**Introdução**

A maioria dos sinais, da forma como são fornecidos pelo transdutor, não podem ser enviados diretamente através dos canais de transmissão. Consequentemente, uma onda portadora cujas propriedades são mais convenientes aos meios de transmissão, é modificada para representar a mensagem a ser enviada.

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 frequências baixas, da ordem de 10 Hertz,não podendo a esta frequência produzir ondas acústicas propagáveis.

O que o ouvido interpreta como fala é, portanto, uma onda acústica modulada, similar, em muitos aspectos, a uma onda elétrica modulada.

**Desenvolvimento**

**Telecomunicação**

As **telecomunicações** constituem um ramo da [engenharia elétrica](https://pt.wikipedia.org/wiki/Engenharia_el%C3%A9trica" \o "Engenharia elétrica) que contempla o projeto, a implantação, manutenção e controles de redes de sistemas de [comunicações](https://pt.wikipedia.org/wiki/Comunica%C3%A7%C3%A3o" \o "Comunicação) (satélites, redes telefónicas, televisivas, emissora de rádio, internet, entre outros).

A principal finalidade das telecomunicações é suprir a necessidade humana de se comunicar à [distância](https://pt.wikipedia.org/wiki/Dist%C3%A2ncia" \o "Distância). Em um sistema de telecomunicações, as informações do emissor são temporariamente convertidas em sinais [elétricos](https://pt.wikipedia.org/wiki/Eletricidade" \o "Eletricidade) ([tensões elétricas](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tens%C3%A3o_el%C3%A9trica" \o "Tensão elétrica) que variam com o [tempo](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tempo" \o "Tempo)), para que possam trafegar pelo sistema até que cheguem ao destino, onde são novamente convertidas em informações inteligíveis pelo destinatário. Esses sinais elétricos são denominados sinais elétricos da informação. Tais sinais podem ser analógicos ou digitais.

Fig. 1 Antenas de telecomunicação

**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 sequência compõe um ciclo).

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. Consequentemente, é necessário modificar esse sinal através de uma onda eletromagnética portadora, cujas propriedades são mais convenientes aos meios de transmissão.

**Tipos de modulação**

Existem dois tipos de modulação:

* Analógica
* 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:

* Modulação em Amplitude - AM
* Modulação em Frequência – FM
* Modulação em Fase - PM.

**Modulação em amplitude - AM (Amplitude Modulation):** a amplitude da portadora de um transmissor 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.

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 freqüência, 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 freqüentemente 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 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:

**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.

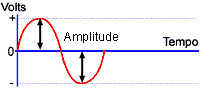
**Modulação em fase por chaveamento (PSK - Phase Shift- Keying)**: processo  
pelo qual se altera a fase da onda portadora em função do sinal digital a ser transmitido por pulso. Nesta técnica uma amostra da forma de onda é tomada a intervalos regulares. Há uma variedade de esquemas de modulação por 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)
* Modulação por largura de pulso(PWM)

**Outros tipos de modulação**

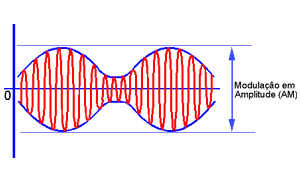
* Modulação em banda lateral dupla (DSB)
* Modulação em banda lateral única (SSB)
* Modulação de banda lateral vestigial (VSB, ou VSB-AM)
* Modulação de amplitude em quadratura (QAM)
* Modulação por divisão ortogonal de frequência (OFDM)

**Rádio AM**

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

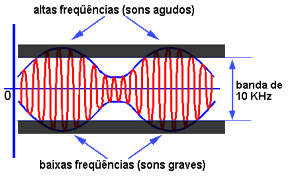
A frequência é formada por ondas que oscilam em torno de um eixo. A distância entre a parte mais alta positiva e a parte mais alta negativa é chamada amplitude.

Fig. 2 ondas que oscilam em torno de um eixo.

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 eletromagnéticas. 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.

A 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.

Fig. 3 onda 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.

Fig. 4 limite de banda de alta frequência e de baixa frequência.

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.

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 em Angola, você sintonizar uma emissora da Inglaterra ou do Japão.  
Isto justifica também, porque, 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.

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.

**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).

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.

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.

*A Frequência para Rádio FM*  
As emissoras que transmitem em FM, utilizam o espaço reservado no espectro de frequência de 88 a 108 MHz.  
A atribuição desta frequência 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.

**Conclusão**

Resumindo e concluindo que hoje em dia a maior parte da informação encontra-se sob forma discreta, apesar de parte dessa informação ser na origem analógica ela é discretizada e quantificada na fonte. Como exemplos podemos citar a voz no caso do telefone, a música, a imagem, etc.

A informação já discreta na origem, quer a analógica discretizada, devem ser adaptadas ao canal de transmissão que, ele, é essencialmente analógico por natureza. Este processo de adaptação ao canal de transmissão é chamado *modulação*.

Muitas e diferentes técnicas de modulação são utilizadas para satisfazer as especificações e requisitos de um sistema de comunicação. Independentemente do tipo de modulação utilizado, o processo da modulação deve ser reversível de modo que a mensagem possa ser recuperada no receptor pela operação complementar da demodulação.

**Bibliografia**

[**https://www.wikipédia.org**](https://www.wikipédia.org)

[**https://www.google.com**](https://www.google.com)

[**https://www.Ebah.com**](https://www.Ebah.com)

**Princípios de comunicações**

**Anexo**

Página 2------------------------------------Fig. 1 Antenas de telecomunicação

Página 5 ---------------------------------- Fig. 2 ondas que oscilam em torno de um eixo.

Página 5----------------------------------- Fig. 3 onda modulada.

Página 6 --------------------- Fig. 4 limite de banda de alta frequência e de baixa frequência.