

Camada Física da Computação - Aula 13 - Modulação em Frequência

Rafael Corsi - rafael.corsi@insper.edu.br

Outubro - 2017

Introdução

Outline

- ▶ Canais de comunicação
- ▶ Tipos de compartilhamento de canais (multiplexação)
- ▶ Modulação em frequência
 - ▶ Teoria
 - ▶ AM
 - ▶ FM

Canais

Telecomunicações

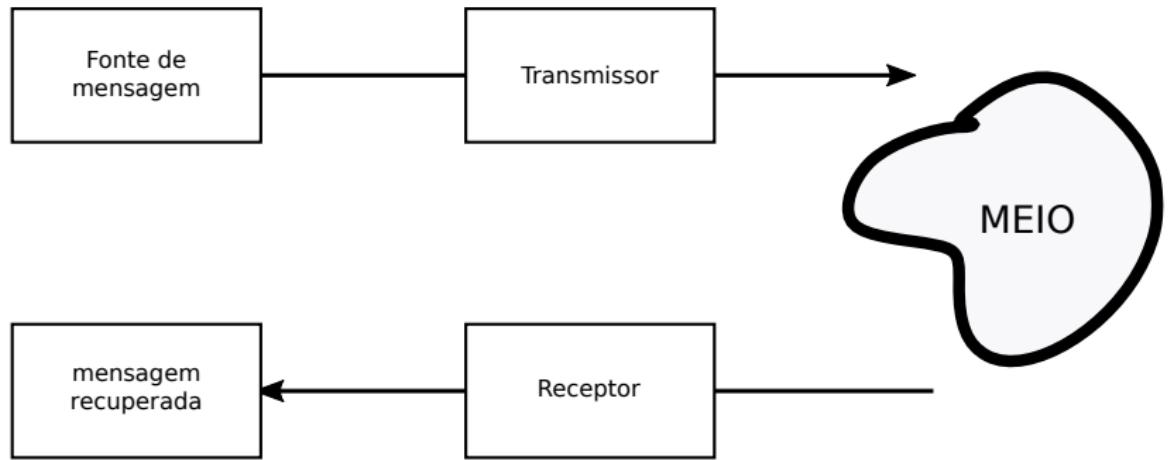


Figure 1: Telecomunicação

Canais

- ▶ Canais de comunicação são os meios pela qual uma mensagem (digital/analógica) é transmitida :
- ▶ Exemplos canais :
 - ▶ ar
 - ▶ espaço
 - ▶ água
 - ▶ cabo elétrico
 - ▶ fibra ótica
 - ▶ guia de onda

Canais não são ideais

O sinal transmitido sofrerá ações do canal :

- ▶ Atenuação:

$$m'(t) = \alpha m(t)$$

$$\alpha < 1$$

- ▶ Ruído :

$$m'(t) = m(t) + \text{Noise}$$

Ruído

- ▶ Interferências indesejadas que se somam ao sinal transmitido.
- ▶ Várias são as fontes de ruídos:
 - ▶ Equipamentos elétricos (60Hz da rede)
 - ▶ Erupções solares
 - ▶ Interferências diversas...

Atenuações

- ▶ O canal possui perdas, o sinal possuirá energia inferior ao transmitido.
- ▶ Free-Space path loss (FSPL) é a atenuação que um sinal eletromagnético sofre entre dois pontos :

$$\alpha = FSPL = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda}$$

onde : d é a distância entre os pontos, λ o comprimento de onda do sinal.

Multiplexação

Compartilhamento

- ▶ Os canais em muitas das vezes devem ser compartilhado entre diversos enlaces de comunicação.
- ▶ Como fazer para uma mensagem não interfira na outra ?
 - ▶ Multiplexação no tempo
 - ▶ Multiplexação em frequência

Multiplexação no tempo.

- ▶ A primeira técnica é a da multiplexação no tempo, o canal é utilizado apenas por apenas um nó por vez.
- ▶ A cada x intervalo de tempo o direito de uso do canal é trocado.

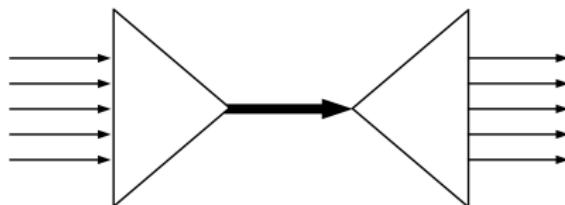


Figure 2: Representação gráfica

- ▶ Técnica utilizada em :
 - ▶ Comunicação Ethernet
 - ▶ Barramentos de comunicação entre chips

Multiplexação em frequência

Na multiplexação em frequência o canal é utilizado simultaneamente.

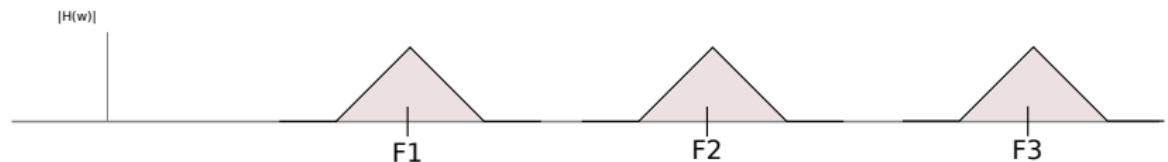


Figure 3: Espectro

Multiplexação em frequência

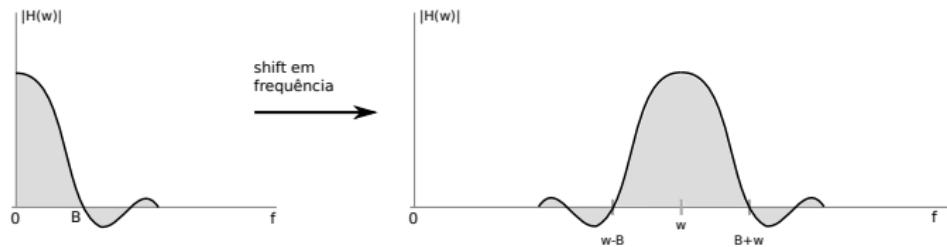


Figure 4: Shift em frequênciā

UNITED STATES FREQUENCY ALLOCATIONS

THE RADIO SPECTRUM

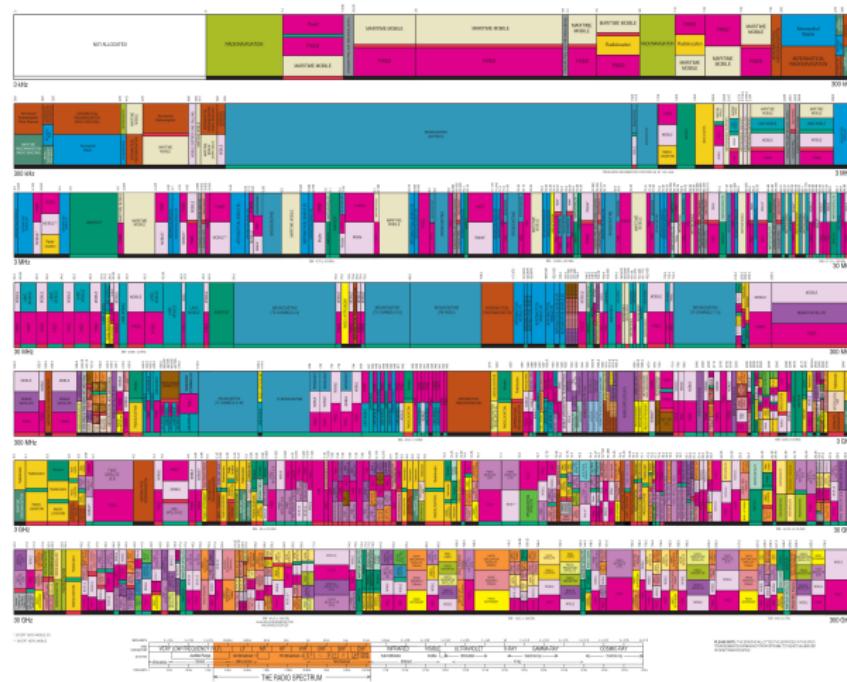


Figure 5: Espectro EUA. REF[1]

Tipos de modulação

Modulações analógicas :

- ▶ AM : Amplitude Modulada
- ▶ FM : Frequênciā Modulada

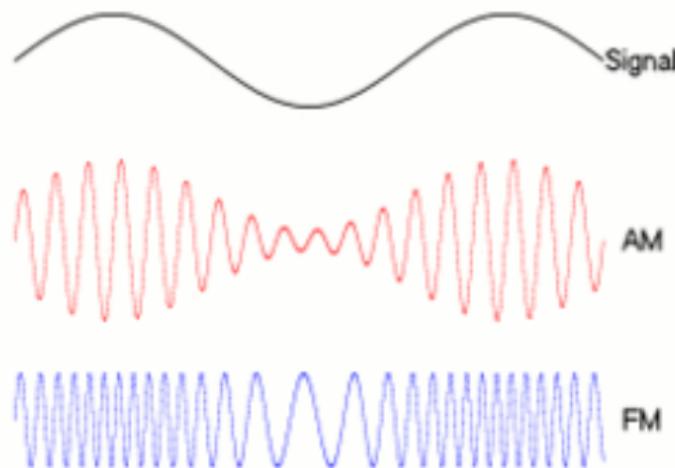


Figure 6: AM vs FM

Modulação AM

Altera-se a amplitude de uma portadora:

$$m(t) = \cos(\omega t)x(t)$$

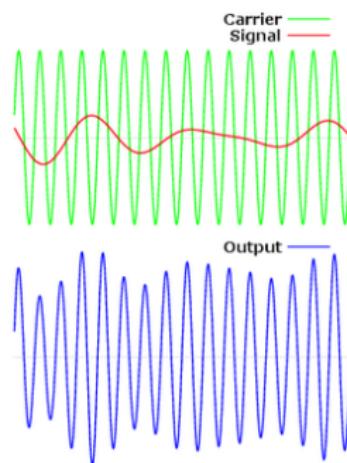


Figure 7: Amplitude Modulada REF[1]

AM

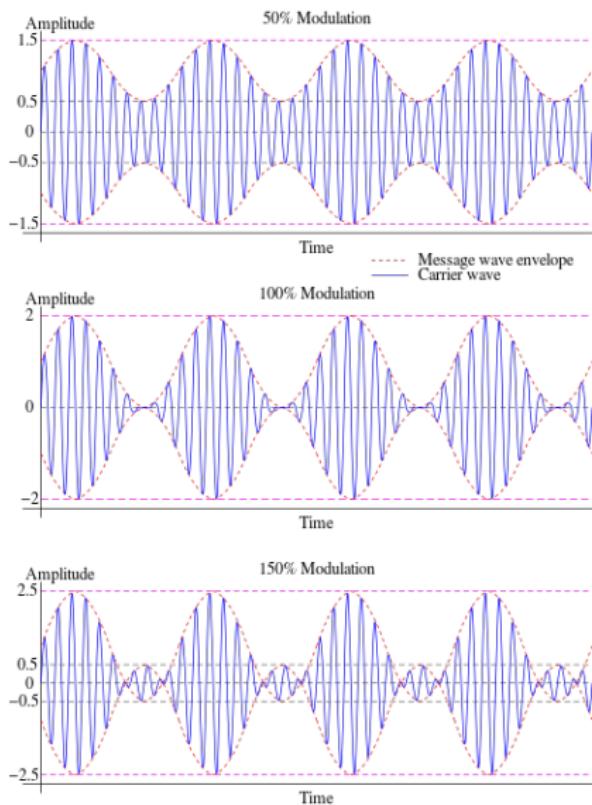


Figure 8: *Modulation depth* REF[1]

AM Tipos

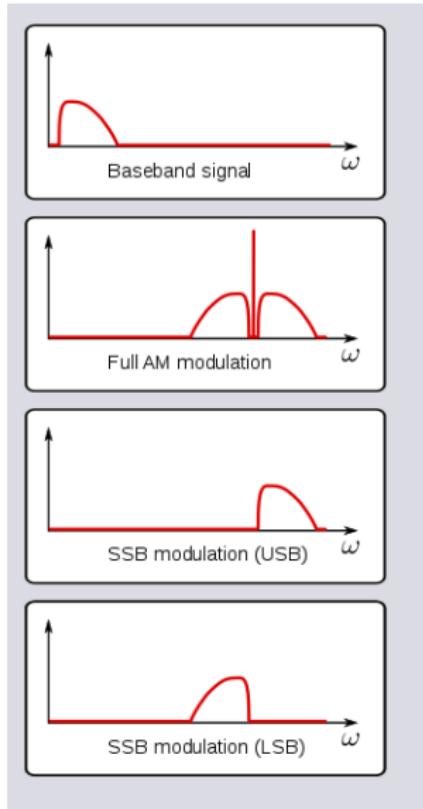


Figure 9: Tipos de modulação AM REF[1]

AM

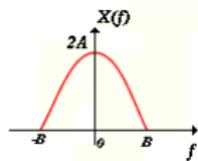


Figure 10: Mensagem original REF[1]

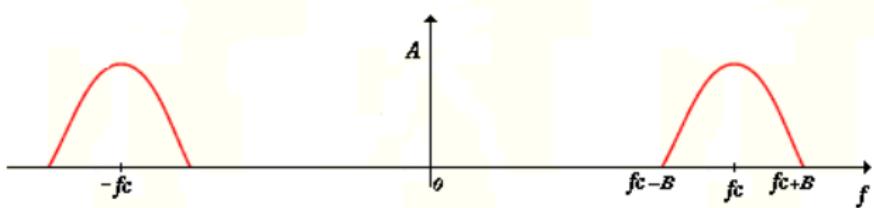


Figure 11: Mensagem modulada REF[1]

AM Eletrônica

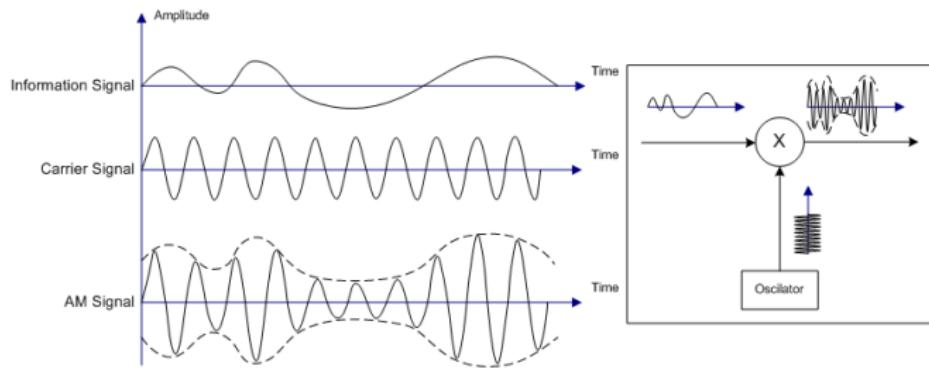
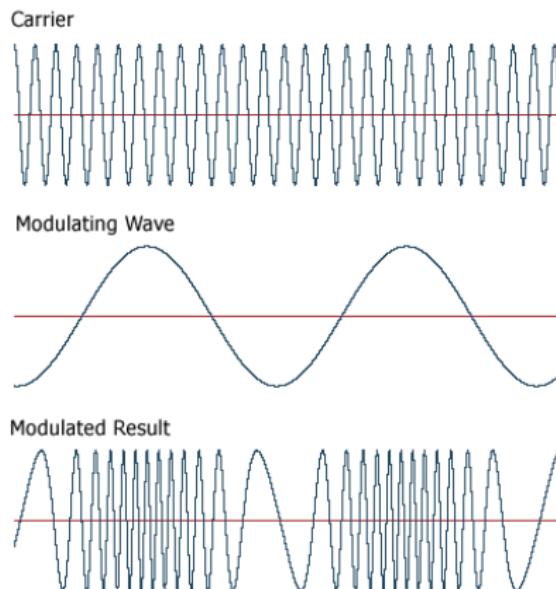


Figure 12: Eletrônica REF[1]

FM

Altera-se a frequênciā de uma portadora:

$$y(t) = A_c \cos(2\pi \int_0^t f(\tau) d\tau)$$



Agência Nacional de Telecomunicações

- ▶ Regula as frequências que podem ser utilizadas :



- <http://www.anatel.gov.br/Portal/verificaDocumentos/documento.asp?n...>

Referências

- ▶ REF 1
:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/45/United_States_The_Radio_Spectrum.jpg