

# Motivos e soluções para a interferência de RF

REVISTA NOVA  
ELETRÔNICA

---

*Saiba o que pode ocasionar interferências em seu sistema de áudio; aprenda a identificar as causas e a eliminar seus efeitos.*

---

JOSEPH GIOVANELLI

A comunicação via rádio tem um importante papel em nossas vidas, e isto nunca foi tão verdadeiro como agora, quando nos vemos rodeados por receptores de rádio e televisão. Muitos de nós tendem a pensar sobre o mundo do rádio, como se estivesse centralizado apenas nas transmissões comerciais de radiodifusão e televisão; existem, porém, outros tipos de comunicações, os quais empregam transmissores similares. Tais sistemas recebem o nome de sistemas «ponto a ponto», e são utilizados pelos departamentos de polícia e bombeiros, nas comunicações entre navios e a costa e, também, pela crescente classe das comunicações feitas por «hobby».

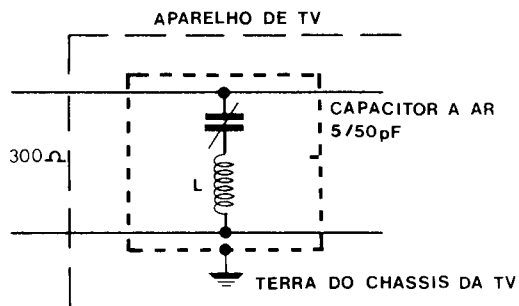
Este último tipo de comunicação compreende dois setores: um deles, é conhecido como serviço de radiocomunicação do cidadão ou, mais simplesmente, como faixa do cidadão; o outro é o serviço de radioamadores. À medida que mais pessoas tiraram proveito da comunicação sem uso de fios, é importante notar que mais e mais fontes de rádio-freqüência são construídas e postas em funcionamento.

Como muitas dessas comunicações não podem ser recebidas pelos receptores convencionais de AM e FM, elas são pouco notadas; mas, quando algo não vai bem e passamos a percebê-las, chamamo-las «interferências». Esta é uma situação que está se tornando mais freqüente, a cada dia.

No interior de qualquer equipamento de alta fidelidade, existem certos elementos que podem atuar como um receptor de rádio. Temos válvulas e transistores que amplificam sinais mínimos, e esses mesmos componentes podem retificar esses sinais, o que quer dizer convertê-los em corrente pulsante, fazendo com que os sinais de rádio-freqüência captados sejam transformados em sinais de áudio e, daí, passem para os diversos estágios do sistema de alta fidelidade; algumas vezes, seu equipamento captará e amplificará tais sinais, que não são próprios para ele.

O propósito deste artigo é o de discutir tais fontes de interferência e a maneira de combatê-las.

---



L É FORMADA POR 4 VOLTAS (ESPAÇADAS) DE FIO 16 AWG, EM UM DIÂMETRO DE 1,9 cm - PROVÁVEL AJUSTE

**FIGURA 1**

*Filtro série de antena, com uma frequência de ressonância igual à do sinal interferente.*

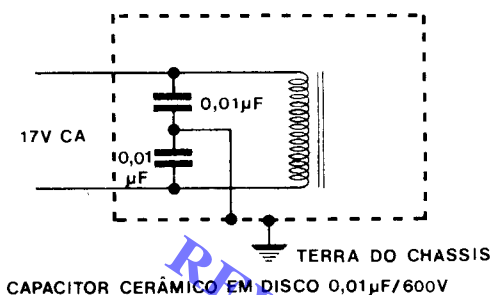
Algumas vezes, a fonte de interferência é pouco clara; tudo o que o ouvinte sabe é que algum som peculiar, que não deseja ouvir, está sendo produzido por seu sistema de som. Pode parecer, às vezes, como se alguém estivesse falando como o Pato Donald, mas é, na realidade, o efeito causado pelo amplificador do sistema, ao captar energia de rádio-frequência, na forma de transmissão SSB (ou transmissão com a portadora suprimida), não encontrada em equipamentos convencionais de FM ou AM. Esses sinais não podem ser compreendidos, realmente, já que, nessa interferência, um dos componentes que produz o sinal convencional de AM não está presente.

Um tipo comum de interferência provém da porção de áudio da transmissão de televisão, já que os amplificadores estereofônicos podem receber sinais de TV, em certas condições. Às vezes, a porção de vídeo também é captada e surge no alto-falante, soando de modo similar a um ronco de 60 Hz, com características em constante mutação.

### Interferência da faixa do cidadão

Uma outra fonte comum de interferências da faixa de rádio-frequência, em equipamentos de áudio, é produzido pelo «hobbista» de rádio, quando utiliza transmissor em sua casa, situada na zona residencial. Das duas classes de rádio-«hobbistas», referidas anteriormente, a mais numerosa é a do serviço da faixa do cidadão. Esses operadores têm a potência de suas transmissões limitada, pela lei, em 5 watts. No entanto, quando os sinais são transmitidos de lugares não muito distantes, as chances de que seu equipamento de áudio as receba são muito fortes.

Para tornar as coisas piores, vários operadores utilizam seu equipamento de rádio de forma ilegal. Para se operar este serviço de rádio, é preciso ter uma licença, emitida pelo governo federal; mas, desafortunadamente, a comprovação da licença não é requerida pelos lojistas que vendem equipamento da faixa do cidadão. E, como o pessoal, mui-



CAPACITOR CERÂMICO EM DISCO 0,01μF/600V

**FIGURA 2**

*Desvio de RF na linha de força. Caso a frequência de interferência esteja acima de 50 MHz, os valores devem ser reduzidos, de modo a evitar auto-indutância.*

tas vezes, começa a operar mesmo sem a licença, a tentação de levar as coisas adiante surge rapidamente. O objetivo dessa tentação é o amplificador linear que, conectado entre um rádiotransmissor da faixa do cidadão e sua respectiva antena, proporciona uma potência de transmissão muito superior ao limite legal de 5 watts, chegando mesmo a valores de 100 ou até 1500 watts. Se você estiver localizado nas proximidades de tão potente estação, a interferência em seu equipamento de áudio é praticamente inevitável. Entretanto, tais casos são mais comuns nos Estados Unidos.

É lamentável que tal situação ocorra, já que a faixa do cidadão permitiria ao cidadão médio utilizar uma porção da banda de rádio-frequência para suas comunicações pessoais sobre negócios, sem ter que passar por exames difíceis, ou despender vultosas somas em equipamentos de rádio — um excelente e válido conceito, na realidade.

Um outro tipo de interferência em áudio é produzido pelo radioamador. Exercendo também um tipo de «hobby», esses operadores são freqüentemente encontrados em áreas residenciais. Um operador que utilize esta classe particular de serviço de rádio deve ser licenciado pelo governo federal. Para se obter mesmo a licença mais simples, nesta classe de operação, é necessário submeter-se a um exame relativamente difícil, que consta de: fluência no código Morse internacional, aspectos técnicos de rádiotransmissão e recepção e regulamentação governamental que deve ser observada pelos usuários do radioamadorismo.

Algumas vezes, o operador ilegal da faixa do cidadão é confundido com o operador legítimo da faixa de radioamadorismo. Por essa razão, o serviço de radioamadorismo, como um todo, é freqüentemente malvisto, sem ser culpado.

Geralmente, o radioamador, como o entusiasta de áudio, preocupa-se com a distorção harmônica e a distorção por intermodulação de seu equipamento. Quando o radioamador ajusta seu equipa-

mento de transmissão para um mínimo de distorção, as probabilidades são de que este produzirá menos interferência que um outro, que não tenha sido corretamente ajustado.

### **Interferência de banda larga**

Vale a pena notar que qualquer equipamento projetado para receber sinais de rádio pode estar sujeito a interferências por parte desses sinais, sendo os receptores de televisão, talvez, o mais notório exemplo. Devido à larga faixa necessária para a recepção da informação de vídeo, é difícil projetar, economicamente, circuitos de entrada que possam rejeitar sinais fortes, produzidos por radiotransmissores, situados nas proximidades e operando em frequências na faixa de 20 a 200 MHz.

Os receptores de FM de alta qualidade são menos suscetíveis a este tipo de interferência, pelo fato de suas entradas serem projetadas para apresentar uma faixa mais estreita do que é possível usar nos receptores de TV. Ainda assim, um transmissor potente, situado nas vizinhanças, poderá chegar a degradar a qualidade de recepção de um sistema receptor de FM.

Grande parte da interferência produzida em receptores de TV é ocasionada por transmissores operando em frequências consideravelmente mais baixas que o mais baixo canal de TV (o canal 2), o qual possui um limite inferior de banda localizado ao redor de 54 MHz. Os sinais indesejáveis penetram no sistema e simplesmente sobrecarregam o circuito.

A fim de eliminar esses sinais de frequência mais baixa, tudo o que é necessário, na maior parte dos casos, é usar filtros passa-altas, projetados de forma a eliminar ou atenuar fortemente os sinais que caíam abaixo da faixa do canal 2.

Como nem todos os possuidores de aparelhos de TV são afetados por tais interferências, os fabricantes de televisores, em geral, não incluem esses filtros como parte de seus aparelhos.

Os receptores de TV podem também ser afetados por estações de FM, que transmitem na porção do espectro logo acima do canal 6, a faixa de 88 a 108 MHz, normalmente coberta por emissões de estações comerciais de FM.

As estações comerciais de FM transmitem, mais exatamente, numa faixa que está situada entre o limite superior da banda do canal 6 e o limite inferior da banda do canal 7 de TV. Existem outras fontes de rádio, que também estão localizadas nessa faixa, como, por exemplo, a estação de serviço público de 154 MHz.

Se um sinal desta espécie começar a influenciar a qualidade de recepção da televisão, poderá ser eliminado pelo uso de um filtro ressonante série, apresentado na figura 1. Esse dispositivo poderá ser montado em uma caixa metálica, que será

então ligada ao terra do aparelho de TV. Os terminais de entrada do filtro deverão ser conectados diretamente entre os terminais da antena do próprio sintonizador, quando possível. Fazendo a ligação desta maneira, ao invés de fazê-la aos terminais convencionais de antena, situados na parte posterior do aparelho de TV, você eliminará a recepção de sinais por parte dos fios de ligação. Para que esta instalação seja um completo sucesso, é necessário conhecer a frequência do sinal interferente e sintonizar o filtro para essa frequência.

Os aparelhos receptores de FM, devido aos seus sistemas de entrada mais «estreitos», estão menos sujeitos a interferências de radiotransmissores fora de faixa. No entanto, esta interferência poderá existir, assim mesmo, e, quando tal acontece, um filtro passa-faixas será certamente uma boa tentativa, especialmente se o sinal da interferência estiver situado numa frequência inferior a 50 MHz.

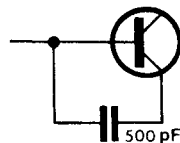
Nos receptores de TV e FM, a interferência é freqüentemente trazida pelo terra. Isto está relacionado com o aterramento existente no primário, dotado de derivação central, dos circuitos sintonizados de entrada de alguns sintonizadores de FM. A fim de isolar esses circuitos, o sistema de antena pode ser isolado do sintonizador por meio de um transformador 1:1, que possua uma blindagem de Faraday, a qual deverá ser ligada à terra. Essa blindagem é constituída por um núcleo de ferrite, com algumas voltas no primário e algumas voltas no enrolamento secundário, com as espiras separadas por um enrolamento de blindagem, de modo a formar quase que uma malha fechada. Se o núcleo de ferrite for utilizado, apenas três ou quatro espiras serão necessárias, nos enrolamentos. Pode-se esperar por alguma perda de sinal, mas isto será geralmente compensado pela eliminação da interferência.

### **Captação tipo antena**

Outros fatores, ainda, influenciam a qualidade e a suscetibilidade à interferência, em receptores de TV ou FM. Uma instalação de antena, por exemplo, pode deteriorar gradualmente, com o correr dos anos, pois os contatos entre os elementos e a haste se oxidam, o que poderá dar ensejo à ação de retificação e misturação. Os elementos podem até chegar a quebrar-se e cair da antena, ou uma das conexões dos fios à antena é capaz de interromper-se. Qualquer uma destas situações produzirá uma degradação progressiva na qualidade e tornará o sistema mais vulnerável à interferência.

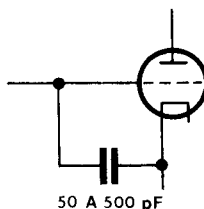
Algumas vezes, sinais indesejáveis de rádio penetram por outros caminhos, que não a antena. Provavelmente, a maneira mais freqüente pela qual esses sinais penetram no sistema é através da linha da rede. A interferência dessa natureza pode ser eliminada, geralmente, pela conexão de capacitores de «bypass» (desvio), entre cada fio da linha de força e o terra do chassis, como é mostrado na figura 2.

A — Conexão entre base e emissor.

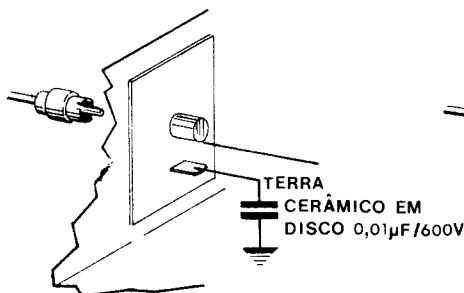


O valor deve ser reduzido, para evitar auto-indutância, quando estiver operando em altas frequências.

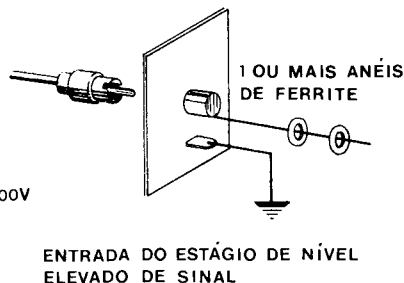
B — Conexão entre catodo e grade.



C — Conectando a parte inferior do conector de entrada ao chassis.



D — Quando a frequência de interferência for superior a 100 MHz.



E — Neste caso, fique atento a instabilidades de seu amplificador.

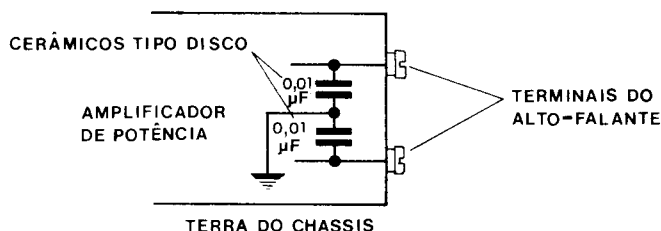


FIGURA 3

Modificação da supressão de interferência em amplificadores de áudio.

Uma outra solução, a de enrolar o excesso do cordão de força ao redor de uma velha antena de AM, poderá resolver o problema, em alguns dos casos. Esse «choque» deverá ser colocado o mais próximo possível do aparelho receptor.

Muitos receptores de TV e alguns receptores de FM, de qualidade inferior, não são acondicionados em caixas metálicas e, conseqüentemente, o circuito impresso, a fiação e alguns componentes atuarão como antenas em miniatura, e causarão uma degradação na qualidade. Uma blindagem que envolva o circuito, bem próxima a ele, e que seja feita por chapas de cobre ou alumínio, poderá eliminar ou reduzir este tipo de interferência. As chapas de alumínio são as melhores, em geral, pelo fato de se dobrarem mais facilmente; no entanto, neste caso, deve-se ligar a blindagem ao chassis do equipamento.

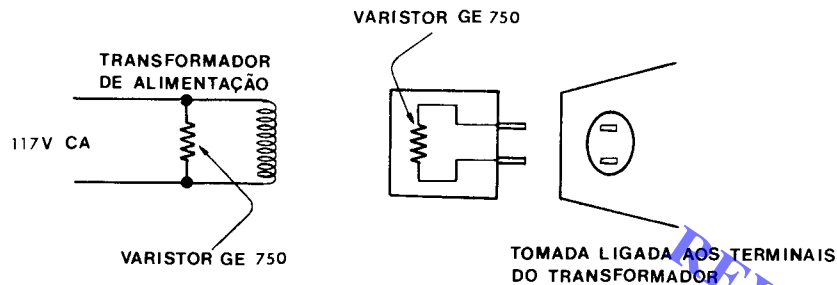
Muito cuidado deverá ser tomado, a fim de evitar curto-circuitos no circuito impresso, provoca-

dos pela blindagem e, também, a fim de assegurar uma ventilação adequada ao equipamento.

Algumas vezes, a interferência é produzida na seção de áudio do receptor de TV ou no amplificador de alta fidelidade. Tal condição é realmente difícil de ser comprovada, mas, se a interferência for ouvida em qualquer ponto do «dial», será a indicação de que você deve trabalhar na seção de áudio, ao invés de na seção de RF do circuito de entrada. Algumas possíveis modificações no circuito de áudio aparecem na figura 3.

Em equipamento de áudio, a interferência poderá também penetrar no circuito pela linha de força CA. Para estar certo dessa situação, desligue todos os cabos de entrada e dos alto-falantes. Use fones de ouvido e, se a interferência ainda estiver presente, então, é provável que seja devido a um problema de blindagem, ou à introdução de interferência através da rede. Para a solução, consulte novamente a figura 2.

REVISTA NOVA  
ELETRÔNICA



**FIGURA 4**

*Supressão de interferência na linha de corrente alternada.*

### Conectores dos cabos

Os cabos que conectam o sistema de alta fidelidade a seus diversos componentes ou módulos poderão também captar sinais de radiofrequência. Tais cabos podem estar blindados contra a introdução do ronco de 60 Hz, mas a blindagem não é sempre eficaz contra a interferência de RF. Se a frequência da estação interferente estiver acima de 100 MHz, você poderá tentar a solução exposta na figura 3D (os anéis de ferrite poderão ser retirados de um aparelho de televisão fora de uso ou adquiridos em lojas de material eletrônico).

Quando, por outro lado, a frequência interferente é baixa, um «choque» de RF, do tipo convencional, poderá ser utilizado. Deve-se tomar o cuidado de manter os cabos de conexão tão curtos quanto possível; em nenhum caso, seu comprimento deverá atingir um múltiplo de  $\frac{1}{4}$  do comprimento de onda do sinal que causa a interferência.

O fio de interligação do alto-falante com o amplificador poderá também agir como antena, pois os sinais poderão encontrar um caminho até algum dos primeiros estágios do amplificador, através do elo de realimentação. Isto se dá porque, diretamente conectado ao terminal «vivo» do alto-falante, no amplificador, temos um capacitor, que está ligado a algum estágio anterior do aparelho, o que proporciona uma fácil via de acesso para a energia de RF. Essa energia será retificada e amplificada pelos estágios subseqüentes, e ouvida através do alto-falante.

Embora os aparelhos que empregam semicondutores exibam uma maior tendência a retificar sinais que os aparelhos valvulares, o problema existe em ambos e as curas, também, são as mesmas. Nestes casos, enrole o excesso de fio do alto-falante ao redor de uma bobina de antena de um rádio transistorizado. Os núcleos de ferrite mais longos são melhores e devem ser usados perto do chassis do amplificador.

Quando esta solução não se mostrar suficientemente efetiva, a figura 3E fornece outra opção. Este circuito poderá causar estranheza, pois os capacitores estão ligados entre o terminal de terra do alto-falante e o próprio terra do chassis; mas, faz-se isto

porque, enquanto o terra é «saudável» para as frequências de áudio, o mesmo não acontece no retorno de RF. Os sistemas de terra para amplificadores de áudio são projetados para minimizar o ronco e o ruído, daí os conectores não serem montados diretamente no chassis; esta é a razão por trás das figuras 3C e 3E.

A figura 3C foi apresentada porque a interferência é captada, algumas vezes, pela blindagem de algum cabo de interconexão e adentra o circuito do amplificador, devido a um terra inadequado para RF. O desvio mostrado na figura proporcionará um bom terra para RF, o que é necessário, sem perturbar o terra requerido para uma boa redução de ronco, no áudio.

Algumas vezes, porém, não importa o quanto tentemos, a interferência persistirá. Para contornar esse problema, deve-se instalar capacitores de desvio, a fim de curto-circuitar, somente para as frequências de RF, as junções retificadoras dos transistores.

Veja a figura 3A e note que a figura 3B é a mesma, para as válvulas, quanto ao arranjo; contudo, devido às altas impedâncias destes circuitos, os valores mostrados em 3B são bem mais baixos do que aqueles que aparecem em 3A. Em ambos os casos, os «desvios» deverão ser colocados no menor número de estágios possível.

A interferência é geralmente ouvida em ambos os canais de um sistema de som estéreo, mas é aconselhável modificar, primeiramente, apenas um dos canais do sistema e, então, comparar o som obtido com o do outro canal, para julgar se houve alguma degradação. É possível que os valores dos capacitores empregados possam ser reduzidos ainda mais, mantendo a mesma rejeição de interferência, praticamente. Assim que você estiver convencido do bom funcionamento do canal modificado, poderá modificar, da mesma forma, o outro canal, com os mesmos resultados, tanto em termos de rejeição de RF, quanto à manutenção de uma boa qualidade sonora, no que toca ao áudio.

Em nenhum momento, nossa discussão tocou na possibilidade de que o próprio radiotransmissor

estivesse defeituoso, pois 90% dos problemas costumam surgir devido ao receptor ou ao sistema de áudio. No entanto, quando houver suspeita de que o radiotransmissor está defeituoso, uma boa idéia é localizar a fonte de tal interferência e comunicar o fato aos órgãos competentes.

Nem toda a interferência verificada em receptores, porém, é produzida por transmissores de rádio; os equipamentos ativados a partir da rede de corrente alternada podem, freqüentemente, gerar interferências também. Essas interferências podem ser eliminadas por meio da utilização de um protetor contra transientes, tal como o varistor GEMOV-750 (veja artigo na revista Nova Eletrônica n.º 10, intitulado «Proteção contra Transientes de Tensão»), instalado diretamente entre os terminais da linha de força. Isto deve ser feito no interior do equipamento, como se vê na figura 4.

### Problemas de projeto

Algumas vezes, o envelhecimento dos componentes do amplificador dará origem a sons indesejáveis no alto-falante. Sintonizadores de FM e AM mal projetados poderão captar toda sorte de sinais indesejáveis, especialmente à noite. Isto é especialmente verdade em sintonizadores com a seletividade do sistema de entrada e com o CAG (controle automático de ganho) mal projetados.

Nos casos em que o protetor contra transientes não eliminar completamente o problema, as sugestões dadas nas figuras 3A e 3B provarão ser eficazes; entretanto, quando possível, os varistores (protetores contra transientes) deverão ser colocados no cabo de alimentação do equipamento **que produz a interferência.**

A razão pela qual a interferência da rede pode ser tratada como interferência de RF, se deve ao fato de que os pulsos transientes produzem uma larga faixa de freqüências e agem como transmissores de RF, não muito diferentes daqueles velhos transmissores a centelhamento, dos primeiros tempos do rádio.

Nenhum artigo como o nosso poderá pretender exibir uma lista completa, com todas as causas e curas para as várias interferências de RF existentes. No entanto, aqueles que possuírem alguma tendência à experimentação poderão utilizar, com sucesso, estas informações, quando em confronto com a maioria dos problemas causados pela interferência de RF. Por outro lado, para quem não possuir um traquejo suficiente em eletrônica, sugerimos uma consulta a um técnico em eletrônica ou mesmo, ao fabricante do aparelho que está apresentando problemas.

© Copyright revista Audio

# TE

## transiente

**comércio de aparelhos  
eletronicos ltda.**

**«KITS» NOVA ELETRÔNICA**

C-MOS, TTL, Lineares, Transistores, Diodos,  
Tiristores e Instrumentos Eletrônicos

**OS MELHORES PREÇOS**

**CURITIBA-PR**

**av. sete de setembro, 3664**

**fone: 24-7706**