

Instituto Federal de Santa Catarina  
Curso Técnico Integrado em Telecomunicações  
PRT- Princípios de Telecomunicações

# *MODULAÇÃO DIGITAL*

Prof. Deise Monquellate Arndt

Fontes: Princípios de Sistemas de Telecomunicações, Prof. Saul Caetano e  
Prof. Marcos Moecke

São José, fevereiro de 2016

# *Modulação Digital*

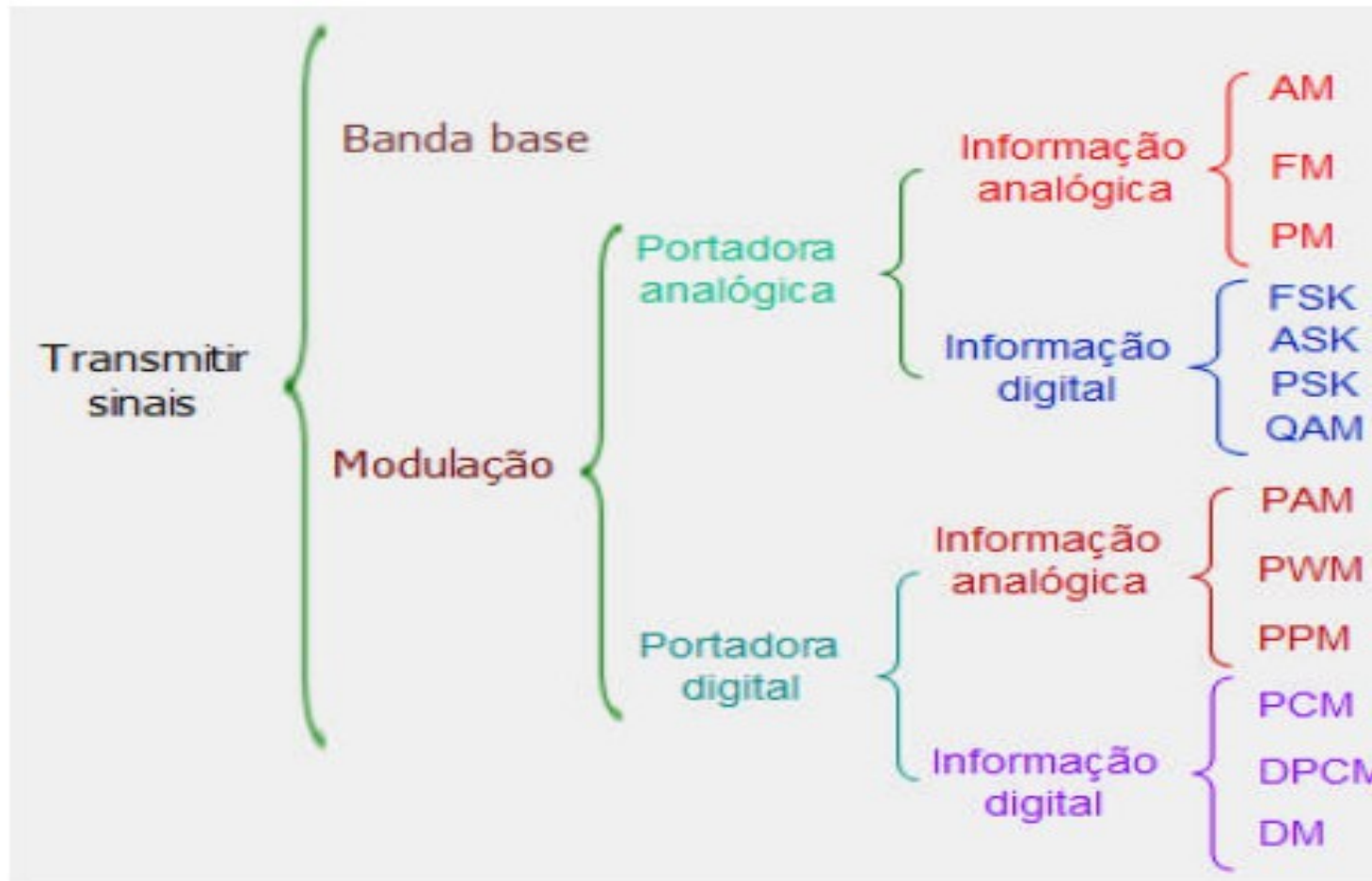
- Sistemas de transmissões digitais, como por exemplo, o rádio e a TV digital, os modems, entre outros, utilizam a modulação para modificar o espectro do sinal a ser transmitido.
- Assim como em AM e FM, a portadora é um sinal senoidal com frequência relativamente alta;
- O **sinal modulante** é um **sinal digital**;
- A informação (bits) é transmitida em forma de modificações em características da portadora.

# *VANTAGENS DA MODULAÇÃO DIGITAL*

**Dentre as vantagens podemos destacar:**

- Maior qualidade na transmissão de sinais;
- Facilidade para recuperar o sinal, pois evitamos o acúmulo de ruído e distorções – comparando com a modulação analógica.
- Menor manutenção (não precisa de reajustes de frequência);

# *Tipos de Modulação*



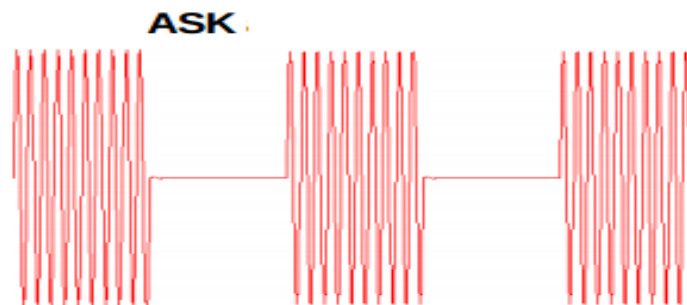
**Fig. 1-8 – Tipos de modulação**

# *TIPOS DE MODULAÇÕES DIGITAIS*

- Existem diferentes tipos de modulações digitais:
  - ASK - Modulação em Amplitude;
  - FSK - Modulação em Frequência;
  - PSK - Modulação em Fase;
  - DPSK - Modulação em Fase Diferencial;
  - QAM - Modulação em Amplitude e fase.

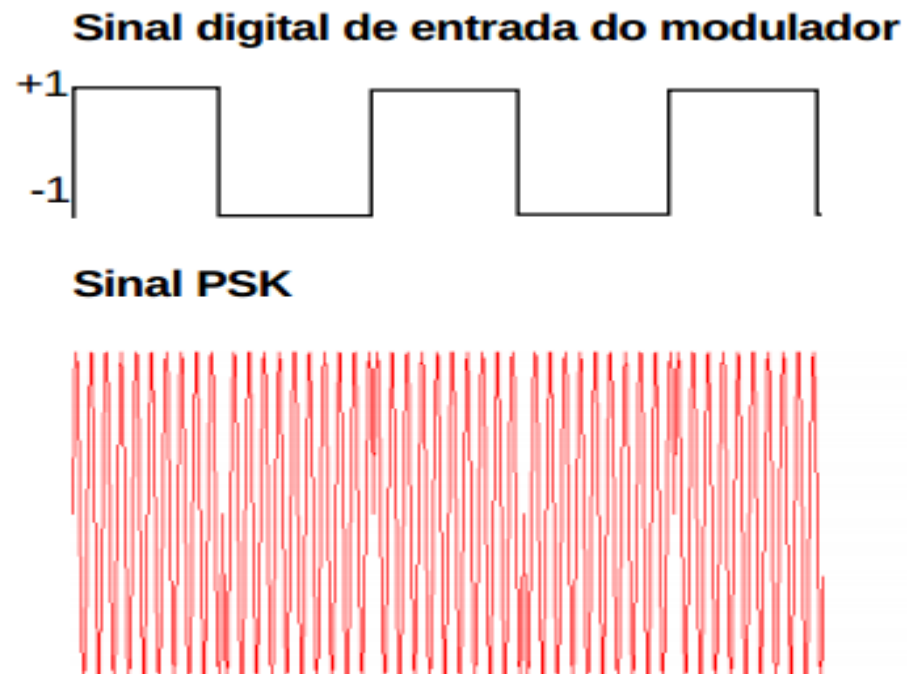
# MODULAÇÃO ASK

- É uma das modulações mais simples.
- Consiste em representar os símbolos zeros e uns pela presença ou ausência do sinal da portadora. Desta forma o sinal ASK consiste em um chaveamento da portadora, existindo portadora quando o sinal digital está em 1 e sem portadora quando em 0.



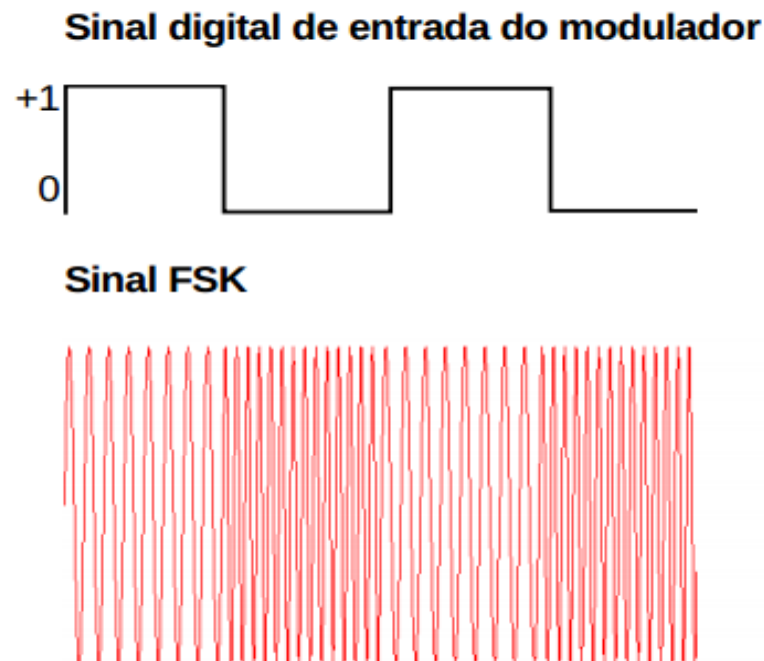
# MODULAÇÃO PSK

➤ Na modulação PSK os zeros e uns são associados as mudanças na fase da portadora porém, a frequência permanece a mesma.



# MODULAÇÃO FSK

- Na modulação FSK os símbolos zeros e uns são associados a diferentes valores de frequência. Desta forma quando transmitimos o símbolo um (1) a portadora assume a frequência  $F1$  e na transmissão do símbolo zero (0) a portadora assume a frequência  $F2$ .



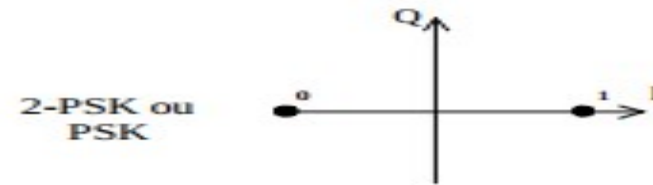
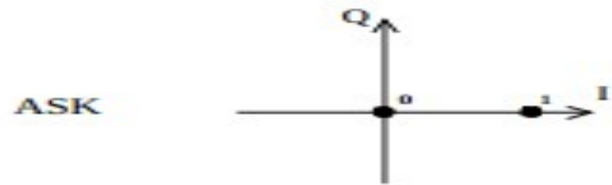


# *MODULAÇÕES MULTINÍVEL ASK E PSK*

➤ As modulações ASK e PSK podem ser combinadas produzindo modulações nas quais os símbolos podem representar mais do que 1 bit resultando em uma maior taxa de transmissão para a mesma largura de banda.

➤ Para representar as diferentes modulações é comum utilizar o *diagrama de fase* ou *constelação* do modulador dos símbolos, sendo no eixo horizontal denominado de “em fase” e o eixo vertical de “em quadratura”.

# MODULAÇÕES MULTINÍVEL ASK E PSK



- Os sinais ASK e PSK já foram estudados e nestes cada bit é representado por um símbolo. No sinal QPSK cada símbolo representa 2 bits, e no sinal 16-QAM cada símbolo representa 4 bits.
- Este artifício permite a transmissão de uma maior taxa de transmissão com a mesma taxa de modulação.
  - Mas o que é taxa de transmissão e taxa de modulação.

# *Taxa de modulação e taxa de Transmissão*

- A taxa de modulação ou velocidade de modulação é um valor que indica quantas variações de símbolo (sinal elétrico) ocorrem na unidade de tempo (segundo).
- A unidade de tempo é o BAUD

$$D_{mod} = \frac{1}{\tau}$$

- Onde  $\tau$  é a duração do menor símbolo transmitido

# *Taxa de modulação e taxa de Transmissão*

- Já a taxa de transmissão, ou velocidade de transmissão é um valor que indica quantas unidades de informação (bits) ocorrem na unidade de tempo (segundo). A unidade é o bit por segundo (bps)

$$D_{Tx} = \frac{\text{número de bits}}{\text{tempo}} \text{ bps}$$

A relação entre a taxa de transmissão e a taxa de modulação corresponde ao número de bits (N) associado a cada símbolo

$$N = \frac{D_{Tx}}{D_{mod}} \text{ bits}$$

Onde  $N = \log_2 M = \frac{\log_{10} M}{\log_{10} 2}$  e M é o número de símbolos utilizados

# *Taxa de modulação e taxa de Transmissão*

➤ A interpretação dessas taxas é que dependendo da técnica de modulação utilizada temos a transmissão símbolos que podem representar 1, 2, ... N bits. Assim para 4 símbolos (S1 → 00, S2 → 01, S3 → 10 e S4 → 11) teremos a cada símbolo transmitido à transmissão de dois bits, ou seja, a taxa de transmissão é o dobro da taxa de modulação.

<b>Símbolos (M)</b>	<b>Bits (N)</b>	<b>Combinações</b>
2	1	0,1
4	2	00,01,10,11
8	3	000,001,010,011,100,101,110,111



## Exercício:

1. Em um sistema que utiliza símbolos com duração de 5ms e tem associado a cada símbolo 3 bits, determine o número de símbolos utilizados, a taxa de modulação e a taxa de transmissão: