do diodo diretamente no extremo da bobina a fizermos por meio de uma derivação, conforme mostra a **figura 67**. Quanto mais próxima da ligação à terra estiver a derivação ou tomada da bobina melhor será a seletividade do rádio, ou seja, sua capacidade de separar estações próximas, mas ao mesmo tempo, se esta tomada estiver muito próxima da ligação à terra sua sensibilidade será afetada.

A posição exata da tomada deve ser obtida para se obter uma seletividade ideal sem prejudicar a sensibilidade do rádio.



27. Rádio simples com válvula

Antes do advento do transistor podia-se fazer um rádio com amplificação para o sinal apenas usando válvulas. Temos então uma versão equivalente de nosso rádio simples transistorizado em que uma

válvula triodo é empregada. O circuito do rádio simples com válvula é então mostrado na **figura 68.**

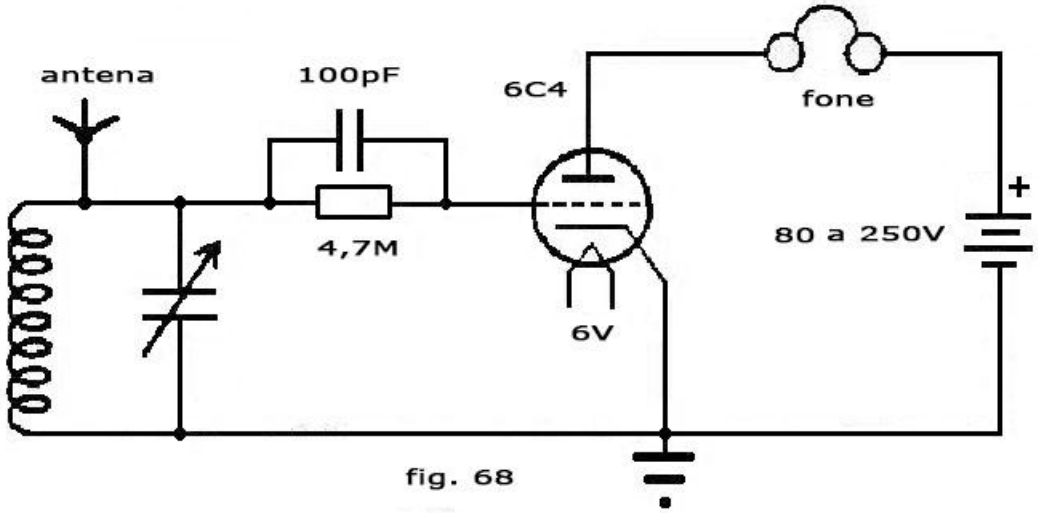


fig. 68

A parte de sintonia é a mesma, mas no caso, como a válvula comporta-se como um diodo também além de amplificar os sinais, não é preciso usar o cristal para esta função.

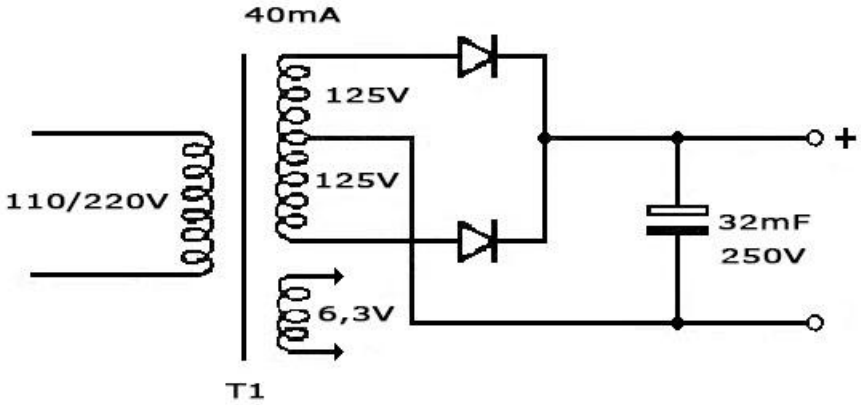
Os sinais separados pelo circuito de sintonia são então levados à grade da válvula que é o seu elemento de entrada os sinais amplificados são retirados de sua placa e levados ao fone de ouvido.

Um rádio deste tipo apresenta alguns problemas no que se refere à alimentação da válvula. Nestes componentes existem duas baterias para alimentar seus circuitos e estas baterias não são fáceis de serem obtidas na atualidade.

Uma das baterias é de baixa tensão, normalmente 6 V para alimentar o filamento da válvula ou seja, para fazer o aquecimento da válvula, enquanto que a outra bateria deve fornecer uma tensão entre 80 e 250 V para a alimentação do circuito de ampliação propriamente dito.

Na **figura 69** damos um circuito alternativo para alimentação deste rádio em que é usado um transformador que converte os 110 V ou 220 V da rede local nas duas tensões que o rádio precisa para funcionar.

fig. 69



Veja que os 6V são levados diretamente ao filamento da válvula enquanto que a alta tensão deve antes passar por um processo de retificacão e filtragem por meio de dois diodos e um capacitor antes de ser levada a válvula.

Este rádio também não apresenta sensibilidade para alimentar um alto-falante e deve funcionar com uma antena relativamente longa, principalmente se as estações que se desejar ouvir estiverem distantes ou forem fracas.

Evidentemente os dois rádios que mostramos são apenas curiosidades que podem ser encontrados em museus ou então montados por principiantes e amadores não se tratando de aparelhos comerciais já que seus desempenhos deixam muito a desejar.

Enquanto o consumo de corrente do tipo transistorizado é de apenas alguns mA o mesmo não acontece com o tipo de válvula. A corrente para o aquecimento do filamento da válvula pode chegar em alguns casos a 250 mA e a corrente da bateria principal de alta tensão é da ordem de 20 mA ou mais.

Que tipos de problemas pode apresentar um rádio deste tipo?

O rádio a válvula pode ter em primeiro lugar problemas com a própria válvula amplificadora que está sujeita à queima ou ao enfraquecimento. Na queima o que ocorre é a interrupção de seu filamento quando então a mesma não mais pode ser aquecida deixando de funcionar.

No enfraquecimento o que se nota é uma perda de rendimento com uma queda no volume do som obtido.

Outros componentes podem também apresentar defeitos caso da bobina de antena que pode ter suas espiras interrompidas, a própria antena que pode encostar em objetos que desviem seus sinais, a ligação à terra deficiente e o capacitor variável que apresenta placas em curto.

Em todos estes casos o rádio apresentará anormalidades de funcionamento devendo o componente responsável por isso ser substituído.

28. Receptor Regenerativo

Tanto no rádio simples transistorizado como com válvula que vimos nos itens 26 e 27, estes componentes amplificavam sinais de baixa frequência o btidos a partir da detecção feita pelo diodo ou pela própria válvula.

Estes sinais muito fracos passavam então uma vez pelo transistor ou válvula aparecendo então amplificados em sua saída quando então poderiam ser aplicados a um fone e convertidos em som.

Pode-se melhorar consideravelmente o rendimento deste tipo de rádio se o sinal for amplificado duas vezes pela mesma válvula ou tran-

sistor o que é conseguido nos chamados receptores regenerativos.

Temos então na **figura 70** o diagrama de um receptor regenerativo transistor em que parte do sinal retirado na saída do transistor é levado de volta a sua entrada por meio de uma bobina sendo então amplificado novamente.

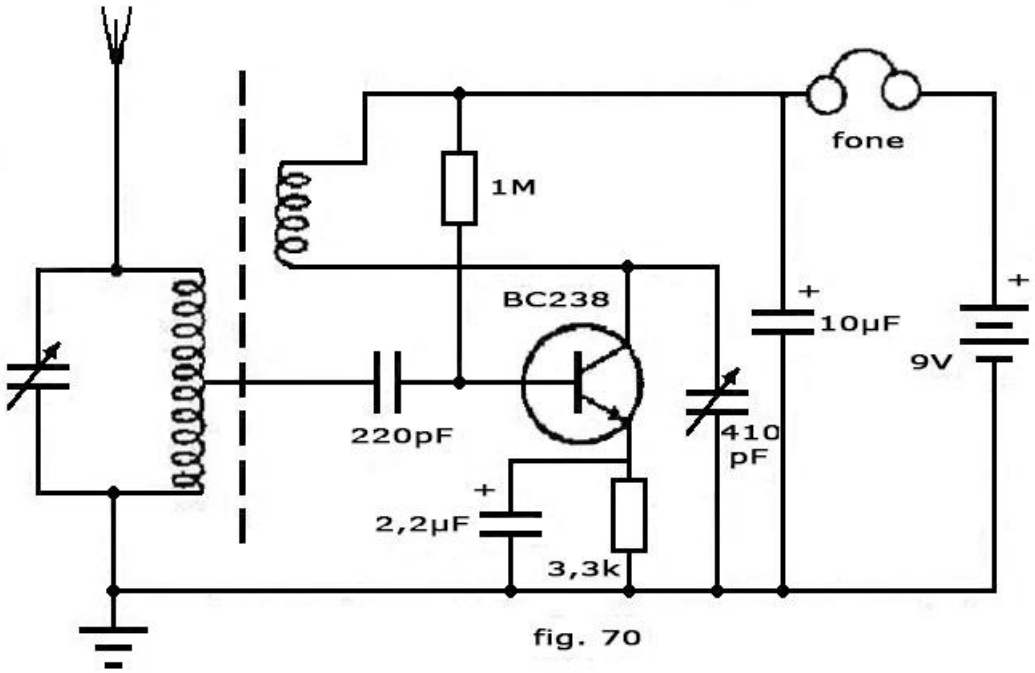


fig. 70

Veja que não é possível aplicar de volta todo o sinal a entrada do transistor, pois se isso fosse feito o sinal passaria a rodar indefinidamente neste ciclo de amplificação ocorrendo então uma oscilação ou seja, o sinal perderia sua característica e o que teríamos no fone seria apenas um apito contínuo.

A posição da bobina de regeneração ou do controle de regeneração, se existir um é importante porque determina o limite da quantidade de sinal retirado da saída do circuito que pode ser aplicado a sua entrada sem ocorrer a oscilação, ou seja, sem que se manifeste o apito contínuo no fone.

Ao usar este rádio o que se faz é então sintonizar a estação desejada com o controle de regeneração em seu mínimo de ação, e depois ir abrindo o controle de regeneração até que o sinal da estação seja ouvido com o máximo de intensidade sem ocorrer apito ou oscilação,

O circuito de rádio da **figura 70** que vimos pode ser construído com facilidade pelo leitor já que os componentes são comuns. A bobina consta de 100 voltas de fio esmaltado num bastão de ferrite de 10 cm e a bobina de regeneração de 4 espiras do mesmo fio esmaltado colocada no mesmo bastão de ferrite da bobina de antena.

A alimentação do rádio deve ir de 4 pilhas pequenas e o fone de ouvido usado deve ser magnético de alta impedância ou então de cristal com um resistor de 4,7k ligado em paralelo.

Também neste caso para uma recepção será conveniente a utilização de uma boa antena externa principalmente se as estações de sua localidade forem fracas ou não estiverem muito próximas de sua casa.

29. Receptor regenerativo com válvula

Do mesmo modo que o sinal da saída do transistor pode ser reaplicado a sua entrada também no caso do receptor a válvula pode-se fazer o mesmo caso em que teremos um receptor regenerativo com válvulas. Na **figura 71** temos então o diagrama completo de um receptor regenerativo de uma única válvula vendo o leitor que basicamente ele funciona do mesmo modo que seu equivalente transistorizado.

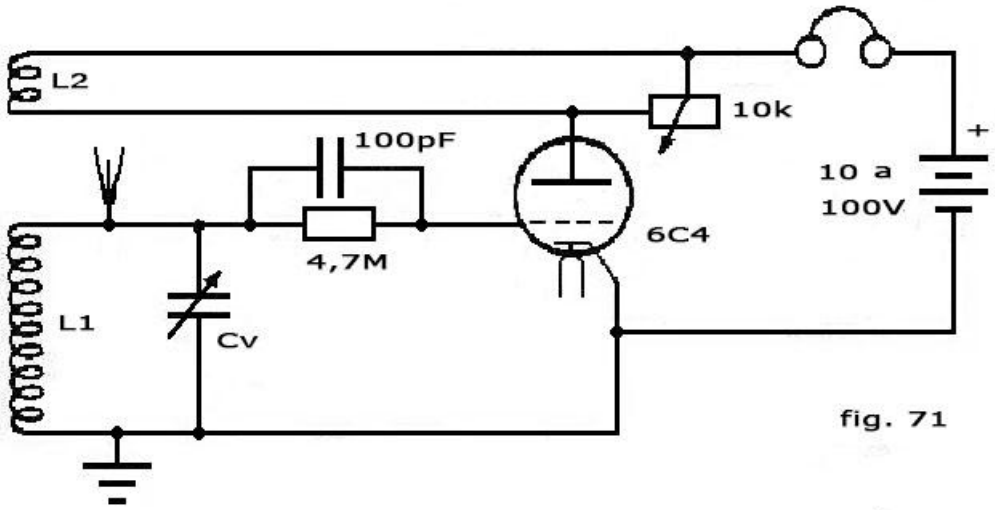


fig. 71

O sinal retirado da placa da válvula é Levado de volta a sua entrada por meio de uma bobina de regeneração enrolada sobre a bobina de sintonia ou antena.

Um potenciômetro determina a parte deste sinal que deve voltar à amplificação sem que haja o perigo de ocorrer oscilação, ou seja, sem surgir o apito contínuo no fone.

Como os demais receptores, este ainda precisa de uma boa antena para receber as estações mais fracas, mas existem circuitos que são suficientemente sensíveis para receber inclusive estações de ondas curtas com bom alcance.

O que muda num receptor de ondas curtas em relação ao equivalente de ondas médias é apenas o circuito de sintonia. A bobina deve então ter um número menor de voltas, número este que é calculado em função da faixa de frequências que deve ser sintonizada. Para os casos comuns a bobina pode ter de 8 a 10 voltas de fio para a faixa mais alta de ondas curtas até 30 ou 40 voltas para a faixa mais baixa.

Na **figura 71** mostramos um caso em que uma chave é usada para fazer a troca das bobinas de um rádio que então pode receber tanto as estações de ondas médias como as estações de ondas curtas.

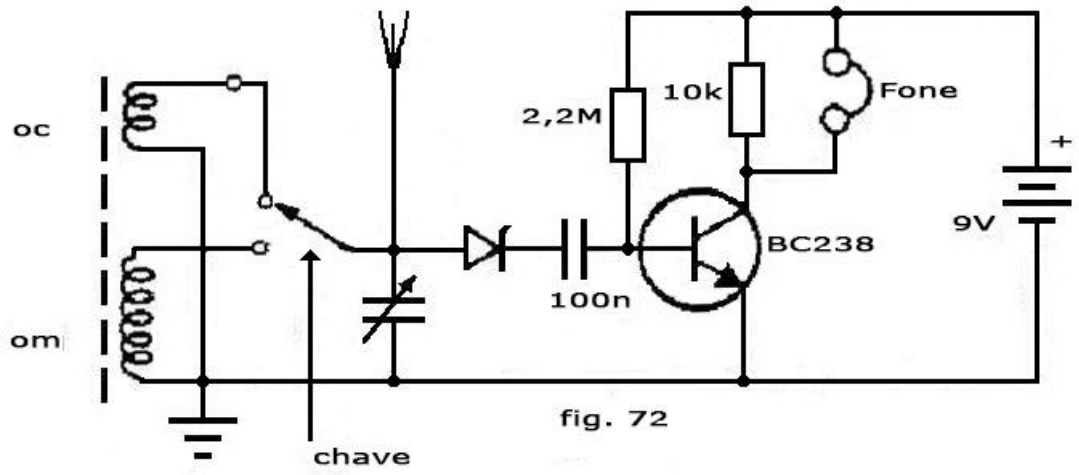


fig. 72

Esta chave é denominada “chave de onda” e já aparece nos rádios mais modernos que possuem diversas faixas de recepção.

Para operar este rádio deve-se ter o mesmo cuidado que no anterior, ajustando-se o controle de regeneração até o ponto em que o rádio quase oscila quando então a estação pode ser ouvida com o máximo de intensidade.

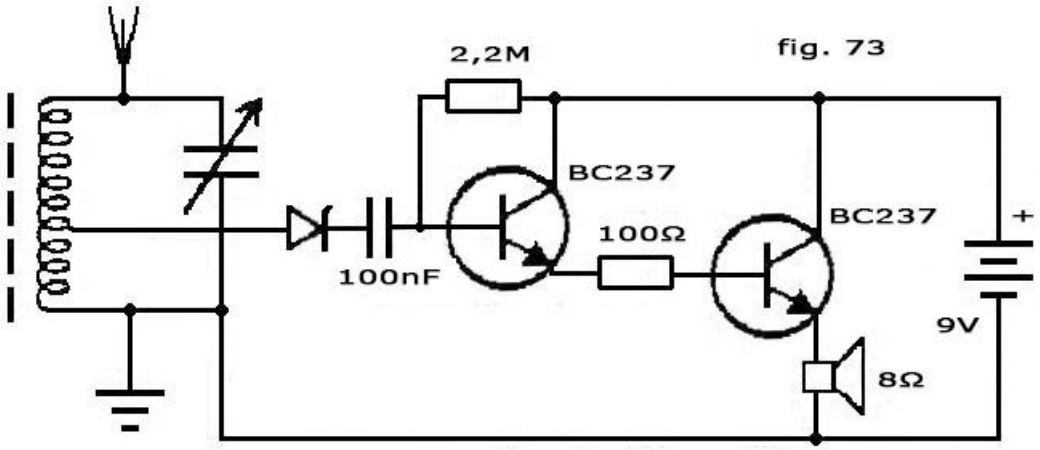
Na construção de um rádio deste tipo um problema que pode ocorrer para o montador ainda não experiente é a inversão da bobina de regeneração. Quando isso acontece sinais em lugar de serem amplificados novamente pela válvula tem sua intensidade diminuída, havendo então um funcionamento anormal do rádio.

30. Receptor simples de dois transistores

Se um único transistor não oferece amplificação suficiente para os sinais captados pela antena pede-se utilizar dois deles, ligados de tal modo que, o sinal amplificado pelo primeiro passa para o segundo e depois de retirado do segundo vai para o fone.

Os rádios deste tipo se operarem com antenas longas em locais que existam estações fortes já podem inclusive alimentar um alto falante em lugar de um simples fone.

Na **figura 73** mostramos o circuito de um rádio simples deste tipo em que os transistores são acoplados de modo direto, ou seja, o sinal é retirado não da maneira convencional que é pelo coletor do primeiro transistor mas sim de seu emissor sendo então levado diretamente à base do segundo transistor.



Se um transistor ampliar o sinal 50 vezes e o outro também o resultado liquido será uma ampliação do sinal de 50 x 50 = 2500 vezes.

Os transistores usados no rádio que damos como exemplo podem ser do tipo BC237.

A alimentação pode ser de 6V (4 pilhas pequenas).

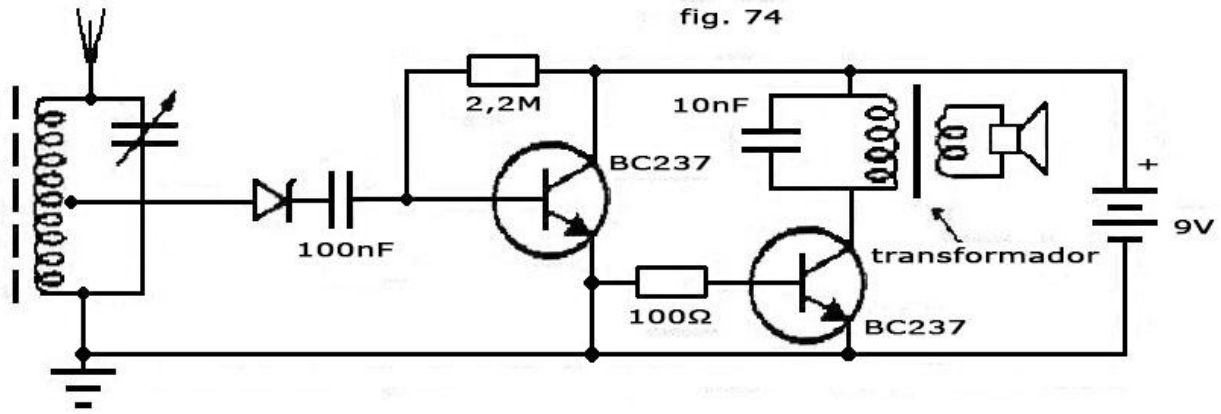
O funcionamento deste rádio é o seguinte: os sinais interceptados pela antena são todos levados aos circuitos de sintonia formado pelo capacitor variável e pela bobina onde então somente fica o sinal da estação que se deseja ouvir.

O sinal desta estação é levado ao diodo onde ocorre a sua detecção ficando então no circuito apenas o sinal de áudio correspondente, ou seja, a corrente de baixa frequência correspondente ao som da estação.

Esta corrente é aplicada a base do primeiro transistor onde recebe a sua amplificação inicial. Veja que o sinal chega a base do transistor por meio de um capacitor e que também neste elemento temos ligado um resistor. Este resistor tem por função polarizar a base do transistor, ou seja, deixá-la com uma tensão de valor tal que permite o funcionamento correto do componente como amplificador.

O sinal retirado do emissor do transistor é levado à base do segundo transistor onde recebe nova amplificação.

Aqui o leitor tem duas opções para ligação do fone ou alto falante. Este pode ser ligado no emissor ou no coletor do transistor conforme sejam as suas características. Se ligado ao emissor o fone ou alto-falante deve ser de baixa impedância e se ligado ao coletor deve ser de alta impedância. Como o alto-falante é um dispositivo de baixa impedância sua ligação ao coletor deve ser feita por meio de um transformador de saída conforme mostra a **figura 74**.



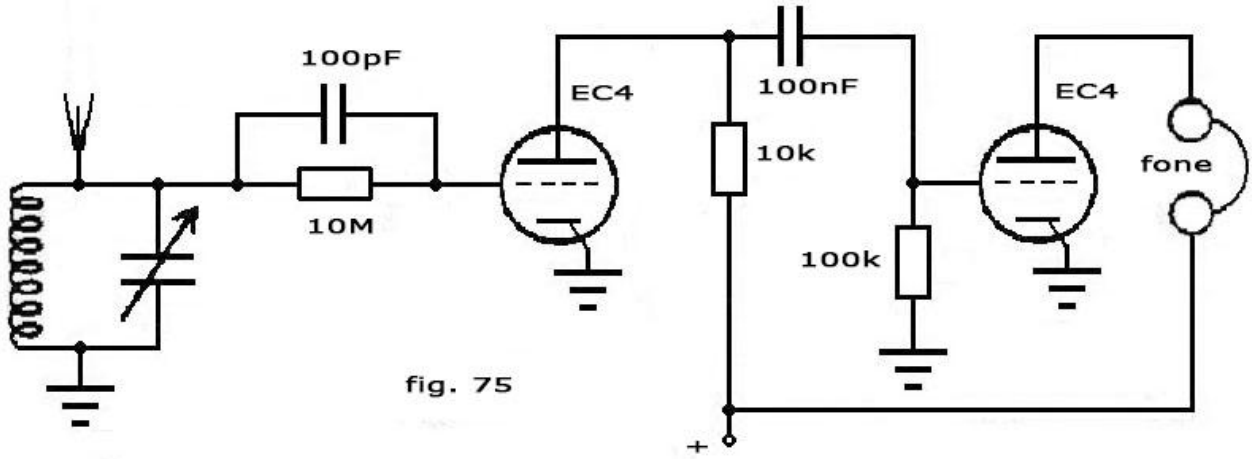
Um problema que pode ocorrer com este tipo de receptor é a queima do segundo transistor quando a corrente que circular por ele for muito alta. Sendo este transistor ligado de modo a operar quase que no limite de sua capacidade esta possibilidade de sobrecarga existe. O leitor que tiver montado um rádio deste ou que já tiver visto um funcionando poderá perceber que o segundo transistor funciona levemente aquecido.

31. Receptor simples de duas válvulas

Um circuito equivalente ao receptor simples de dois transistores pode ser obtido com a utilização de duas válvulas. Neste caso também, já poderemos ter um sinal de intensidade suficiente para fazer acionar um alto-falante, conforme mostra o circuito da **figura 75.**

O seu funcionamento é semelhante do equivalente transistorizado com o sinal que sai do circuito de sintonia sendo amplificado pela primeira válvula e depois levado à segunda.

O modo como o sinal passa da primeira para a segunda válvula é entretanto um pouco diferente.



O sinal é retirado da placa ou anodo da válvula passando para a grade da segunda válvula por meio de um capacitor. Este tipo de transferência de sinal recebe o nome de "acoplamento RC" (RC de resistor-capacitor) já que este componente tem a propriedade de deixar passar somente o sinal mas não as correntes de polarização das duas válvulas que chegam ás mesmas pelos resistores correspondentes.

Na saída da segunda válvula, ou seja, em seu anodo é ligado o transformador de saída e portanto o alto-falante. As saídas das válvulas são de alta impedância o que exige o emprego do transformador em questão na alimentação do alto-falante que é de baixa impedância.

Este rádio apresenta inconvenientes para o uso portátil. Um deles é a necessidade de fontes de alimentação volumosas para os filamentos das válvulas e para seus circuitos propriamente ditos.

Os filamentos devem ser alimentados por tensões baixas normalmente entre 6 a 12 V e os circuitos de placas por tensões elevadas situadas normalmente entre 80 e 250 volts.

O circuito de fonte usando o transformador para o primeiro rádio a válvula que descrevemos também serve para a alimentação deste. O transformador deve ser capaz de fornecer a corrente que os dois filamentos em conjunto precisam para seu aquecimento.

Veja o leitor que nenhum dos rádios que descrevemos agora precisa de qualquer ajuste para funcionar, e esta é uma das vantagens dos circuitos simples que mostramos. É por este motivo que muitos cursos técnicos antes de partirem diretamente para a montagem de rádios comuns fazem com seus alunos realizem a montagem destes rádios se bem que já sejam completamente superados em termos de desempenho.

Os defeitos que estes rádios podem apresentar são o enfraquecimento ou queima das válvulas; falhas dos componentes de polarização e acoplamento e ainda os problemas de interrupção ou curto nas espiras da bobina de sintonia.

Como o rendimento deste rádio não é enorme deve-se utilizar uma antena externa principalmente para excitação com bom volume do alto-falante.

32. Rádios de mais de 2 transistores

A utilização de mais de dois transistores para fornecer mais amplificação ainda ao sinal é possível mas tem suas limitações. Assim, podem ser usados em rádios simples de 3 ou 4 transistores amplificando o sinal de áudio (som) até se obter uma intensidade suficiente para alimentar um alto-falante, alguns casos tem a necessidade de antena externa a não ser para as estações mais fracas.

Se o sinal de áudio obtido do detector for amplificado excessiva-

mente, juntamente, com este sinal podem também ser amplificados ruídos gerados pelos próprios componentes, ruidos térmicos como são denominados e além disso podem aparecer instabilidades no circuito que o levam a oscilação, ou seja, o circuito se instabiliza e começa a produzir apitos.

A técnica de amplificação direta do sinal de áudio é obtido do diodo ou do cristal quer seja por meio de transistores ou por meio de válvulas não é das mais convenientes dai os receptores de amplificação direta como são chamados terem sua utilização limitada aos casos em que nó máximo 4 transistores são empregados.

Mas, mesmo 4 transistores ou 4 válvulas não são suficientes para dar uma boa amplificação aos sinais, principalmente se as estações forem muito fracas, o que nos leva ao emprego de outras técnicas.

O leitor pode perceber então que mesmo os menores rádios transistorizados de bolso levam pelo menos 5 transistores e que não necessitam sequer de antena para a captação das estações locais.

Estes receptores assim como os rádios a válvula de tipos comerciais utilizam uma técnica diferente de processamento dos sinais técnica esta que lhes fornece a denominação de "super-heteródínos".

Com esta técnica pode-se proceder a uma amplificação muito maior do sinal sem o perigo de ocorrerem instabilidade e além disso podem ser obtidos rádios com GRANDE SELETIVIDADE; PRINCIPALMENTE NA FAIXA DE ONDAS CURTAS ONDE AS ESTAÇÕES ESTÃO MUITO PRÓXIMAS EM FREQUÊNCIA: (A seletividade é a capacidade que um rádio tem de separar estações de frequências próximas; por exemplo uma que emite em 920 kHz e outra em 930 kHz).

Os rádios super-heteródinos são, entretanto bem mais complicados quanto ao funcionamento devendo ser feitos ajustes bastante delicados para a operação harmoniosa de todos os seus circuitos. Os rádios deste tipo têm pelo menos 5 ajustes nos tipos de ondas médias podendo chegar a mais de 20 para os rádios de muitas faixas de onda.

Os receptores de FM também empregam esta técnica já que a recepção direta com um único transistor ou, única válvula destes sinais é problemática e também crítica em vista da alta frequência que correspondem que se situa entre 88.000.000 Hz e 108.000.000 Hz ou seja 88 e 108 MHz.

Para entender o funcionamento de um rádio deste tipo o que faremos será uma divisão por etapas, estudando cada uma delas em sua função e depois de todo o conjunto.

33. As etapas de um super-heteródino

Na **figura 76** temos um diagrama de blocos de um receptor heteródino por onde explicaremos inicialmente seu funcionamento geral para depois fazermos uma análise etapa por etapa deste tipo de aparelho.

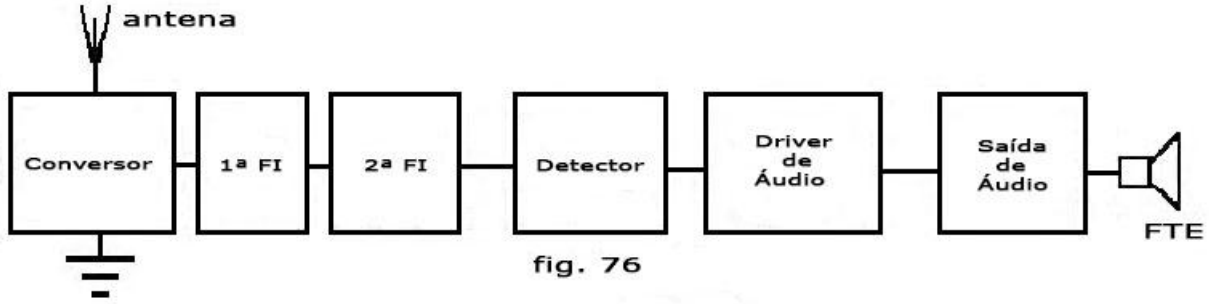


fig. 76

O primeiro bloco representa a etapa mais conversora que é a mais difícil de ser entendida, por isso pedimos especial atenção do leitor, e de cujo funcionamento depende todo o principio de operação do rádio.

Esta etapa tem dois circuitos que trabalham com sinais de altas frequências, ou seja, com sinais correspondentes às ondas de rádio. Os dois circuitos funcionam de modo harmonioso tal que, um gera uma frequência sempre, 455 kHz maior do que a que o outro sintoniza.

Assim, se o rádio estiver sintonizando uma estação de 600 kHz o oscilador gera uma corrente de 1.055 kHz; se o rádio estiver sintonizando uma estação de 1.000 kHz o oscilador gera um sinal de 1.455 kHz e se o rádio estiver sintonizando uma estação em 1.500 kHz o oscilador gera um sinal em 1.955 kHz.

Para que a frequência do oscilador possa variar ao mesmo tempo que se muda a sintonia do receptor, os dois circuitos são controlados por um capacitor variável de duas seções. Assim, como as duas capacitâncias variam ao mesmo tempo garante-se um fato importante para o rádio: que a diferença entre a frequência da estação que deve ser sintonizada e a frequência gerada seja sempre 455 kHz (**figura 77**).

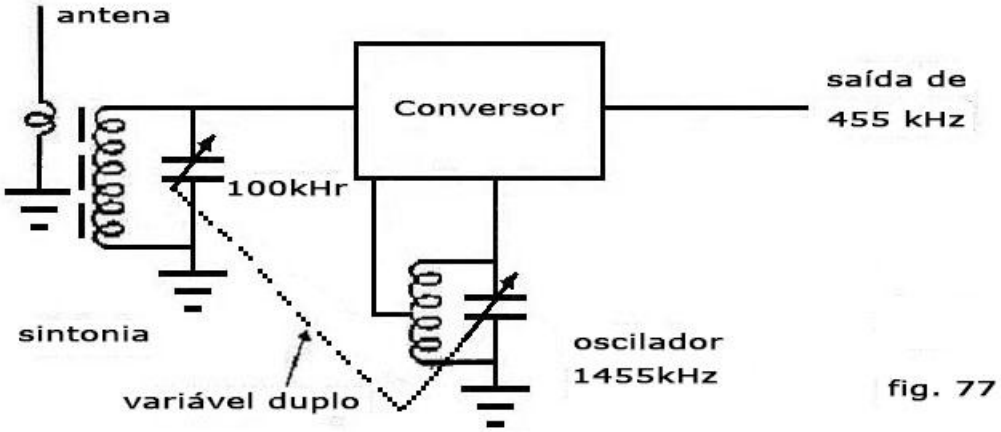


fig. 77

A vantagem do método de se fazer isso consiste no fenômeno denominado batimento que permite então que na saída do circuito, qualquer que seja a frequência da estação que desejamos ouvir tenhamos sempre um único sinal de 455 kHz.

Este sinal leva toda a informação correspondente ao sinal original sintonizado de modo que ele pode ser amplificado com muito mais facilidade.

A facilidade de amplificação deste sinal, que sendo de frequência fixa, está na possibilidade de se utilizar circuitos fixos que não precisam ser ajustados para cada frequência que se desejar ouvir.

Este sinal obtido na saída da etapa conversora é então denominado "sinal de frequência intermediária ou FI" e é de 455 kHz para os rádios comuns.

O leitor poderá eventualmente encontrar rádios com outros valores de frequências intermediárias, mas estes não são comuns.

O sinal de frequência intermediária obtido no primeiro bloco passa para as etapas seguintes que o amplificam. Estas etapas são denominadas etapas amplificadoras de frequência intermediária e seu número pode variar de 1 a 3 nos rádios comuns.

O sinal obtido na última etapa amplificadora de FI ainda é um sinal de alta frequência, ou seja, não corresponde ainda a sons não podendo portanto ser aplicado a um alto-falante.

Este sinal é então levado à etapa detectora onde se procede a extração da informação da baixa frequência que ele contém. Esta etapa normalmente consta de diodos nos rádios transistorizados ou mesmo transistores ligados de modo especial.

O sinal de baixa frequência que corresponde a sons que é obtido desta etapa pode então ser amplificado mais algumas vezes antes de ser levado a um alto-falante. Isso é feito pelas etapas seguintes do rádio que são as etapas pré-amplificadora de baixa frequência e a etapa de saída de áudio.

No final então o sinal obtido tem uma intensidade suficientemente grande para poder ser aplicado num alto-falante e produzir um bom nível de som.

Assim, funcionam os rádios comuns, lembrando que todas as etapas devem receber energia de uma fonte de alimentação que pode constituir-se em pilhas comuns ou num circuito especial que converta a energia disponível na rede numa energia de forma mais apropriada aos circuitos eletrônicos.

Os rádios super-heteródinos que utilizam válvulas operam segundo os mesmos princípios com a diferença de que em lugar de transistores como elementos ativos são usadas válvulas.

Conforme o tipo de sinal que deve ser produzido ou amplificado deve ser feita a escolha dos transistores ou válvulas de modo que, para cada etapa do circuito temos tipos especiais e ligações especiais que serão estudadas a seguir.

34. A etapa conversora

Conforme vimos é nesta etapa que o sinal de rádio captado pela antena e levado ao circuito de sintonia se mistura com e sinal nela gerado de modo a resultar no sinal de frequência intermediária, ou seja, de 455 kHz.

Este circuito apresenta características importantes e é o mais crítico de todo o rádio pois possui três pontos de ajustes.

Os ajustes são necessários para se fazer cada parte do circuito operar na frequência certa, ou seja, todos harmoniosamente de tal modo que, quando o aparelho sintonizar uma estação o oscilador produza 455 kHz a mais e o circuito de saída receba exatamente estes 455 kHz de diferença.

Como tudo isso é feito? É exatamente o que procuraremos explicar agora:

Na entrada da etapa temos então o circuito de sintonia formado por uma bobina e um capacitor variável que separa de todos os sinais que chegam à antena o sinal da estação que queremos ouvir. Este sinal é levado ao transistor ou válvula inicial do rádio que lhe faz a amplificação.

Ao mesmo tempo o transitar e válvula desta etapa são ligados a um segundo circuito formado por uma bobina e um capacitor variável mas de modo que este circuito se realimente produzindo assim correntes de altas frequências, ou seja, oscile.

Este circuito está ajustado para produzir um sinal que seja exatamente 455 kHz mais elevado em frequência que o sinal da estação sintonizada.

O sinal em questão é misturado ao sinal sintonizado pela válvula ou transistor ocorrendo então o fenômeno denominado batimento.

O batimento consiste no seguinte: ao se misturarem os dois sinais eles perdem suas características aparecendo na saída do circuito como um terceiro que seja a diferença das frequências, ou seja, 455 kHz.

Pois bem, na saída do transistor ou válvula temos o terceiro circuito importante da etapa que é formado também por uma bobina e um capacitor mas este não precisa ser do tipo variável mas tão somente ajustável. Este circuito é então ajustado para deixar passar apenas o sinal de 455 kHz que é levado a etapa seguinte.

Na **figura 78** temos um circuito de etapa conversora de rádio comum para que o leitor tenha uma idéia dos componentes usados.

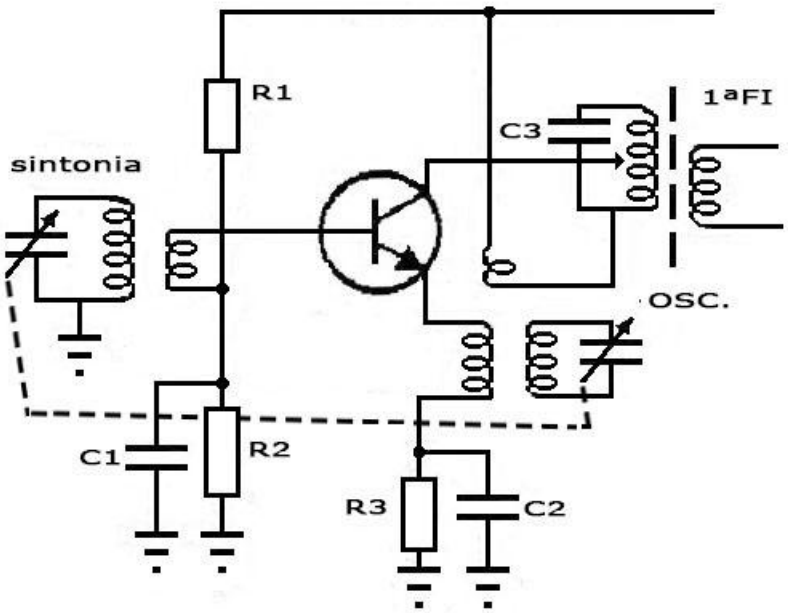


fig. 78

Na saída do transistor temos o circuito sintonizado em 455 kHz, que na realidade é um transformador denominado primeiro transformador de FI ou frequência intermediária.

Para fazer o rádio funcionar perfeitamente todos os três circuitos da etapa conversora devem ser cuidadosamente ajustado para um funcionamento harmonioso.

Nos rádios de diversas faixas de onda, ou seja, nos rádios de ondas médias e curtas, deve-se ter uma bobina de sintonia e uma bobina osciladora para cada faixa sendo feita sua ligação no circuito por meio de uma chave de onda. Se o rádio tiver, por exemplo 3 faixas de onda teremos mais de 15 ligações para a comutação das faixas o que complica bastante a reparação do aparelho em caso de falha nesta parte pois não é fácil a identificação das ligações em questão.

Os componentes adicionais, tais como resistores e capacitores são componentes de polarização e acoplamento que devem ser usados para levar o transistor ou válvula a um funcionamento normal e para o acoplamento ou transporte dos sinais gerados e recebidos.

35. A primeira amplificadora de FI

O sinal obtido na saída da etapa conversora é levado à primeira etapa amplificadora de frequência intermediária ou FI. Na **figura. 79** temos o circuito desta etapa em que dois componentes especiais merecem em primeiro lugar nossa atenção.

Estes componentes são os transformadores de FI, que são componentes dotados de dois enrolamentos sobre um núcleo de ferrite ajustável.

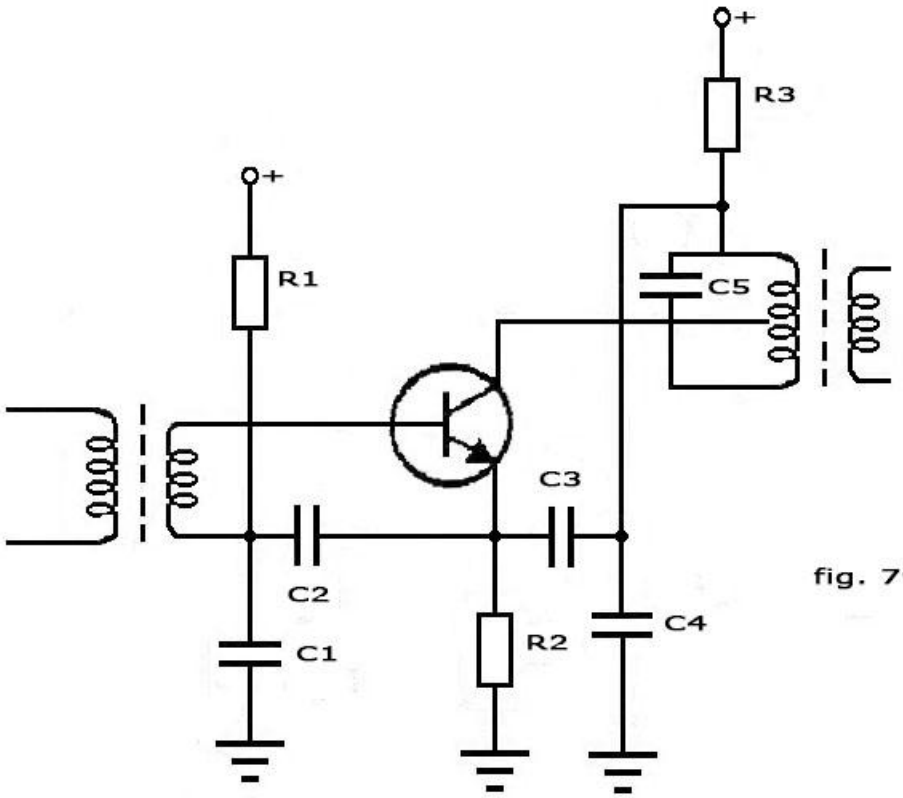


fig. 79

O transformador deve ser ajustado para responder a apenas uma frequência que é justamente a frequência intermediária do aparelho de 455 kHz de modo que somente estes sinais possam ser aceitos pelo circuito amplificador.

O sinal é então levado ao transistor (ou válvula) onde é amplificado. Retirado do transistor ou válvula este sinal passa a etapa seguinte por meio de um outro transformador de FI. Encontramos então nesta etapa o primeiro e o segundo transformador de FI.

Para que a etapa funcione perfeitamente os dois transformadores devem ser ajustados com cuidado para responder exatamente a frequência intermediária de 455 kHz o que é conseguido pela movimentação de seu núcleo com uma chave especial.

Esta chave especial mostrada na **figura 80** é feita de material não ferroso (madeira ou plástico) para não influenciar na indutância que a bobina apresenta. Uma chave de fenda comum não é conveniente para se obter o ajuste perfeito dessas bobinas.

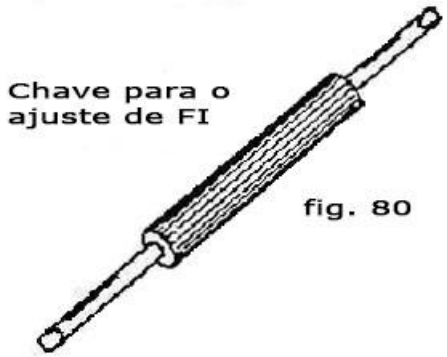


fig. 80

Veja que os sinais que são amplificados por esta etapa são sinais de altas frequências, ou seja, de 455 kHz o que quer dizer que transistores especiais devem ser utilizados para esta finalidade.

Os principais problemas que aparecem nestas etapas são a queima do transistor que deixa de amplificar o sinal, a interrupção das bobinas dos transformadores de FI, principalmente devido à corrosão quando os mesmos recebem umidade excessiva ou os vapores que emanam de pilhas vazadas.

Os demais componentes tais como resistores e capacitores servem para polarizar o circuito e também para fazer o acoplamento dos sinais. Estes componentes também podem apresentar problemas de funcionamento sob determinadas condições.

Na troca de um transformador de FI o técnico deve usar exatamente o mesmo identificando-o pela cor. Para cada um existe uma cor que diz se ele é o primeiro, segundo ou terceiro.

A disposição dos terminais do transformador também deve ser observada com cuidado na sua troca. Se houver inversão de posição o rádio não funcionará.

36. Segunda etapa amplificadora de FI

Nos rádios em que mais uma amplificação do sinal é desejada existe uma segunda e até uma terceira etapa amplificadora de frequência intermediária que nada mais é do que a repetição da primeira etapa com os mesmos componentes,

Temos então a retirada do sinal a ser amplificado da etapa anterior por meio de um transformador de FI que no caso é o segundo, e depois a transferência de sinal para a etapa seguinte por meio do terceiro transformador.

Estes transformadores devem ser ajustados com cuidado para deixar passar somente os sinais da frequência intermediária, no caso 455 kHz.

Para-o ajuste simultâneo dos três transformadores existem técnicas especiais que o técnico deve conhecer, pois se os transformadores forem desajustados completamente nada será ouvido no alto-falante do rádio sendo então muito difícil trazê-los ao funcionamento normal sem a utilização de equipamentos especiais.

Nos rádios comuns, o transistor ou válvula usados nesta etapa são os mesmos da etapa anterior e aqui o sinal obtido já tem uma intensidade considerável em vista de já ter passado por três etapas de amplificação.

Os problemas que podem aparecer nesta etapa são os mesmos da anterior, ou seja, problemas com o transistor, interrupção dos enrolamentos do transformador, quebra do núcleo da bobina. etc.

Também existem como na etapa anterior componentes de polarização e acoplamento que são resistores e capacitores.

Nos rádios a válvula mais antigos, em lugar do núcleo móvel dos transformadores de FI temos outros componentes para os ajustes. Muitos rádios da década de 40 apresentam transformadores com capacitores ajustáveis (trimers) ligados em paralelo havendo então na sua carcaça metálica furos para acesso aos parafusos destes componentes conforme mostra a **figura 81.**

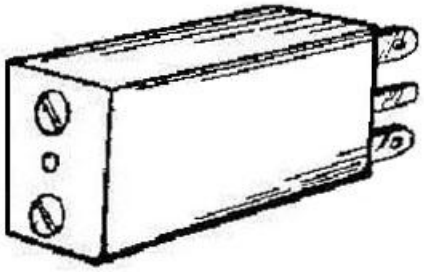


fig. 81

Existem então transformadores com dois trimers de ajuste, um para cada bobina e também transformadores com apenas um trimer de ajuste.

O sistema de dois trimers é encontrado principalmente nos rádios com diversas faixas em que se deseja o máximo de seletividade. Estes transformadores são denominados de "dupla sintonia".

Nos rádios mais modernos, em lugar dos transformadores de FI podem ser encontrados filtros cerâmicos que são pequenos componentes que se comportam do mesmo modo respondendo a uma frequência apenas que é a frequência intermediária de 455 kHz.

37. Etapa detectora

Os sinais amplificados pela última etapa de FI ainda são sinais de rádio frequência, ou seja, sinais que não correspondem a sons mas sim à onda emitida pela estação. Estes sinais são levados então à etapa detectora que, exatamente como nos rádios mais simples que vimos, tem por função separar a informação correspondente ao som da alta frequência que os transporta.

Esta função nos rádios transistorizados pode ser exercida por um diodo ou por um transistor, conforme mostra o circuito da **figura 82**.

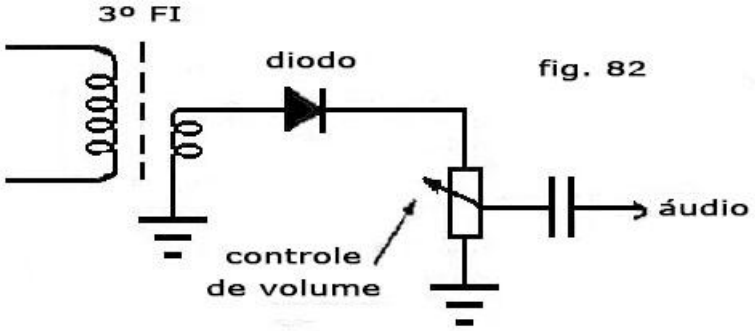


fig. 82

Nos rádios a válvula pode ser usada uma válvula díodo ou então uma válvula triodo dotada de elementos especiais que fazem a detecção, conforme mostra a **figura 83.**

Quando a função detectora é cumprida simplesmente por um diodo, o sinal não recebe nenhuma amplificação adicional mas nos casos em que um transistor é utilizado, o sinal além de ser separado é também ampliado mais um pouco.

Na saída desta etapa temos um elemento importante nos aparelhos de rádio que é responsável pelo controle de volume. Trata-se de um potenciômetro que permite dosar a quantidade de sinal que passa desta etapa para a etapa seguinte e assim controlar o volume.

Este componente também serve de carga para o sinal, ou seja, fornece percurso para as correntes que formam o sinal de baixa frequência que obtemos aqui e que são correspondentes aos sons.

O leitor deve notar que a etapa detectora representa um ponto de transição de um rádio, um ponto em que deixamos de ter os sinais de altas frequências como nas etapas de FI e passamos a ter sinais de baixas frequências, correspondentes aos sons.

Como os sinais de baixas frequências possuem uma variedade enorme de frequências, já que os sons audíveis vão de 14 a 20.000 Hz, os circuitos para sua amplificação posterior não podem ser sintonizados como no caso das etapas de FI. A partir daqui a amplificação dada aos sinais deve ser completamente diferente da que vimos nas etapas anteriores.

O capacitor ligado logo após o diodo detector tem por função desviar para a terra o sinal de alta frequência obtido da última FI, que já não servem mais para nada já que a informação correspondente aos sons que ele transporta foi separada e vai para a etapa seguinte.

Nesta etapa existe uma ligação importante que é denominada CAG (controle automático de ganho) cuja finalidade é a seguinte: trata-se de um diodo que pega o sinal da etapa detectora e o leva em parte para a primeira etapa amplificadora de FI, ou seja para o transistor que realiza esta função. Este sinal controla o ganho do transistor de tal maneira que, quando uma estação fraca é sintonizada o seu ga-

nho é máximo e obtemos o máximo de sensibilidade e quando a estação é forte o seu ganho é mínimo não havendo então grande amplificação já que nestas condições isso não é necessário.

Este controle automático de volume é especialmente importante nos rádios de ondas curtas em que as estações distantes podem chegar com variações ritmadas de intensidade denominada "fading" que são bastante desagradáveis de ouvir mas que podem ser atenuadas com a ação do CAG.

P38. Pré-amplificador de áudio

Os sinais obtidos do diodo detector ainda não têm intensidade suficiente para fornecer um bom som num alto-falante precisando ser amplificado um maior número de vezes.

Como agora este sinal é de baixa frequência, ou seja, áudio, sua amplificação deve ser feita por etapas de áudio.Temos então a primeira etapa pré-amplificadora de áudio, mostrada na **figura 84** que realiza esta função.

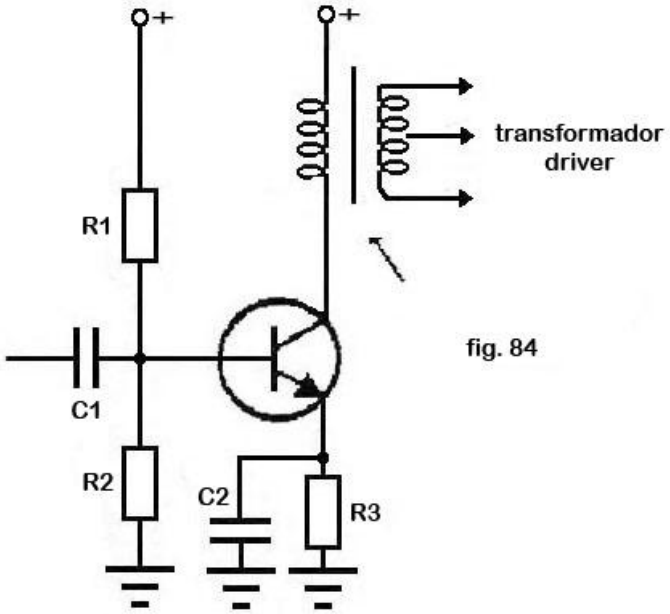


fig. 84

Aqui temos um transistor de baixa frequência e também de baixa potência que recebe por meio de um capacitor o sinal que vem do controle de volume do rádio.

Ligados a este transistor temos diversos outros componentes de polarização e desacoplamento que são capacitares e resistores.

O sinal amplificado retirado do coletor do transistor e transferido a etapa seguinte por meio de um transformador. Como esta etapa tem por função "empurrar" o sinal para a etapa final o transformador em questão é denominado "impulsor" ou "driver", Trata-se de um transformador muito pequeno nos rádios transistorizados modernos que

possui enrolamentos que têm impedâncias segundo a saída da etapa pré-amplificadora ou impulsora e segundo a entrada da etapa seguinte de modo a haver o máximo de rendimento na transferência de energia de uma para outra.

Nos rádios que usam válvulas a passagem do sinal para a etapa seguinte pode ser feita da maneira convencional por meio de um capacitor já que neste caso as características destes componentes permitem que isso seja feito. Mesmo em alguns tipos de rádios transistorizados mais modernos pode haver a falta dos transformadores de "impulsão" pois os sinais são levados diretamente de uma etapa para outra.

Diversos são os problemas que podem apresentar em funcionamento os componentes desta etapa. Um deles consiste na queima do transistor que então deixará de amplificar os sinais. Neste caso o rádio permanecerá totalmente silencioso.

Outra possibilidade consiste na interrupção das espiras do transformador impulsor quer seja por problemas elétricos ou por ação de corrosão. Neste caso o sinal também não poderá passar de uma etapa para outra e o rádio permanecerá completamente silencioso.

Em outros casos pode ocorrer a falha dos componentes de polarização do transistor caso em que o sinal ainda poderá passar para a etapa seguinte mas de modo deficiente ocorrendo então distorções que prejudicam a qualidade do som.

Na substituição do transistor usado nesta etapa já não é tão importante a utilização do mesmo tipo, pois não se trata de função critica. O leitor pode perfeitamente usar equivalentes desde que realmente sejam permitidos. Consulte para esta finalidade um bom manual.

Um ponto importante que deve ser observado na troca de transistores por equivalentes e isso para qualquer etapa de um radio é o tipo.

Existem rádios que levam transistores PNP e outros NPN nas mesmas funções. Esta polaridade é determinada pelo modo que a bateria é ligada ao circuito e a troca de um transistor de um tipo por outro em determinada função não é possível.

39. Saída de áudio

O sinal obtido após a amplificação na etapa anterior ainda não é suficientemente forte para excitar um alto-falante. Uma amplificação adicional e final é dada por esta etapa que estudamos agora que é a etapa de saída de áudio.

É desta etapa que depende toda a potência de som do radio basicamente de modo que é comum termos não apenas um transistor em operação na mesma mas sim dois.

Na figura. 85 temos então uma etapa típica de saída de radio do tipo "push-pull" que leva dois transistores iguais.

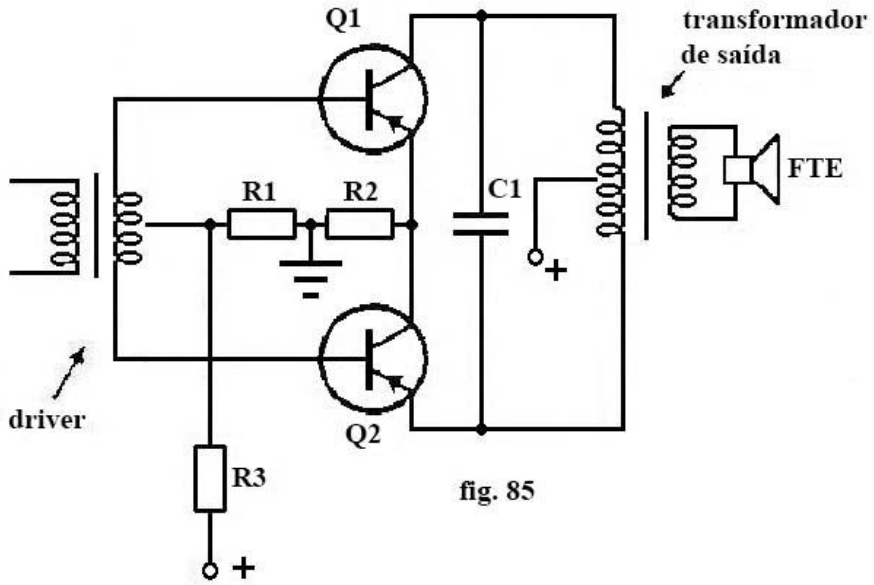


fig. 85

Os dois transistores recebem o sinal da etapa anterior pelo transformador impulsor que apresenta características particulares. Esta característica consiste em separar o sinal em duas partes em vista da tomada central de seu enrolamento enviando cada metade para um dos transistores que a amplifica separadamente.

Com isso pode-se obter muito mais de potência do que um único transistor poderia dar "dividindo-se" o serviço.

É claro que, para haver um perfeito funcionamento do circuito os transistores devem apresentar exatamente a mesma amplificação. Para esta etapa são então escolhidos com muito cuidado transistores de mesmo ganho, denominados "pares casados". Isso é necessário, pois mesmo para um determinado tipo de transistor se verificarmos com cuidado haverá uma faixa muito grande de ganhos. Num punhado de BC107 por exemplo, podemos encontrar transistores com ganhos que variam entre 125 e 500 !

Na saída desta etapa temos o transformador que leva os sinais amplificados diretamente para o alto-falante. Este transformador de saída tem as mesmas características do transformador impulsor no que se refere a derivação no enrolamento.

Como ele deve levar ao alto-falante os sinais de dois transistores ele tem uma derivação central que praticamente o divide em dois de modo que cada metade recebe o sinal de um transistor. Os sinais reunidos que dão a potência total do rádio são então transferidos para o enrolamento seguinte o qual é ligado ao alto-falante.

O enrolamento primário deste transformador apresenta características que combinam com as saídas dos transistores, normalmente impedâncias entre 50 e 1.000 ohms e o enrolamento secundário tem a mesma impedância do alto-falante, normalmente de 8 ohms,

A etapa em push pull que vimos pode utilizar tanto transistores

PNP como NPN e a sua principal característica é a de fornecer uma potência entre 0,05 W e 2 W com boa qualidade de som, sendo por este motivo utilizada na maioria dos rádios portáteis.

Nos casos em que as potências superam os 0,5 W, os transistores em operação podem sofrer um certo aquecimento necessitando portanto de dispositivos de ventilação. Estes dispositivos são os "dissipadores" de calor que nada mais são do que aletas ou peças metálicas como mostra a **figura 86** que aumentam a superfície de contacto do transistor com o ar facilitando assim a transferência para o mesmo do calor gerado.

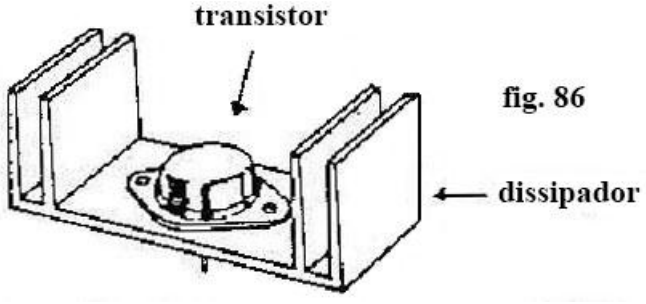


fig. 86

Nos rádios à válvula temos diversas possibilidade para esta etapa. A mais comum nos rádios antigos é a utilização de uma única válvula pentodo como mostra a **figura 87** ligada a um transformador de saída. Com esta configuração pode-se conseguir potências da ordem de 1 ou 2 W com facilidade.

Veja, entretanto que as válvulas apresentam impedâncias muito mais altas que os transistores daí o transformador de saída usado neste caso ter uma impedância de primário de 2.500 à 10.000 ohms e um secundário de acordo com o alto-falante usado, ou seja, 4 ou 8 ohms.

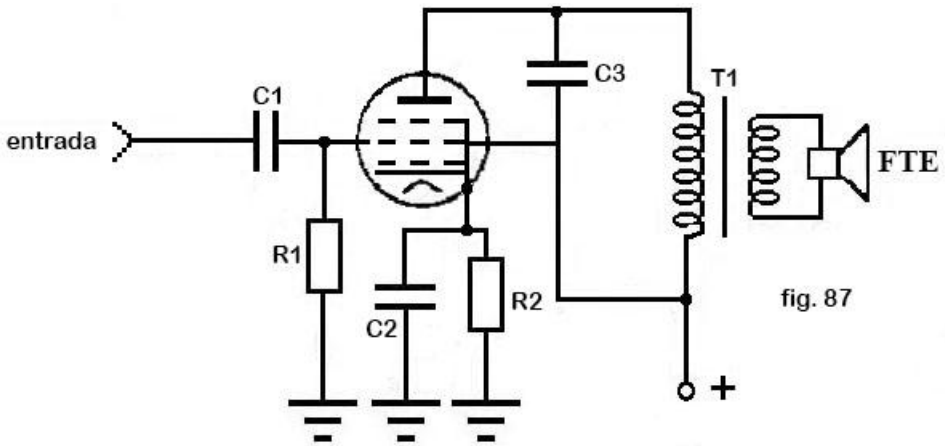


fig. 87

Em alguns tipos de rádios antigos de grande potência de saída (acima de 5 V) em que a parte amplificadora do circuito também era usada como entrada para um toca-discos, podem ser encontradas na saída duas válvulas pentodo ligadas em push pull do mesmo modo que

no caso dos rádios transistorizados.

Aqui, entretanto os transformadores de saída e impulsor não são pequenos como nos rádios transistorizados em vista da potência com que devem trabalhar e também, pelas tensões das válvulas. Tratam-se então de componentes pesados que podem queimar-se com certa facilidade.

Quando um dos transistores ou uma das válvulas de saída apresenta problemas como por exemplo a queima, o que ocorre é um aumento da distorção do som e ao mesmo tempo uma redução de seu volume.

Na troca de um dos transistores de saída, entretanto em caso de queima não se deve deixar o outro mas substituir o par, isso para se garantir que haja igualdade de ganho na etapa. As lojas de componentes eletrônicos vendem para esta finalidade pares de transistores casados que são especialmente usados na saída de rádios transistorizados.

40. A fonte de alimentação

Os transistores e as válvulas precisam para funcionar de energia e esta energia deve vir de uma fonte externa. Nos rádios portáteis esta fonte consiste num jogo de pilhas ou bateria que deve fornecer a tensão que o circuito precisa sob uma intensidade de corrente de acordo com o volume dado no final.

Assim, temos os rádios de pequenas dimensões de baixo consumo e também pequena potência que são alimentados por 2 pilhas pequenas. Para maior intensidade de som temos os rádios que são, alimentados por 4 pilhas pequenas e médias, e finalmente os rádios de maior volume são alimentados por 4 ou 6 pilhas médias ou grandes.

É importante o leitor notar que o consumo de energia de um radio é proporcional ao volume do som que ele fornece, pois perto de 80% do gasto de corrente é devido a etapa de saída sendo esta energia convertida em som.

Isso significa que num radio ligado em baixo volume as pilhas durarão muito mais do que se usadas num rádio que constantemente é ligado no seu máximo de volume.

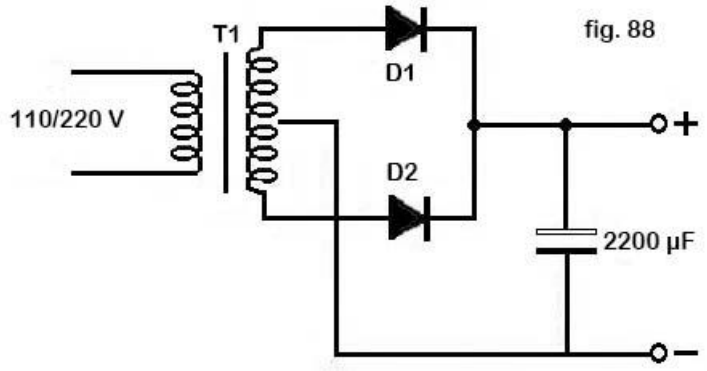
Muitos rádios transistorizados, entretanto, quer sejam de cabeceira ou mesmo portátil também podem ser ligados à rede de alimentação doméstica, ou seja, à tomada, sendo para esta finalidade dotados de circuitos especiais.

O que ocorre é que na tomada temos uma alta tensão da ordem de 110 V ou 220 V conforme a cidade e ainda mais esta tensão é alternante, ou seja, inverte constantemente de sentido ou de polaridade não servindo para alimentar circuitos eletrônicos de rádios. Os rádios precisam ser transistorizados de baixas tensões entre 3 e 12 V contínuos enquanto que se a válvula precisam de 80 a 500 V também contínuos

nos circuitos eletrônicos.

Para converter a tensão alternante da rede em tensão continua, os rádios que podem ser ligados nas tomadas possuem um circuito de fonte de alimentação que é formado por diversos componentes que estudaremos a seguir.

Na **figura 88** temos então um circuito de fonte de alimentação usado em um rádio portátil que pode também ser alimentado pela tomada.



O primeiro componente é o transformador que, conforme já vimos, tem a capacidade de alterar as tensões, levando o valor elevado de 110 V ou 220 V para um valor menor segundo as necessidades do radio, ou seja, 3, 6 ou 9 V.

Mas, o transformador só trabalha com corrente alternada e ainda fornece em sua saída uma tensão alternada o que significa que não basta o transformador para podermos alimentar pela rede um rádio de menor tensão.

Para converter a tensão alternada disponível no transformador, temos dois diodos retificadores. Estes diodos trabalham de modo semelhante aos transistores nas etapas push pull que vimos, dividindo o trabalho de retificar a corrente que vem do transformador o qual também é dotado de uma tomada central. Este processo de retificação recebe a denominação de “onda completa”.

A tensão obtida na saída dos diodos já é contínua, mas apresenta algumas irregularidades que impedem ainda sua utilização imediata na alimentação de um rádio. Esta corrente não está filtrada produzindo roncos e ruídos se usada num aparelho de som como um amplificador ou um rádio.

Para filtrar esta corrente é usado um capacitor eletrolítico de grande valor que funciona como um reservatório de energia amortecendo ou aplainando todas as irregularidades da corrente que vem do diodo.

Nos rádios comuns este capacitor tem valores entre 1000 e 2200

µF para não haver nenhum ruído ou ronco no alto-falante. A queima deste componente ou sua retirada faz com que os rádios apresentem um forte ronco no alto-falante quando ligados.

A corrente obtida após o capacitor já serve para alimentar o rádio podendo então ser levada a ele. Uma chave permite trocar a alimentação das pilhas pela alimentação destas fontes .

Em muitos casos em que os rádios se tomam "gastões" de pilhas os proprietários podem adaptar fontes externas de alimentação para usar a energia da rede doméstica que é muito mais barata que as pilhas. Esta adaptação pode ser facilmente feita a partir dos denominados "eliminadores de pilhas" que nada mais são do que fontes de alimentação conforme a que vimos, projetadas para fornecer diversas tensões conforme o rádio que devem alimentar.

Na **figura 89** temos um exemplo de eliminador de pilhas que deve ter exatamente a tensão que o rádio precisa. Se o seu rádio for de 2 pilhas o eliminador deve fornecer 3 V; se usar 4 pilhas deve fornecer 6 V e se usar 6 pilhas deve fornecer 9 V.

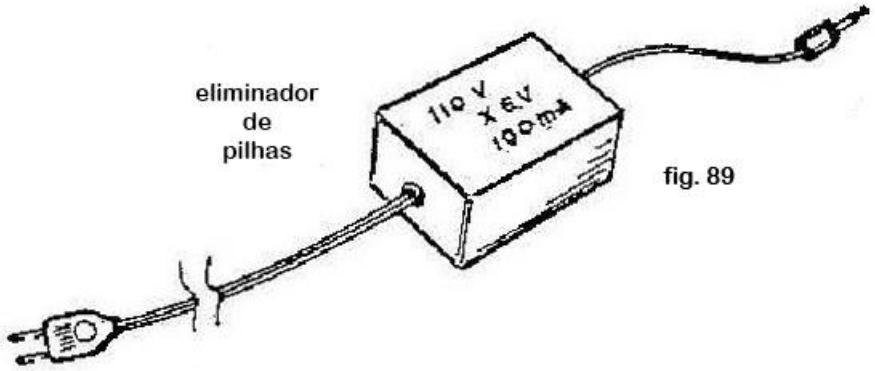


fig. 89

A corrente que a fonte fornece também é importante pois deve ser esta sempre maior que a corrente máxima do rádio.

Veja que no caso mesmo a fonte podendo fornecer mais corrente que o rádio precisa, isso significa uma operação com folga já que a corrente consumida não é determinada pela fonte mas sim pelo aparelho ligado não havendo portanto qualquer perigo de sobrecarga.

A CONSTRUÇÃO DOS RÁDIOS

41. Como são montados os rádios?

Dos primeiros rádios de cristal, passando pelos tipos que utilizam válvulas até os modernos rádios transistorizados as técnicas de montagem de rádios sofreram uma grande evolução.

Como é montado um rádio, de que modo são feitas as ligações das peças e sua fixação?

Nos primeiros rádios as peças eram montadas em bases de madeira com os componentes aparafusados de modo mais ou menos precário o que com frequência acarretava problemas de contactos com o não funcionamento do circuito.

Com a evolução do rádio passou-se a usar a técnica de soldagem que consiste na utilização de um material de baixo ponto de fusão como o chumbo-estanho que ao ser derretido por um ferro especial envolve o componente e seus terminais fixando-os de modo firme e definitivo e além disso garantindo um bom contacto elétrico.

Esta técnica é até hoje usada e dela falaremos oportunamente quando chegarmos na parte referente a bancada de trabalho do técnico montador, reparador de rádios.

Mas, todos os componentes devem ser montados em algum lugar.

Nos rádios a válvula utiliza-se para a montagem dos componentes em chassi de metal em que existem furos para fixação dos suporte das válvulas e outros componentes, conforme mostra a **figura 90.**

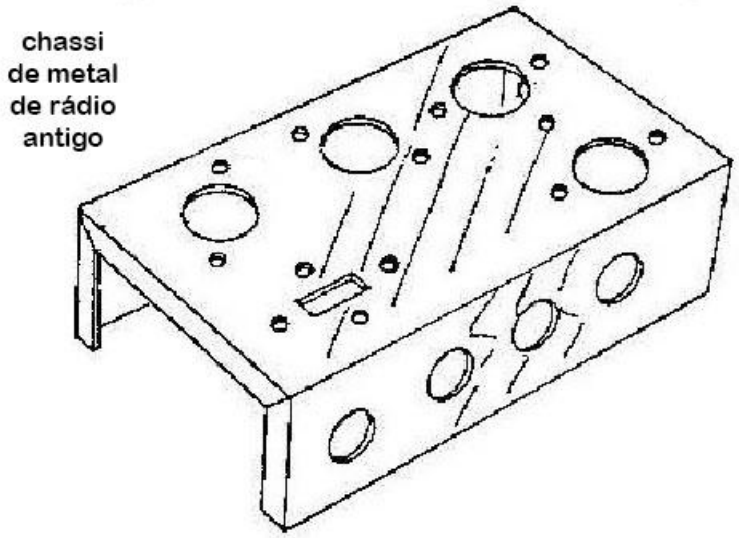


fig. 90

Sendo o chassi de metal bom condutor de corrente elétrica ele é aproveitado como um dos fios de alimentação. Assim, o polo negativo da fonte de alimentação é ligado ao chassi e todas as conexões negativas são feitas dos componentes ao chassi diretamente.

Os potenciômetros de controle de volume e tonalidade assim como o capacitor variável de sintonia também são fixados diretamente neste chassi que então é instalado na caixa do rádio.

Como em alguns casos não são usados chassis de metais que não "pegam" solda existem pontos em que são fixados pequenas tiras de latão por meio de parafusos nas quais são feitas as chamadas ligações ao chassi ou terra. Estes pequenos pedaços de metal são denominados "terminais de terra" e podem ser comprados separadamente.

Nos rádios transistorizados utiliza uma técnica diferente de montagem que consiste na utilização de placas de circuito impresso.

Estas são placas de um material isolante semelhante à fibra denominado fenolite e em alguns são de fibra de vidro na qual é depositada uma finíssima camada de cobre.

Submetendo-se esta placa a uma corrosão pode-se fazer fios de ligação na mesma sob a forma de tiras. Os componentes são então soldados nestas tiras não havendo então necessidade de fios de ligação entre os diversos pontos de circuito (**figura 91**):

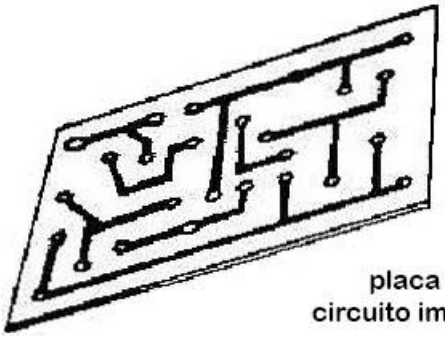


fig. 91

placa de circuito impresso

A vantagem na utilização deste método está na obtenção de muito mais compactas as montagens o que permite o reduzido tamanho dos rádios atuais.

Entretanto, para reparação destas placas a operação é muito mais difícil havendo inclusive caso em que se torna impossível.

Se o leitor observar um rádio que utilize válvulas, de modelo antigo e um moderno rádio transistorizado pode perceber a diferença de tamanho dos componentes e também a sua separação. Nos rádios transistorizados os componentes são montados de modo compacto para se obter o mínimo de espaço final para o conjunto.

Os componentes básicos e o princípio de funcionamento dos dois aparelhos é entretanto o mesmo o que significa que também são as técnicas de localização de falhas e mesmo de ajuste.

43. Interpretando diagramas

Conforme vimos, para cada tipo de componente costuma-se adotar um símbolo que o representa nos diagramas. O leitor já viu os símbolos separadamente, mas deve ainda ter dificuldade em saber as maneiras de ligação num esquema completo.

Olhando um rádio na sua aparência real e o esquema que indica seu funcionamento o leitor percebe que não há um mínimo de semelhança.

No entanto, o meio mais seguro de se encontrar falhas num rádio é acompanhando seu esquema.

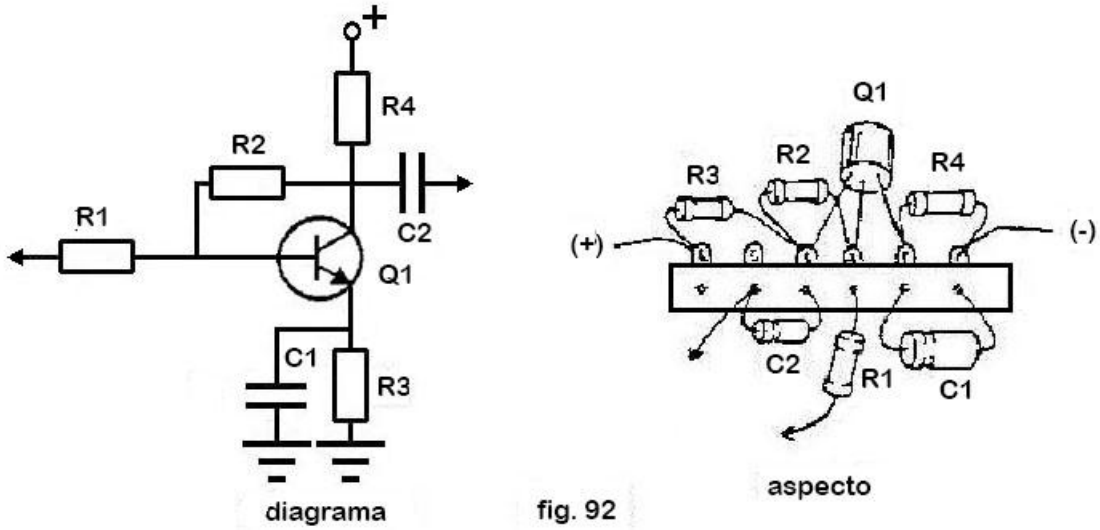
Na interpretação de diagramas deve-se levar em conta que o símbolo adotado para representar uma peça nada se assemelha a ela fisicamente, mas possui algumas caracterísitcas que permitem-nos fazer uma associação imediata.

Por exemplo, os símbolos tem o mesmo número de linhas saindo deles que os terminais componentes e estas linhas realmente correspondem aos seus terminais.

Os símbolos indicam as polaridades dos componentes quando estas devem ser obedecidas.

Nos diagramas a disposição real dos componentes não é observada mas tão somente a sua maneira de ligação. Assim, um radinho que se reduz em tamanho a um maço de cigarros tem um esquema que é do tamanho da folha de papel deste livro ou mesmo maior.

A interpretação de diagramas exige um pouco de prática. Veja na **figura 92** como os componentes que apresentam um modo de ligação na prática têm uma representação diferente no esquema.



43. Identificação de componentes

O leitor conhece resistores, capacitores, transistores e outros componentes pelo que foi visto nos itens anteriores. No entanto, uma vez que todos estes componentes estejam misturados formando um aparelho como um rádio é um pouco difícil saber qual é qual.

Nos esquemas os resistores, capacitores, etc são numerados com indicativos como R1, R2, R3, Cl, C2, C3, etc, mas para descobrir cada um deles o trabalho não é pequeno para quem não tem prática.

A melhor maneira de se fazer esta identificação é pegando um componente importante que esteja nas proximidades do que desejamos identificar e que possa ser localizado facilmente como por exemplo os transformadores, os transistores ou o alto falante ou bobina de antena.

Pelos valores, acompanhando o esquema pode-se com facilidade chegar a um resistor ou capacitor desejado.

Somente se o técnico for capaz de localizar cada componente de esquema no rádio é que ele poderá eventualmente fazer sua troca em

caso de defeito. Imagine se a queima de componente apagar completamente o seu valor. Somente de posse do esquema é que o técnico poderá saber por qual valor deve substituí-lo.

44. A soldagem

Para garantir um perfeito contato elétrico dos componentes e também sustentação mecânica é utilizada uma solda especial.

Esta soldagem é feita com a utilização de uma ferramenta especial que é um ferro dotado de uma resistência interna que se aquece ao ser percorrida por uma corrente. Na **figura 93** temos um ferro de soldar comum usado em trabalhos de eletrônica. Este ferro deve ter uma potência máxima de 30 watts para que o calor excessivo não danifique os componentes mais delicados como, por exemplo os transistores.

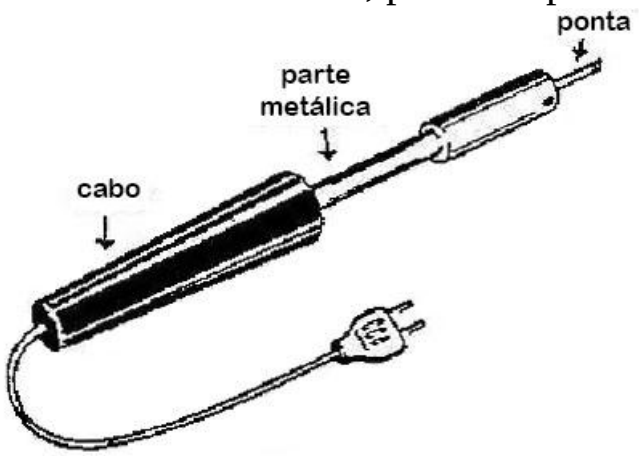


fig. 93

Existem ferros de maior potência de até mais de 100 W, que só devem entretanto ser usados para fazer conexões muito volumosas, principalmente nos chassis de velhos rádios.

A solda propriamente dita consiste numa liga de estanho com chumbo, na proporção de 60 partes do primeiro para 40 partes do segundo, daí, a solda ser chamada de 40 por 60.

Esta liga se derrete a uma temperatura aproximada de 180 graus o que é mais do que suficiente para um ferro comum de pequenas dimensões.

A operação de soldagem é tremendamente importante para se garantir um perfeito funcionamento de um aparelho eletrônico. Podemos dizer que 50% do sucesso de uma reparação ou montagem de rádio dependem do capricho com que a soldagem dos componentes seja feito.

Damos então as técnicas para a realização desta operação. Se o leitor pretende se iniciar na montagem ou reparação de rádios o primeiro passo a ser dado será a aquisição do ferro de soldar que deve ser um tipo pequeno de no máximo 30W com uma ponta fina.

Deve aproveitar e comprar alguns acessórios úteis que são uma lima

pequena ou então palha de aço e alguns metros de solda de boa qualidade.

Chegando em sua casa ligue o ferro de soldar à rede local (tomada) deixando-o aquecer por uns 10 minutos. A seguir, lime ligeiramente a ponta do mesmo formando uma parte plana conforme mostra a **figura 94** e esfregue um pouco de solda.

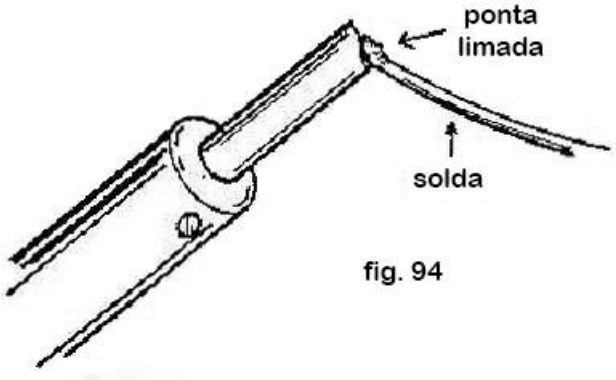


fig. 94

A solda deverá derreter imediatamente e "molhar" a ponta do ferro formando uma fina película de cor prateada. Esta operação denomina-se "estanhar a ponta do ferro" e só podemos realizar uma soldagem perfeita se a ponta do ferro estiver bem estanhada, ou seja, "molhada" de solda derretida.

Para a soldagem deve-se agora proceder do seguinte modo:

Suponhamos que o leitor queira soldar num terminal ou numa placa de circuito impresso um resistor.

Coloque então o terminal do componente (resistor) em contacto com o terminal ou com a placa de circuito impresso, segurando-o firmemente nesta posição.

A seguir encoste a ponta do ferro de soldar em ambos de modo que os dois sejam aquecidos. Espere alguns segundos e em seguida encoste a ponta do fio de solda de modo que ao derreter-se ela flua formando uma gota que envolva tanto o terminal do componente como o local em que ele deve ser soldado. A **figura 95** mostra exatamente como esta operação deve ser feita.

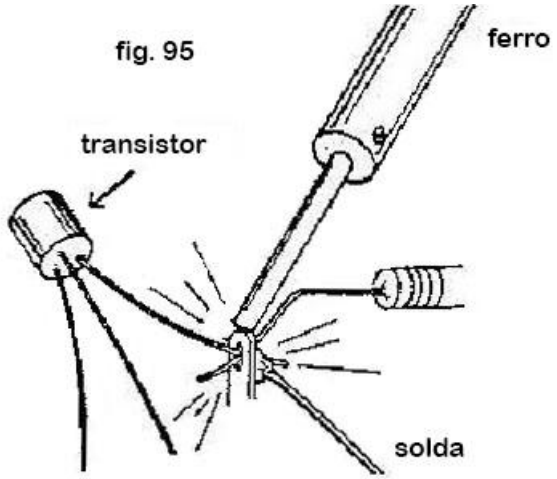


fig. 95

Tão logo se obtenha a gota envolvendo os terminais ou o terminal e a placa, retire a ponta do ferro de soldar mas mantenha as peças firmes em posição até que a solda seque completamente formando então uma sólida junção.

A solda bem feita deve ficar perfeitamente lisa e não apresentar sinais de rachaduras ou imperfeições. Não mova a peça antes que ela esfrie completamente o que demora em geral não mais de que 10 segundos.

Se a solda não fluir totalmente mas apresentar um estado pastoso é sinal de que o ferro não está suficientemente aquecido ou não fornece calor suficiente para a junção que se deseja fazer. Deve-se então esperar o ferro aquecer mais ou então usar um ferro de maior potência.

Importante: a solda sozinha já oferece uma excelente sustentação mecânica para os componentes não havendo portanto necessidade de se enrolar seus terminais nos locais em que devem ficar ou os terminais um dos outros.

No caso de componentes delicados como transistores e diodos que não podem sofrer aquecimentos excessivo a operação da soldagem deve ser feita com cuidado. Costuma-se colocar entre o terminal do componente e o ponto de soldagem uma garra jacaré ou um alicate de ponta para desviar o calor conforme mostra a **figura 96**.

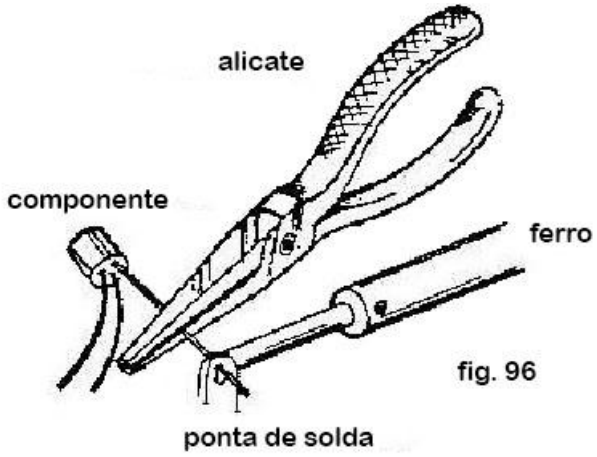


fig. 96

Depois de soldado o componente na placa de circuito impresso a ponta que sobra de seus terminais pode ser removida utilizando-se para isto um alicate de corte lateral.

Não se deve na soldagem usar pastas ou outras substâncias pois estas sendo corrosivas podem também atacar os componentes danificando-os em pouco tempo. Se a solda negar-se a pegar num local deve-se raspar bem este local com uma lâmina ou mesmo lima se isso for possível. As placas de circuito impresso devem ser bem limpas antes de se soldar componentes nas mesmas para que a solda pegue com facilidade.

Use uma esponja de aço para limpar as placas de circuito impresso.

A retirada de componentes dos circuitos é em alguns casos uma operação bastante delicada. Com o ferro de soldar deve-se aplicar calor ao ponto de conexão derretendo a solda e em seguida com a ajuda de um alicate deve-se puxar a peça.

Em alguns casos, em que o estado da peça já está definitivamente determinado, ou seja, ela se encontra queimada, pode-se facilitar esta operação com o corte da mesma ao meio, removendo-se em seguida suas metades.

45. Ferramentas úteis

Além do ferro de soldar e do alicate de corte que já citamos o técnico deve possuir outras ferramentas em sua bancada. Estas ferramentas consistem no seu material de trabalho facilitando qualquer operação que deva ser feita devendo portanto serem tratadas com o máximo de cuidado.

Diversas são as ferramentas de grande utilidade na bancada se bem que nem todas, pelo seu custo, estejam ao alcance imediato do técnico. Daremos então uma relação de ferramentas que julgamos úteis na ordem em que o leitor de preferência deve consegui-las, isto é, as que citamos em primeiro lugar são também as primeiras que o leitor deve comprar.

a) alicate de ponta: esta ferramenta que é mostrada na **figura 97** é de grande utilidade quer seja para remover peças danificadas dos circuitos, para segurar componentes em posição, de soldagem, para segurar porcas quando o parafuso estiver sendo apertado em locais em que não seja possível usar a mão, e também para evitar que o calor desenvolvido numa soldagem atinja o corpo de um componente.

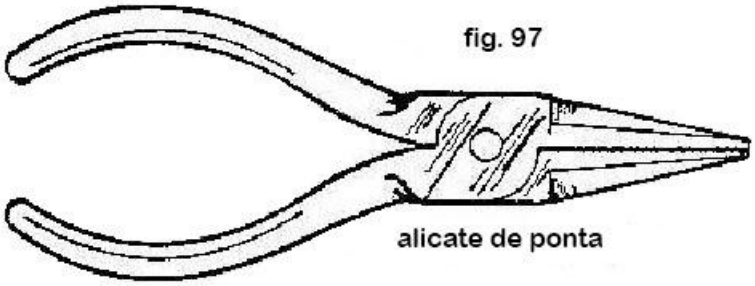


fig. 97

O alicate usado nos trabalhos de rádio pode ser pequeno, de uns 12 ou 15 cm de comprimento, e seu cabo preferivelmente isolado. O isolamento do cabo em especial é útil, quando o técnico precisar usar esta ferramenta na reparação de rádios antigos que alimentados por tensões elevadas podem causar choques perigosos.

b) Chaves de fenda: o técnico deve possuir um jogo com pelo menos 3 chaves de fendas de tamanhos diferentes. Estas chaves serão

usadas no aperto de parafusos que servem de meio de fixação de uma grande quantidade de peças nos rádios das tampas de suas caixas e de muitos outros acessórios.

Deve-se preferir sempre o tipo de cabo de plástico isolado para o trabalho em questão por motivos óbvios.

c) Chaves philips: uma grande quantidade de aparelhos usam parafusos de formatos especiais exigem a utilização de chaves apropriadas para sua retirada e colocação. Um dos tipos mais encontrados na atualidade é o parafuso philips que é mostrado na **figura 98** juntamente com a chave que serve para sua retirada e colocação.

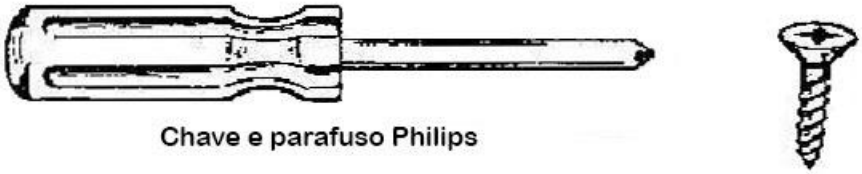


fig. 98

O leitor deve ter pelo menos uma destas chaves inicialmente e quando se tornar um profissional da reparação de rádios e outros equipamentos, um jogo completo com chaves de diversos tamanhos.

d) Lima triangular ou chata: esta ferramenta é de utilidade na preparação da ponta do ferro de soldar já que tempos em tempos esta precisa ser limada para ficar plana no local que recebe a solda. Com o tempo forma-se uma camada de óxido na ponta que acaba por corroê-la deformando-a.

Esta ferramenta também serve para preparar as caixas dos aparelhos que o leitor eventualmente monte; para arrumar peças que precisem de reparos, etc.

e) Faca ou canivete: uma faca ou canivete são de utilidade no corte para raspar fios esmaltados nos locais de soldagem, para remover sujeira de placa de circuitos impressos, para limpar terminais oxidados de componentes e para muitas outras aplicações importantes. O leitor pode usar uma faca comum de cozinha afiando-a bem. Até mesmo uma lâmina de barbear devidamente protegida por um pedaço de fita isolante no local em que é segura serve para esta finalidade.

f) Serra fina: esta ferramenta serve para diversas operações importantes como, por exemplo o corte dos eixos de potenciômetros, conforme mostra a **figura 98A.**

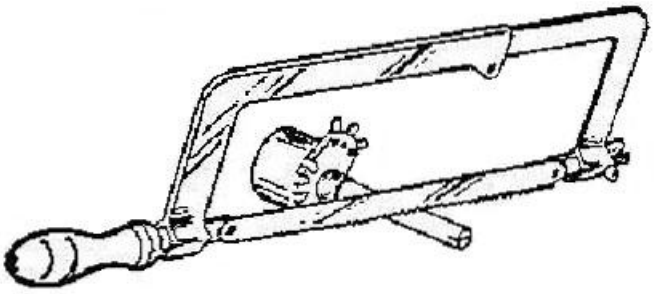


fig. 98A

Estes componentes são muitas vezes adquiridos com eixos de plástico ou metal de comprimento maior do que o necessário devendo então ser cortados.

g) Martelo: esta ferramenta pode também ser útil para se fazer o encaixe de peças, a reparação de caixas de madeira de velhos rádios ou de seus móveis se forem grandes, etc. O leitor evidentemente deve optar por um martelo pequeno, compatível em tamanho com a delicadeza do seu trabalho.

h) Torno de mesa: eis aqui uma ferramenta de grande utilidade pois segura em posição as peças que estão sendo trabalhadas. Este torno pode segurar em posição de soldagem componentes, placas de circuito impresso, etc.

Escolha, um torno de mesa ou morsa bem pequeno que possa ser fixado com facilidade nas bordas de sua bancada.

i) Furadeira: o leitor sem recursos pode comprar inicialmente uma furadeira do tipo manual ou mesmo uma pua conforme mostra a **figura 99**. Esta ferramenta será de utilidade na furação de chassis ou mesmo de placas de circuito impresso. Para as placas de circuito impresso devem ser usadas brocas bem finas, de l mm ou menos em vista da espessura dos terminais dos componentes que é desta ordem.

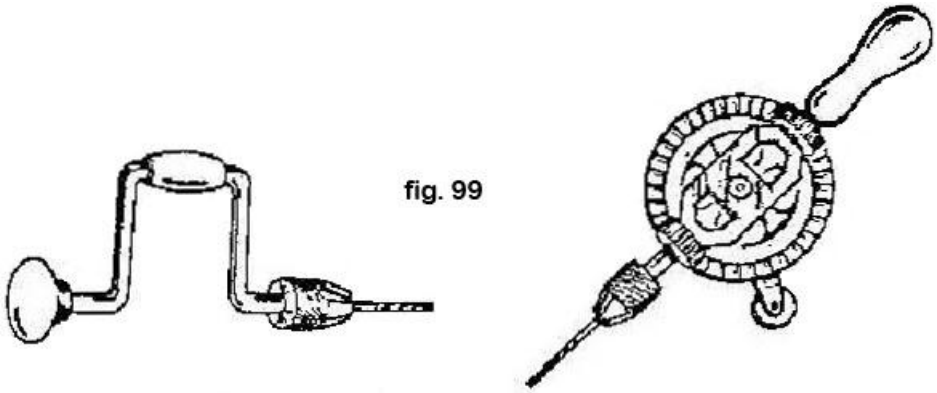


fig. 99

Os leitores que tiverem mais recursos podem comprar furadeiras elétricas dos tipos mostrados na **figura 100**. A primeira é um tipo especialmente indicado para furação de placas de circuito impresso podendo funcionar com uma alimentação de 12 V e em alguns tipos com a tensão da rede local. Esta furadeira admite apenas uma broca de pequena espessura para a furação de placas de circuito impresso.

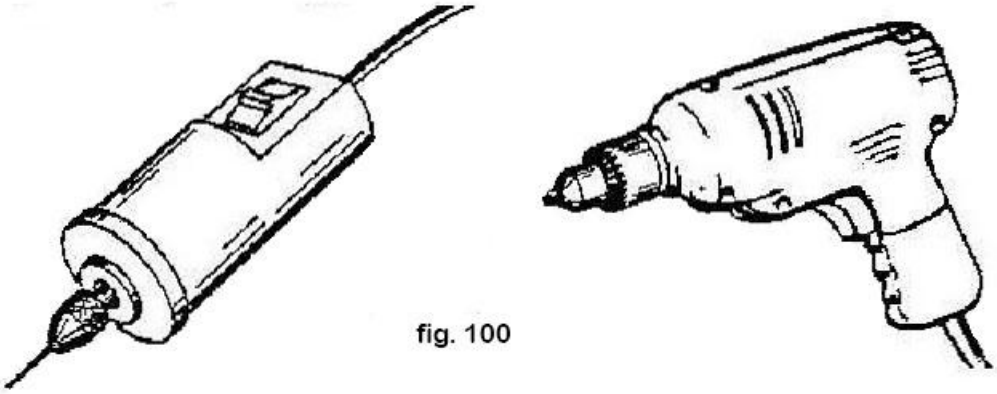


fig. 100

A segunda é uma furadeira para uso geral que admite bocas de até 3/4 de polegadas servindo não só para furação de placas de circuito impresso como também de chassis de caixas e até mesmo de concreto com a utilização de brocas especiais.

Estas furadeiras admitem ainda alguns acessórios especiais tais como uma pedra de esmeril, uma serra circular e também um dispositivo para fazer a furação de buracos redondos em madeira de até 5 cm de comprimento (**figura 101**).

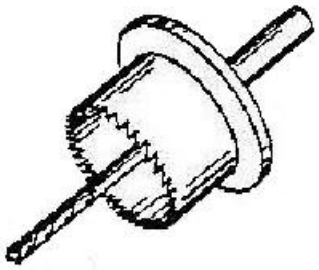


fig. 101

acessório para furação de buracos de grande diâmetro

O técnico que estiver disposto a investir um pouco mais em ferramentas não deve deixar de ter uma ferramenta desta em sua oficina.

j) Pincel: esta é uma ferramenta simples mas que tem sua utilidade para o reparador de rádio. Com ela o técnico pode limpar os aparelhos que deve reparar facilitando assim a localização de falhas.

46. O laboratório de circuito impresso

Para que o técnico possa realizar suas próprias montagens em placa de circuito impresso deve ter os recursos para a confecção destas placas. Para esta finalidade existe um equipamento básico que permite pelo método mais simples que placas de circuito impresso sejam feitas.

Existem é claro, kits e outros processos além do que indicamos cabendo ao leitor interessado verificar se estes são de seu agrado, ou servem para a sua finalidade.

As placas são corroídas por uma substância especial num banho após a gravação das linhas que devem se formar.

O conjunto básico é formado então do seguinte material:

1 banheira de plástico de dimensões compatíveis com as placas (o tamanho de 25 x 15 x 5 cm serve para a maioria dos casos)

1 litro de percloreto

1 caneta especial para circuito impresso ou esmalte comum de unhas e pincel

1 vidro de 100 ml de verniz protetor

Placas de circuito impresso virgens.

O procedimento para a realização de uma placa de circuito impresso é o seguinte:

Em primeiro lugar desenhe na parte cobreada da placa de circuito impresso virgem as linhas que devem corresponder aos fios de ligação segundo o modelo fornecido pelo projeto ou então feito segundo planejamento anterior.

O planejamento envolve um estudo da disposição dos componentes em função de seu tamanho, de sua função e de sua operação.

O desenho deve ser feito utilizando-se uma caneta especial para circuito impresso que leve uma tinta que não é atacada pela substância corrosiva do banho.

Estas canetas podem ser encontradas em certas casas de materiais eletrônicos, mas na sua falta o leitor tem outras alternativas. Uma delas consiste em usar esmalte comum de unhas diluído em acetona e com a ajuda de um pincel fino fazer as linhas, conforme sugere a **figura 102**.

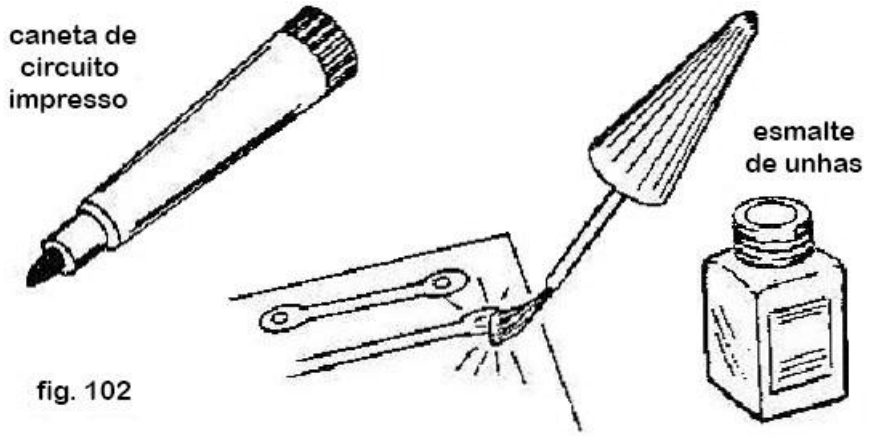


fig. 102

Outra possibilidade consiste utilizar símbolos autoadesivos (letraset, decadry , etc) que podem ser comprados em papelarias em forma de cartelas. Estes símbolos são facilmente transferidos por meio da pressão de uma caneta e não são atacados pelo corrosivo.

Temos finalmente a possibilidade de fazer as linhas com tiras de fitas isolante recortada, de modo a corresponder ao desenho a qual também não desprende pela ação do corrosivo.

Uma vez com a placa desenhada ela deve ser levada ao banho de corrosivo.

O corrosivo é o percloreto de ferro que pode ser adquirido nas casas de material eletrônico ou produtos químicos já diluído em água ou então em pó.

Se o percloreto for diluído basta levá-lo diretamente a banheira, despejando-o até enchê-la com uma altura de uns 2 cm.

Se o percloreto for um pó você deve diluí-lo em água morna na proporção de 1 para 1, ou seja, um litro de água para cada quilo de pó. A diluição deve ser feita vagarosamente despejando-se o pó na água (e nunca ao contrário) num recipiente que suporte altas temperaturas, mas que não seja metálico (vidro, por exemplo). Este procedimento é

necessário em vista de haver um grande aquecimento da mistura no momento da diluição.

Com o percloreto diluído você pode levá-lo, depois de esfriar a banheira.

Coloque a placa no banho de modo que o lado cobreado fique para baixo e seja totalmente molhado pela solução. O banho leva de 20 minutos à 40 minutos dependendo da concentração da solução.

Depois de terminado o banho retire a placa e guarde a solução para fazer outras corrosões. Com um litro de solução você pode fazer muitas placas antes dela perder sua força. A perda da força será caracterizada por uma redução na velocidade de corrosão.

Para ver se a placa está realmente pronta, vire-a de modo a observar o lado cobreado. O cobre deve estar totalmente removido nos locais exposto a ação do corrosivo. Se ainda restarem pontos ou regiões cobreadas visíveis leve de volta a solução a placa deixando-a mais alguns minutos.

Se a placa estiver pronta, leve-a a água corrente e lave todo o corrosivo que ainda restar. Não deixe o corrosivo cair em tecidos ou móveis pois ele causa manchas que praticamente não podem ser eliminadas.

Com a placa lavada remova as linhas desenhadas utilizando para esta finalidade um algodão molhado em acetona para o caso da caneta especial, esmalte ou símbolos adesivos. Para o caso da fita isolante remova-a com uma faca ou lâmina.

Removido o desenho passe nas linhas cobreadas uma esponja de aço para limpá-las completamente e aproveite para ver se não ficou nenhuma falha ou interrupção.

Proteja em seguida toda a placa do lado cobreado com uma camada de verniz.

Depois de deixar secar o verniz faça a furação nos locais correspondentes para a colocação dos componentes (**figura 103**).

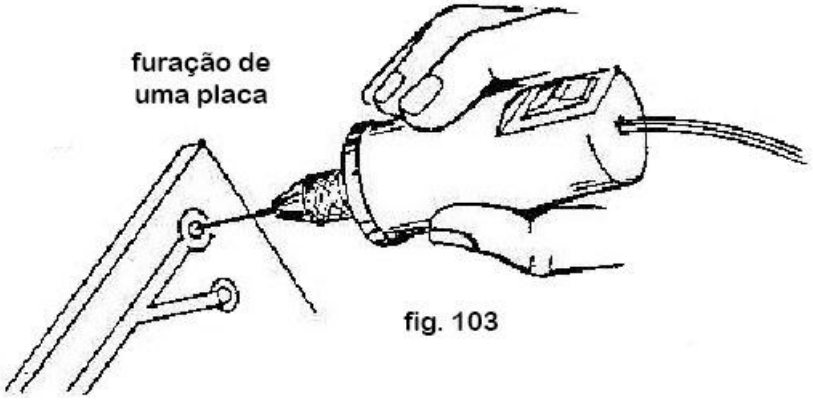


fig. 103

No caso de acontecerem interrupções na placa de circuito impresso o leitor não precisa necessariamente fazer outra. Pode fazer uma emenda com um pouco de solda se bem que na aparência o trabalho não seja dos melhores.

Para a realização de muitas placas de circuito impresso existe um método importante que é a tela de silk-screen. Existem kits para a confecção de telas que nada mais são do que matrizes dos desenhos das placas que permitem a transferência rápida para as placas virgens das linhas. Este método em especial é usado na fabricação em pequena e média escala de placas de circuito impresso sendo usado por diversas firmas.

O técnico reparador de rádios dificilmente terá de fazer uma placa de circuito impresso, pois esta é necessária apenas para o caso de montagens. Interrupções na placa de um rádio podem ser corrigidas com emendas de solda, e no caso de um quebra total, geralmente o rádio fica totalmente inutilizado.

Como elementos adicionais para o laboratório de circuito impresso citamos o "pratex" que permite um melhor acabamento para as mesmas, e os vernizes coloridos que também ajudam na aparência final.

Observamos que em alguns casos existem rádios com as duas faces da placa de circuito impresso cobreadas mas estes são mais raros.

4.7. Os instrumentos de bancada

A reparação de rádios ou a verificação do estado de componentes isolados pode ser bastante facilitada com a ajuda de instrumentos de medida e prova eletrônicos.

Existem diversos tipos de aparelhos que se destinam as mais diferentes provas os quais podem ser encontrados nas oficinas.

Entretanto, tais instrumentos são caros e nem todos os técnicos podem dispor todos, principalmente se estiverem no começo de carreira, pretenderem praticar eletrônica de modo amador ou ainda se apenas desejarem consertar seus próprios rádios ou montá-los.

O instrumento básico que recomendamos ao nosso leitor serve para muitas finalidades, pois ao mesmo tempo que prova componentes também serve para fazer medidas nos próprios rádios possibilitando assim a localização de defeitos.

Se corretamente usado em todas as suas possibilidades este instrumento será de enorme utilidade para o técnico que pode inclusive profissionalizar-se apenas com a sua ajuda.

E, para facilitar existem no comércio muitos tipos deste instru-

mento o que significa que existe a possibilidade do leitor encontrar um que custe exatamente o que se pretende gastar.

O instrumento de que falamos é o multímetro ou VOM como também é conhecido e que passamos a descrever no próximo item.

48. O multímetro ou VOM

O multímetro ou VOM (Volt-Ohm-Milíamperímetro) é um instrumento de medidas elétricas que pode medir tensões (volts); resistências (ohms) e correntes (miliampères).

Com a medida destas três grandezas pode-se com facilidade determinar o estado de circuitos ou componentes e com isso realizar-se a reparação tanto de rádios transistorizados como de rádios que utilizam válvulas.

O multímetro típico tem seu aspecto mostrado na **figura 104** sendo dotado de um mostrador de bobina móvel em que um ponteiro percorre diversas escalas as quais devem ser lidas conforme a medida que está sendo feita, e um botão seletor que determina de que modo o instrumento está sendo usado, ou seja, se está medindo corrente, resistência ou tensão.

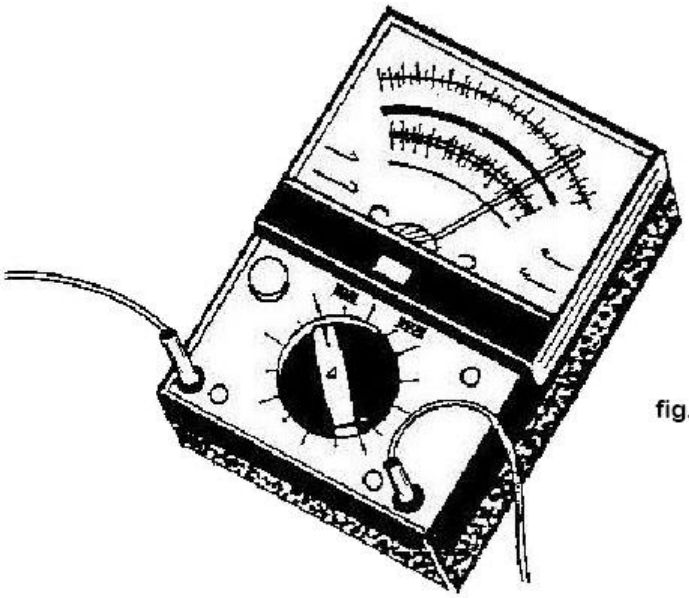


fig. 104

Em alguns tipos, em lugar do botão seletor, as pontas de prova são encaixadas em diversos orifícios cuja escolha determina à medida que o instrumento está realizando.

A parte mais delicada do multímetro é justamente o instrumento de bobina móvel que pode facilmente danificar-se de levar batidas ou se cair, ou então se sofrer sobrecargas elétricas.

É por este motivo que o técnico deve ter cuidado especial não só no seu transporte e manuseio como também na realização das medidas.

para que não haja nunca excesso de corrente circulando pelo mesmo.

A utilização do multímetro nas medidas obedece, portanto a certos procedimentos básicos que devem ser rigorosamente obedecidos não só para se garantir a integridade da peça ou rádio que está sendo provado como também do próprio instrumento.

A escolha de um multímetro para sua oficina envolve muitos pontos de análises sendo o primeiro, evidentemente, a disponibilidade de capital que o leitor tenha para a sua compra.

Os multímetros têm como primeira especificação técnica e, portanto fator que deve ser analisado a sensibilidade que indica de que modo ele pode medir com precisão as grandezas que queremos. Esta precisão é marcada em ohms por volt (Ω/V) e vem normalmente marcada na própria escala do instrumento.

Existem então diversas faixas de sensibilidade que indicam a diferença entre um instrumento barato para o estudante, um instrumento bom e um instrumento excelente para o profissional.

Um instrumento de baixo custo para o estudante ou amador terá sensibilidades na faixa dos 1.000 aos 5.000 ohms por volt, enquanto que um instrumento melhor para o amador ou o técnico iniciante já deve ter sensibilidades na faixa dos 10.000 aos 50.000 ohms por volt e um instrumento considerado de grande qualidade para o profissional avançado terá sensibilidade de 100.000 ohms por volt ou maior.

O segundo fator importante que deve ser observado na escolha de um multímetro é o número de escalas que o mesmo possua, ou seja, a faixa de tensões, correntes e resistências que podem ser medidas e em alguns casos até outras grandezas adicionais.

Nos multímetros com chaves seletoras este número de escalas é dado pelo número de posições desta chave e nos que possuem encaixes pelo número de encaixes para as pontas de prova.

Os multímetros de baixo custo de sensibilidade entre 1.000 e 5.000 ohms por volt têm normalmente 2 escalas de resistências que vão de 0 à 10.000.000 de ohms 3 escalas de tensões continuas com limites em 1,5, 15 e 150 V (alguns com uma escala adicional de 1.000 V); três escalas de tensões alternantes e uma escala de correntes de 150 mA. Estes valores indicam, portanto os valores máximos de corrente, tensão e resistência que o instrumento pode medir.

Para os multímetros da faixa média com sensibilidade entre 10.000 e 50.000 ohms por volt, podemos ter 4 ou 5 escalas de resistências, 4 ou 5 faixas de tensões continuas e alternantes e pelo menos 3 faixas de correntes.

Os multímetros do tipo profissional terão evidentemente maior número de escalas.

49. Como usar o multímetro

A utilização do multímetro na prova de componentes e circuitos, como vimos, deve ser feita com cuidado seguindo diversas normas para que o aparelho não venha danificar-se. Daremos a seguir alguns procedimentos para a utilização deste instrumentos.

a) medida de resistências: para medir uma resistência isoladamente ou seja, fora do circuito, basta encostar as pontas de prova do instrumento nos seus extremos, como mostra a **figura 105** e escolher uma escala que dê uma leitura no meio da mesma. A leitura de aproximadamente meio de escala multiplicada em valor pelo fator multiplicado no seletor permite a maior precisão possível.

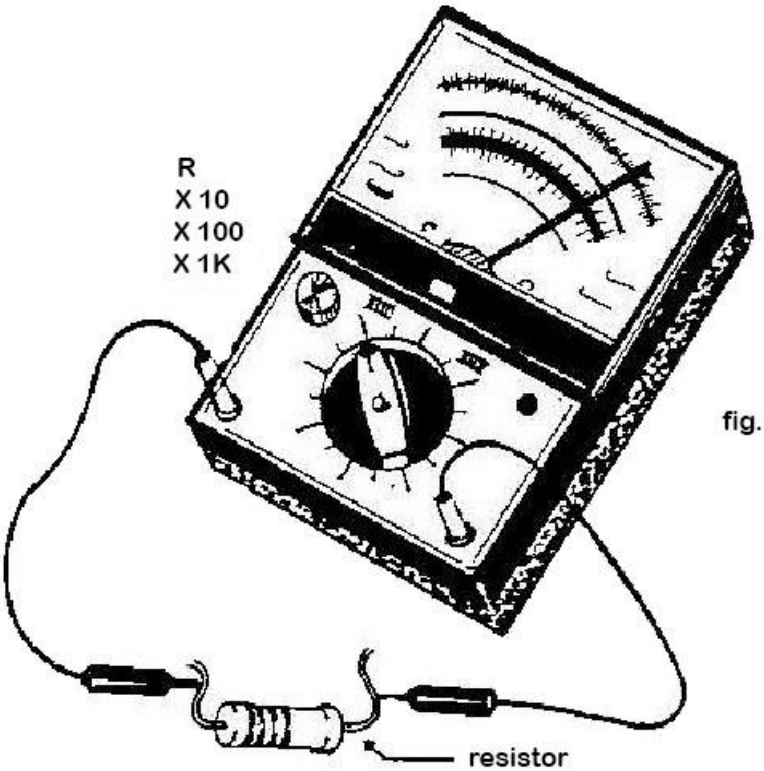


fig. 105

Por exemplo, se à agulha estiver na posição correspondente a 4,7 da escala e o seletor na posição X 100 a resistência lida será de 4,7 x 100 = 470 ohms.

Para medir uma resistência no circuito o leitor deve levar em conta o seguinte:

- sempre deve estar o aparelho em que está a resistência com sua alimentação desligada.

- A resistência medida deve ser obrigatoriamente igual ou maior a resistência que se espera do componente. Se isso não acontecer o componente possivelmente estará aberto. A resistência menor deve-se a presença de outras peças no circuito que também são percorridas pela corrente do instrumento.

Antes de cada medida o instrumento deve ser “zerado” ou seja,

devemos unir as pontas de prova e ajustar a zero adj para que a agulha marque uma resistência nula.

b) medida de tensões: se a tensão a ser medida for contínua coloque a chave seletora na faixa correspondente. Se tiver dúvidas quanto à ordem de grandeza da tensão que vai encontrar num circuito comece pelo valor mais alto do instrumento para que o mesmo não sofra sobrecarga e depois vá reduzindo a sua sensibilidade passando para escalas mais baixas até obter uma leitura na faixa central da escala onde se tem maior sensibilidade e precisão.

Na medida de tensões contínuas obedeça a polaridade das pontas de prova. A ponta de prova preta normalmente é ligada ao chassi do aparelho ou ao polo negativo da fonte de alimentação nos rádios transistorizado que é o ponto tomado como referência.

Na medida de tensões alternantes não é preciso observar a polaridade ou seja, as cores das pontas de prova.

Na **figura 106** temos um exemplo de como pode ser medida a tensão que aparece num componente de um circuito com a ajuda de um multímetro.

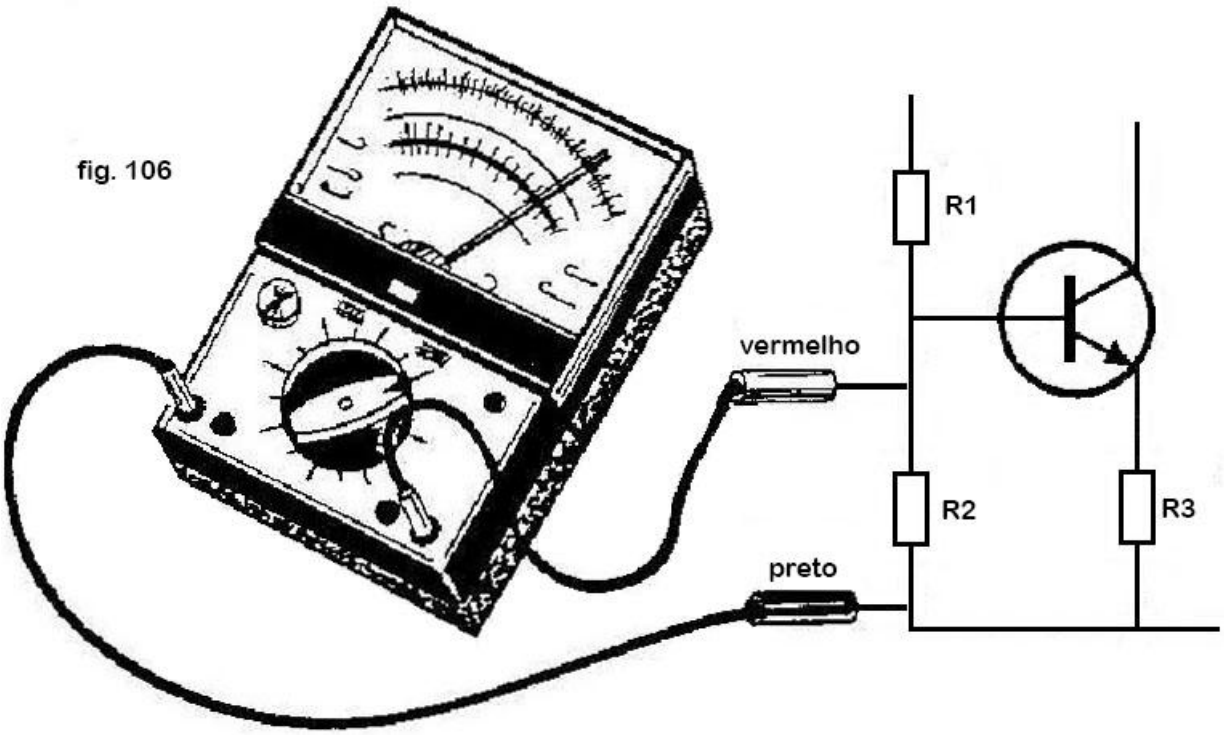


fig. 106

e) Medida de corrente: em primeiro lugar escolha uma escala de corrente que permita medir a intensidade desejada, Se tiver dúvidas quanto a intensidade que vai encontrar num circuito comece pela escala mais alta.

A seguir, intercale o instrumento no circuito em que circula a corrente, interrompendo-o como mostra a **figura 107**. Obedeça a pola-

tidade das pontas de prova para realizar esta medida.

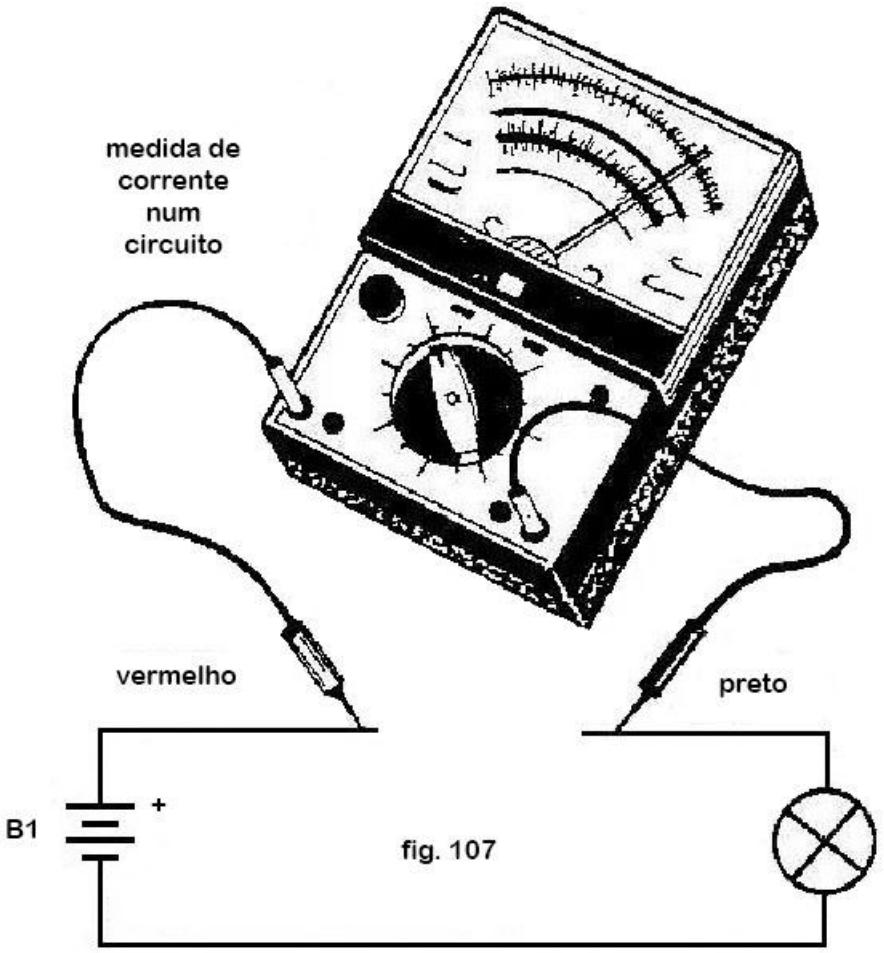


fig. 107

Vá mudando de escala até obter uma leitura na região central da mesma.

Observação: nunca meça a corrente de fontes de alimentação ou da tomada pois estas não tem corrente à medir. A corrente será dada pelo aparelho ligado e o medidor no caso corresponde a uma resistência nula.

O resultado será sempre a queima imediata do instrumento.

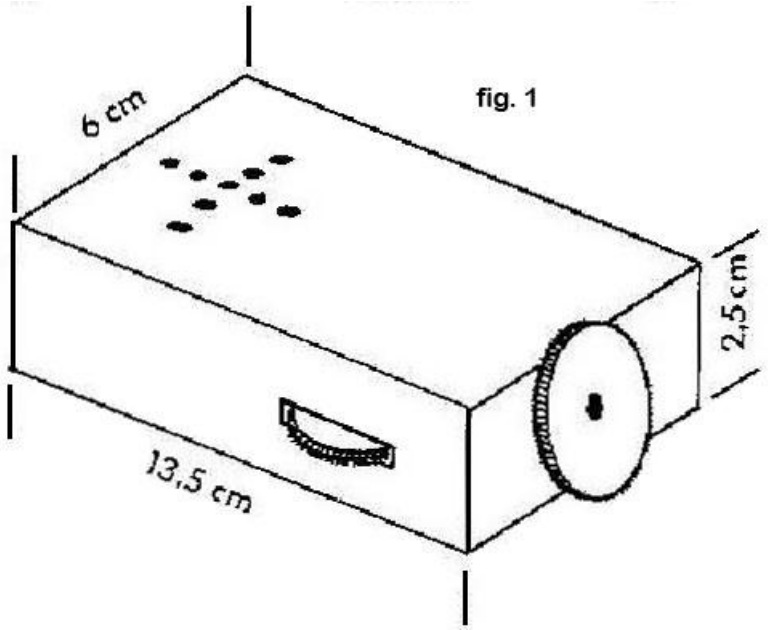
MONTAGEM

UM RECEPTOR REFLEX PARA ONDAS MÉDIAS

Este receptor de rádio, não obstante sua simplicidade, é bastante sensível para "pegar" bem todas as estações de sua cidade sem a necessidade de uma antena externa.

A simplicidade do circuito com a técnica reflex apresenta uma vantagem importante para o principiante: não será preciso senão um ajuste para colocá-lo em funcionamento e este ajuste pode ser feito de ouvido sem a necessidade de instrumentos especiais.

São 4 transistores que permitem uma excelente amplificação e com alimentação de 9V o rádio é bastante compacto para ser montado numa caixa plástica comum, conforme a **figura l**.



Os transistores usados na montagem são de especificação absolutamente comum o que significa que eles podem ser encontrados em qualquer casa especializada, assim como os demais componentes.

Antes de descrevermos a montagem será conveniente explicarmos seu funcionamento.

Funcionamento

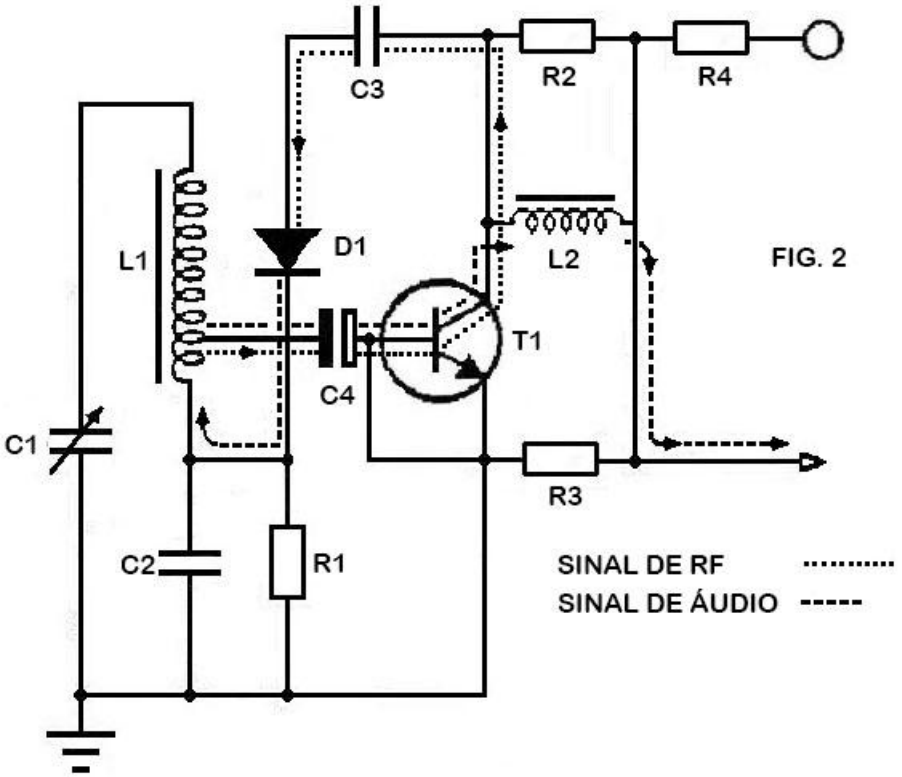
Os sinais de rádio são captados pelo circuito sintonizado formado pela bobina de antena (comum) e pelo capacitor variável. De todos os sinais que chegam a este circuito somente os correspondentes a uma estação são levados ao transistor Tl que os amplifica uma primeira vez.

O transistor opera então como um amplificador de alta frequência neste caso.

Os sinais de alta frequência da estação são então retirados do coletor mas em lugar de serem levados à etapa seguinte, estes encontrando o choque de RF formado por L2 são obrigados a se desviarem voltando ao transistor mas passando pelos diodos D1 e D2 que os detecta.

Chega então de volta à base do transistor por meio destes diodos apenas o sinal de baixa frequência detectado que então novamente é amplificado.

Um mesmo transistor amplifica o sinal duas vezes, sendo uma na forma de alta frequência e outra na forma de baixa frequência. Este tipo de funcionamento é que caracteriza os receptores chamados de "reflex" (**figura 2**).



O sinal de baixa frequência retirado do coletor do transistor não encontra qualquer oposição do choque L2 sendo então levado ao potenciômetro P1 que funciona como controle de volume.

Do potenciômetro o sinal de áudio e levado a um amplificador em simetria complementar que leva três transistores. O pré-amplificador é T2 que aplica o sinal a etapa de saída formada por T3 e T4, cada qual amplificando uma fase do sinal.

Dos emissores dos transistores de saída sai o sinal ampliado que via capacitor C1 é levado ao alto-falante.

Este alto-falante reproduz então com boa intensidade o sinal da estação captada.

A alimentação para o rádio vem de uma bateria de 9V comum.

Montagem

A melhor montagem para este tipo de rádio é em placa de circuito impresso com os componentes soldados.

Para a utilização da placa de circuito impresso é necessário furá-la nos devidos lugares onde serão soldados os terminais dos componentes, utilizando-se na operação uma furadeira manual ou elétrica com uma broca de 0,9 ou 1 mm, convém lembrar que antes de soldar a placa deve ser limpada com bombril ou outro material para remover possível oxidação, sem o que, a solda não fará a devida ligação.

Na **figura 3** temos o circuito do rádio com a placa de circuito impresso correspondente na **figura 4.** Nesta figura mostramos o lado cobreado por onde o leitor deve basear-se para a confecção da placa e lado dos componentes que serve de orientação para sua colocação.

Os componentes são delicados devendo ser seguida a seguinte série de recomendações na sua obtenção e colocação na placa:

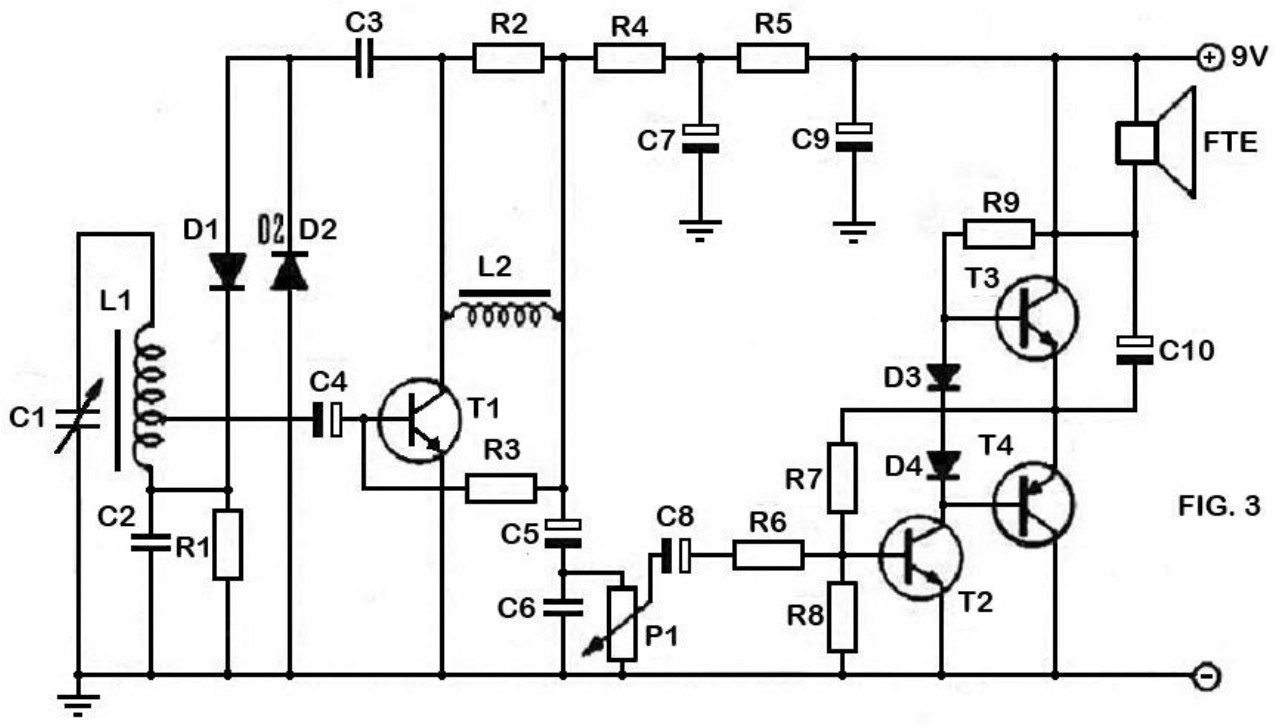
a) transistores

São usados 3 tipos de transistores diferentes que não devem ser trocados:

O BF494 (ou equivalente) que é um transistor de silício para altas frequências).

O BC557 que é um PNP de uso geral de silício.

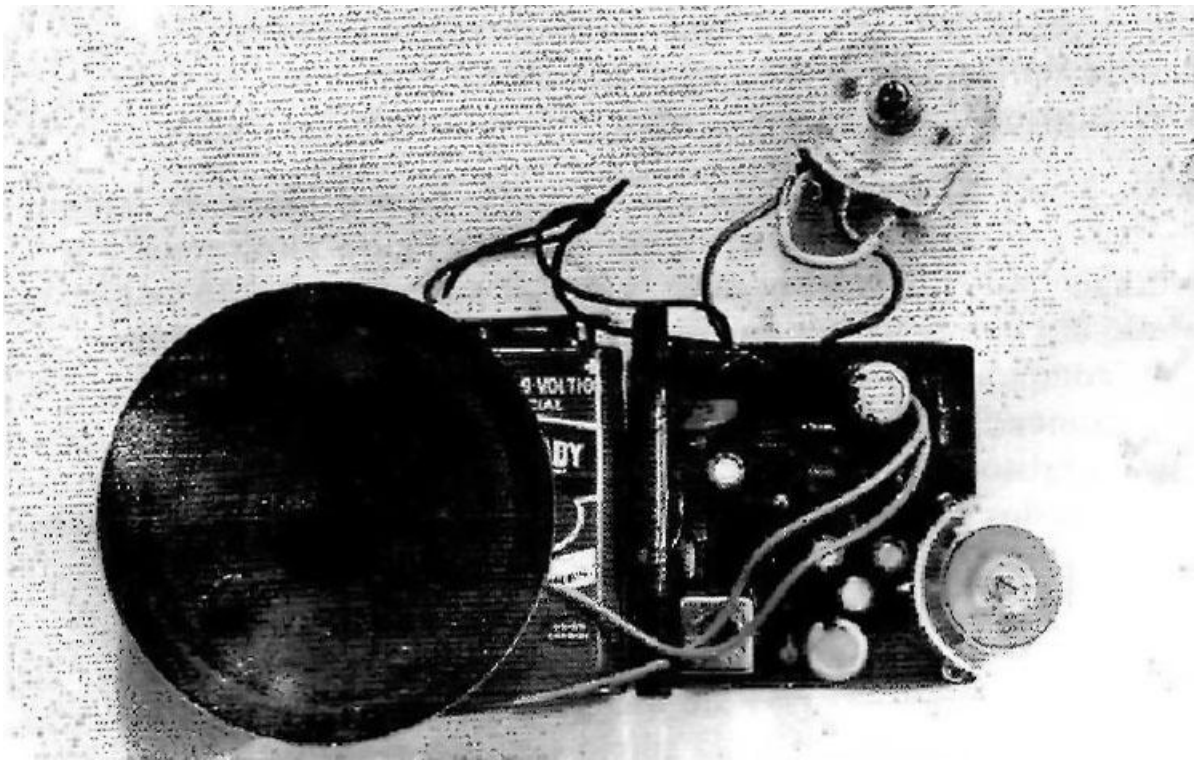
Os BC547 que são NPN de silício também para uso geral.



Na operação de soldar estes transistores use o alicate de ponta como dissipador de calor.

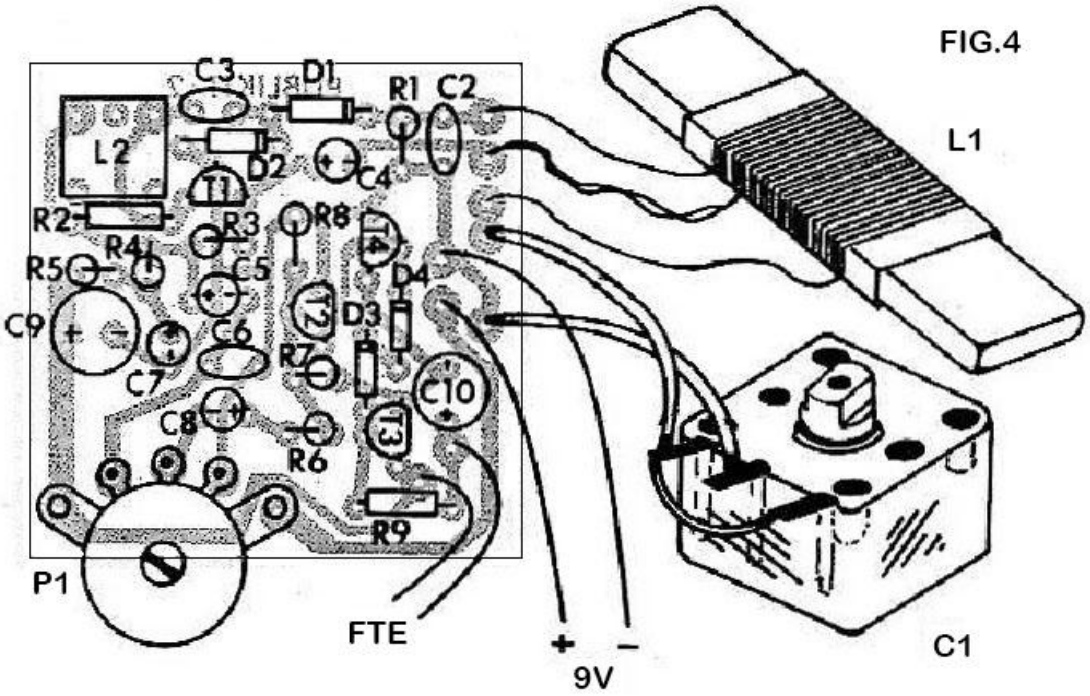
b) Diodos

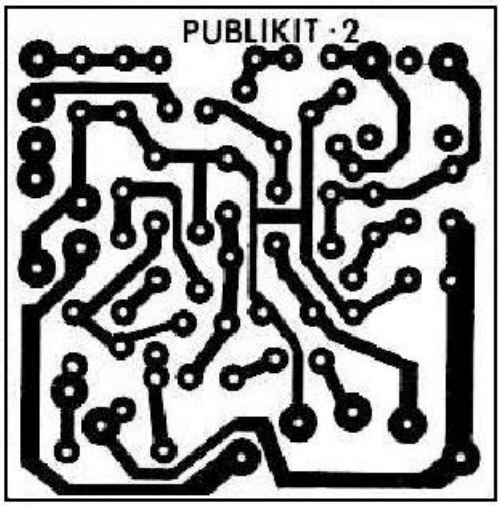
Os diodos D1 e 02 devem ser do tipo AA 119 obrigatoriamente.



enquanto que os diodos D3 e D4 podem ser os 1N4148 ou equivalentes de silício para uso geral.

Na colocação destes componentes na placa deve ser obedecida sua polaridade que é fornecida pelo anel.





e) L1 e L2

Estes são componentes críticos: L1 é uma bobina de antena com bastão de ferrite retangular comercial para ondas médias. Observe a posição de ligação das terminações. L2 é uma bobina osciladora para rádio de ondas médias (núcleo vermelho). Veja bem a sua posição de colocação e seu tamanho. Qualquer bobina osciladora para transistores deve servir.

d) C1

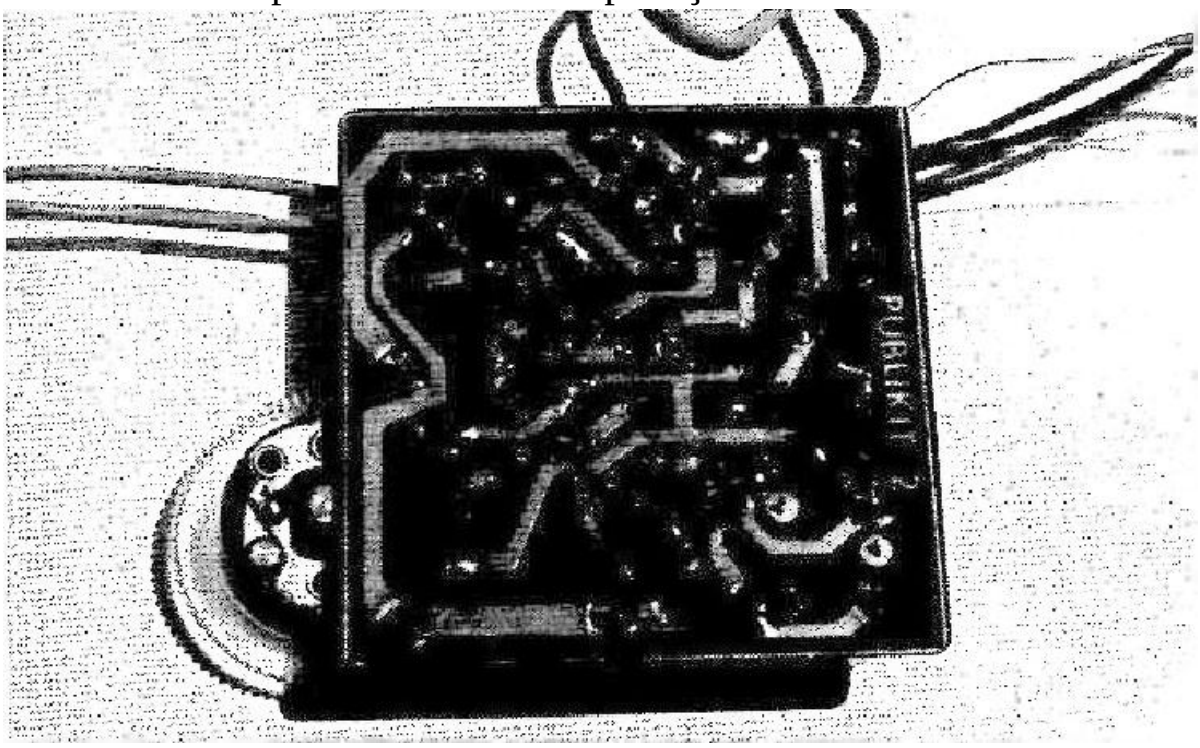
Este é o condensador variável de sintonia. Deve ser usado um que se adapte as características de bobina, sendo normal o tipo plástico de

AM de 165 pF ou mais de capacitância. Veja bem quais são as seções usadas e se houver problema de cobertura da faixa, ligue suas duas seções.

e) P1

O potenciômetro de controle de volume tem incorporado o interruptor geral que liga e desliga a bateria como ocorre em todos os rádios comuns. Trata-se de um potenciômetro miniatura de 10 K.

Para a soldagem deste componente é necessário fazer a sua ligação na placa de circuito impresso utilizando 4 pedaços de terminais ou fios.



f) FTE

O alto-falante deve ser de 5 cm de diâmetro com 8 ohms de impedância sendo o tipo normalmente encontrado em rádios portáteis.

g) resistores

Todos os resistores são de 1/8 W com 10% ou 20% de tolerância com os valores citados na lista de material. A colocação destes componentes não precisa levar em conta sua polaridade mas apenas seu valor.

g) Capacitores

Temos dois tipos de capacitares: os de valores altos (eletrolíticos) são polarizados com tensões de trabalho de pelo menos 12V.

Os de valores pequenos podem ser cerâmicos do tipo plate para maior facilidade de colocação na placa.

Temos finalmente o conector das pilhas, a caixa para a montagem e outros acessórios simples.

Ajuste

Depois que você terminar de montar seu rádio, faça uma revisão completa de tudo, colocando em seguida a bateria no conector.

Ao mesmo tempo que ajustar o variável procurando sintonizar uma estação, com a ajuda de uma chave de fenda, mexa no núcleo da bobina L2.

Sintonizando uma estação, ajuste em L2 o ponto de maior rendimento do rádio.

Você verificará que a posição do rádio em relação a estação influi no seu rendimento. Isso se deve a direcionalidade da bobina de ferrite.

Levando em conta isso, ao sintonizar sua estação preferida, coloque o rádio sempre na posição de maior rendimento.

Falhas possíveis:

Som distorcido: veja os díodos D3 e D4 se estão invertidos,
Oscilações e apitos: veja a posição de D1 e D2,
Falta de sensibilidade: veja o variável e a bobina L2,
Falta de seletividade: veja a ligação da bobina L1,
Ronco: veja as ligações dos terminais da bobina L1,
Falta de ganho ou volume: troque o transistor T2,
Oscilações ou cortes no som: bobina L2 (regulagem ou troca, em alguns casos é necessário tirar o núcleo de ferrite).

Lista de material

T1 - BF494,
T2, T3 - BC547 ou 548,
T4 - BC557 ou 558,
D1, D2 – AA119,
D3, D4 - 1N4148,
FTE - alto-falante de 8 ohms,
L1 - bobina de antena,
L2 - bobina osciladora (Toko 10mm),
P1 - potenciômetro de 10k com interruptor,
R1, R2 - 10k (marrom, preto, laranja),
R3 – 150k (marrom, verde, amarelo),
R4, R6 - 4k7 (amarelo, violeta, vermelho),
R5 - 220R (vermelho, vermelho, marrom),
R7 - 180k (marrom, cinza, amarelo),
R8 - 27k (vermelho, violenta, laranja),
R9 - lk8 (marrom, cinza, vermelho),
Cl - capacitor variável (ver texto),
C2 - 2n2F,
C6 - 47nF,
C3 - 180pF,
C4, C5, C8, C7 – 10 µF x 12V.
C9, C10 - 100µF x 12 V,
Outros: Clip p/ bateria, bateria de 9V, fios, etc.

CONJUNTO DE COMPONENTES PARA A MONTAGEM DO RECEPTOR DE ONDAS MÉDIAS SISTEMA REFLEX Cr$ 900,00

Remetemos para os interessados o conjunto com todos os componentes: Resistores, Capacitores, Transistores, Bobinas, Diodos, Alto-Falante, Clip p/ Bateria e Solda.

Para fazer o pedido, preencha o cupom abaixo com letra bem legível, remetendo junto um cheque visado ou vale postal da importância acima anunciada, mais Cr$ 50,00 para embalagem e *d*espesas postais, em nome de Publikit Publicidade e Comércio de Kits Ltda.

Endereço p/ pedidos:

PUBLIKIT.
RUA: MAJOR ANGELO ZANCHI N° 311, PENHA .
CEP: 03633 - SÃO PAULO - SP.

Desejo receber pelo correio .....(quantidade) conjunto(s) de componentes do Receptor de OM Sistema Reflex ao preço de Cr$ 900,00 mais Cr$ 50,00 de despesas postais totalizando Cr$ 950,00 cada um.

Nome ....

Rua: ..... Nº .....

Bairro ..... . CEP: .....

Cidade ..... Estado .....

Data ...../...../..... Assinatura:.....

ATENÇÃO:
Para não danificar o livro faça o seu pedido copiando o cupom acima em uma folha de papel à parte.