



REDES E SISTEMAS DE COMUNICAÇÃO 4

Prof Engº esp Luiz Antonio Vargas Pinto

MODULAÇÃO DIGITAL

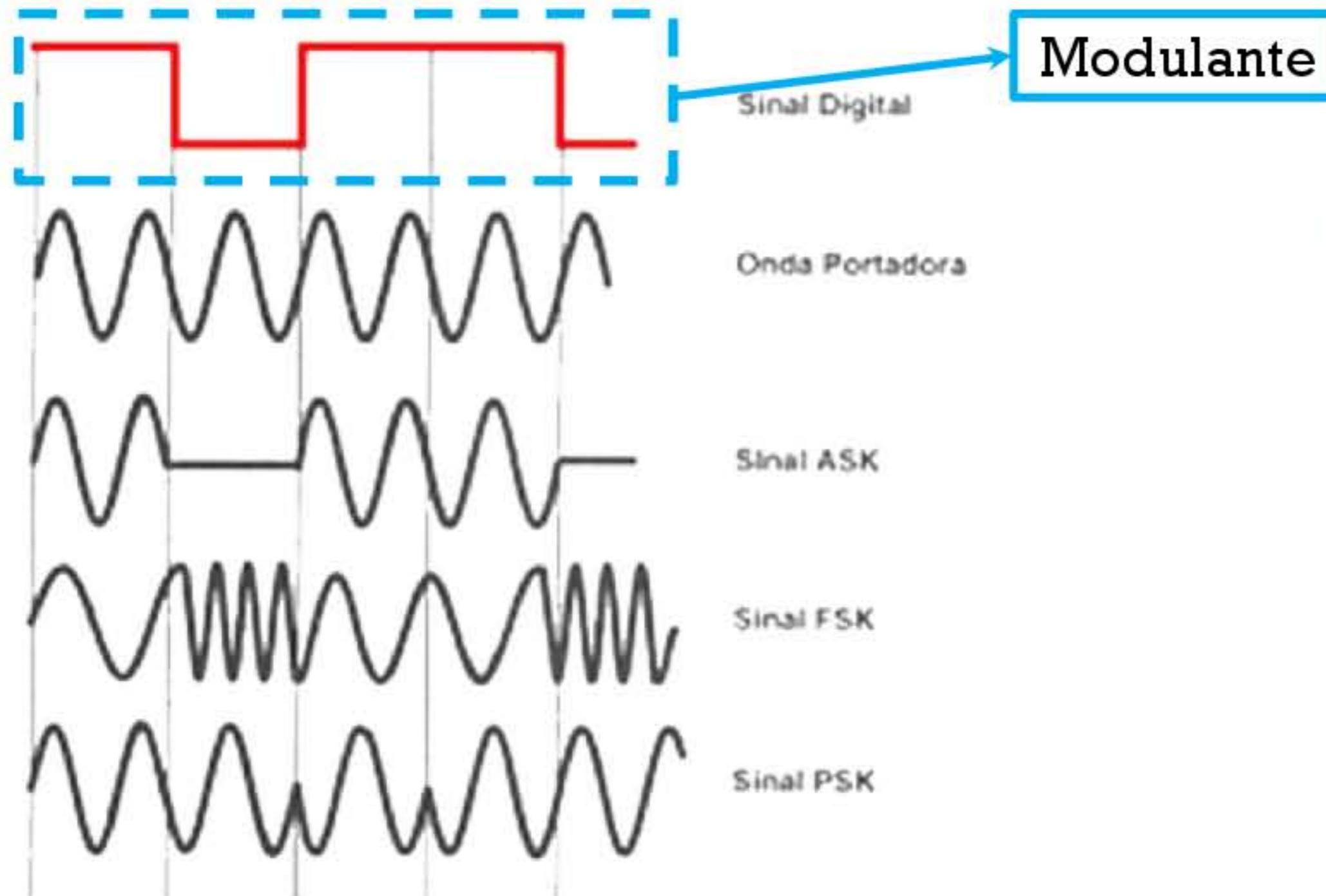
Conceitos



DEFINIÇÕES

- ☛ Geral:
 - Também denominada modulação discreta ou codificada.
 - Para situações onde se deseja transmitir os dados de valores discretos
 - No caso binário a transmissão enviará apenas dois estados: 0 e 1
- ☛ Em sistemas de dados digitais temos apenas um **pequeno** número de frequências envolvidas
- ☛ Já nos sistemas analógicos (contínuos) temos muitas frequências envolvidas na portadora
- ☛ Em sistemas digitais, até mesmo o tratamento da demodulação é mais simples.
- ☛ Com procedimentos muito simples podemos resolver sobre interferência atmosférica ou geográfica.

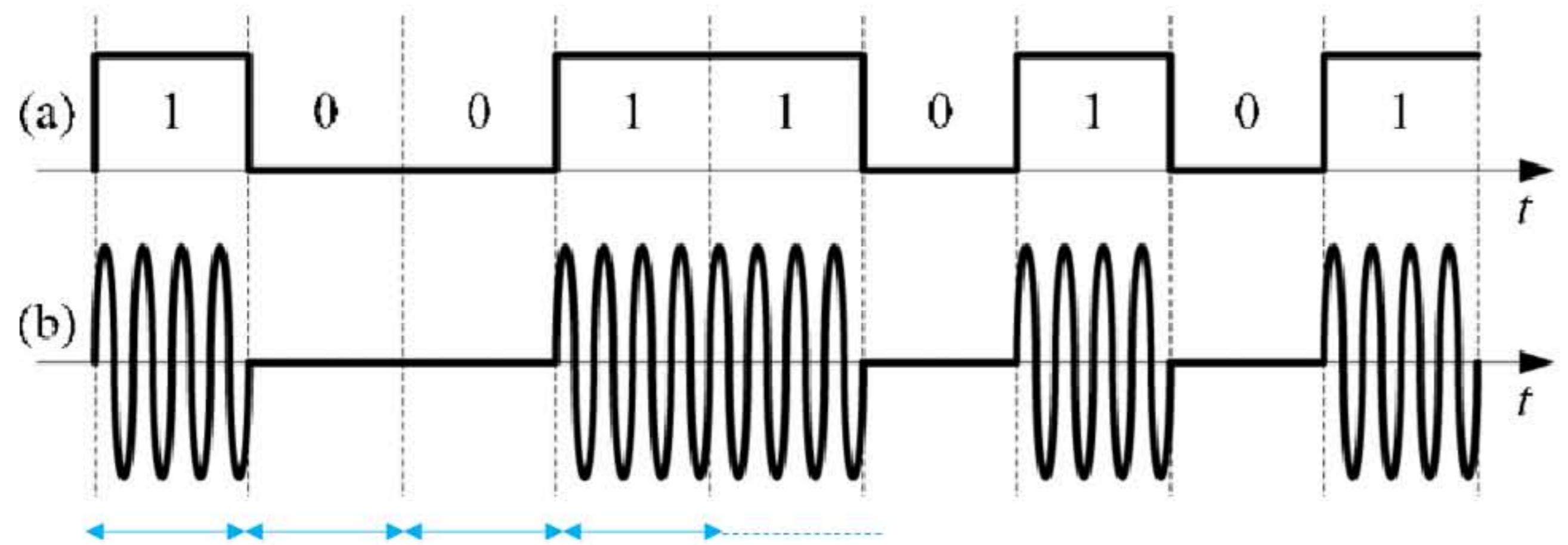
MODELOS



Existem 6 tipos básicos a saber:

- ASK - Amplitude Shift Keying;
- FSK - Frequency Shift Keying;
- PSK - Phase Shift Keying;
- DPSK - Differential Phase Shift Keying;
- QAM - Quadrature Amplitude Modulation.
- PCM - Pulse Code Modulation

ASK MODULATION

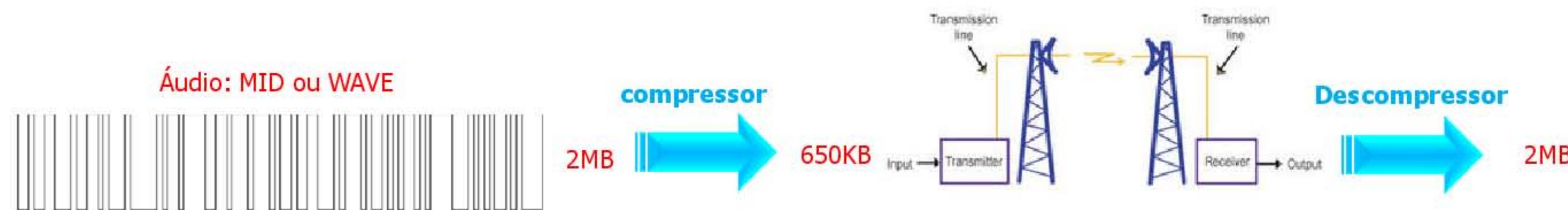


A modulação 2-ASK consiste em variar a amplitude da portadora de acordo com um sinal PAM, ou seja:

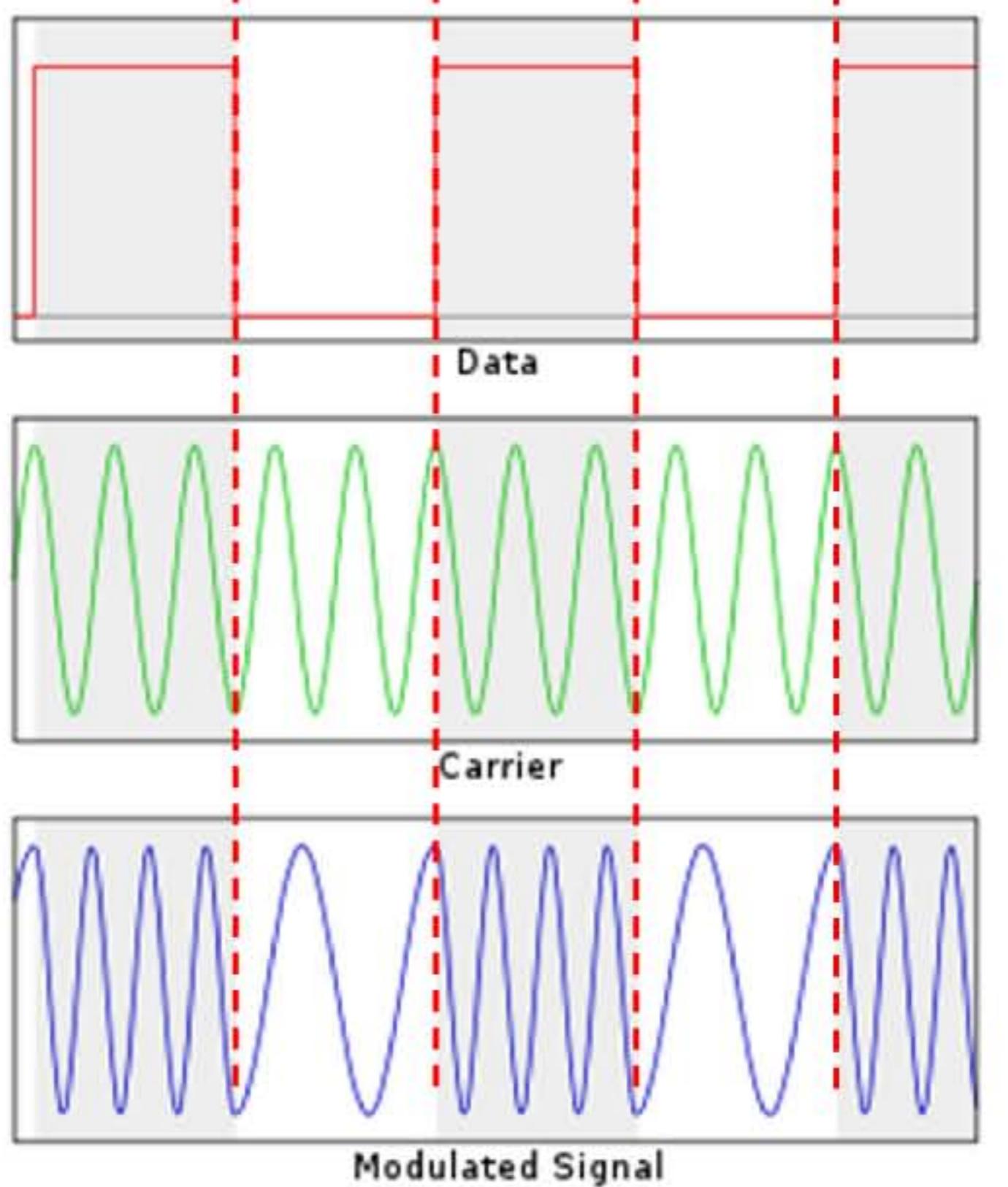
$$x_c(t) = \sum_{i=-\infty}^{+\infty} a_i q(t - iT_b) \cos [2\pi f_c(t - iT_b) + \phi]$$

CARACTERÍSTICAS

- ☛ Consiste em representar 0 ou 1 pela ausência ou presença do sinal da portadora. Desta forma o sinal ASK consiste em um chaveamento da portadora (Carrier suppressed)
 - Existindo portadora temos 1, sem portadora temos 0.
- ☛ A técnica equivale a modulação AM para sinais contínuos com modulante na forma de um sinal retangular.
 - O preço desta simplicidade é a largura de banda da transmissão.
 - A técnica de modulação ASK também representa perda de potência relativa à onda portadora.
- ☛ A largura de banda da transmissão pode ser reduzida se os pulsos forem formatados antes da fase de modulação.



FSK MODULATION



$$V(t) = V_c \cos \left[\left(\omega_c + \frac{f_m(t)\Delta\omega}{2} \right) t \right]$$

$V(t)$ = forma de onda FSK binário

V_c = Pico de amplitude não modulada da portadora

ω_c = Frequência da portadora em radiano

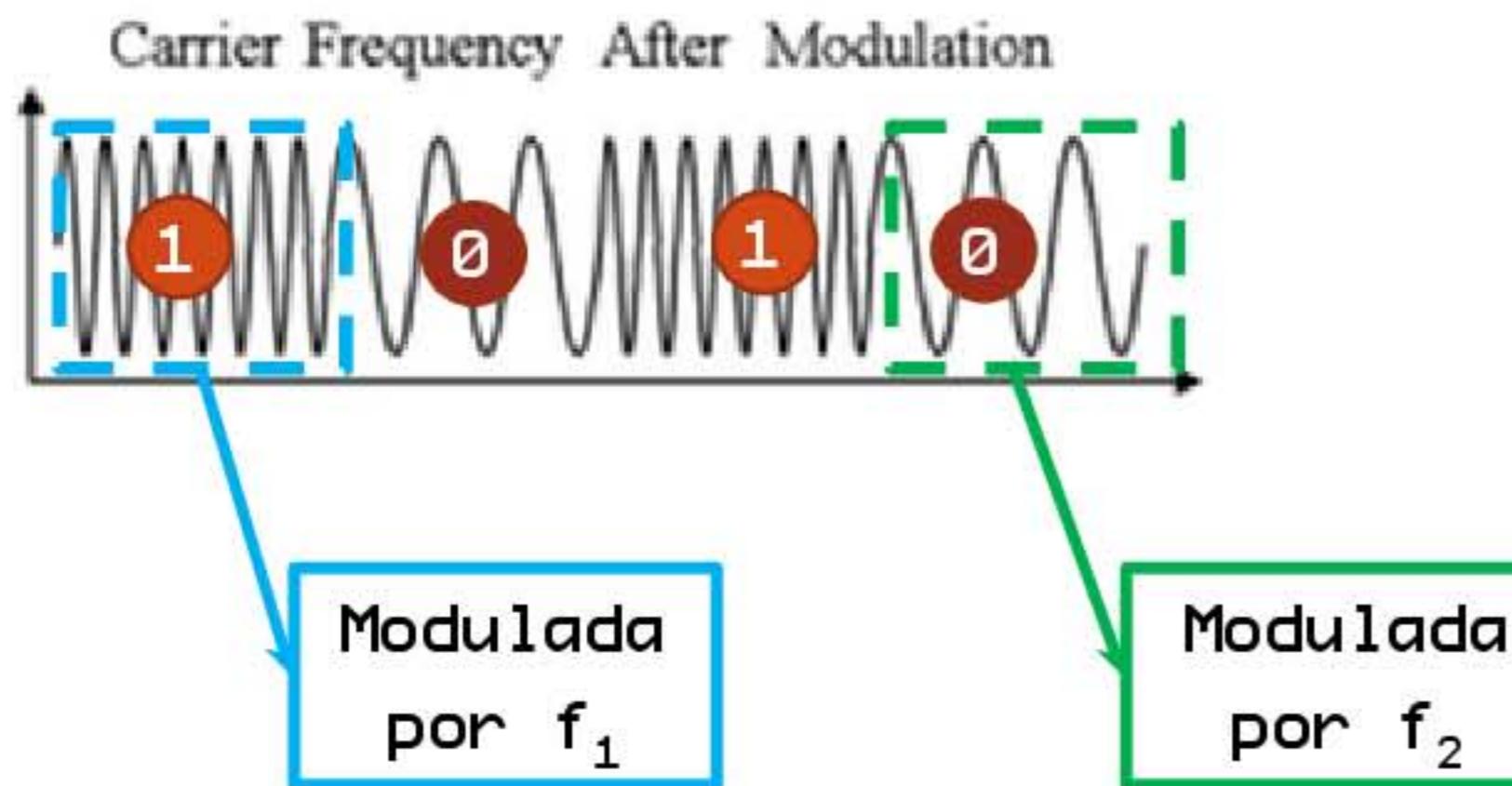
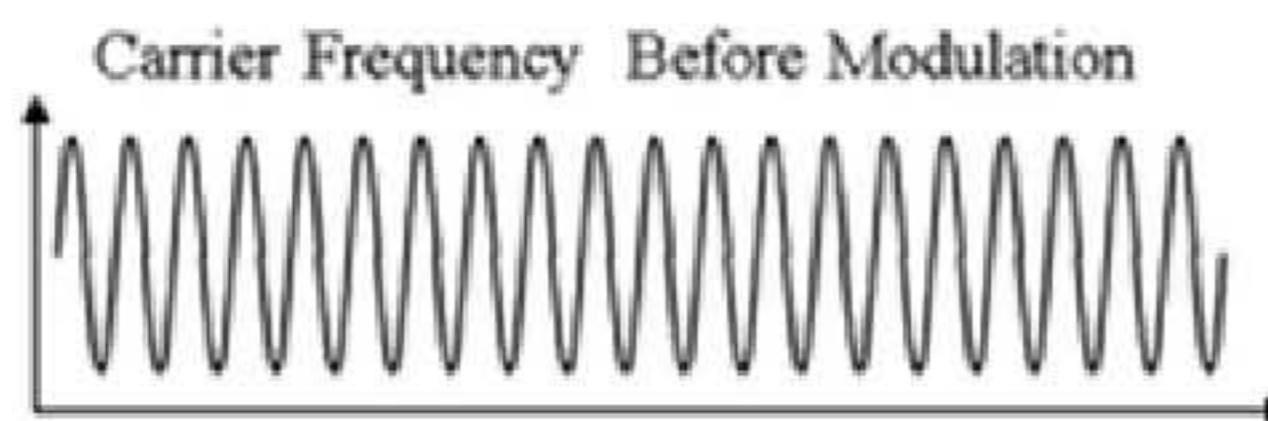
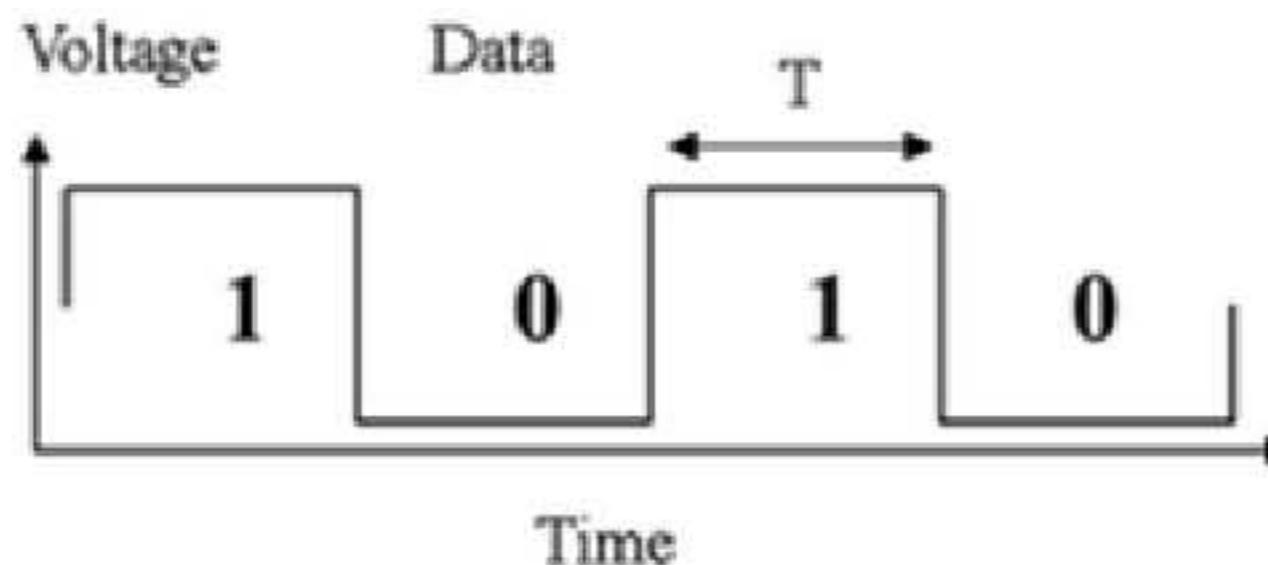
$f_m(t)$ = Frequência do sinal de modulação digital binária

$\Delta\omega$ = Diferença em radiano na frequência da saída ou ainda ou seja $|\omega_{f1} - \omega_{f2}|$

Mudança de frequência identifica o bit

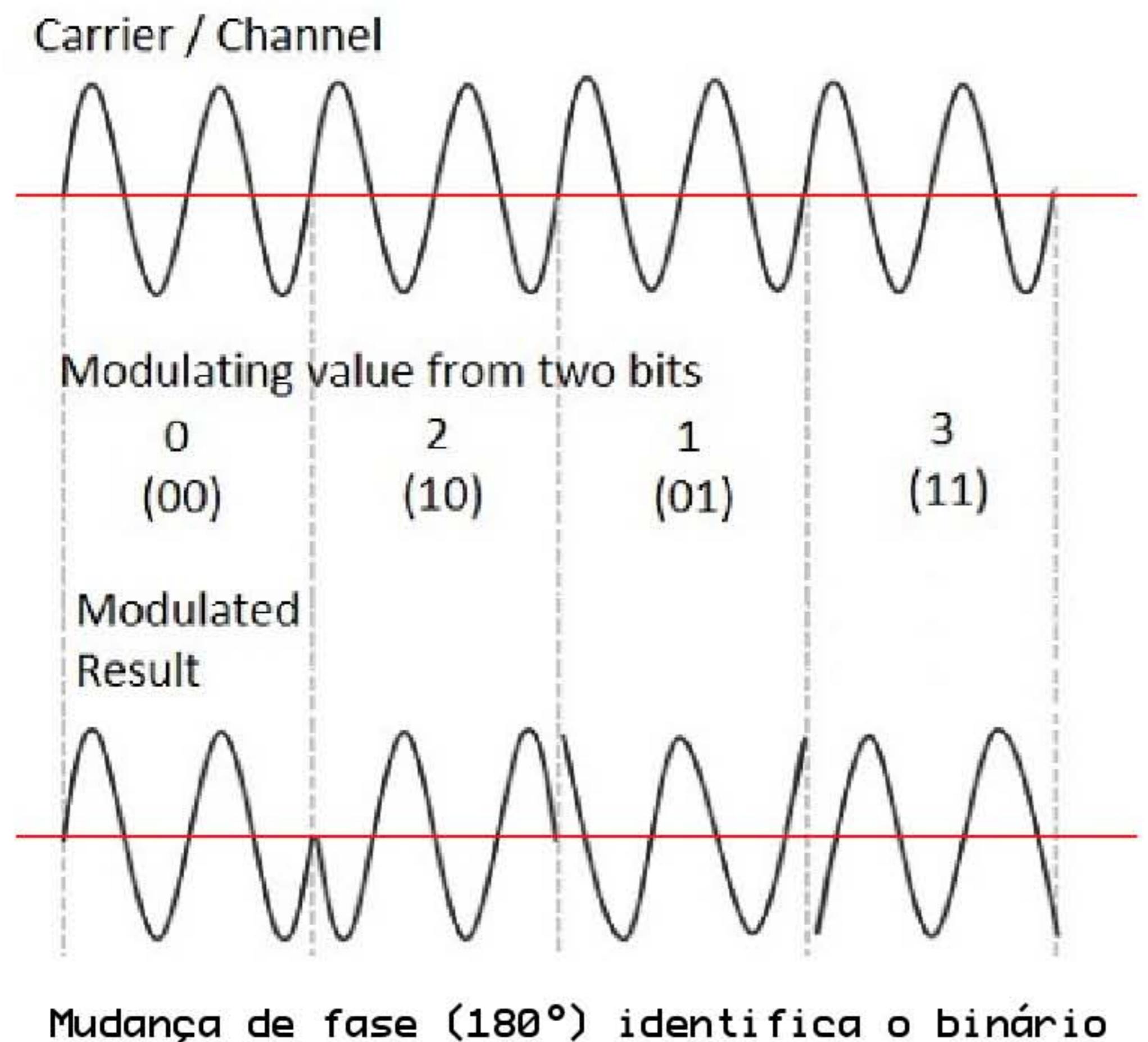


CARACTERÍSTICAS



- Em FSK os 0 e 1 são associados a diferentes valores de frequência.
- Desta forma quando transmitimos 1 a portadora assume a frequência f_1
- Na transmissão do 0 a portadora assume a frequência f_2 .

PSK MODULATION

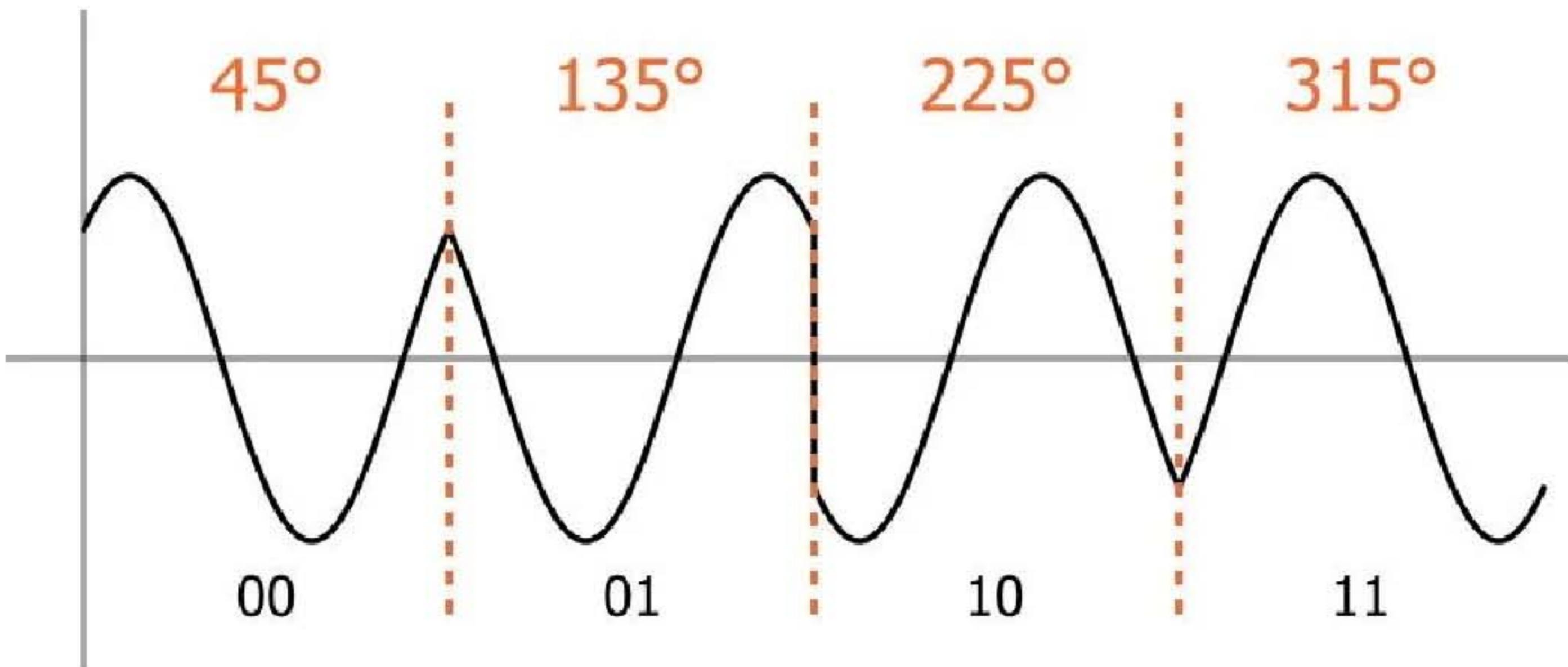
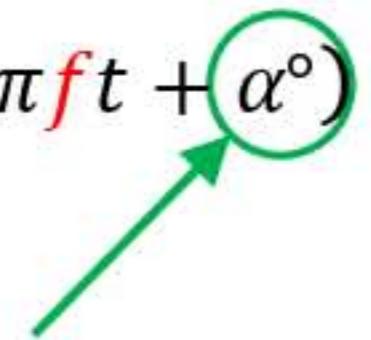


$$s_0(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cos(2\pi ft + \pi) = -\sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cos(2\pi ft) \text{ for binary "0"}$$
$$s_1(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cos(2\pi ft) \text{ for binary "1"}$$

$$V(t) = V_{max} \sin(\omega t)$$

$$V(t) = V_{max} \sin(\omega t + \alpha^\circ)$$

$$V(t) = V_{max} \sin(2\pi ft + \alpha^\circ)$$

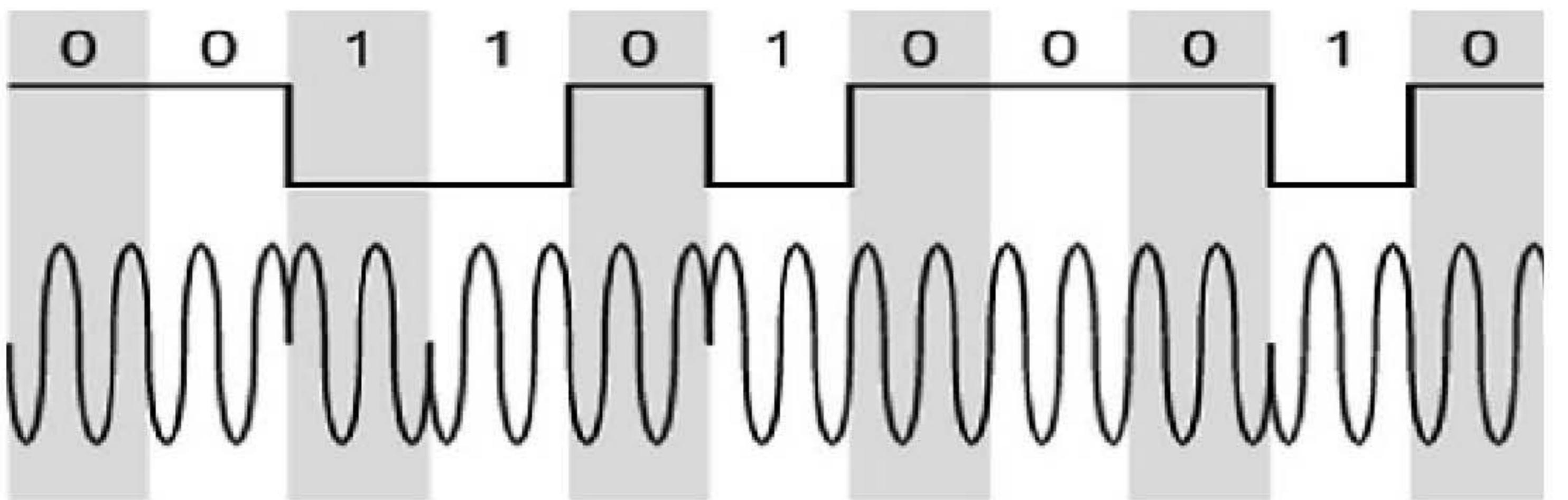


DETALHES

- Na modulação PSK, 0 e 1 são associados as mudanças na fase da portadora, porém a frequência permanece a mesma.

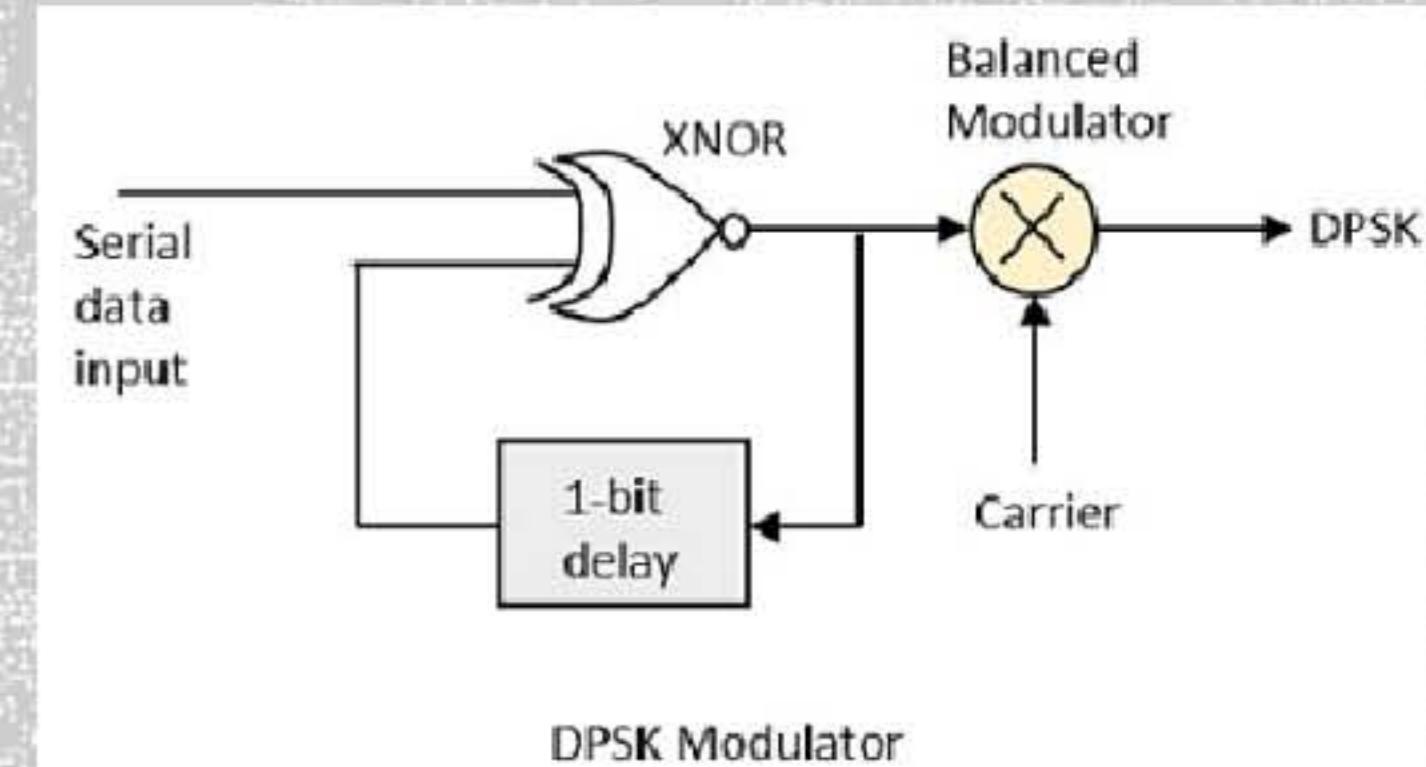


Diferential Phase Shift Keying



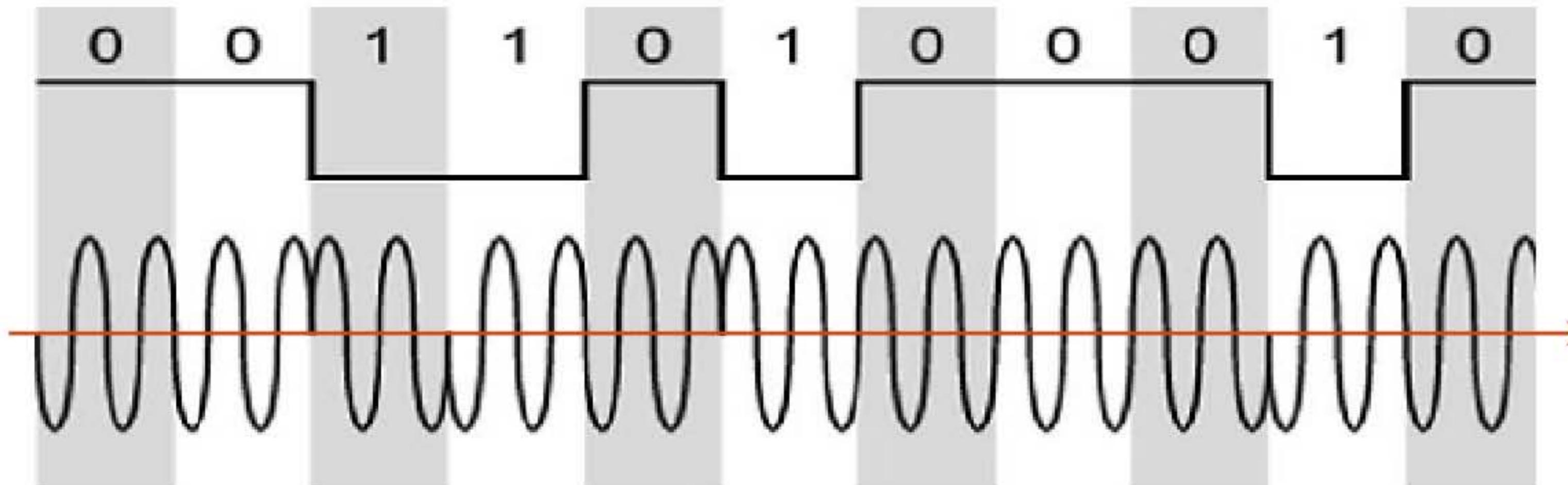
A Mudança de fase (180°) só ocorre quando usando a operação XOR com o próximo bit resulta em alteração de estado binário.

DPSK MODULATION



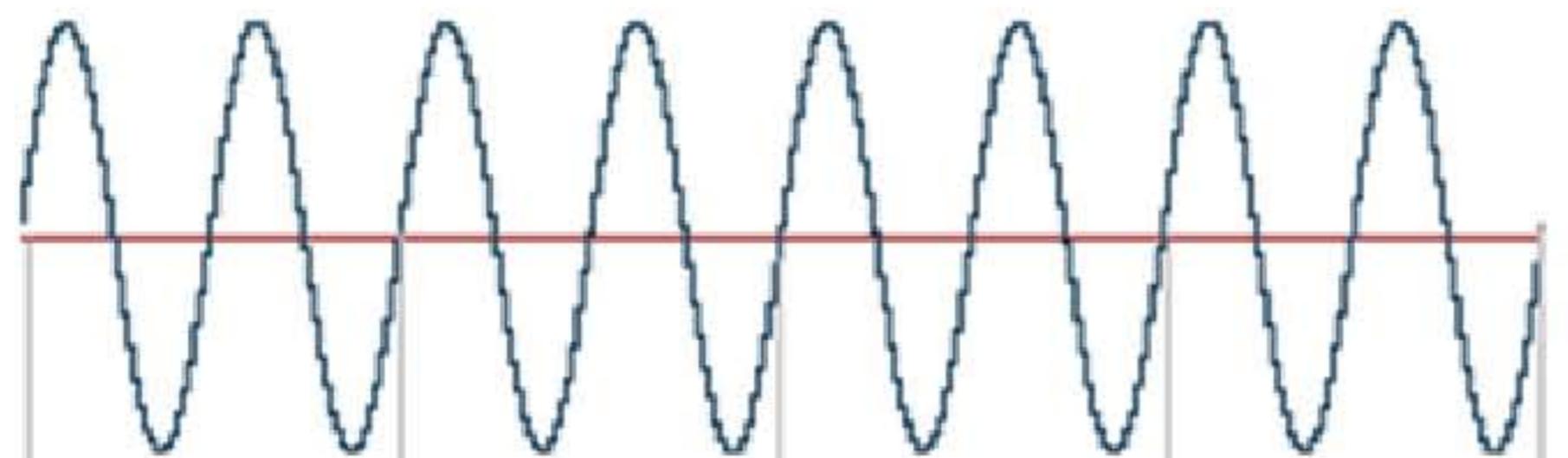
CARACTERÍSTICAS

- Em *Differential Phase Shift Keying* (DPSK) a fase do sinal modulado é deslocado (shifted) de modo relativo ao binário do elemento anterior usando a operação XOR.
- Nenhum sinal de referência está considerado aqui.
- A fase do sinal segue o 1 ou 0 em relação ao elemento anterior.
- DPSK não necessita de um oscilador de referência.



DIGITAL QAM (8QAM)

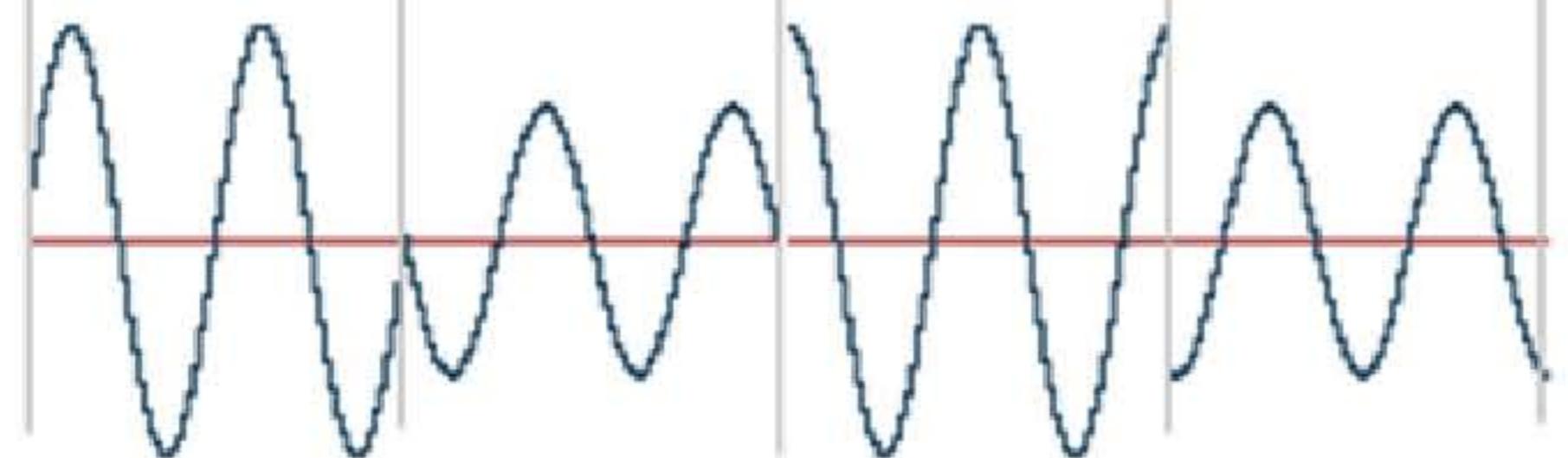
Carrier / Channel



Modulação com 3 bits

0	6	1	7
000	110	001	111

Modulação resultante

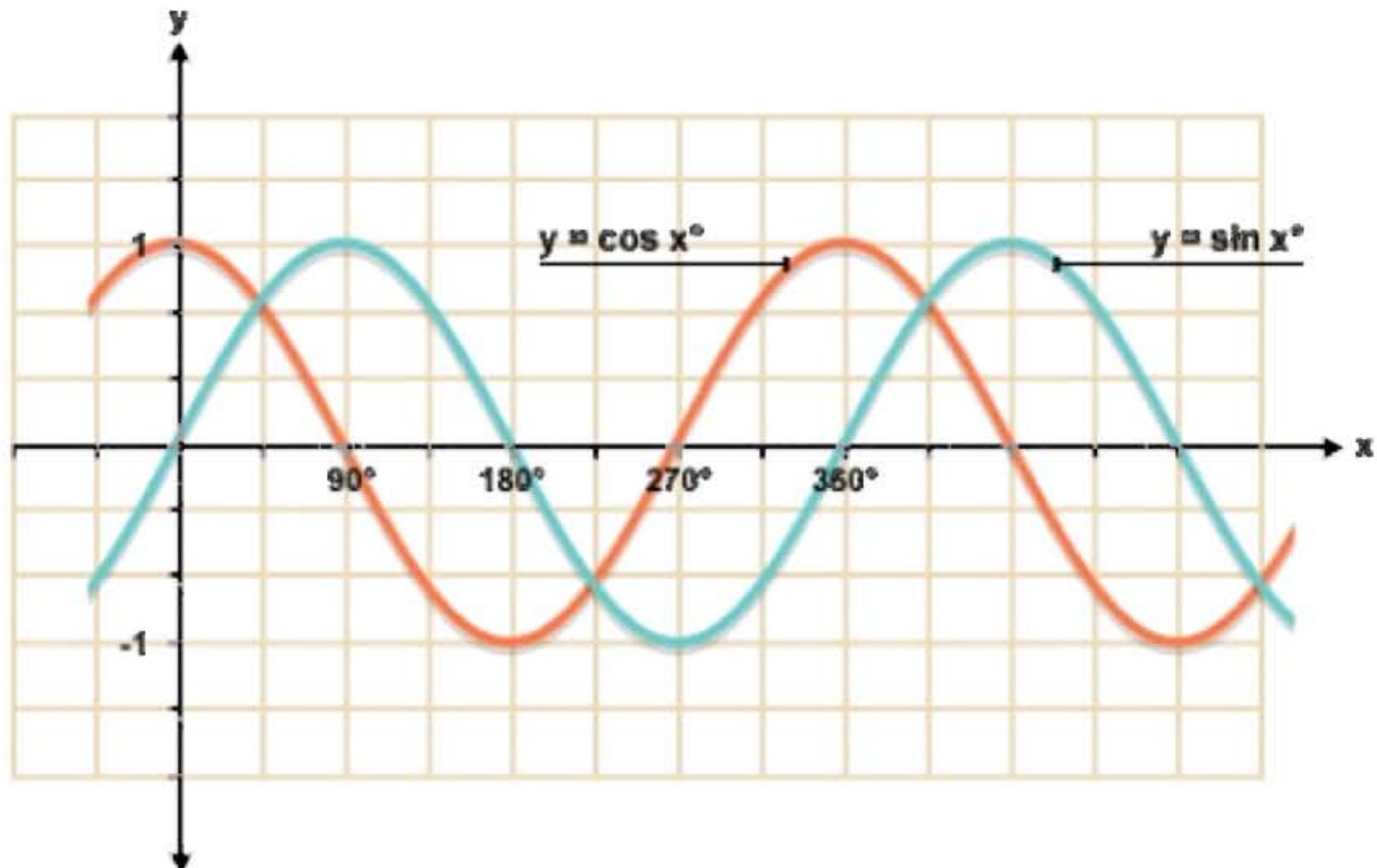
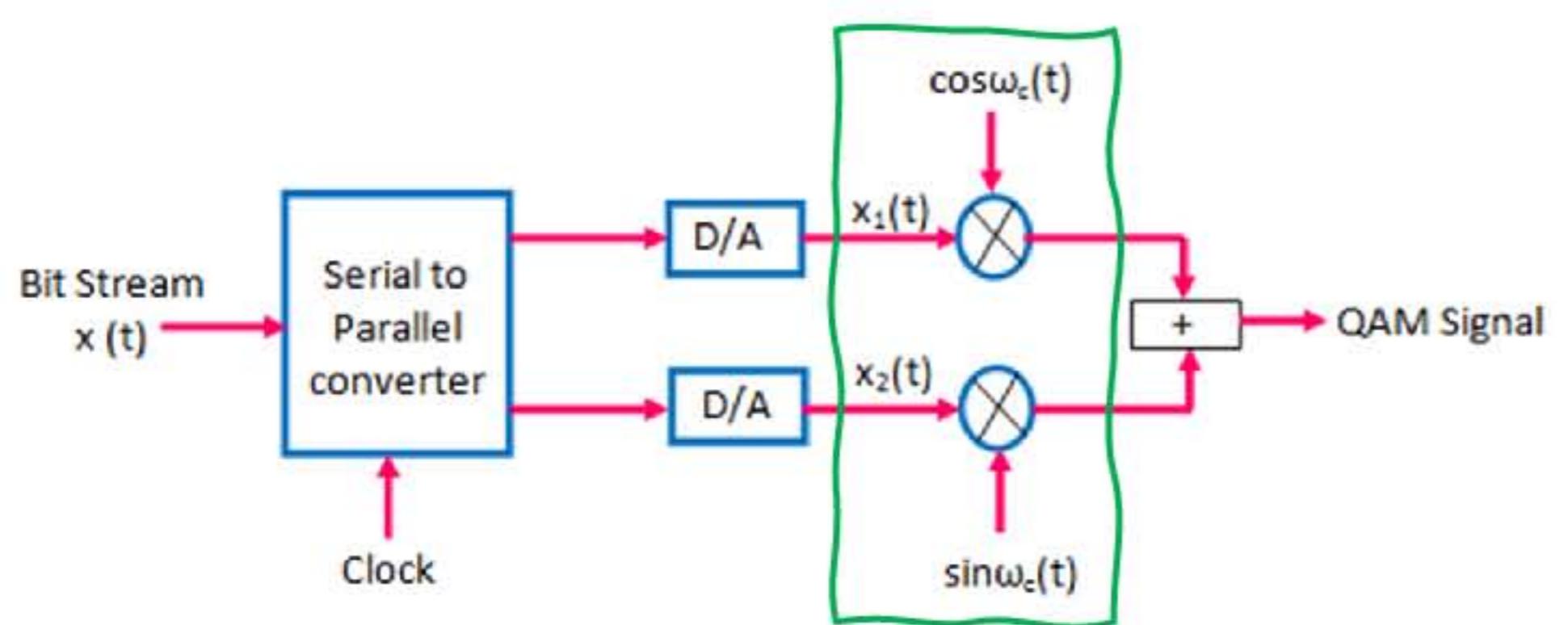


Exemplos: faltam os demais

QAM MODULATION

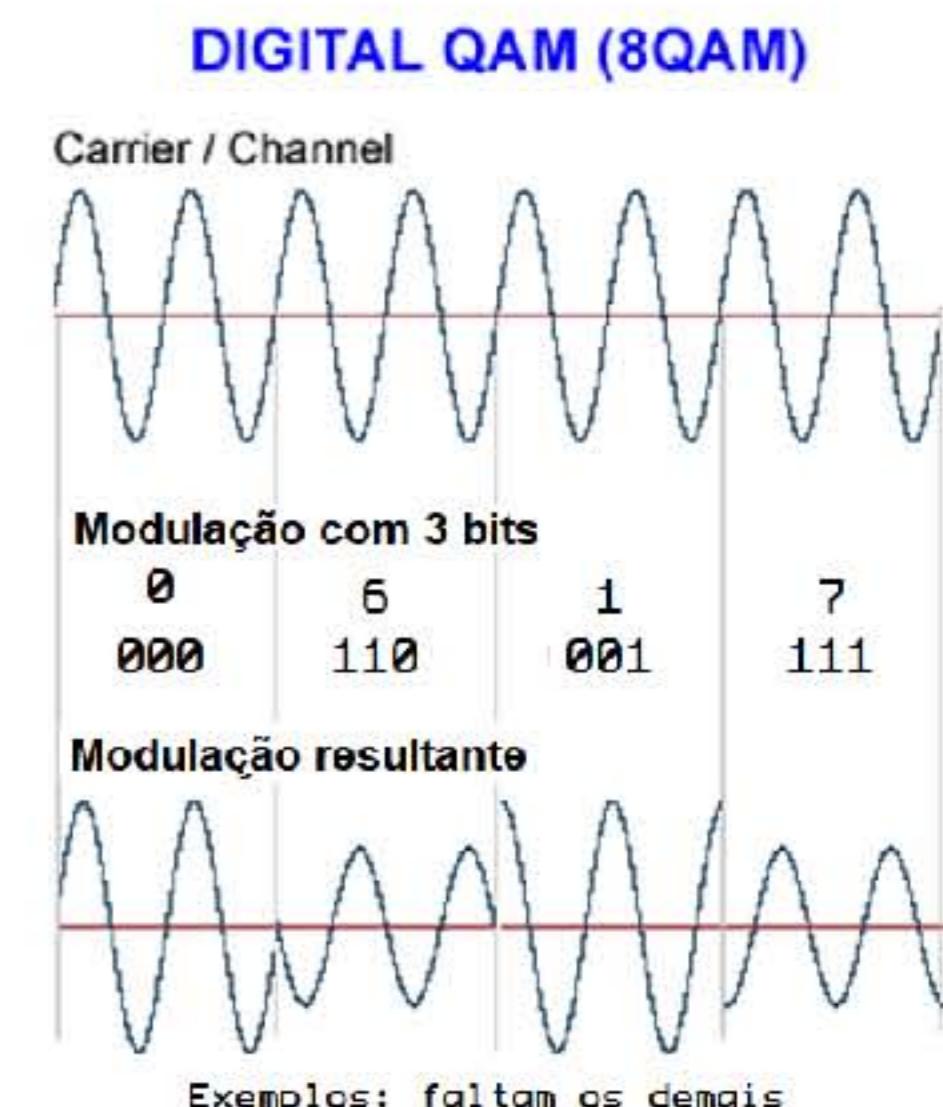
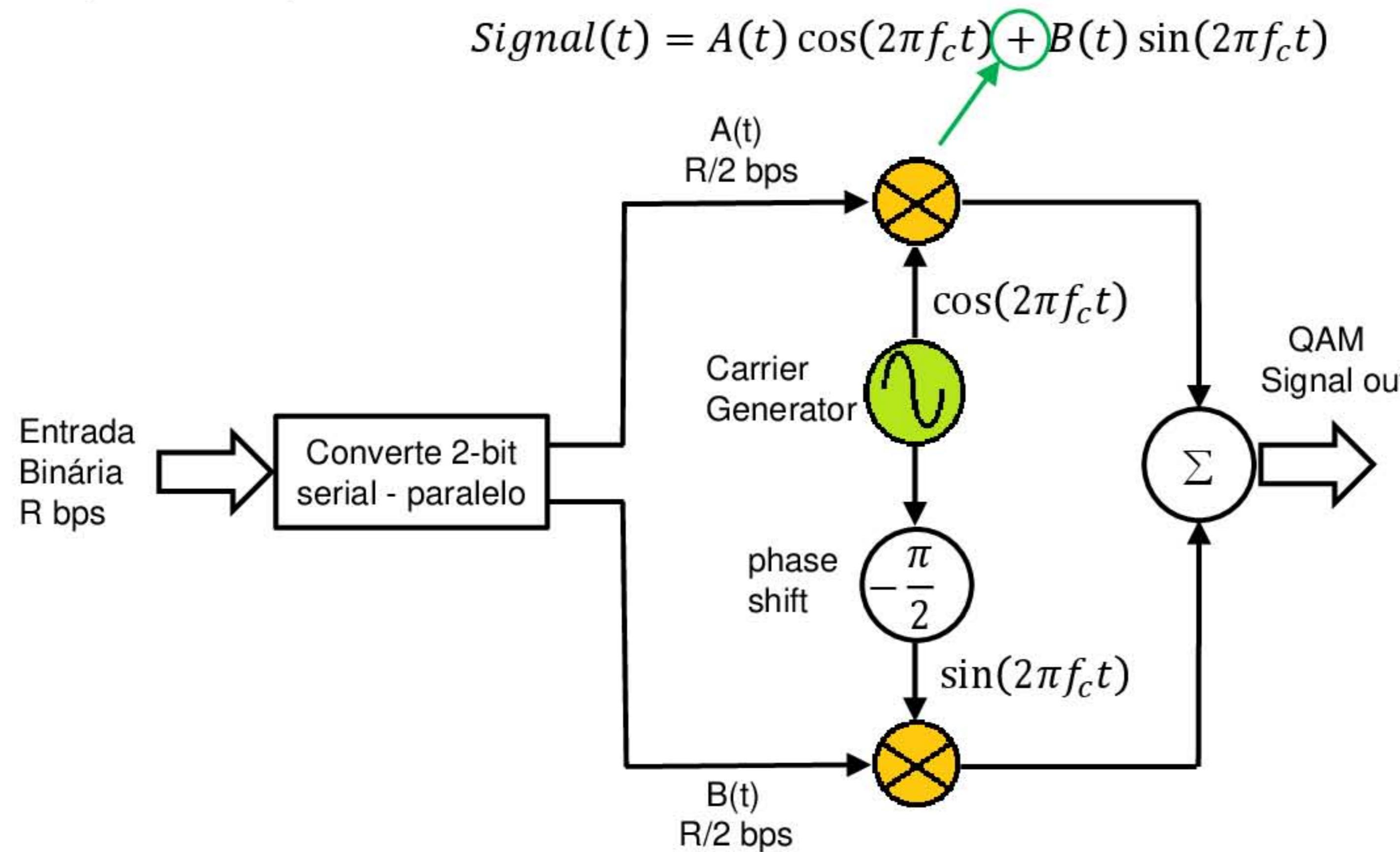


COMPOSIÇÃO



EXPLANAÇÃO

- QAM é uma combinação de ASK e PSK
- São enviados dois sinais na mesma portadora e a defasagem de cada combinação é $\pi/4$



EXEMPLO

→ Geração do Quadbit **0000**:

→ Defasagem = -135° & Amplitude = 0.311 V_p

$$\text{Signal}(t) = 0.311 \sin(2\pi ft - 135^\circ)$$

$$V(t) = V_p \sin(2\pi ft + \alpha^\circ)$$

→ Considerando que:

$$\sin(a - b) = \sin a \cos b - \cos a \sin b$$

$$\text{Signal}(t) = 0.311[\sin(2\pi f_c t) \cos(135^\circ) - \cos(2\pi f_c t) \sin(135^\circ)]$$

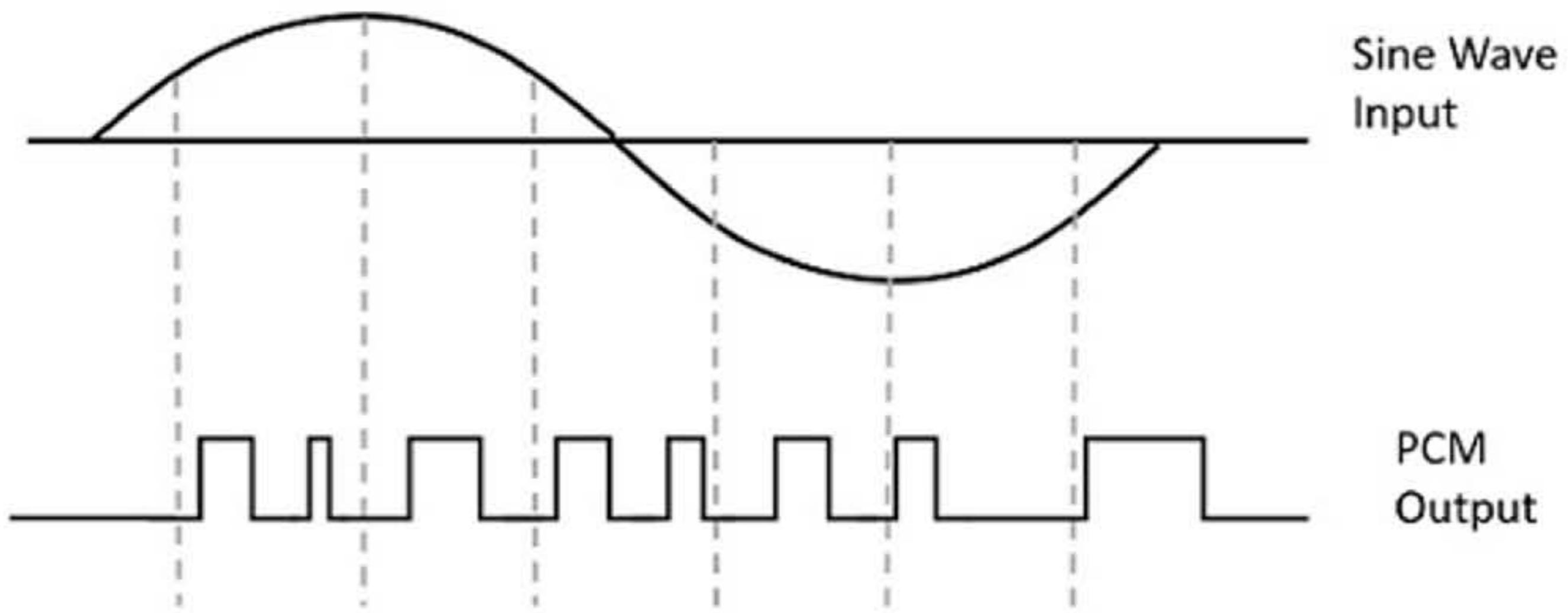
$$\text{Signal}(t) = 0.311[-0.707 \times \sin(2\pi f_c t) - 0.707 \times \cos(2\pi f_c t)]$$

$$\text{Signal}(t) = -0.22 \sin(2\pi f_c t) - 0.22 \times \cos(2\pi f_c t)$$

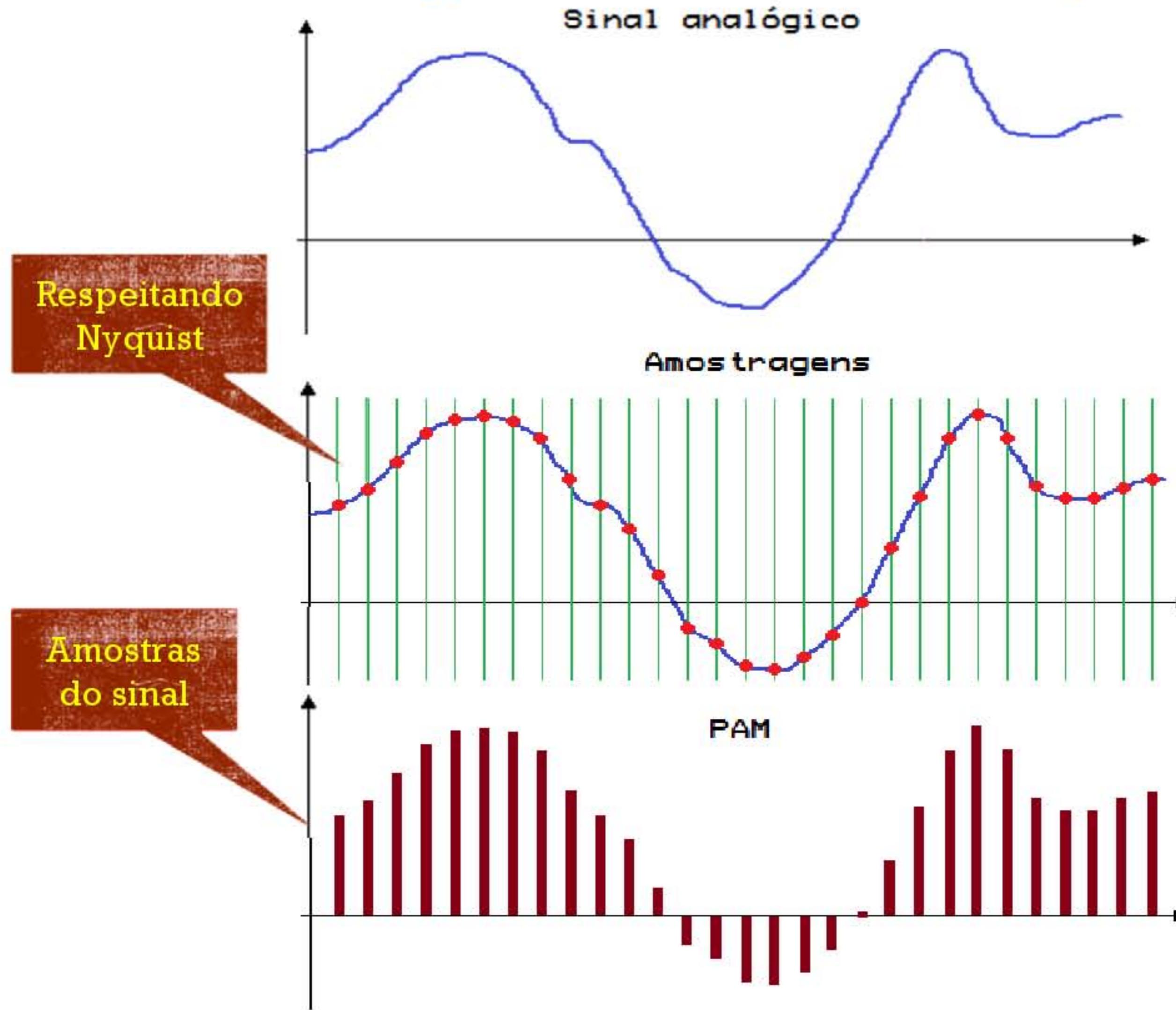
$$\text{Signal}(t) = A(t) \cos(2\pi f_c t) + B(t) \sin(2\pi f_c t)$$

→ Que é o sinal a ser gerado e transmitido, e que representa **0000**

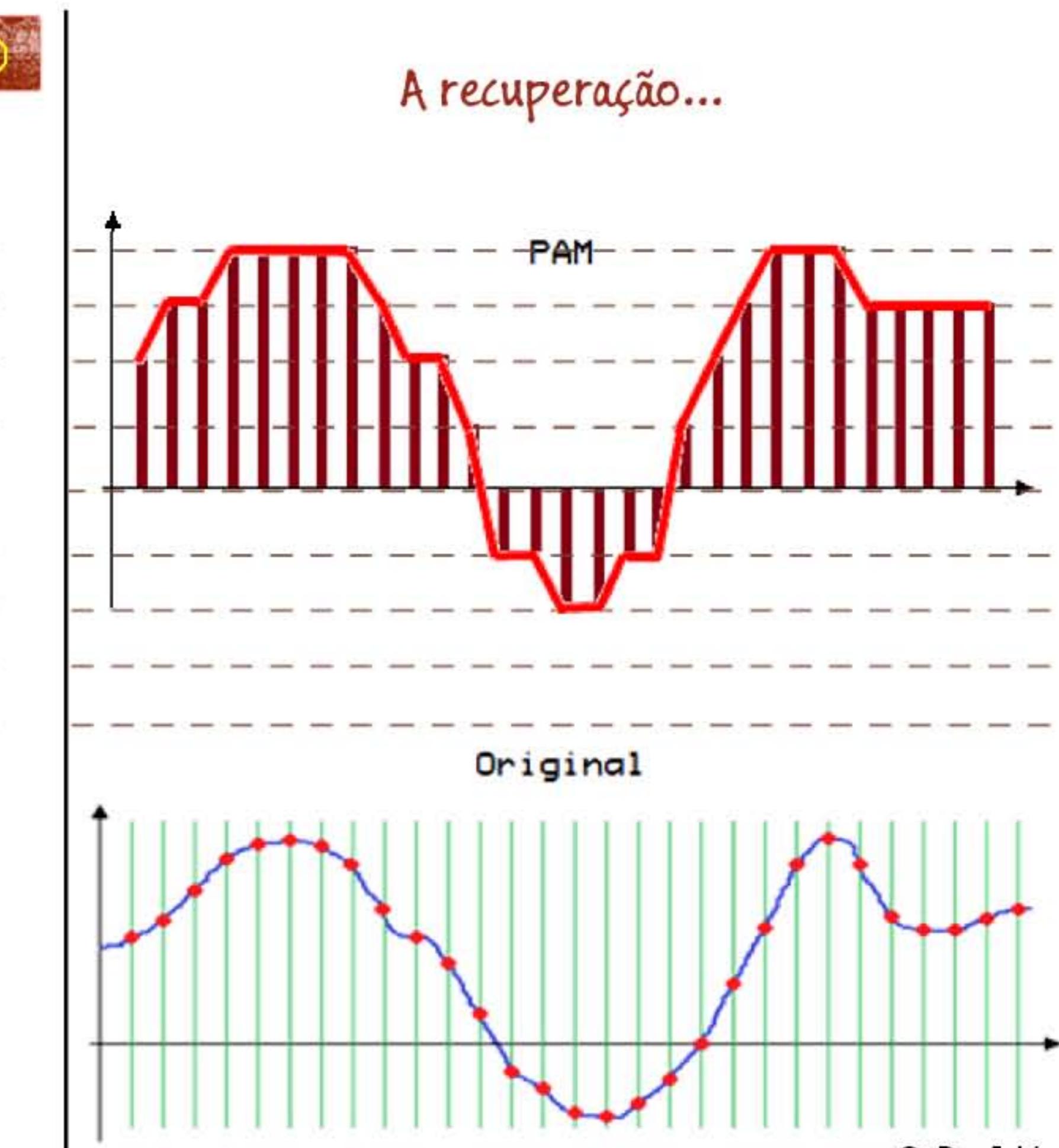
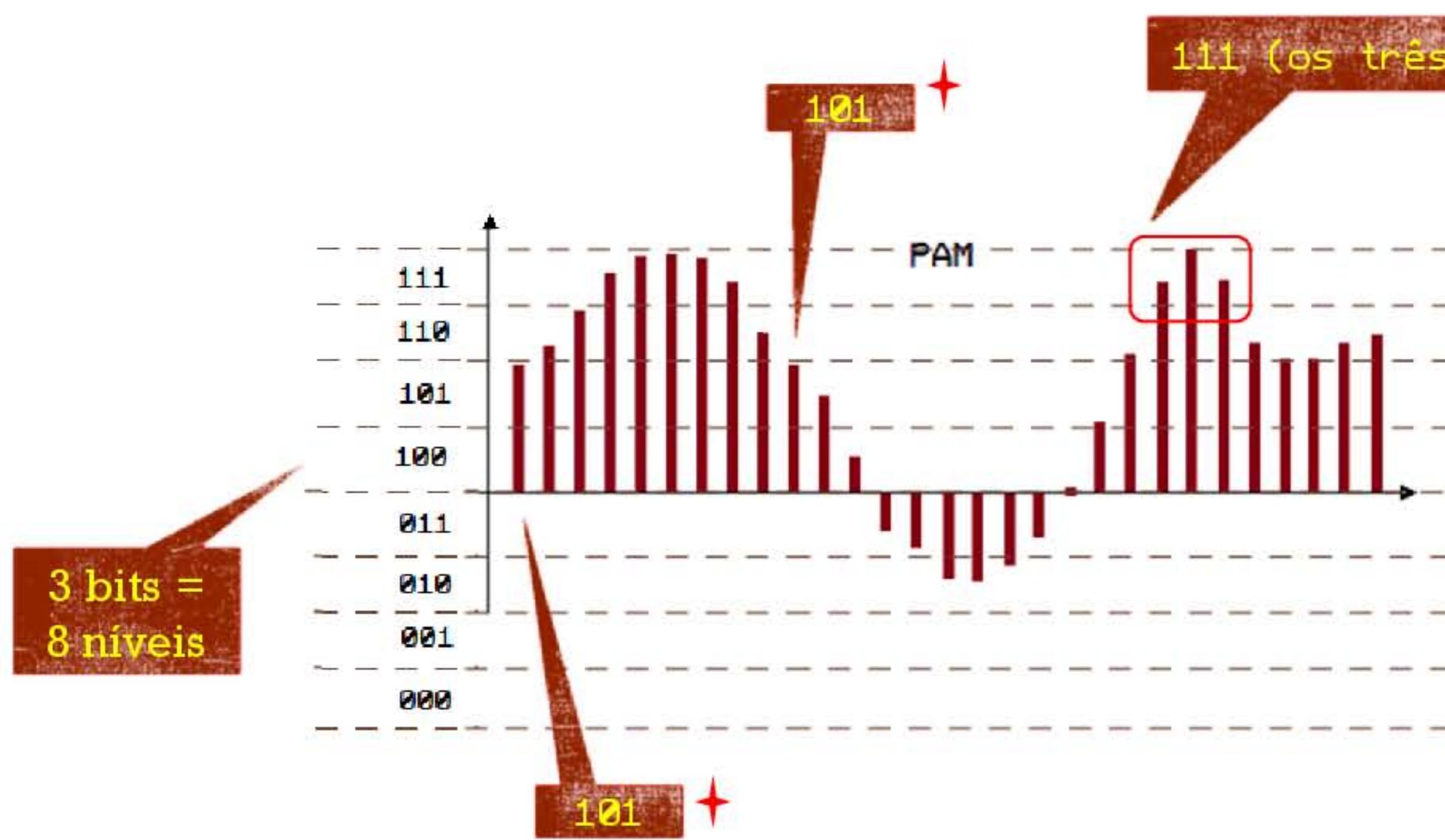
PCM MODULATION



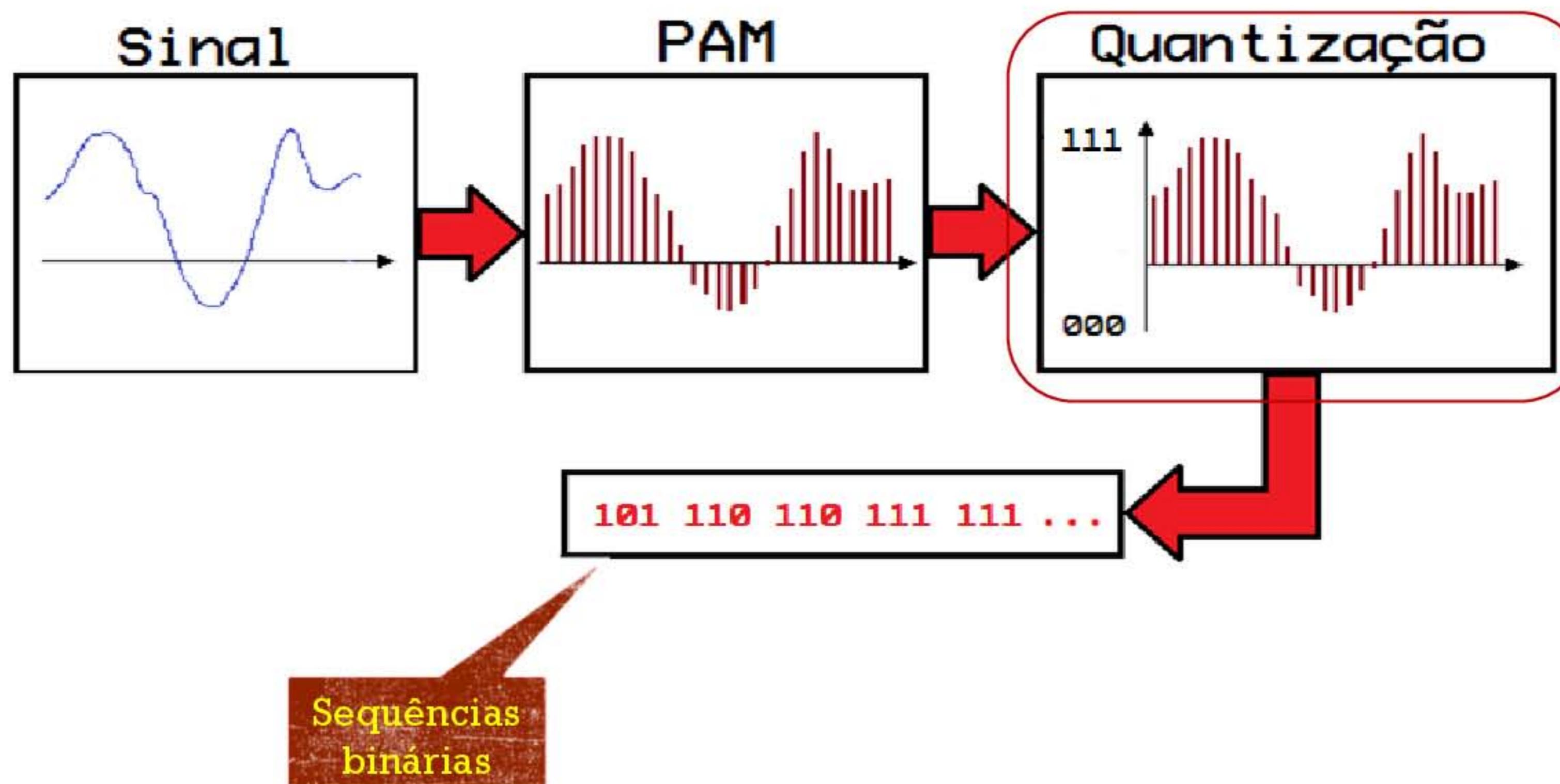
O QUE É CONVERSÃO A/D



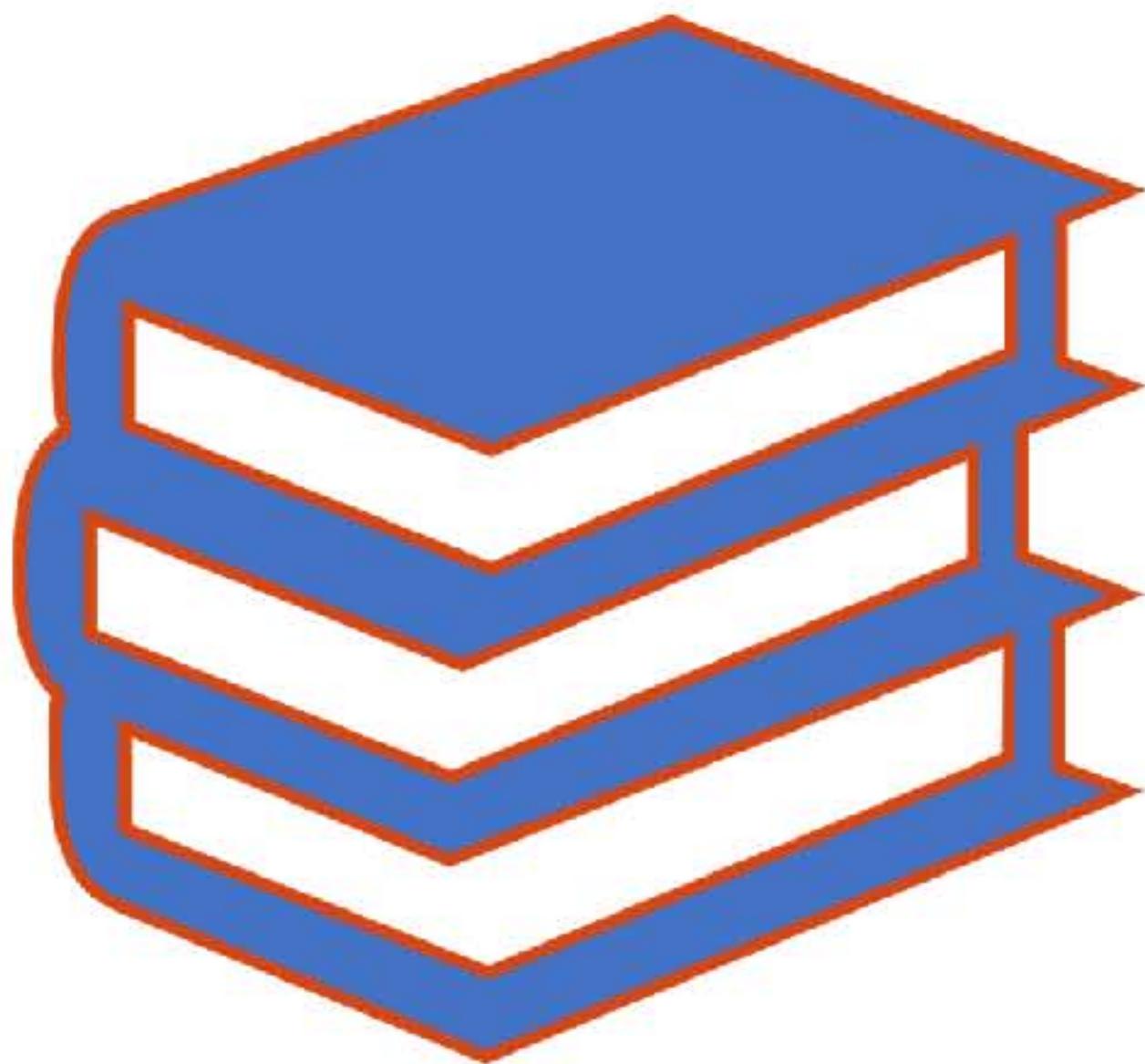
COMO FUNCIONA...



PROCESSO...



REFERÊNCIAS



- ⌚ Modulação Digital: Arndt D M, Caetano S, Moecke M - 2016
- ⌚ Modulação Digital:
<https://www.decom.fee.unicamp.br/~celso/mac/moddig.pdf> - Acesso em 24 de março de 2021
- ⌚ Differential Phase Shift Keying:
https://www.tutorialspoint.com/digital_communication/digital_communication_differential_phase_shift_keying.htm - Acesso em 24 de março de 2021
- ⌚ Phase-shift keying:
https://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying Acesso em 25 de março de 2021
- ⌚ Understanding Quadrature Phase Shift Keying (QPSK) Modulation:
<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/quadrature-phase-shift-keying-qpsk-modulation/> - Acesso em 26 de março de 2021



Até a próxima!