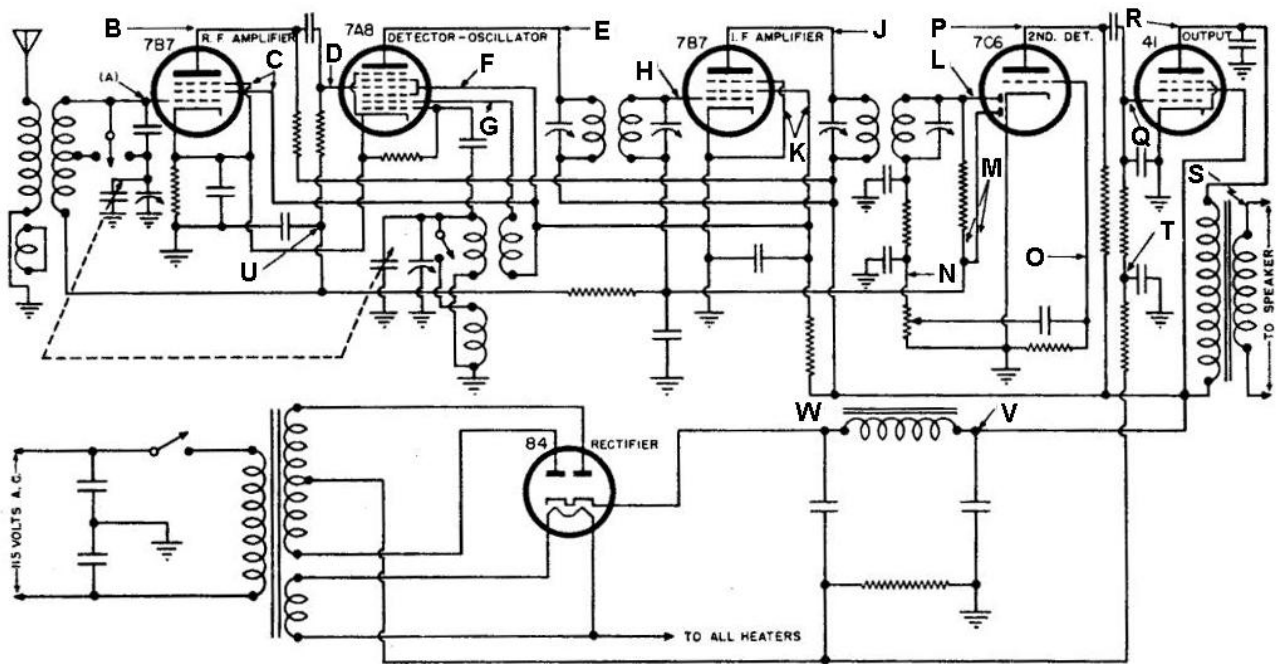


Traduzido por Meyer Rochwerger à partir do artigo publicado na revista Radio News (novembro de 1944) :
"Fundamentals of applying modern signal-tracing methods to identifying and isolating defects in radio receivers."
De: NICHOLAS B. COOK

01 - Princípios de pesquisa de sinal

A fig. 4 representa um rádio super-heterodino convencional. Um rádio standard pode ser convertido facilmente em um teste dinâmico, como descrito num artigo intitulado "Clearing That Intermittent," publicado em setembro de 1944 na revista Radio News. Ele pode traçar o sinal de forma audível da antena ao alto falante.

O uso de um instrumento obtido dessa maneira ou de um fabricado especificamente para esse fim dá condições para se performar uma análise tal como descrito a seguir.



02 – Entrada de antena

Se o radio está sintonizado à uma emissora de sinal forte, o sinal deverá ser “ouvido” neste ponto. Simplificando o circuito original, obtemos um esquema tal como o da figura 2.

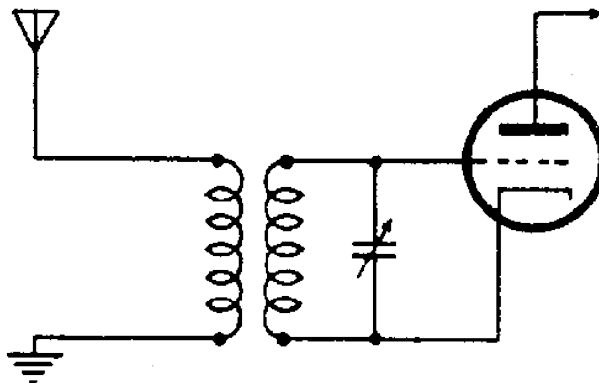


Fig. 2 . Estágio amplificador de rf.

Fig. 3. equivalente à figura 2.

o secundário da bobina de antena, é um circuito em série, consistindo em indutância, capacitância e um pequeno valor resistivo. A ressonância em série é usada para se obter a máxima tensão sobre o capacitor. Para entendermos que esse é um circuito ressonante em série, lembramos um circuito em série, é aquele onde todos os componentes estão conectados em série com a fonte.

A fonte é a força eletromotriz. Induzida no secundário pela corrente que circula no primário. Veja a figura 3 (acima).

ES é a tensão induzida na bobina secundária. Se a frequência da ES variar, a corrente I se torna máxima na ressonância. As tensões EL e EC também alcançam o seu máximo valor à ressonância. Veja a curva mostrada na figura 1 (abaixo).

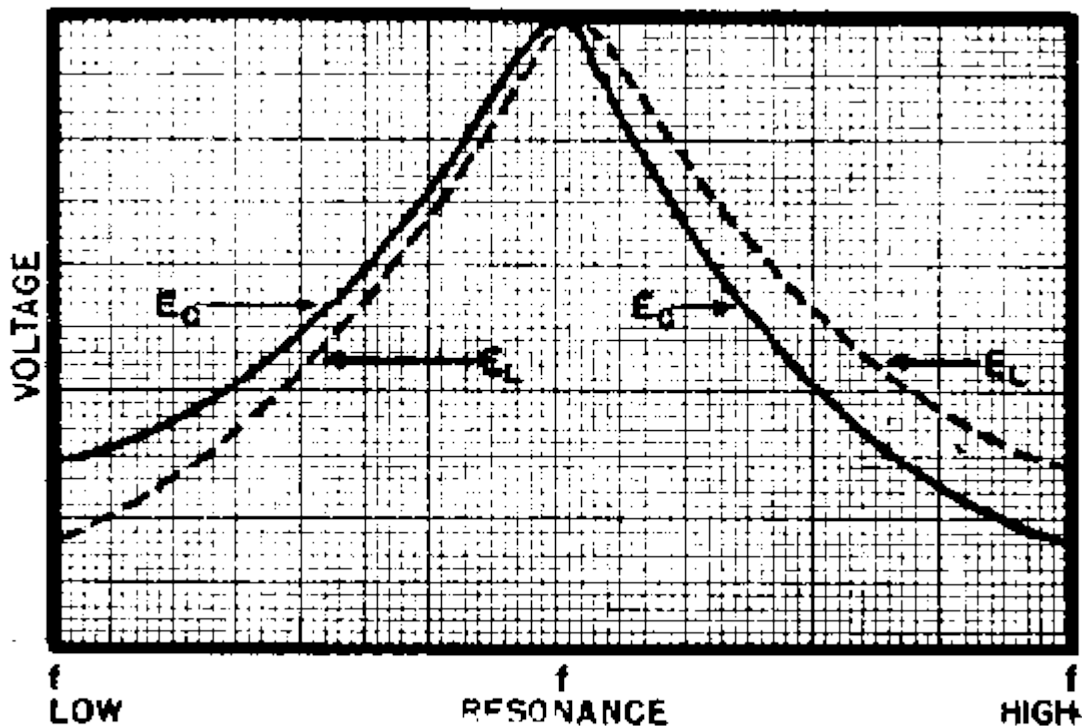


Fig 1. curvas de ressonância do circuito sintonizado da Fig. 2

Em um rádio, a ressonância é obtida ao se sintonizar o circuito ressonante na frequência desejada. Para um dado ajuste do circuito sintonizado, o sinal obtido terá uma tensão maior que as produzidas por outros sinais de mesma intensidade, porém de frequências diferentes daquela que foi sintonizada.

Quando obtemos tensão através do secundário da bobina de antena, significa que também temos uma tensão no primário da bobina. E essa tensão é “medida” entre a entrada de antena e a “terra”.

Defeitos

Se não há sinal audível, significa que não temos tensão circulando no primário da bobina de antena. Geralmente isso indica a presença de um “curto” no primário ou no secundário.

Pode ser também que o primário esteja interrompido. Seguindo esse raciocínio, o seguinte procedimento pode ser tentado: conecte uma outra bobina entre a entrada de antena e a “terra”.

Se a ponta de prova do pesquisador estiver conectada à antena, um sinal será ouvido. Mais de um sinal será percebido, se houverem várias estações locais de grande potência. Uma simples bobina não é seletiva. Ela oferece uma alta impedância à todas as voltagens geradas pela rádio-frequência, de modo que todos os sinais captados pela antena podem ser selecionados e amplificados.

Temos que levar também em consideração que há um campo de 60hz, que induz uma voltagem no circuito de antena. À essa frequência baixa, a impedância da bobina de antena é muito baixa, e o “zumbido” é desprezível.

Consideremos três situações:

a-) Removendo a bobina de antena e substituindo por um resistor de alto valor, por exemplo 1 megohm, teremos uma alta impedância relativa à terra, porém totalmente inócua em relação às frequências presentes nesse ponto.

b-) A pequena corrente da antena promove uma queda IR através do resistor, mas totalmente independente da frequência. Consequentemente, a voltagem entregue por um sinal presente dependerá somente da intensidade de campo desse sinal (note que a antena por si só é não seletiva). Geralmente o campo de 60 hertz predomina, e um zumbido característico será notado. Uma estação potente poderá ser ouvida entre os ruídos e zumbidos.

c-) Removendo o resistor, teremos um circuito aberto em relação à antena e a terra. A impedância aos 60 hertz fica elevada. Para o espectro de rádio frequências, essa impedância é relativamente menor, devido às capacitâncias (espúrias e da impedância do instrumento de teste), que fornecem um “caminho” para a terra. Agora o zumbido será maior, e nenhum sinal de rádio frequência será captado.

Concluimos que sintonia é: O circuito de antena sintonizado à uma determinada frequência fornece à grade de entrada da primeira válvula um sinal selecionado, muito maior que o restante das frequências do espectro de rádio frequência.

03 - Ponto A—Grade de R.F.

O sinal presente nesse ponto já apresenta um ganho devido à bobina de antena. Esse ganho é de 3 a 10 em rádios domésticos e de 10 a 50 nos automotivos. A tensão aplicada à grade é resultado da voltagem EC ilustrada na Fig. 3

Defeitos

A falta de sinal na grade pode ser causada pelas seguintes hipóteses:

(1) bobina de antena aberta, corroída ou com excesso de umidade. (2) Capacitor do C.A.V.. aberto (isso impede a sintonia). (3) Curto no capacitor variável ou no capacitor trimmer em paralelo com o mesmo. (4) Curto entre a grade e a terra. (5) Válvula defeituosa.

Outra causa pode ser o circuito descalibrado. Nesse caso, as bobinas de rádio frequência não sintonizam com precisão, o sinal correspondente indicado no dial, especialmente às frequências baixas. As frequências baixas tem uma maior largura de faixa, e isso pode causar um erro no “tracking” das estações.

04 - Ponto B—Placa da válvula de r.f.

No ponto B, a placa da válvula de rádio frequência, o sinal deve ser percebido com um considerável aumento no ganho. O ganho normal é aproximadamente 25 vezes dependendo da polarização a grade da válvula.

Vale à pena rever o que se espera da válvula nessa seção do circuito.

Em um rádio a válvula realiza as seguintes tarefas:

1. Amplificação da tensão AC Sem a distorção apreciável da forma de onda.
2. Retificação das correntes alternadas pra correntes contínuas.
3. Geração de ondas AC de alta frequência.
4. Demodulação de um pacote de sinal de r.f.; recuperando o áudio “embutido” no sinal processado.
5. Mudança de frequência.

Na Fig. 4 a primeira válvula é um amplificador de r.f. Sua função é amplificar o sinal de r.f. selecionado pelo circuito anterior à ela: o circuito ressonante composto pela bobina de antena e o capacitor.

Relembremos alguns fundamentos importantes:

1. Se uma válvula está funcionando normalmente, uma reprodução fiel do sinal aplicado à sua grade será encontrada circulando através da impedância da placa de mesma.
2. A voltagem de saída poderá ser maior ou menor que a de entrada, dependendo da “mutual conductance” da válvula e da magnitude da impedância oferecida pela placa à frequência do sinal presente nessa “voltagem”. A “mutual conductance” depende da polarização da grade. Na fig. 4 a polarização é a tensão a.v.c.

Quando um resistor é usado como carga na placa da válvula, essa parte da impedância da placa pode ser considerada constante à todas as frequências.

A função da impedância sintonizada de placa, usualmente um circuito ressonante em paralelo, é apresentar uma impedância maior à frequência desejada do que para as outras frequências. Dessa maneira o sinal selecionado é mais amplificado que os restantes presentes à entrada.

Resumindo: se a válvula funciona corretamente, um sinal aplicado à sua grade, “aparece” em sua placa.

Defeitos:

Falta de sinal na placa (B) indica que a válvula não está funcionando. As prováveis causas são:

1. Válvula defeituosa.
 2. Tensões erradas ou ausência de voltagem na placa.
- É aconselhável checar **todas** as tensões de funcionamento da válvula.

05 - Ponto D-- Grade da conversora

Um sinal deve ser detectado no ponto B. A função do capacitor de acoplamento, é fundamentalmente impedir que a tensão contínua da placa (ponto B) chegue à grade da válvula seguinte (ponto D), e permita que o sinal “alternado” a excite.

Defeitos

Se há sinal em B e não em D, isso indica que não há transferência de sinal entre os pontos. Geralmente isso indica um capacitor defeituoso. (um curto em D aterraria o sinal não só em D mas também em B). Um capacitor “aberto” não permite a passagem do sinal. Um capacitor em curto ou com fuga deixa passar a componente DC e causa uma grande distorção.

06 - Ponto E—Placa da “misturadora”

Nesse ponto (E) o sinal já tem o ganho bastante aumentado, na ordem de 20 a 60 vezes, com o a.v.c. No mínimo.

Nesse estágio chamado de conversor ou misturador, (a segunda válvula da Fig. 4) reside o princípio do rádio super-heterodino, onde duas frequências são “misturadas” e convertidas em uma terceira.

O sinal de entrada, é misturado com um sinal produzido no chamado oscilador local.

Em geral, pelo menos 4 frequências serão encontradas na placa da conversora:

1. O sinal de entrada modulado.
2. A frequência do oscilador local (não modulada).
3. A soma dos dois acima (modulada).
4. A diferença entre os dois (modulada).

O circuito é projetado de forma que a frequência produzida pelo oscilador local é relacionada à frequência de entrada, de forma que a diferença entre as duas é sempre a mesma. Quando fazemos a sintonia do sinal de entrada, ajustamos também a frequência do oscilador local para que a diferença entre os sinais seja **sempre** constante.

A impedância da placa da misturadora, é um circuito ressonante paralelo, sintonizado à frequência intermediária obtida. Dessa maneira, a voltagem sintonizada pelo circuito ressonante será amplificada em maior grau do que as outras frequências. (similarmente ao que acontece em B)

A frequência obtida pela diferença descrita acima, é a frequência intermediária (F.I.). Os circuitos subsequentes, são desenhados para amplificar e sintonizar essa frequência modulada.

É função da misturador é gerar o sinal de Frequência intermediária assim que um sinal de r.f. é aplicado à sua grade de entrada. É função dos circuitos sintonizados selecionar e amplificar esse sinal de F.I. Excluindo qualquer outro sinal.

Defeitos

Apenas com um sinal audível, não é possível identificar as várias frequências que aparecem na placa da conversora-misturadora.

Se o sinal pode ser ouvido neste ponto claramente e com um notável ganho, o funcionamento pode ser considerado satisfatório.

Com o uso de um equipamento de teste mais elaborado, as demais frequências podem ser observadas. É particularmente importante que a frequência intermediária esteja correta.

Caso o sinal não seja audível em (E), devemos procurar pelas possíveis falhas:

1. Válvula defeituosa.
2. Tensões incorretas nos diversos eletrodos. Consulte o esquema do rádio e compare as medições.
3. Oscilador inoperante. (veja (G)-- Oscilador.)
4. Transformadores de F.I. Sintonizados à frequência errada.
5. Oscilador funcionando com frequência alterada
6. Transformador de F.I. defeituoso.

07 - Ponto G—Oscilador

Basicamente, o oscilador é um amplificador excitado por sua própria saída. Ele é formado por um triodo. Os componentes associados, bobinas, e capacitores, compõem um circuito ressonante capaz de produzir oscilações eletromagnéticas.

Com equipamento apropriado é possível se determinar se o circuito está funcionando, e a que frequência.

Como a sua saída não é modulada, é impossível checá-lo com o pesquisador de sinais. Entretanto mudanças repentinas em sua entrada (ou na corrente de placa) podem ser ouvidas. Com a ponta de prova no ponto (G), um “click” pode ser ouvido quando provocamos um curto entre as placas do capacitor variável do oscilador, e outro quando removemos o curto.

No exemplo da Fig. 4, o catodo, a g1 e g2 formam o triodo do oscilador (a g2 faz o papel de placa).

A tensão da placa pode ser medida diretamente. A grade de controle deve apresentar uma pequena tensão negativa de o oscilador estiver funcionando.

08 - Ponto H--Grade da válvula de F.I.

O sinal deve ter a mesma intensidade que a do ponto (E).

A função do transformador de F.I. não é de aumentar o ganho mas prover: (1) uma carga sintonizada à placa da válvula precedente. (2) um circuito sintonizado para a grade da válvula seguinte. (3) um acoplamento de impedâncias sintonizadas entre as válvulas.

O lado primário é um circuito ressonante paralelo sintonizado à frequência de F.I. Pré determinada. Veja o circuito de placa na Fig. 5.

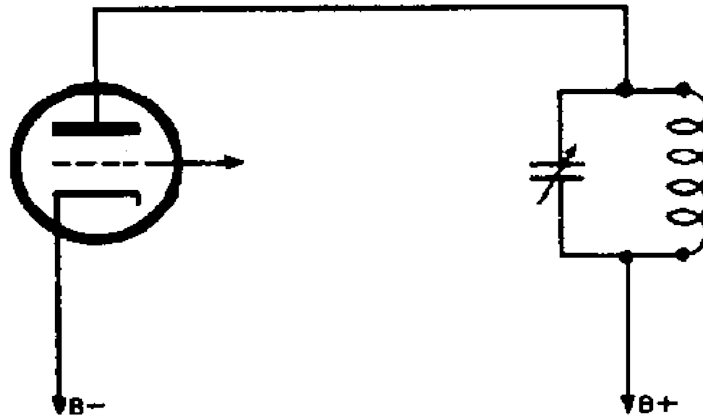


Fig. 5. Primário de um transformador de F.I..

Considerando a válvula como sendo um gerador de AC de resistência interna r_p , podemos redesenhar o diagrama acima da maneira representada na Fig. 6

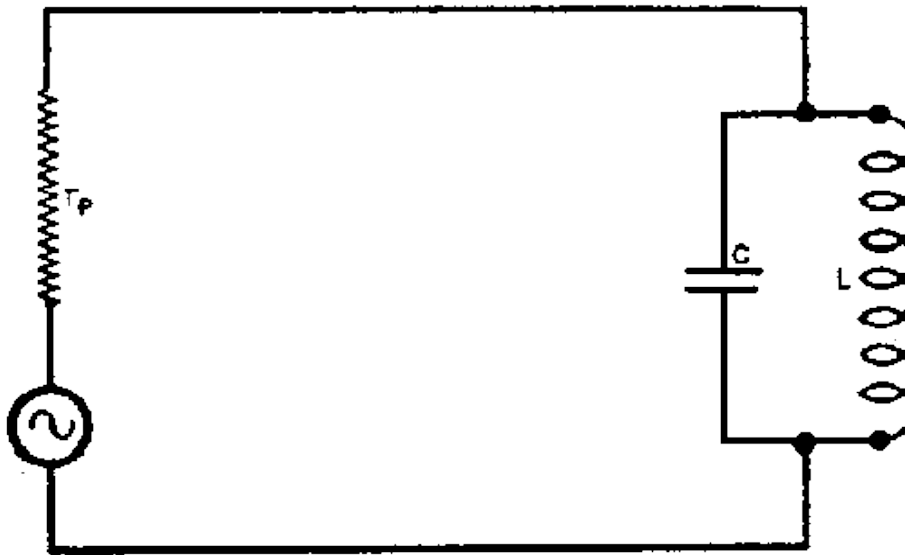


Fig. 6. equivalente à Fig. 5

Simplificando, a tensão AC gerada pela válvula é aplicada ao circuito ressonante paralelo. Para essa conexão, a impedância do circuito ressonante é máxima à frequência ressonante. Como a voltagem total é dividida entre r_p e a impedância de carga, a voltagem através da carga é máxima quando a impedância de carga é máxima. Por essa razão a voltagem através do primário é maior à ressonância

O secundário é representado na Fig. 8.

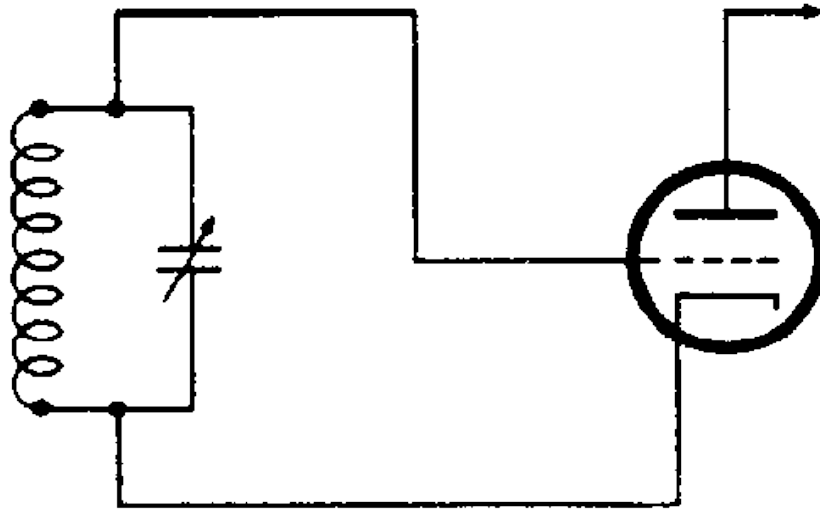


Fig. 8. seção secundária de um transformador de F.I..

Como a força eletromotriz (fonte) é a voltagem induzida na bobina secundária, o circuito equivalente da Fig. 9 pode ser usado

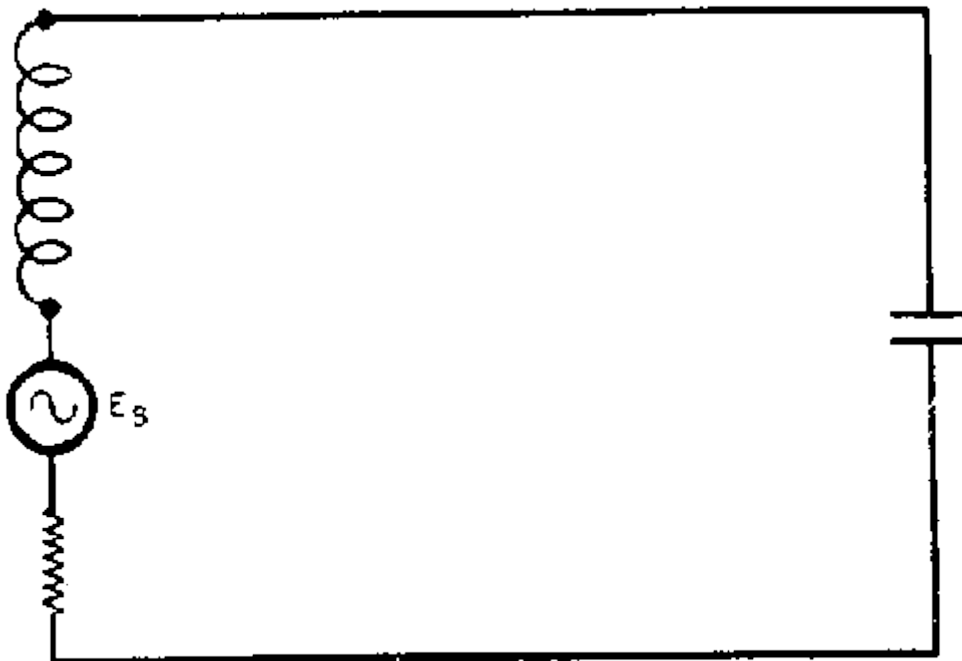


Fig. 9. circuito equivalente da Fig. 8.

Simplificando, os elementos ressonantes estão em série com a fonte. A máxima voltagem ocorre através do capacitor quando está sintonizado na frequência de ressonância.

No transformador de F.I. o primário e o secundário são acoplados juntos através da indutância mútua, assim, uma tensão aplicada ao primário reaparece nos terminais do secundário. Nos circuitos usuais a relação de tensão entre os dois enrolamentos raramente ultrapassa 1:1.

A principal função desse transformador, é transferir uma banda estreita da frequência desejada, e rejeitar as demais. A rejeição ocorre por causa da combinação entre as válvulas e os transformadores e não amplificará as frequências indesejáveis.

Se o canal de F.I está sintonizado a 455 kc, e tem uma largura de banda de 10kc, a menor frequência será de 450 kc, e a maior de 460 kc. Esses extremos correspondem a uma relação de 45/46, ou 1.02. Em musica, uma relação 2 para 1 é uma oitava. A relação de um semitom é igual à decima segunda raiz de 2, ou 1.06. A largura da resposta da F.I. É muito menor que meio tom.

Quando nos lembramos que alguns transformadores de áudio respondem de 20 hz à 20 kc, ou cerca de dez oitavas, fica evidente que a resposta do canal de F.I. Está confinada a uma banda muito estreita de frequências.

As frequências de ondas médias vão de 550 kc a 1600 kc. A relação entre esses extremos é aproximadamente 1:3. Isso é uma oitava mais um quinto, dando um total de 19 semitons.

Quando essa faixa de frequências é dividida por 10 kc, verificamos que pode conter 105 canais (emissoras).

O afinador de pianos tem muita dificuldade em dividir o intervalo de 12 em 19 partes iguais. Comparando com o rádio heterodinâmico, o qual divide o mesmo intervalo em 105 partes sequentes sem sobreposição.

09 - Ponto J--Placa da válvula de F.I.

Nesse ponto, o sinal deverá apresentar um grande ganho; algo entre 20 e 100 vezes, dependendo do projeto do radio e da tensão do a.v.c.

Note que somente o sinal de F.I. Será encontrado. O circuito sintonizado terá rejeitado todas a demais frequências, e a válvula estará simplesmente amplificando o sinal presente na grade.

defeitos

Se o sinal aparece somente na grade, mas não na placa, verifique as hipóteses abaixo:

1. Válvula defeituosa.
2. Voltagens incorretas ou ausentes.
3. Transformador de F.I. Fora de sintonia, ou com defeito no lado da placa.

10 - Ponto L-- Placa do Diodo Detetor

O sinal deverá ser semelhante ao do ponto J.

O sinal ainda é de frequência intermediária, mas passará pelo diodo que vai demodula-lo

Defeitos

Falta de sinal nesse ponto geralmente pode ser causada por defeito do transformador de F.I..

11 - Ponto N—diodo e Resistor de carga

O sinal deve ser ouvido.

Após o processo de demodulação, o sinal agora é de áudio frequência

O demodulador, é simplesmente um diodo retificador, que passa a metade positiva da senoide de r. f., e deixa passar uma "pobre" porção do ciclo negativo. Através de filtros, esses pulsos positivos são convertidos na forma de onda original modulada.

Com o fim de pesquisa de sinal, um entendimento melhor do funcionamento do detetor pode ser obtido ao se examinar o diagrama da Fig 7.

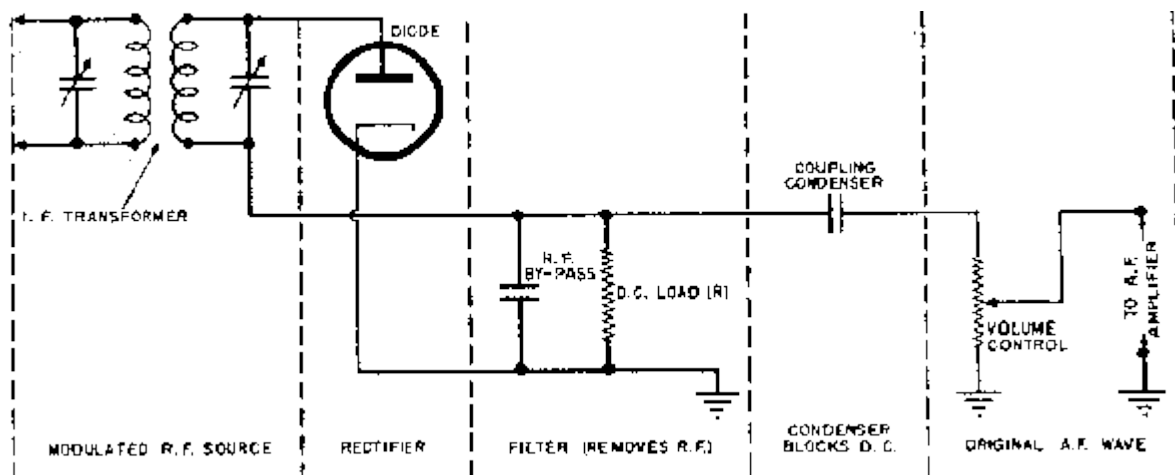


Fig. 7. Diagrama de um detetor típico.

12 - Ponto O--Grade da 1ª válvula de Áudio

A força do sinal depende do ajuste do controle de volume.

Defeitos possíveis: capacitor de acoplamento (placa) ou controle de volume com defeito

13 - Ponto P--Placa da 1ª válvula de Áudio

Verificar válvula e componentes associados.

14 - Ponto Q—Grade da válvula de saída

O sinal deverá ter o mesmo nível do ponto P.

Um componente crítico e que deve ser sumariamente substituído é o capacitor de acoplamento ligado à grade do pentodo, para evitar que o mesmo tenha fuga polarizando a grade positivamente.

15 - Ponto R--Placa da válvula de saída

Aqui o sinal atinge seu nível máximo. Um ganho de 10 a 20 para pentodos e 2 a 5 para triodos. A corrente A.C. da placa cria um forte campo à volta das válvulas de vidro e da fiação de placa, incluindo o transformador de saída. O sinal pode ser ouvido apenas se aproximando a ponta de prova do pesquisador dessas partes.

Defeitos

Nessa parte do circuito, os defeitos são facilmente localizados. Os componentes são simples e o sinal tem um alto nível. Se não há sinal no ponto (R), pode-se suspeitar da válvula, tensões alteradas primário ou secundário do transformador de saída, etc. Medições de voltagem e de continuidade dará uma rápida resposta ao problema.

16 - Ponto S-- Secundário do Transformador de saída

O sinal pode ser reduzido significativamente em função da relação do transformador ou por defeito no mesmo.

17 – Hum – zumbido

Em um radio operando em A.C. As frequências observadas nos zumbidos podem ser de 60 ou 120 hz

e podem ser identificadas com um osciloscópio.

A frequência da rede (60 hz) pode ser introduzida diretamente em um circuito de grade por fuga interna de válvulas ou por emissão do filamento.

O ripple (120 hz) ocorre na fonte de +B. Ele é bem forte no ponto (W Fig. 4), desprezível no ponto (V), e praticamente zero à saída do filtro além desse ponto. Os circuitos de screen devem ser bem filtrados pois qualquer zumbido presente nas grades será amplificado e se tornará audível.

18 - C-F-K-V-- Grades screen

Os sinais **não** são ouvidos nesses pontos. A função de uma grade screen é a seguinte:

1. Blindar outros eletrodos.
2. Influenciar as características de operação da válvula.

Em função do efeito de blindagem, o screen previne a interação entre a placa e a grade de entrada. A componente A.C. presente na grade screen é aterrada através do capacitor “bypass” conectado a ela.. Normalmente não deve haver nem A.C. ou sinais na screen. As tensões devem ser cheçadas.

Defeitos

Sinais ou zumbidos nas grades screen indicam capacitores de “bypass” ou eletrolíticos defeituosos.

19 – Capacitores

Grande parte dos defeitos encontrados nos rádios, tem com causa os capacitores. Abaixo descrevemos as diversas funções desempenhadas por eles.

Filtro

1. Usados nas fontes “B”, para remover a componente alternada.
2. Áudio frequência Remove o sinal de áudio indesejável na linha de a.v.c.
3. Radio frequência Remove a componente de r.f. , como no circuito demodulador.
4. Controle de tom. Reduz a resposta de alta frequência para produzir uma acentuação de graves.
5. Remove alta frequência de áudio para reduzir distorção. (na placa da válvula de saída)

By-pass

Fornece um “caminho” de baixa impedância para que a A.C. passe por um resistor. O capacitor apresenta um impedância praticamente 0 à frequência a ser rejeitada. Assim o sinal não causará uma queda de tensão através do capacitor.

Exemplo: capacitor de catodo..

Bloqueio

Bloqueia a passagem de DC enquanto permite a passagem de A.C. (inter estágios).

Acoplamento

Transfere sinais ou A.C. Entre estágios. Também bloqueia d.c.

Desacoplamento

Absorve ou “bypassa” sinais. Evita que o sinal de um estágio afete outro estágio.

Tunning

Estabelece a ressonância do circuito à frequência desejada.

20 – Distorção

Na ausência de equipamento apropriado para analisar distorção, é difícil localizar a causa da mesma, sem a inevitável substituição de válvulas e outros componentes. Com o pesquisador de sinais, podemos isolar o setor que está causando o problema facilmente.

Distorção pode ocorrer em quase todas as válvulas e estágios de um rádio; mas usualmente é confinada às seções que trabalham com níveis de sinal mais altos, tais como o detetor e saída de áudio. Um sinal de emissora é necessário quando a pesquisa é auditiva. Se feita com um osciloscópio, uma onda senoidal deve ser usada. Ainda que o osciloscópio localize o estágio defeituoso, um teste auditivo sempre ajuda..

Causas prováveis de distorção:

1. Válvulas defeituosas
2. Capacitores com fuga.
3. Capacitor aberto no circuito de placa da válvula de saída
4. Voltagem do a.v.c. alta com sinais altos de entrada.
5. Voltagens erradas nas válvulas.
6. Sobrecarga das válvulas.
7. Retificação onde não desejável.
8. Regeneração.
9. Zumbido (hum) sobreposto ao sinal.
10. Seletividade excessiva.
11. Alto falante com defeito.

21 – Ruído

Ruído é definitivamente indesejável. Testes simples mostrarão se a fonte geradora de ruídos é interna ou externa ao rádio. Se for interna, a pesquisa de sinal mostrará a origem.