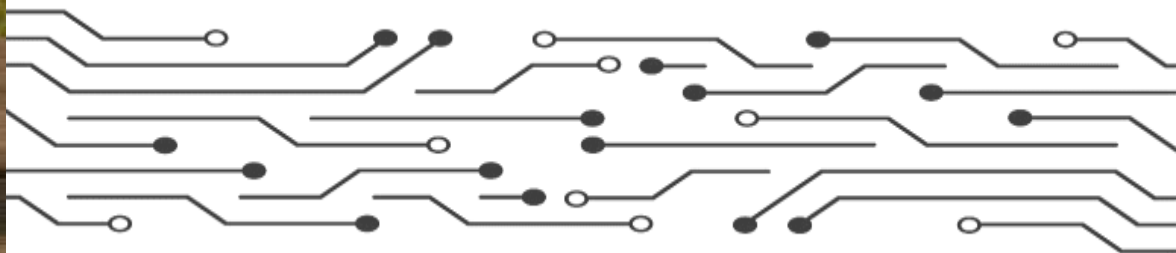




RADIODIFUSÃO FM

HISTÓRIA E CURIOSIDADES



DV BRAZIL

#NetBR Ed.311

Nesta Apresentação

Abordaremos a RadioDifusão FM, sua história, conceitos, curiosidades e evolução. Não abordaremos assuntos mais complexos tecnicamente, tais como fórmulas matemáticas ou eletrônica avançada.

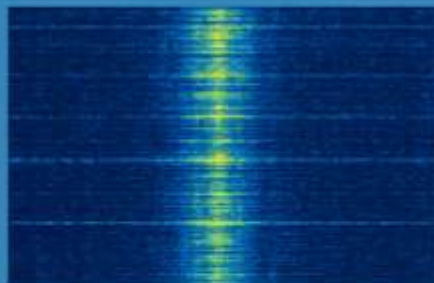
Caso tenha dúvidas, ou algo para acrescentar, poderá tecer comentários e contribuições ao final da apresentação, ou na página desta edição ao website dvbrazil.com.br



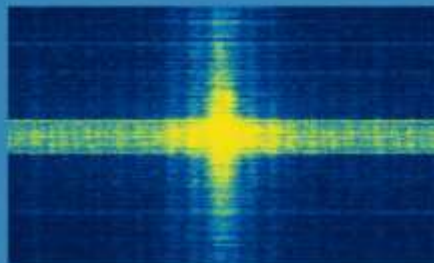
Contexto Histórico

FM

FREQUENCY MODULATION

**AM**

AMPLITUDE MODULATION



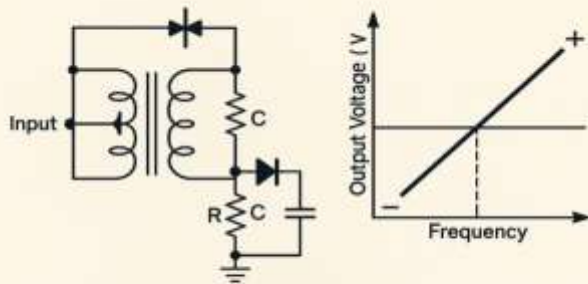
Aqui na NETBR309 conhecemos a história da RadioDifusão AM, passando pela história das transmissões de rádio e da modulação AM. Se você não acompanhou esta edição, convidamos a visitá-la. Na modulação AM em geral o transmissor possuía uma potência fixa, que era modulada na saída para a antena através de algum tipo de resistência, desde lâmpadas de arco até válvulas. Mas isto envolvia circuitos complexos para modular a potência de saída, **ou**, circuitos simples que operavam com altas potências e altas tensões, queimando os microfones de carbono.

Durante a década de 20 alguns cientistas, pesquisadores, e empresas, perceberam que seria mais fácil modular a frequência através do capacitor do circuito ressonador LC, fazendo o audio vibrar um capacitor de lâminas, o que alterava a frequência do ressonador, mas **mantendo** uma potência de saída fixa. Aliás, se você possui interesse em saber como funcionam os circuitos LC e circuitos ressonadores, de forma simples e didática, sugerimos consultar o conteúdo da NETBR 283.

Mas ainda havia um problema: como o receptor demodularia a frequência e não a amplitude? Foram raros os experimentos documentados, e geralmente conduzidos dentro de universidades. Alguns deles eram compostos por 3 receptores de frequência fixa, um no centro da faixa de frequência, outro no centro da banda lateral inferior, outro no centro da banda lateral superior. Um pequeno circuito valvulado compensava a diferença entre as tensões recebidas nas bandas laterais comparando com a tensão da portadora central.

Todavia mesmo nos experimentos bem sucedidos, o audio da voz humana soava como “pato falando” e as músicas eram inaudíveis. Inviável tecnicamente e comercialmente.

Surgimento da modulação FM



FOSTER-SEELEY DISCRIMINATOR

Em 1933 o engenheiro norte-americano **Edwin Howard Armstrong** patenteou o sistema de **modulação em frequência de banda larga** (*Wideband FM*), o qual permitiria transmitir áudio com menos ruído, com largura de banda maior, melhor resposta de frequência, e som mais fiel.

Após experimentos e acordos comerciais, em 1937 ele construiu a primeira estação experimental FM: **W2XMN**, em Alpine, Nova Jersey, operando em 42.8MHz com potência de 40KW, com uma largura de banda de 30KHz e uma banda reservada de 150KHz entre cada canal, o que mais tarde seria considerado o “canal 1” do rádio FM.

Mas e os receptores? Tempos após patentear a modulação em frequência (1933), Armstrong construiu **os primeiros receptores experimentais FM** em seu laboratório na **Universidade Columbia (Nova York)**. Esses receptores eram totalmente valvulados, montados à mão, e serviam para comprovar que o sinal FM resistia ao ruído e estática. Usavam **discriminadores de frequência** (tipo **Foster-Seeley** pateteados em 1936). Resumidamente, esse discriminador de frequência era composto de duas bobinas paralelas (trafo), uma com o centro ligado a antena, e a outra excitada por um ressonador na frequência central com capacitor variável. Conforme a frequência recebida subia, a ressonância magnética aumentava a tensão na bobina secundária, e quando a frequência decaía, diminuía a tensão na bobina secundária. Estas diferenças de tensão refletiam o áudio transmitido. (*esquema acima*)

O primeiro receptor FM comercial foi o GE Model JFM-90, em 1940 (foto).



Surgimento da radiodifusão FM



Até o final da década de 30, Armstrong havia construído algumas dezenas de receptores, que eram usados em demonstrações em Nova Jersey e Nova York, em universidades, empresas, e até em radiodifusoras AM. A qualidade do audio era **insuperável**, som limpo e fiel, imune a interferências, a estática, e ruídos. Enquanto a transmissão em AM permitia uma frequência de audio de 5KHz em banda RF de 10KHz - suficiente para voz humana mas insuficiente para alguns instrumentos musicais - a nova modulação FM permitia uma frequência de audio de 15KHz em uma banda RF de 30KHz.



Isto chamou a atenção de difusoras e fabricantes. A **RCA** estabeleceu alguns contratos de patentes com Armstrong. Em 1940 a *General Electric* (GE) lançava o primeiro receptor FM em escala industrial: o **GE Model JFM-90**. Nos meses e anos seguintes outros fabricantes, como Carlson, RCA, Zenith, lançavam diversos modelos de receptores FM.

Em 1940 a FCC licenciou a banda dentre 42MHz e 50MHz para radiodifusão FM. Em 1941, a estação **W47NV**, de Nashville, foi a **primeira FM comercial dos Estados Unidos**, seguida de várias outras, e poucos meses após.

CURIOSIDADE: A torre original de *Alpine* ainda existe, conhecida como **Armstrong Tower**, e hoje é um marco histórico dos EUA. Durante os ataques de 11 de setembro de 2001, várias emissoras de TV de Nova York usaram temporariamente a *Armstrong Tower* para restabelecer seus sinais.

A difícil caminhada



Em 1941 já haviam 15 estações radiodifusoras FM nos EUA. Em 1942 foram acrescentadas mais 46 difusoras FM, sendo 40 delas conectadas à “*Yankee Network*” criada por Armstrong em sistema de “*radio-relay*” – onde uma estação recebe o áudio de uma estação próxima e o retransmite em outra frequência. Mas a radiodifusão FM ainda era um “nicho de mercado”, pois nessa época a difusão AM reinava com equipamentos baratos e difusoras AM crescendo exponencialmente.

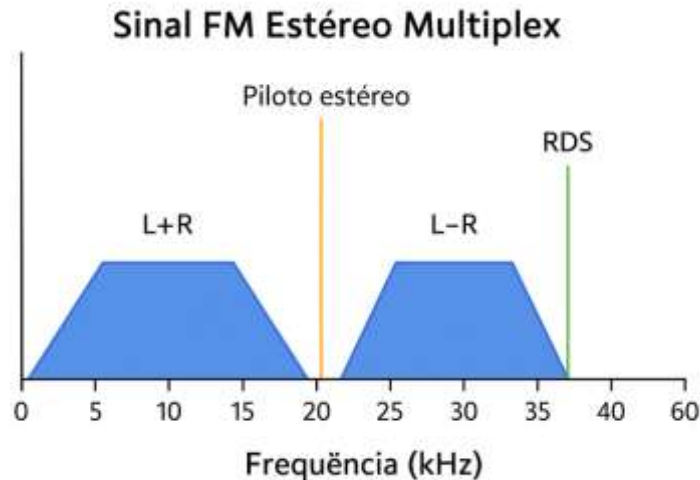


Após a Segunda Guerra Mundial, a FCC migra a banda FM para **88–108 MHz** com separação de 200KHz entre cada canal, alegando necessidade de liberar o espectro VHF para TV. Isso obriga Armstrong e dezenas de emissoras a reconstruírem seus transmissores e antenas... **um golpe financeiro grave**. Na década de 50, a TV domina o entretenimento doméstico e o rádio AM continuava com público crescente. As estações FM sobrevivem apenas em nichos, com transmissões educativas, música clássica e programas experimentais de “alta fidelidade”. Em **1954**, Armstrong, arruinado financeiramente e em um litígio sobre patentes FM contra a RCA (que havia “sabotado” sua invenção), comete suicídio.



Apesar da alta fidelidade de áudio, a difusão FM ainda era MONO (apenas um canal de áudio, R+L). Na indústria fonográfica, o **som estéreo em discos** estava começando a aparecer (os LPs “*stereo*” surgem em 1957), e as rádios queriam acompanhar esse avanço. A partir de 1957, uma parceria entre GE e Zenith, iniciam testes experimentais de transmissões em modo STEREO, ou seja, dois canais de áudio em uma mesma frequência de rádio.

Surgimento da radiodifusão FM STEREO



Em 1958 a parceria entre GE e Zenith finalmente encontrou uma forma de transmitir áudio em dois canais separados. **E a solução foi genial.** Primeiro, consideraram que estavam usando apenas 30kHz da banda reservada, que poderia ir até 150kHz úteis e mais uma reserva de 50kHz.

Então expandiram esta banda central MONO de 15kHz para 19kHz (em cada lado da banda). E em cada extremo da banda de áudio incluíram uma onda senoidal nos 19kHz, chamado “**sinal piloto**”, imperceptível para o ouvido humano, mas indicaria aos receptores a disponibilidade STEREO, e os receptores antigos ainda conseguiriam demodular apenas o MONO.

Então de cada lado da banda (inferior e superior) seria incluído um sinal de áudio entre 23 e 53kHz, com centro em 43kHz e banda de 38kHz. Este áudio é modulado em DSB-SC (*Double Sideband Suppressed Carrier*), contendo a diferença de amplitude em relação ao áudio no canal central (R+L). Na banda inferior o canal L esquerdo, na banda superior o canal R direito. O receptor conseguiria então demodular dois canais de áudio separados, em uma mesma frequência.

A estação **WGFM** (99.5, Schenectady, NY) da GE, e a **WEFM** (99.5, Chicago) da Zenith, foram as estações experimentais. Em 11 de Abril de 1961, a FCC definiu o sistema GE-Zenith como o padrão americano de radiodifusão FM **estéreo**. A **WGFM** tornou-se a primeira radiodifusora comercial FM estereótipo, seguida da KMLA em Los Angeles e da KDKA em Pittsburg. O primeiro receptor FM STEREO foi o **Fisher FM-1000** lançado já em 1961.

Superando a radiodifusão AM



Na década de 60, o FM tornou-se sinônimo de alta fidelidade (Hi-Fi) com música clássica, jazz e transmissões culturais, como as principais atrações. Fabricantes como Marantz, Fisher, Scott, Zenith, e GE, lançaram receptores estéreo hi-fi domésticos. Porém o FM ainda era minoritário: em 1965 nos EUA mais de 80% da audiência ainda estava no AM. Em 1963 existiam apenas 600 estações FM nos EUA, em 1968 em torno de 1500 estações, mas a maioria destas estações com baixa potência e retransmitindo o conteúdo da difusão em AM.

A década de 70 foi o ponto de virada. O FM deixou de ser um canal “elitista” e se tornou o principal meio musical e cultural **da juventude**. Gravações estéreo em LPs hi-fi tornaram padrão, e que a radiodifusão FM conseguia reproduzir fielmente. Cultura jovem e contracultura (rock, pop, psicodelia) migraram para o FM. Estações FM independentes começaram a tocar álbuns completos, sem censura de duração. Em 1971, a FCC obriga estações AM-FM ainda que “co-irmãs”, a transmitirem programação diferente, quebrando o espelhamento, e **impulsionando o conteúdo exclusivo em FM**. Entre 1975 e 1978 o número de estações difusoras FM quase dobrou, chegando a 6000 estações nos EUA.

Em 1978, o FM ultrapassa o AM em tempo médio de escuta e também em receita de anunciantes.

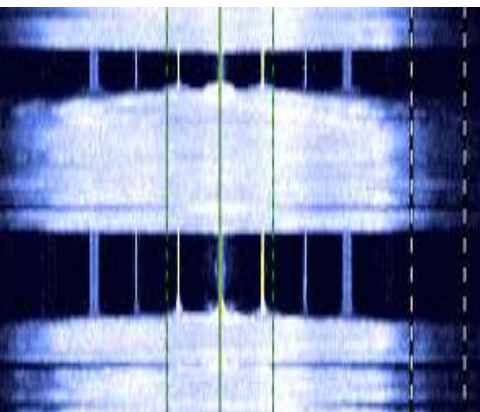
A evolução técnica e seus mitos

O FM é quadrifônico? Verdade ou mito?

É verdade que são 4 canais de audio, mas não é quadrifônico. Desde 1955 foi introduzido o **SCA** (*Subsidiary Communications Authorization*), que transmite um canal de audio de 10KHz com centro em 67KHz, em cada lado da banda. Estes dois canais adicionais de audio foram autorizados (daí o “*Authorization*”) para transmitirem o conteúdo em outro idioma, ou anúncios de boletins meteorológicos, ou de tráfego, ou demais serviços públicos de radiodifusão. **O SCA requer receptores SCA específicos, e não são captados por receptores FM comuns.** No final da década de 70 houveram experimentos com transmissões quadrifônicas, mas que não foram adiante e nem tornaram-se padrões, porém os experimentos foram publicados em revistas técnicas, então o mito da quadrifônia surgiu disto.

O FM consegue transmitir dados? Verdade ou mito?

É verdade, mas unilateralmente – do transmissor para o receptor. O **RDS** (*Radio Data System*) foi desenvolvido pela *European Broadcasting Union* (EBU) no final dos anos 1970 e padronizado em 1984. O RDS permite que emissores FM transmitam pequenas quantidades de dados digitais junto com o áudio. Transmitido em 57 kHz, três vezes o piloto estéreo (19 kHz × 3) para evitar harmônicas, em modulação BPSK (*Binary Phase-Shift Keying*) com taxa de 1187,5 bps. Este sistema transmite: o identificador da estação, frequências alternativas na região, nome da estação, nome da faixa ou programa, data e hora, geo-localização do transmissor, e demais informações em texto que possam ser relevantes para a audiência.



A RadioDifusão FM no Brasil



A radiodifusão FM no Brasil começou timidamente na década de **1940**, mas por muitos anos foi vista apenas como uma curiosidade técnica. A primeira concessão oficial foi dada à **Rádio Imprensa FM**, no Rio de Janeiro, em **1955**, que operava de forma experimental e com poucos ouvintes, já que os receptores capazes de sintonizar FM eram raros e caros. Durante as décadas de 1950 e 1960, o FM teve um crescimento muito lento, restrito a transmissões musicais de alta fidelidade, muitas vezes apenas retransmitindo o conteúdo de rádios AM — a audiência, portanto, era pequena e elitizada.



O cenário começou a mudar nos anos **1970**, quando a tecnologia de **transmissão estéreo** e o custo mais acessível dos rádios FM começaram a popularizar o formato. As emissoras perceberam o potencial da nova faixa, que oferecia **som cristalino, sem chiados e com maior fidelidade**, ideal para música. Nesse contexto, surgiram as primeiras rádios **voltadas ao público jovem**, como a Jovem Pan FM, inaugurada em 1976 em São Paulo. A emissora adotou uma linguagem moderna, dinâmica e voltada à música pop e rock, rompendo com o formalismo das rádios AM e criando o modelo de programação musical que dominaria as próximas décadas.



A partir dos **anos 1980**, o FM se consolidou como o principal meio musical do país. As rádios AM migraram para conteúdos jornalísticos e esportivos, enquanto o FM se tornou sinônimo de entretenimento e juventude. Durante as décadas seguintes, o formato expandiu para o interior e passou a incorporar recursos digitais, como o **RDS (Radio Data System)**. Hoje, mesmo com o avanço do *streaming*, o FM segue como uma das plataformas mais populares do Brasil — um legado direto daquela revolução sonora iniciada por pioneiras como a **Imprensa FM**, e impulsionada por ícones populares das difusoras FM.

Considerações Finais

A radiodifusão FM está em banda adjacente a banda de aviação. Transmissoras piratas, ou mesmo as experimentais, podem interferir seriamente no Controle de Tráfego Àereo, incorrendo em riscos potenciais. Nunca tente transmitir broadcasts em FM: um risco que não vale a pena.



Nesta apresentação vimos a história de como nasceu a radio-difusão em FM. Vimos alguns conceitos técnicos, passamos por alguns fatos históricos relevantes, conhecemos os primeiros equipamentos, as primeiras estações, e algumas curiosidades.

O público de radiodifusão ainda existe e é relevante, ainda que tenham migrado do AM para FM nas últimas décadas, e atualmente estão migrando para *streaming* e *podcasts*.

A propósito, além da edição NETBR309 que tratou sobre radiodifusão AM, também recomendamos visitar a NETBR287 que tratou da História da Televisão, e a NETBR283 que tratou sobre osciladores LC.

E você? Ainda ouve as radiodifusoras FM? Conte aqui para nós, ou deixe seu comentário na página desta edição.

Caso tenha interesse por um ou mais assuntos abordados, recomendamos que faça suas próprias buscas e pesquisas, tendo este material e conteúdo aqui apresentado como mera referência.



AGRADECEMOS PELA ATENÇÃO

#NetBR Ed.311



•O Autor deste artigo (PY2UTU) e seus divulgadores (DVBrazil) não assumem responsabilidade sobre atos ou omissões de terceiros que venham mencionar o conteúdo deste artigo em outros conteúdos e materiais e meios. Algumas imagens presentes são de domínio público, as demais imagens presentes neste conteúdo foram geradas por AI e cedidas a DVBrazil. Reprodução ou divulgação, ainda que parcial, requer prévia autorização da DVBrazil.