

Modulação

Em telecomunicações, a modulação é a modificação de um sinal eletromagnético inicialmente gerado, antes de ser irradiado, de forma que este transporte informação sobre uma onda portadora (A onda portadora é um sinal senoidal caracterizado por três variáveis: amplitude, frequência e fase. A amplitude é a medida da altura da onda para tensão positiva ou para tensão negativa. Também definida como crista da onda, a amplitude do sinal digital é igual à diferença da tensão para o degrau entre 0 e 1. Iniciando na tensão zero, a onda cresce atinge a amplitude, decresce, se anula, atinge sua amplitude negativa e volta a crescer até se anular novamente. Essa seqüência compõe um ciclo).

Modulação é o processo no qual a informação a transmitir numa comunicação é adicionada a ondas eletromagnéticas. O transmissor adiciona a informação numa onda básica de tal forma que poderá ser recuperada na outra parte através de um processo reverso chamado demodulação.

A maioria dos sinais, da forma como são fornecidos pelo transmissor, não podem ser enviados diretamente através dos canais de transmissão. Conseqüentemente, é necessário modificar esse sinal através de uma onda eletromagnética portadora, cujas propriedades são mais convenientes aos meios de transmissão. A modulação é a alteração sistemática de uma onda portadora de acordo com a mensagem (sinal modulante), e pode incluir também uma codificação.

É interessante notar que muitas formas de comunicação envolvem um processo de modulação, como a fala por exemplo. Quando uma pessoa fala, os movimentos da boca são realizados a taxas de frequência baixas, na ordem dos 10 Hertz, não podendo a esta frequência produzir ondas acústicas propagáveis. A transmissão da voz através do ar é conseguida pela geração de tons (ondas) portadores de alta frequência nas cordas vocais, modulando estes tons com as ações musculares da cavidade bucal. O que o ouvido interpreta como fala é, portanto, uma onda acústica modulada, similar, em muitos aspectos, a uma onda elétrica modulada.

O dispositivo que realiza a modulação é chamado *modulador*.

Portanto, modulação é a técnica onde as características da portadora (sinal que é modulado) são modificadas com a finalidade de transmitir informações, utilizada em transmissão e em modems. É o processo pelo qual se modificam as características de uma onda de rádio ou elétrica, de forma que as alterações representem informações significativas para o ser humano ou para uma máquina.

Existem dois tipos de modulação: analógica e digital. A modulação pode alterar a amplitude da onda (modulação em amplitude AM), ou sua frequência (modulação em frequência FM), ou sua fase (modulação por deslocamento de fase), ou ainda combinar várias dessas alterações. Modulando um ou mais desses parâmetros, isto é, variando-os convenientemente, pode-se transmitir uma informação como o áudio e o vídeo.

A escolha do tipo de modulação é importante em projetos de sistemas para transmissão de sinais.

Modulação analógica.

Também classificada como modulação de onda contínua, na qual a portadora é uma onda cosenoidal, e o sinal modulante é um sinal analógico ou contínuo. As técnicas de modulação para sinais analógicas mais utilizadas são a Modulação em Amplitude - AM, Modulação em Frequência - FM e Modulação em Fase - PM.

Modulação em amplitude - ou simplesmente **AM** (do inglês Amplitude Modulation - Modulação de Amplitude): a amplitude da portadora de um transmissor é variada de acordo como o sinal em função do sinal de interesse, que é o sinal modulador. A frequência e a fase da portadora são mantidas constantes. Um sinal AM é muito sujeito a estática e a outras interferências elétricas.

Modulação em frequência (FM): altera a frequência da portadora de acordo com a informação a ser transmitida.

Em FM, ao contrário da AM, a amplitude da portadora é mantida constante, mas sua frequência é alterada conforme variações no sinal enviado. Essa forma de modulação foi desenvolvida pelo engenheiro americano. Edwin H. Armstrong em um esforço para superar interferências que afetam a recepção de rádio AM.

A FM é menos suscetível que a AM a certos tipos de interferência, como a causada por temporais e por correntes elétricas fortuitas de equipamentos e outras fontes relacionadas. Esses ruídos afetam a amplitude da onda de rádio, mas não sua frequência, assim um sinal de FM permanece virtualmente inalterado.

FM é melhor que AM para transmissão de som estereofônico, sinais de áudio de televisão e retransmissão de telefonemas interurbanos por microondas.

O total de largura de banda necessário para transmitir um sinal de FM é maior que para AM, o que é um limite para alguns sistemas.

Modulação em fase (Phase Modulation - PM): varia a fase da portadora de acordo com os dados a serem transmitidos.

Ao ser modulada, uma portadora, originalmente uma frequência única, transforma-se em uma faixa de frequências em torno da portadora, a chamada banda de modulação. A largura dessa banda depende do modo e do tipo de modulação usado.

Essa forma de modulação é frequentemente considerada uma variação da FM. Em vez da frequência da onda portadora, a fase da portadora é que muda.

Como FM, PM minimiza vários tipos de interferências na recepção. As duas técnicas são normalmente usadas em conjunto. FM não pode ser aplicada durante a amplificação de um sinal de som em radiodifusão, sendo então usada a PM.

Modulação Digital.

A modulação digital é usada quando se está interessado em transmitir uma forma de onda ou mensagem, que faz parte de um conjunto finito de valores discretos representando um código.

A principal diferença entre os sistemas de comunicação de dados digitais e analógicos (dados contínuos), é que no primeiro caso, ocorre a transmissão e detecção de uma dentre um número finito de formas de onda conhecidas, enquanto nos sistemas analógicos há um número infinitamente grande de mensagens cujas formas de onda correspondentes não são todas conhecidas.

As principais técnicas de modulação para sinais digitais são:

Por chaveamento:

Modulação em amplitude por chaveamento (ASK - Amplitude Shift-Keying): altera a amplitude da onda portadora em função do sinal digital a ser transmitido. A modulação em amplitude troca a frequência baixa do sinal binário, para uma frequência alta como é a frequência da portadora.

Modulação em frequência por chaveamento (FSK - Frequency Shift-Keying): processo de modulação que consiste na variação da frequência da onda portadora em função do sinal digital a ser transmitido. Esse tipo de modulação pode ser considerado equivalente a modulação em FM para sinais analógicos.

Modulação em fase por chaveamento (PSK - Phase Shift- Keying): processo pelo qual se altera a fase da onda portadora em função do sinal digital a ser transmitido.

Por pulso:

Nesta técnica uma amostra da forma de onda é tomada a intervalos regulares. Há uma variedade de esquemas de modulação por pulso: modulação em amplitude de pulso (PAM), modulação em código de pulso (PCM), modulação em frequência de pulso (PFM), modulação de posição de pulso (PPM) e modulação por largura de pulso (PWM).

Em telecomunicações, a modulação é a modificação de um sinal eletromagnético inicialmente gerado, antes de ser irradiado, de forma que este transporte informação sobre uma onda portadora (A onda portadora é um sinal senoidal caracterizado por três variáveis: amplitude, frequência e fase. A amplitude é a medida da altura da onda para tensão positiva ou para tensão negativa. Também definida como crista da onda, a amplitude do sinal digital é igual à diferença da tensão para o degrau entre 0 e 1. Iniciando na tensão zero, a onda cresce atinge a amplitude, decresce, se anula, atinge sua amplitude negativa e volta a crescer até se anular novamente. Essa sequência compõe um ciclo).

Modulação é o processo no qual a informação a transmitir numa comunicação é adicionada a ondas eletromagnéticas. O transmissor adiciona a informação numa onda básica de tal forma que poderá ser recuperada na outra parte através de um processo reverso chamado demodulação.

A maioria dos sinais, da forma como são fornecidos pelo transmissor, não podem ser enviados diretamente através dos canais de transmissão. Conseqüentemente, é necessário modificar esse sinal através de uma onda eletromagnética portadora, cujas propriedades são mais convenientes aos meios de transmissão. A modulação é a alteração sistemática de uma onda portadora de acordo com a mensagem (sinal modulante), e pode incluir também uma codificação.

É interessante notar que muitas formas de comunicação envolvem um processo de modulação, como a fala por exemplo. Quando uma pessoa fala, os movimentos da boca são realizados a taxas de frequência baixas, na ordem dos 10 Hertz, não podendo a esta frequência produzir ondas acústicas propagáveis. A transmissão da voz através do ar é conseguida pela geração de tons (ondas) portadores de alta frequência nas cordas vocais, modulando estes tons com as ações musculares da cavidade bucal. O que o ouvido interpreta como fala é, portanto, uma onda acústica modulada, similar, em muitos aspectos, a uma onda elétrica modulada.

O dispositivo que realiza a modulação é chamado *modulador*.

Basicamente, a modulação consiste em fazer com que um parâmetro da onda portadora mude de valor de acordo com a variação do sinal modulante, que é a informação que se deseja transmitir.

Dependendo do parâmetro sobre o qual se atue, temos os seguintes tipos de modulação:

- Modulação em amplitude (AM)
- Modulação em fase (PM)
- Modulação em frequência (FM)
- Modulação em banda lateral dupla (DSB)
- Modulação em banda lateral única (SSB)
- Modulação de banda lateral vestigial (VSB, ou VSB-AM)
- Modulação de amplitude em quadratura (QAM)
- Modulação por divisão ortogonal de frequência (OFDM)

Também se empregam técnicas de modulação por pulsos, entre elas:

- Modulação por pulso codificado (PCM)
- Modulação por largura de pulso (PWM)
- Modulação por amplitude de pulso (PAM)
- Modulação por posição de pulso (PPM)

Quando o sinal modulador é um sinal digital, com um conjunto de símbolos digitais (p.ex, 0 ou 1), transmitidos (chaveados) em determinada velocidade de codificação (bauds), designa-se essas modulações, com uma transição abrupta de símbolos, por:

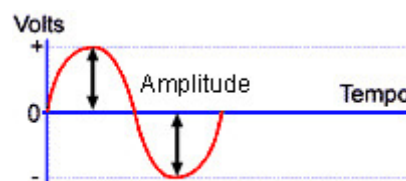
- Modulação por chaveamento de amplitude (ASK)
- Modulação por chaveamento de frequência (FSK)
- Modulação por chaveamento de fase (PSK)
- Modulação por chaveamento de fase e amplitude (APSK ou APK)

Radio AM

As emissoras de rádio em AM utilizam um espaço no espectro de frequência que vai desde 530 KHz até 1.600 KHz.

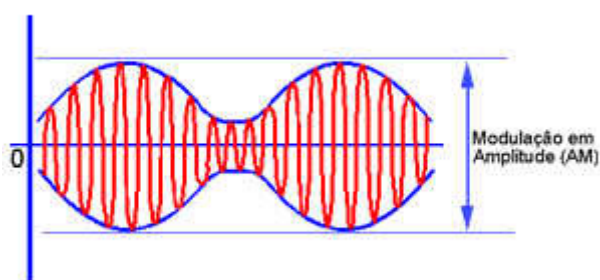
Como você já viu, a frequência é formada por ondas que oscilam em torno de um eixo.

A distância entre a parte mais alta positiva e a parte mais alta negativa é chamada amplitude.



Os sons, assim como a voz, são formados por frequências variáveis, ou seja, não formam ondas exatamente iguais. Por isso é denominada "modulada"

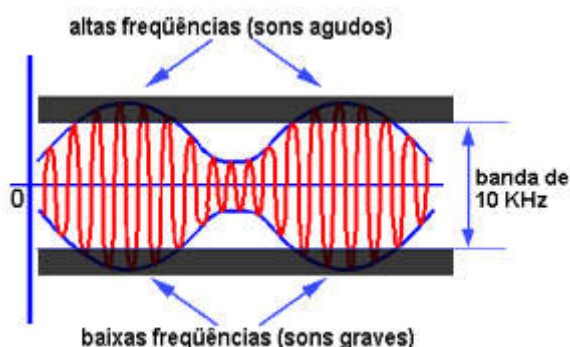
Para existir a transmissão de ondas pelo ar, elas utilizam o campo magnético da Terra. Por isso é dito que as frequências são transportadas na forma de ondas eletro-magnéticas. As ondas, na frequência de rádio AM, tem amplitudes com tamanho em torno de 100 metros, que variam para mais ou para menos conforme a frequência também varia.



Em outras palavras, à medida que o sinal de áudio varia pelo tipo de som, tipo de fala, timbre, o que muda é o tamanho da onda. A onda vai sendo modulada conforme a frequência nela embutida. Logo, o que oscila é a amplitude, que é modulada.

Portanto designa-se AM - Amplitude Modulada, para este tipo de transmissão

Como a banda de passagem reservada para o rádio AM é de apenas 10 KHz, todas as frequências mais altas ou mais baixas que ultrapassarem o limite da banda são eliminadas.



A banda de passagem funciona como uma espécie de filtro. O que ultrapassar é eliminado. Isto porque se não o for, esta frequência vai interferir na transmissão de outra emissora de rádio que esteja tangente à esta.

Porém ao cortar as altas e baixas frequências, apenas as frequências que couberam na banda de 10 KHz é que chegarão ao receptor. Isto explica o motivo da qualidade de áudio do rádio AM ser prejudicada. O som sai do estúdio com alta qualidade de produção, porém chega ao

receptor meio que "enlatado".

Devido às características deste tipo de onda, a antena transmissora é sempre instalada em vales, onde a própria curvatura do terreno serve para rebater o sinal gerado pela antena transmitindo-o ao ar.

As torres para AM são de armação metálica fina, sustentada por estais de cabo de aço. Os cabos de aço que sustentam a torre é que são, na verdade, as antenas de irradiação.

É por casos assim, que torna-se necessário conhecer o meio para, em conhecendo suas características e limitações, sua produção sofra o mínimo de distorções no caminho entre a transmissão e a recepção.

Em casos como este, o produtor deverá saber que não poderá produzir um programa musical com orquestra sinfônica cujos solos de violinos ou de flautin piccolo chegarão ao receptor distorcidos, perdendo a qualidade do programa. O rádio AM não é o melhor meio para exibição de programas com características que exijam sons bem graves ou bastante agudos.

Por um outro lado a frequência em Amplitude Modulada tem outras vantagens.

Por ter um comprimento de onda relativamente grande e a frequência ser relativamente baixa, este tipo de sinal tem uma propagação que pode, com uma boa potência, circundar o planeta.

O planeta Terra tem uma camada esférica que separa o meio "ar" do meio "vácuo". A transição destes dois meios funciona como um rebatedor do sinal de AM.

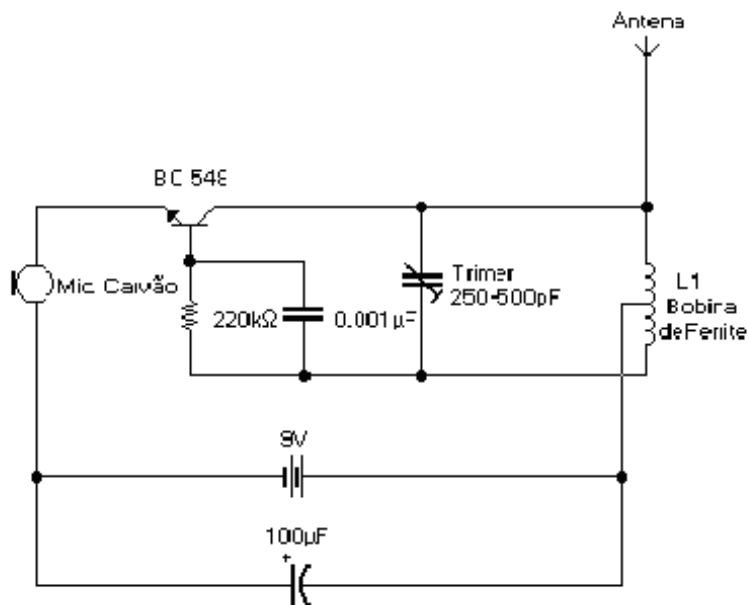
Uma emissora de AM, com alta potência de transmissão, emite o sinal, que rebate na camada atmosférica e retorna à superfície da Terra, caminhando pela troposfera.

Novamente, ainda tendo potência, o sinal sobe novamente, rebate na camada e retorna à superfície. Assim é possível, aqui no Brasil, você sintonizar uma emissora da Inglaterra ou do Japão.

Isto justifica também, porquê, viajando pelas estradas, em algum ponto você sintoniza bem uma emissora distante em AM, alguns quilômetros adiantes não sintoniza mais, voltando a sintonizar outra quantidade de quilômetros mais adiante.

Esta característica de propagação é muito útil para comunicação em embarcações que se movimentam em pontos distantes. Foi mais útil ainda quando não existiam satélites que, hoje, substituem com muito mais eficiência, as comunicações em AM.

TRANSMISSOR AM



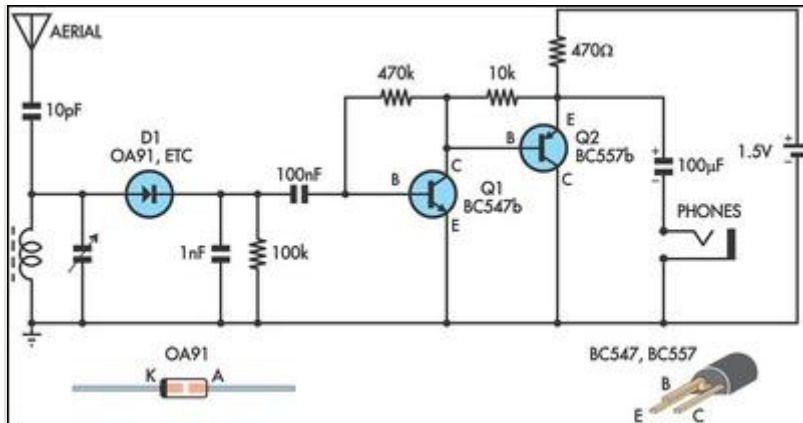
A bobina L1 constitui-se em 70 a 100 espiras de fio de cobre esmaltado nº24 ou 26, enroladas bem justas a um bastão de ferrite medindo 0,5 x 1 x 5 cm (ou um do tipo redondo, medindo 1 x 5 cm), a qual deve ser dotada de um terminal central, ou seja, um ponto de ligação entre as espiras 35 a 50 (dependendo do total enrolado). A antena transmissora pode ser feita com um pedaço fio rígido (0,50 a 1 cm), ou aproveitada de um rádio velho (tipo telescópica). Para o circuito ser sintonizado, liga-se um rádio em AM, posicionando-se a sua sintonia em um "ponto morto" (sem estação). Batendo-se levemente, com um dedo sobre o microfone, ao mesmo tempo deve ser ajustado o trimmer até ouvir-se no receptor o "toc-toc" e pronto, sua mini-estação AM está sintonizada!

Circuito de Receptor de Rádio AM simples

[Circuito de Receptor de Rádio AM simples](#)

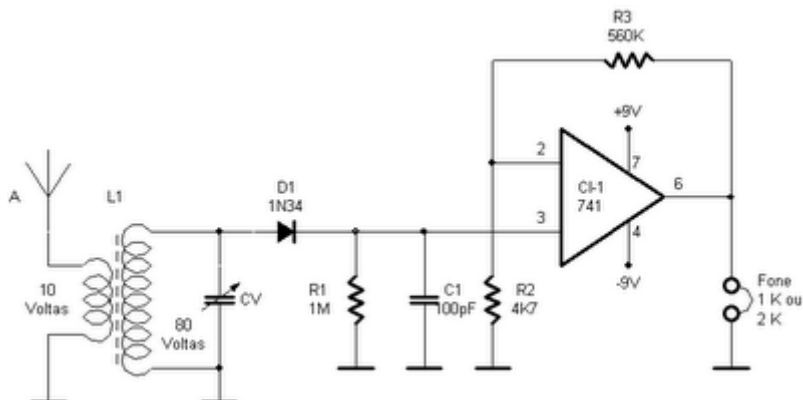
Este circuito é essencialmente um conjunto de cristais amplificado. O indutor pode ser um padrão de rádio AM ferrite antena de haste, enquanto o capacitor de sintonia é uma variável gang dielétrico plástico, destinado a pequenas rádios AM. O circuito de antena sintonizada alimenta diodo D1 que funciona como detector. Um tipo de germânio é de longe preferível a um diodo de sinal de silicógeno porque sua tensão inferior para a frente que lhe permite trabalhar com sinais menores. O sinal detectado a partir do diodo é filtrado para remover RF e áudio recuperados é alimentado a um estágio transistor-2, que dirige um conjunto de telefones Walkman 320 de um estilo de jogador.

diagrama de circuito:



Receptor de Rádio AM (com operacional 741)

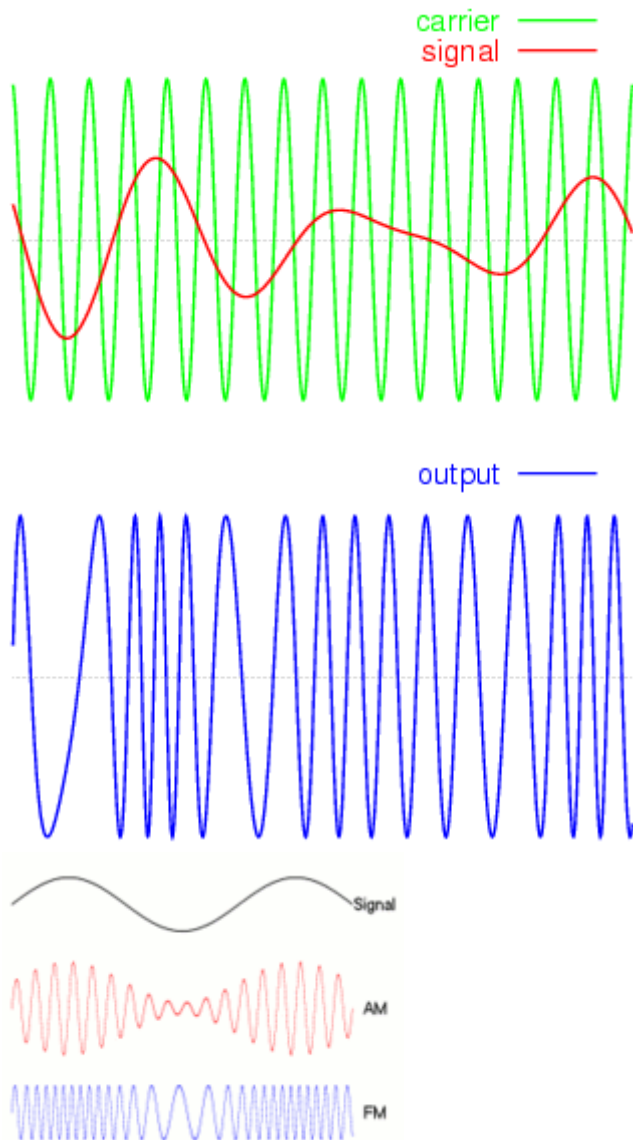
Este rádio experimental opera na faixa de ondas médias em AM. O variável é comum para rádios OM, e a bobina tem primário com 10 espiras de fio 28 enroladas sobre um secundário que consiste em 80 espiras do mesmo fio em bastão de ferrite de 1 cm x 10 cm. o fone deve ser obrigatoriamente magnético com pelo menos 1 K ou 2 K de impedância.



Modulação em frequência

FM é a abreviatura para **modulação em frequência** ou **frequência modulada** (*frequency modulation* -, em inglês).

Iniciada nos Estados Unidos no início do século XX, FM é uma modalidade de radiodifusão que usa a faixa 87,5 Mhz a 108 Mhz com modulação em frequência.



Uma rádio em FM apresenta uma ótima qualidade sonora mas com limitado alcance, chegando em média a 100 quilômetros de raio de alcance. Em condições esporádicas de propagação, é possível sintonizar emissores a centenas de quilômetros. A potência dos sistemas de emissão pode variar entre poucos watts (rádios locais) até centenas de quilowatts, no caso de retransmissores de grande cobertura.

O FM dispõe de um sistema de envio de informação digital, o RDS (*Radio Data System*) que permite apresentar informações sobre a emissora sintonizada. Também, a boa qualidade de som desta gama de frequências de radiodifusão é adequada ao uso da estereofonia.

A qualidade da transmissão por modulação em frequência fez com que esta fosse adotada para a transmissão do áudio da TV aberta (canais 2 a 13).

Desvantagens

Um das desvantagens dos receptores FM é de apresentarem uma característica conhecida como *efeito de captura*. Esse efeito ocorre da seguinte maneira: se existirem dois ou mais sinais de FM emitidos na mesma frequência, o receptor de FM irá responder ao sinal de maior potência e ignorar os menores (os restantes).

FM

Frequência Modulada (FM) é uma forma de modulação que representa as informações como as variações na frequência da onda portadora. Em aplicações digitais, dados digitais podem ser representados pelo deslocamento da frequência da portadora entre um conjunto de valores, uma técnica chamada Frequency Shift Keying (FSK). Em aplicações analógicas, a frequência de portadora é variada em proporção direta às mudanças na amplitude de um sinal de entrada. FM é normalmente usado em Very High Frequencies (VHF) para transmissões de alta fidelidade de voz e música.

FM é um esquema de modulação muito robusta contra o ruído, como ele funciona por variação da frequência. Ruído tende a distorcer os picos de sinal em vigor mudar o sinal, mas como isso não importa muito em FM, o sinal é razoavelmente intacta devidamente utilizável.

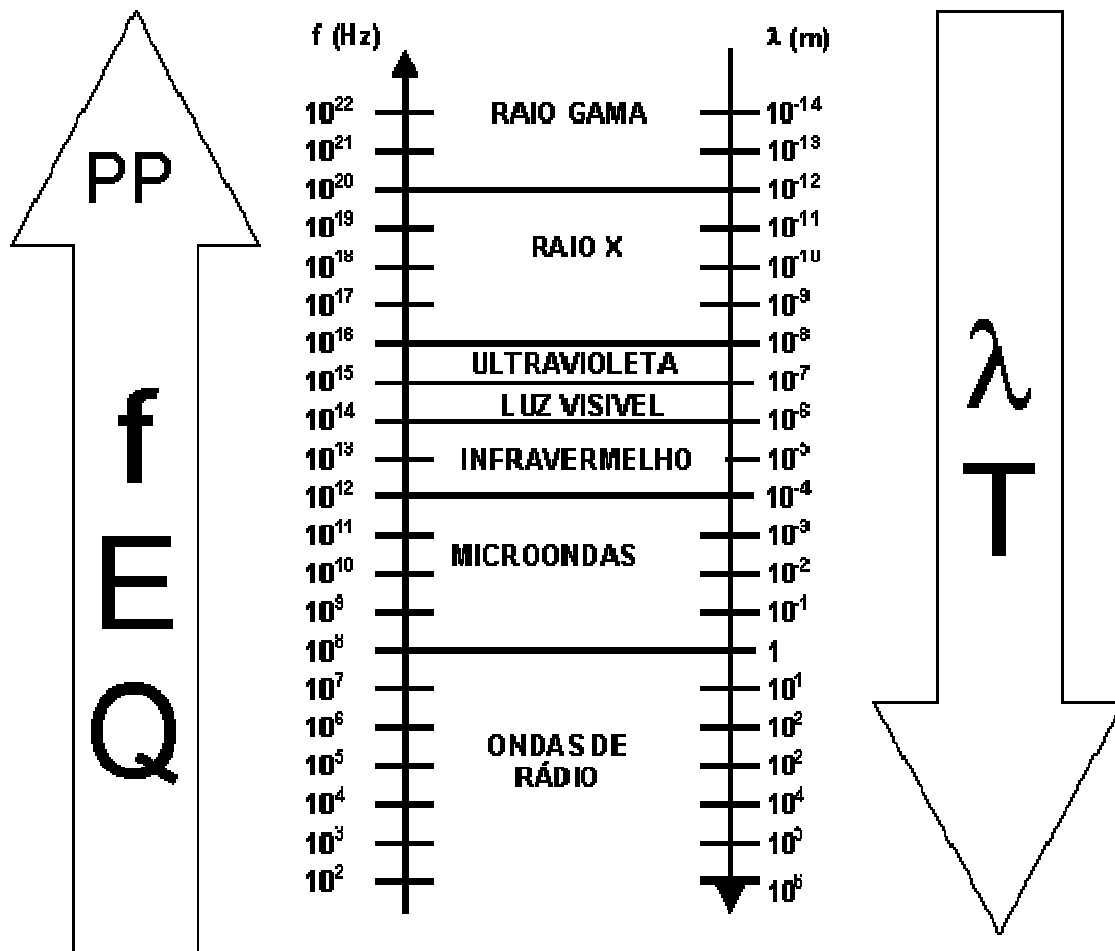
Todas as estações de rádio FM transmite em uma faixa de frequências entre 88 e 108 megahertz. Esta banda do espectro radioelétrico é utilizada para nenhuma outra finalidade, mas as transmissões de rádio FM. A escolha é totalmente arbitrária e essa banda não tem outra finalidade, mas para o rádio FM.

ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

A palavra espectro (do latim "spectrum", que significa fantasma ou aparição) foi usada por Isaac Newton, no século XVII, para descrever a faixa de cores que apareceu quando numa experiência a luz do Sol atravessou um prisma de vidro em sua trajetória.

Atualmente chama-se espectro eletromagnético à faixa de frequências e respectivos comprimentos de ondas que caracterizam os diversos tipos de ondas eletromagnéticas.

As ondas eletromagnéticas no vácuo têm a mesma velocidade, modificando a frequência de acordo com espécie e, conseqüentemente, o comprimento de onda.



** As escalas de frequência e comprimento de onda são logarítmicas.

Fisicamente, não há intervalos no espectro. Podemos ter ondas de qualquer frequência que são idênticas na sua natureza, diferenciando no modo como podemos captá-las.

Observe que algumas frequências de TV podem coincidir com a frequência de FM. Isso permite algumas vezes captar uma rádio FM na televisão ou captar um canal de TV num aparelho de rádio FM.

CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS RADIAÇÕES

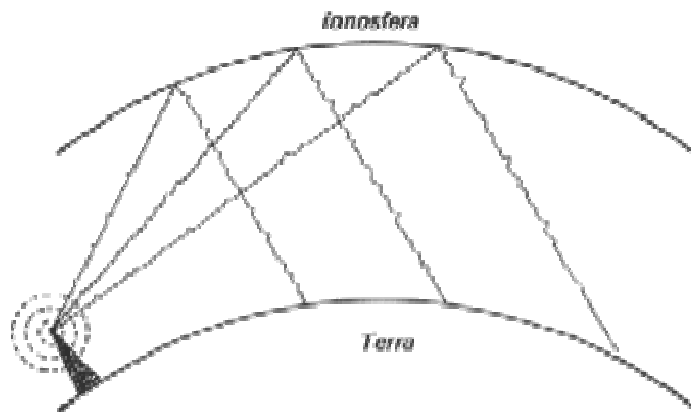
Ondas de Rádio

"Ondas de rádio" é a denominação dada às ondas desde frequências muito pequenas, até 10^{12} Hz , acima da qual estão os raios infravermelhos.

As ondas de rádio são geradas por osciladores eletrônicos instalados geralmente em um lugar alto, para atingir uma maior região. Logo o nome "ondas de rádio" inclui as microondas, as ondas de TV, as ondas curtas, as ondas longas e as próprias bandas de AM e FM.

Ondas de rádio propriamente ditas

As ondas de rádio propriamente ditas, que vão de 10^4 Hz a 10^7 Hz , têm comprimento de onda grande, o que permite que elas sejam refletidas pelas camadas ionizadas da atmosfera superior (ionosfera).



Reflexão de ondas de rádio de 10^4 Hz a 10^7 Hz na ionosfera.

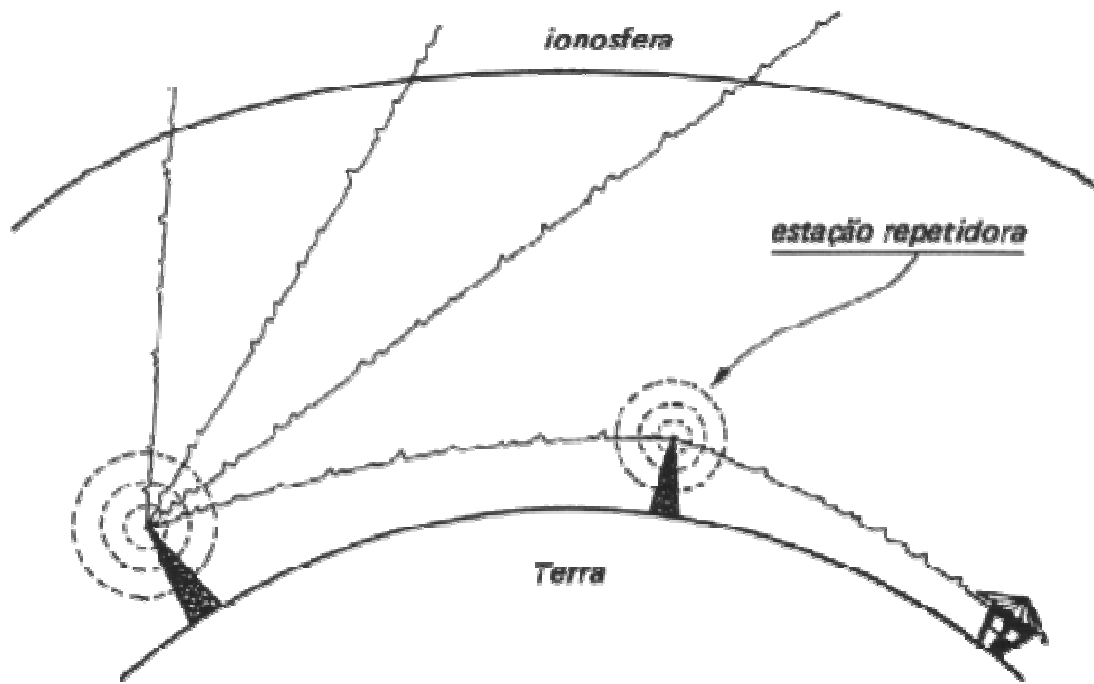
Estas ondas, além disso, têm a capacidade de contornar obstáculos como árvores, edifícios, de modo que é relativamente fácil captá-las num aparelho rádio-receptor.

Ondas de TV

As emissões de TV são feitas a partir de 5×10^7 Hz (50 MHz) . É costume classificar as ondas de TV em bandas de frequência (faixa de frequência), que são:

- VHF : very high frequency (54 MHz à 216 MHz □ canal 2 à 13)
- UHF : ultra-high frequency (470 MHz à 890 MHz □ canal 14 à 83)
- SHF : super-high frequency
- EHF : extremely high frequency
- VHFI : veri high frequency indeed

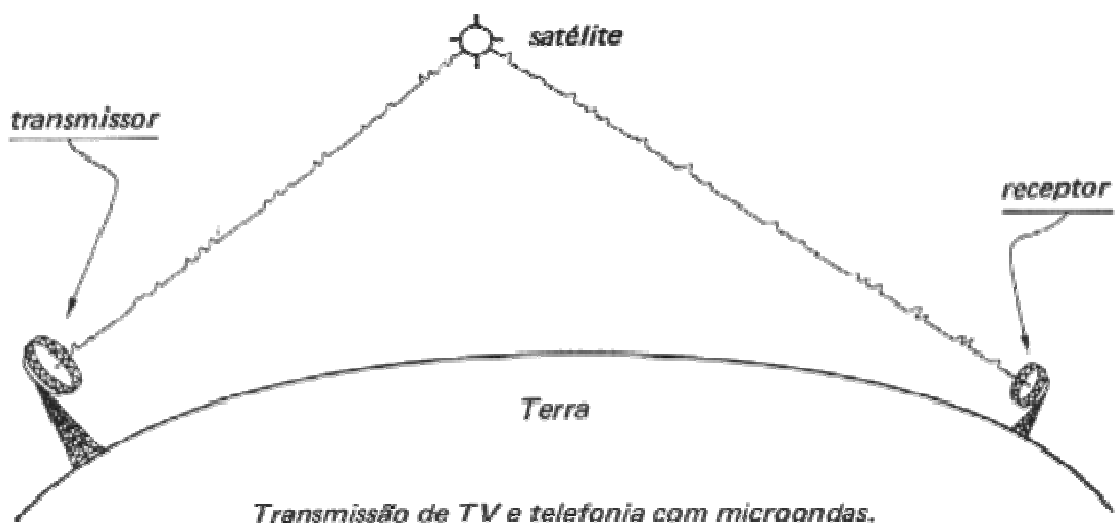
As ondas de TV não são refletidas pela ionosfera, de modo que para estas ondas serem captadas a distâncias superiores a 75 Km é necessário o uso de estações repetidoras.



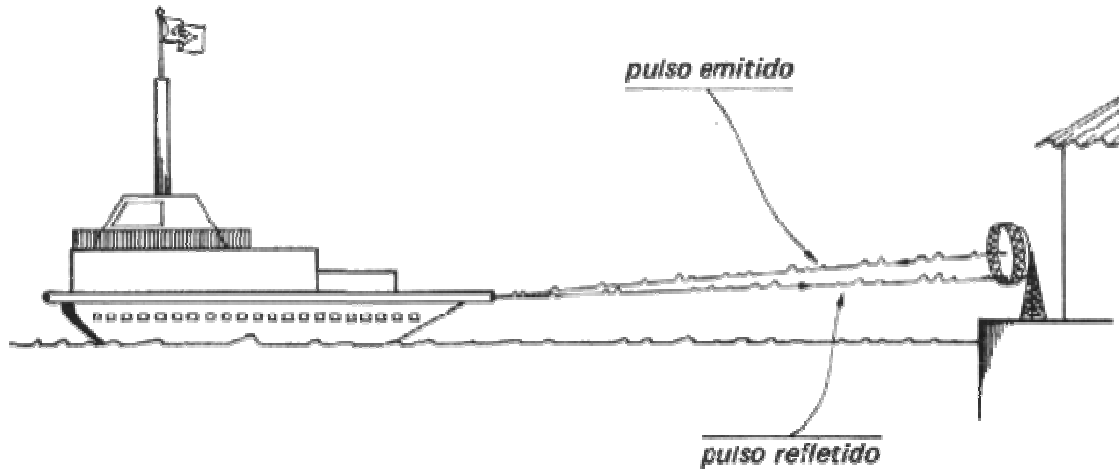
Microondas

Microondas correspondem à faixa de mais alta frequência produzida por osciladores eletrônicos. Frequências mais altas que as microondas só as produzidas por oscilações moleculares e atômicas.

As microondas são muito utilizadas em telecomunicações. As ligações de telefone e programas de TV recebidos "via satélite" de outros países são feitas com o emprego de microondas.



As microondas também podem ser utilizadas para funcionamento de um radar. Uma fonte emite uma radiação que atinge um objeto e volta para o ponto onde a onda foi emitida. De acordo com a direção em que a radiação volta pode ser descoberta a localização do objeto que refletiu a onda.



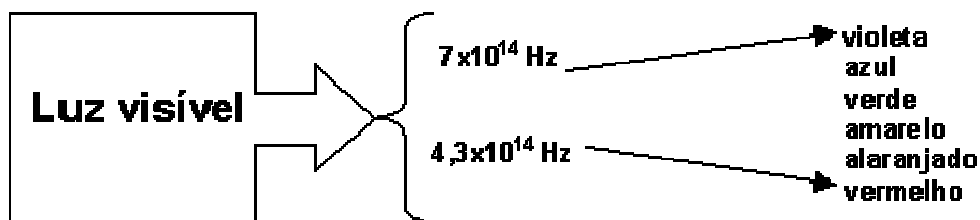
Luz visível

Note que nosso olho só tem condições de perceber frequências que vão de $4,3 \times 10^{14}$ Hz a 7×10^{14} Hz, faixa indicada pelo espectro como luz visível.

Nosso olho percebe a frequência de $4,3 \times 10^{14}$ Hz como a cor vermelha. Frequências abaixo desta não são visíveis e são chamados de *raios infravermelhos*, que têm algumas aplicações práticas.

A frequência de 7×10^{14} Hz é vista pelo olho como cor violeta. Frequências acima desta também não são visíveis e recebem o nome de *raios ultravioleta*. Têm também algumas aplicações.

A faixa correspondente à luz visível pode ser subdividida de acordo com o espectro a seguir.



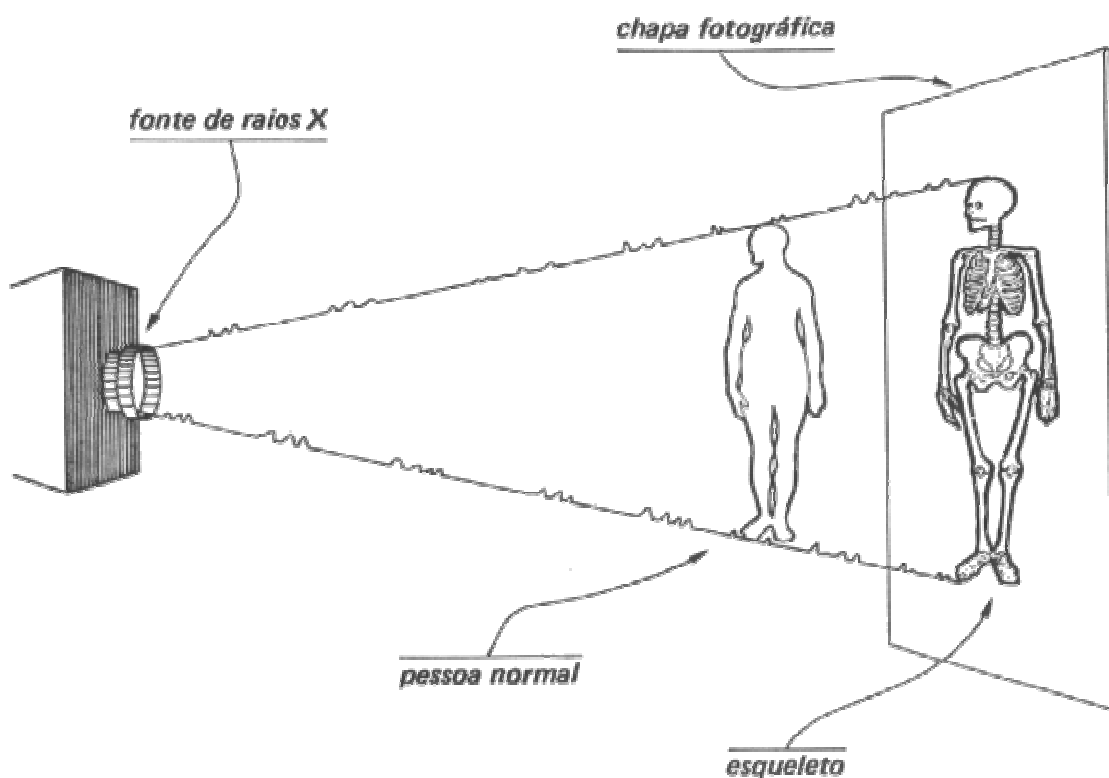
Em inglês: ROYGBV (Red, Orange, Yellow, Green, Blue e Violet)

Raios X

Os raios X foram descobertos, em 1895, pelo físico alemão Wilhelm Röntgen. Os raios X têm frequência alta e possuem muita energia. São capazes de atravessar muitas substâncias embora sejam detidos por outras, principalmente pelo chumbo.

Esses raios são produzidos sempre que um feixe de elétrons dotados de energia incidem sobre um obstáculo material. A energia cinética do feixe incidente é parcialmente transformada em energia eletromagnética, dando origem aos raios X.

Os raios X são capazes de impressionar uma chapa fotográfica e são muito utilizados em radiografias, já que conseguem atravessar a pele e os músculos da pessoa, mas são retidos pelos ossos.

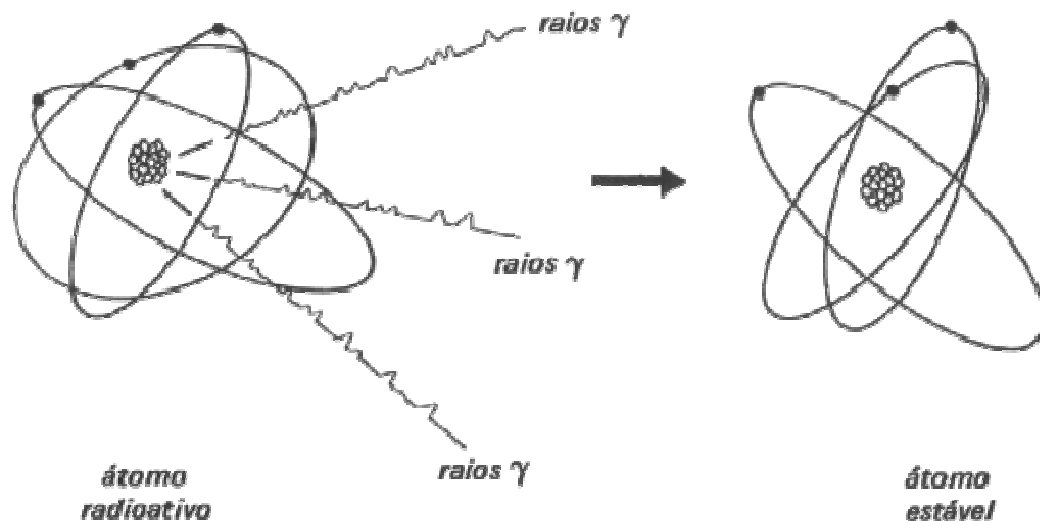


Os raios X são também bastante utilizados no tratamento de doenças como o câncer. Têm ainda outras aplicações: na pesquisa da estrutura da matéria, em Química, em Mineralogia e outros ramos.

Raios Gama

As ondas eletromagnéticas com frequência acima da dos raios X recebe o nome de raios gama (γ).

Os raios γ são produzidos por desintegração natural ou artificial de elementos radioativos.



Processo de decaimento de uma amostra radioativa.

OBS.: Alguns átomos também emitem partículas α e partículas β .

Um material radioativo pode emitir raios γ durante muito tempo, até atingir uma forma mais estável.

Raios γ de alta energia podem ser observados também nos raios cósmicos que atingem a alta atmosfera terrestre em grande quantidade por segundo.

Os raios γ podem causar graves danos às células, de modo que os cientistas que trabalham em laboratório de radiação devem desenvolver métodos especiais de detecção e proteção contra doses excessivas desses raios.

Radio FM

A Freqüência para Rádio FM

As emissoras que transmitem em FM, utilizam o espaço reservado no espectro de freqüência de 88 a 108 MHz.

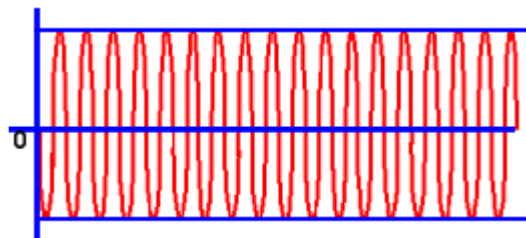
A atribuição desta freqüência para o rádio em FM abriu a possibilidade de transmissão de rádio com melhor qualidade técnica. Na década de 70, as emissoras em FM eram selecionadas para emissoras fundamentalmente musicais, ficando programas ecléticos, com muita conversa, para as emissoras AM.

A qualidade do sinal foi um dos fatores que proporcionou esta definição.

A freqüência do rádio FM tem amplitude pequena e oscilam entre 88 e 108 milhões de

ciclos por segundo. Isto proporciona a esta frequência uma característica de propagação pelas ondas eletromagnéticas com sinal mais direcional que o da AM.

Enquanto no rádio AM a amplitude da onda é que modulava, agora, devido ao tipo de onda, é a frequência que oscila. Esta oscilação ocorre em frequência sem alterar a amplitude. Logo, o que modula é a frequência, por isso FM – Frequência Modulada.



Como tanto as altas quanto as baixas frequências oscilam dentro de uma mesma amplitude, não há um ponto de corte. Desta forma, a qualidade gerada no estúdio chega ao receptor com perda praticamente insignificante.

Devido à característica direcional deste tipo de frequência, as antenas são mais direcionadas, e devem ser colocadas em locais mais altos para irradiação. A onda eletromagnética percorre quase que uma linha reta, podendo rebater em obstáculos como prédios, morros, árvores, etc.

Dependendo da potência, o sinal pode cobrir praticamente 100 quilômetros de raio, no caso de uma antena omnidirecional. No caso de uma antena direcional pode-se privilegiar uma área com sinal mais intenso em detrimento de regiões menos interessantes que tenham, por exemplo, menor população, irradiando nestas regiões sinal mais fraco. Esta configuração é feita na antena, com base no que for solicitado ao fabricante.

Dentro da banda de 200 KHz, destinada ao rádio FM, são transmitidas frequências submoduladas que distribuem dentro da faixa, as informações para o canal direito, canal esquerdo, código de informação de sinal estéreo e ainda tem outro canal, muito pouco utilizado, que permite transmissão de outro canal de áudio, juntamente com o principal da emissora. Este canal extra permite, por exemplo, um canal de música funcional, destinada a sonorização de ambientes em serviço de música paga, ou mesmo uma audioconferência para cursos a distância. Praticamente ninguém, que tenhamos conhecimento, se utiliza deste recurso.

Funcionamento do circuito do transmissor de FM com transistor BF494

O esquema do circuito é básico de micro transmissores de FM de baixa potência. Onde consiste num oscilador de alta frequência. Essa frequência é determinada pelo circuito ressonante L / CV, Cv é um pode ser ajustado para que o oscilador cubra a faixa de FM. A realimentação para manter a oscilação vem do capacitor de 4,7 pF, o capacitor em paralelo com a fonte é para fazer o desacoplamento. O áudio é captado por um sensível microfone de eletreto de dois terminais e acoplado ao a base do transistor BF494 via capacitor C5. Esse sinal faz a modulação do circuito. A antena para o circuito é um pedaço de fio rígido de +/- 20 cm. Para testar o transmissor ligue um rádio FM e sintonize numa faixa livre, então ajuste o trimmer com uma chavinha de plástico até captar uma sinal mais forte, quando sintonizar um sinal mais forte afaste do rádio se o sinal sumir refaça a sintonia até conseguir uma sinal mais forte.

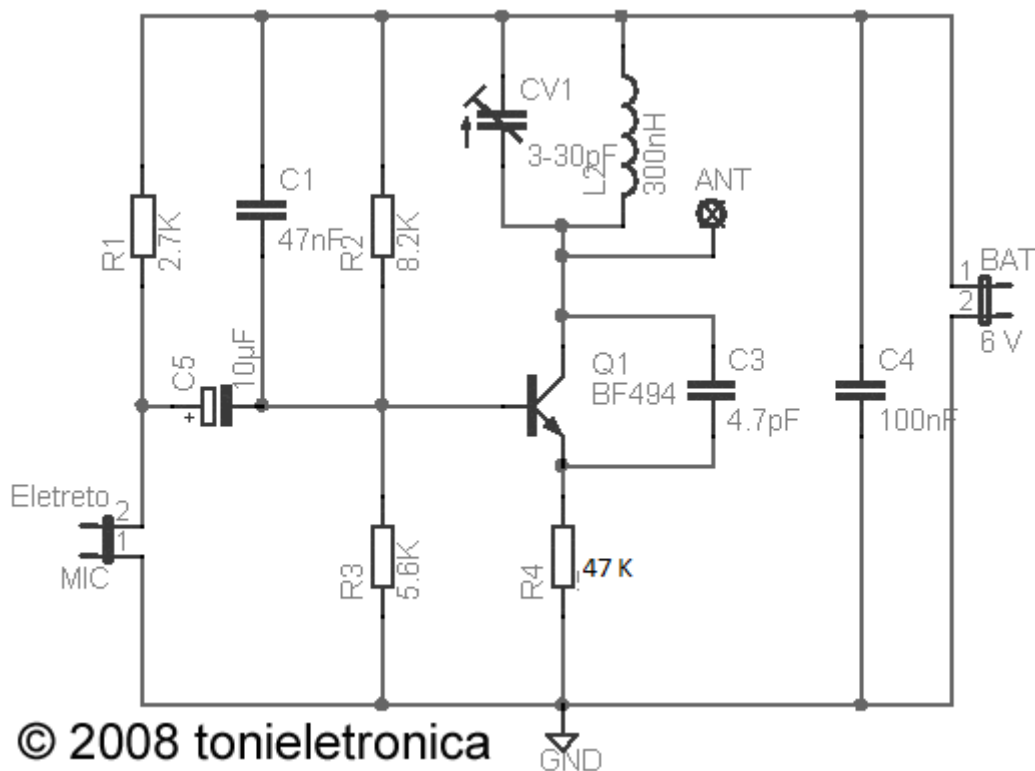
Os componentes para montagem do transmissor de FM com BF494

O transistor bf494 pode ser substituído pelo bf495 sem problemas, esse transistor fácil de ser encontrado no comércio.

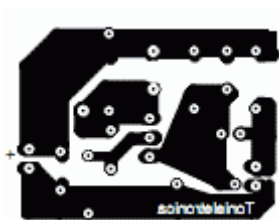
Atenção com o valor dos capacitores, para que não haja uma troca de posição, C1, C2, C3, C5 deve ser cerâmico. CV é um trimmer para 3 a 30 pF. pode ser cerâmico ou de plástico.

L2 é a bobina, consta de 4 espiras de fio esmaltado 20 AWG, núcleo de ar, use um lápis para enrolar a bobina. *(esse tipo de fio você encontra na sucata, de um transformador velho ou de alguma bobina encontrada numa placa antiga)*. Se você tem um Lcmeter ou Indutímetro, essa bobina deve apresentar indutância de +/- 0.3 μ H, mas não é necessário ter um medidor de indutor, apenas se for necessário remova ou adicione espiras a bobina.

Esquema do circuito do transmissor de FM com transistor BF494

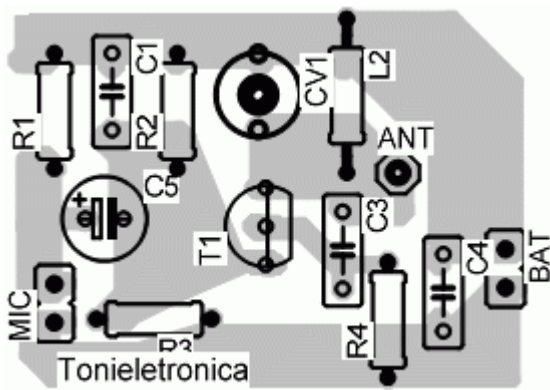


Sugestão de placa de circuito impresso para montagem do circuito



Placa de circuito impresso para o transmissor em pdf

Placa de circuito impresso lado dos componentes



Lista de componentes pra montagem do transmissor de FM

Componentes	Valor
BAT	Duas a quatro pilhas (3 a 6 volts)
C1	47nF (47n, 473, 0.047)
C3	4,7 pF
C4	100nF (104, 100n, 0.1)
CV1	3pF - 30pF
C5	10 uF 25V (Eletrolitico]
T1*	BF494 ou equivalente*
L2*	Veja texto – L2 é a bobina, consta de 4 espiras de fio esmaltado 20 AWG, núcleo de ar, use um lápis para enrolar a bobina
MIC	Microfone de eletreto
R1	2k7 (vermelho , violeta, vermelho, ouro)
R2	8k2 (cinza, vermelho, vermelho, ouro)
R3	5k6 (verde, azul, vermelho, ouro)
R4	47 K (amarelo, violeta, laranja, ouro)