

# Princípios de Comunicação

Prof. Ms. Diego Fiori de Carvalho  
[dfiori@fho.edu.br](mailto:dfiori@fho.edu.br)

## Sistemas de comunicação sem fio – A.M

### Temas a serem apresentados

- ▶ Introdução aos sistemas de comunicação sem fio;
  - Modulações Analógicas: AM/FM
- ▶ Sistemas modernos de comunicação sem fio;
- ▶ O conceito de telefonia celular;
- ▶ Propagação de ondas, o espectro eletromagnético;
- ▶ Propagação de rádio móvel;
- ▶ Técnicas de modulação para rádio móvel;
- ▶ Codificação Digital de voz;
- ▶ Técnicas de acesso múltiplo para comunicações sem fio;
- ▶ Sistemas e padrões sem fio Wi Fi (IEEE 802.11 b/g/n/ac)
- ▶ WiMAX (IEEE 802.16); *Up/Down*

## Amplitude Modulada

- ▶ Nossa banda no Brasil para AM: 530 kHz a 1600 kHz → Pot. Baixa
- ▶ Banda anatel AM → Migrar para FM até 2018  
- decreto 8139 de 2014


$$y(t) = A(t) * \sin(2\pi f(t) + \varphi(t))$$

Bandas análogas FM  
- decreto 8139 d


A

9

$\leftarrow$   $\rightarrow$   $L = 5 \text{ km}$   $\rightarrow$



top



$y(t) = A(t)$

variação

DISTÂNCIA

ALCANCE

POTÊNCIA

BAIXA

amplitude

AM

A COMPANY IN  
RELIEF.

## Amplitude Modulada

1000 Km  $\frac{1}{3}$   $\frac{1}{4}$   
200-250 km AM-BR

### Amplitude Modulada (AM)



### Problems:

$\overline{V_A Z_{A_0} B_{A_0}}$   
("throughput")

$$\text{---} \& \underline{20\text{Hz}} \leq f_{\text{audivel}} \leq \underline{20\text{kHz}}$$

Grave <-----> Agudo

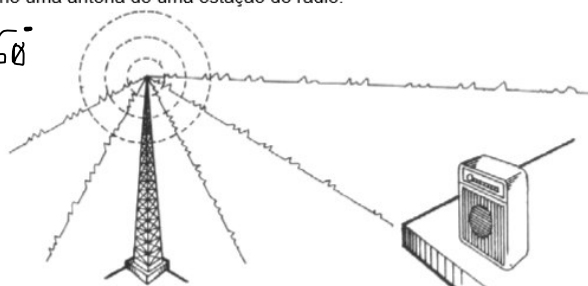
$$\lambda = \frac{a}{f} \rightarrow \lambda = \frac{3 \times 10^8}{20 \times 10^3} = 1.5 \times 10^4 \text{ m} \rightarrow \lambda = 15 \text{ km}$$

## Amplitude Modulada

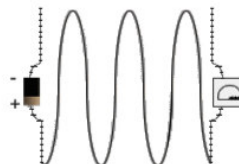
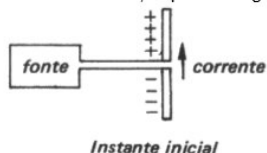
Ideia: Transmissão de sinais de baixa frequência (Voz) em ondas eletromagnéticas de alta frequência (kHz) baseada em portadora (*carrier*)

Imagine uma antena de uma estação de rádio:

OMNI: 360°



Na extremidade da antena existe um fio ligado pelo seu centro a uma fonte alternada (que inverte o sentido a intervalos de tempo determinados). Num certo instante, teremos a corrente num sentido e, depois de alguns instantes, a corrente no outro sentido.



## Amplitude Modulada

530 kHz a 1600 kHz → Banda anatel

**Vantagem para AM:** é boa pra **distância** (podendo chegar à 1000 km)

Modelo no Brasil chega a +/- 200 km (que é mais ou menos 1/3 da distância máxima)

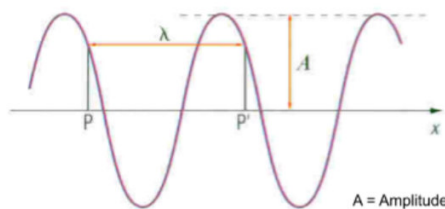
Boa resolução para distâncias próximas

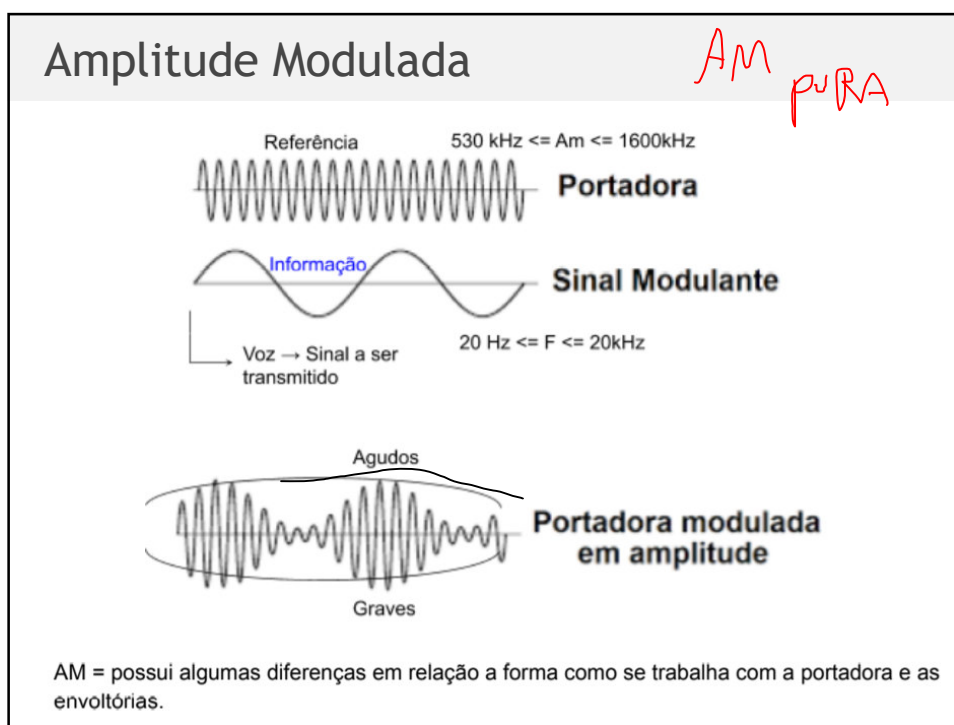
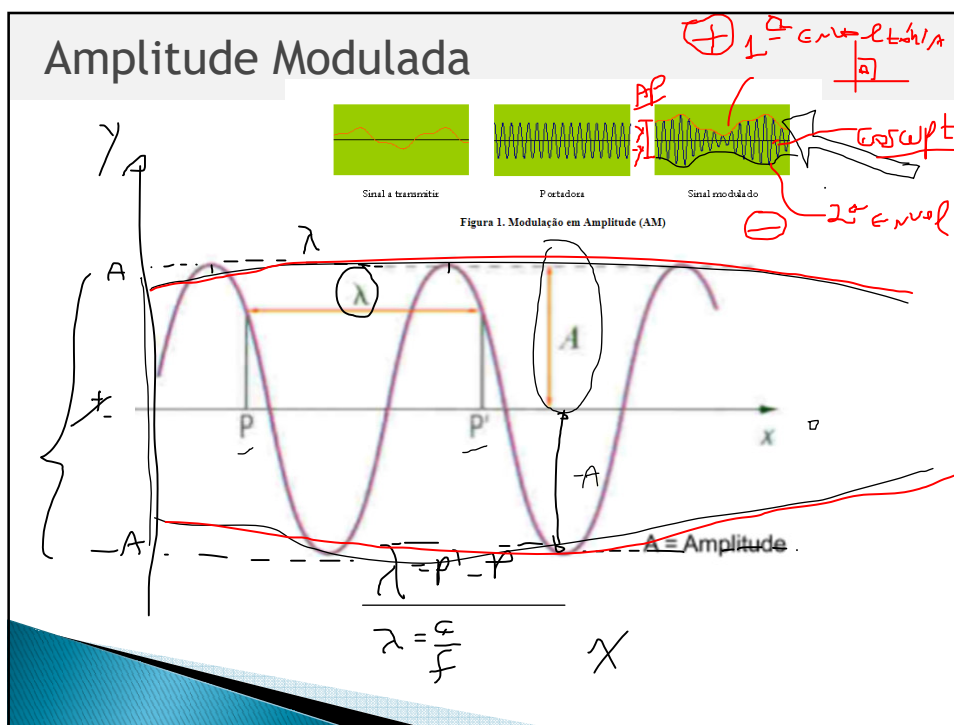
**Problemas:** pouco throughput (vazão de banda)

Motivação: Voz

A ideia: transmissão de sinais de baixa frequência em ondas eletromagnéticas de alta frequência baseada em portadora(carrier).

slide  
→  
seguinte





## Amplitude Modulada

Portadora  $\rightarrow ep = Ap * \cos \omega * p * t$

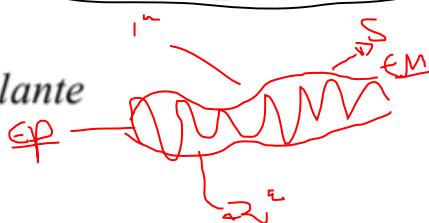
$ep$  = expressão da portadora

$Ap$  = amplitude portadora

Modulante  $\rightarrow em = Am * \cos \omega_M * t$

$em$  =  $Am \times \cos \omega_m t$

$Am$  = amplitude modulante



## Amplitude Modulada

GERAL

2 ENVELOPÓRIAS

Portadora  $\rightarrow ep = Ap * \cos \omega * p * t$

$ep$  = expressão da portadora

$Ap$  = amplitude portadora

Modulante  $\rightarrow em = Am * \cos \omega_M * t$

$em$  =  $Am \times \cos \omega_m t$

$Am$  = amplitude modulante

Slide Anterior

$f_{ep} \gg f_{em}$

$\cos \omega_{ep} \gg \cos \omega_m$

$S = [Ap + em] \times \cos \omega_p t$

$S = [Ap + Am \times \cos \omega_M t] \times \cos \omega_p t$

$S = Ap [1 + \frac{Am \times \cos \omega_M t}{Ap}] \times \cos \omega_p t$

$\Rightarrow \frac{Am}{Ap} = \text{índice de modulação} = M$

$S = Ap [1 + M \times \cos \omega_M t] \times \cos \omega_p t$

$S = \cos A \times \cos B = \frac{1}{2} \times \cos(A + B) + \frac{1}{2} \times \cos(A - B)$

ignoramos a 1ª

Equação geral de uma A.M.

ENVELOPÓRIAS

$S = Ap \times \cos \omega_p t + \frac{M Ap \cos(\omega_p + \omega_m)t}{2} + \frac{M Ap \cos(\omega_p - \omega_m)t}{2}$

simb

PORTADORA

$f = (+)$

$f = (-)$

## Amplitude Modulada

### Tipos, mais comuns de uso comercial:

AM = possui algumas diferenças em relação a forma como se trabalha com a portadora e as envoltórias.

AM-SSB → Amplitude modulada com uma única banda lateral (single side band)

AM-DSB → Amplitude modulada com duas bandas laterais (double side band)

AM-DSB-SC → Amplitude modulada com duas bandas laterais e portadora suprimida (double side band suppressed carrier)

PORTADORA SUPRIMIDA

## Modulações

Tabela de Modulação

Informação \ Portadora →	Analogico	Digital
Analogico	AM → Amplitude Modulada FM → Frequência Modulada PM → Fase Modulada	Amplitude → PAM Largura → PWM Posição → PPM
0/1 Digital	Amplitude → ASK Frequência → FSK Fase → PSK Quadratura → QAM	Códigos de linhas sem modulação

PPM → Pulse Position Modulation

PWM → Pulse Width Modulation

PAM → Pulse Amplitude Modulation

OFDM → Orthogonal Frequency Division Multiplexing

QAM → Quadrature Amplitude Modulation

