

Modulação QAM – Respostas dos exercícios

Exercício 1: (QAM)

a)

$$v_1(t) = \frac{1}{2}m_1(t) + \underbrace{\frac{1}{2}m_1(t) \cos 4\pi f_0 t}_{2f_0} + \underbrace{\frac{1}{2}m_2(t) \sin 4\pi f_0 t}_{2f_0}$$

$$v_2(t) = \underbrace{\frac{1}{2}m_1(t) \sin 4\pi f_0 t}_{2f_0} + \frac{1}{2}m_2(t) - \underbrace{\frac{1}{2}m_2(t) \cos 4\pi f_0 t}_{2f_0}$$

As parcelas de alta frequência podem ser eliminadas com filtragem passa-baixas, resultando na recuperação do sinal original (m_1 e m_2), com uma redução de metade da amplitude original, que pode ser compensada com amplificação.

b) BW=4 kHz

Exercício 2: (64-QAM)

Baseado no seguinte mapa da constelação 64-QAM:

a) Módulo e fase dos símbolos:

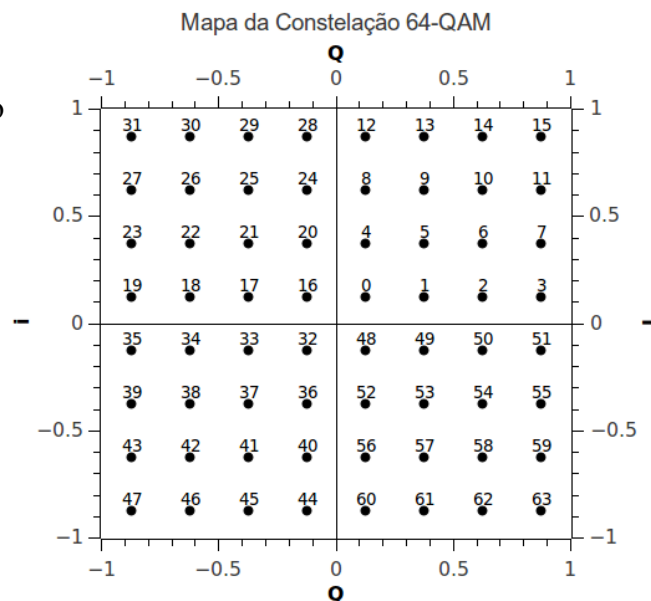
símbolo: 101010=42

módulo= 0.8839

fase= 225°

símbolo: 010101=21

módulo= 0.5303

fase= 135° b) $P_{bc}=1 \cdot 10^{-3}$ $P_{sc}=3 \cdot 10^{-3}$ **Exercício 3: (BER)**

As modulações possíveis para máxima eficiência espectral e $BER < 10^{-6}$ são 8-PSK e 8-QAM.

Exercício 4: (OFDM)Número de sub-portadoras: $n=64$ $\Delta f=312,5$ kHz

frequência das sub-portadoras: $f_{sc_i} = f_c \pm \Delta f \left(\frac{1}{2} + i \right)$ onde $0 \leq i \leq 31$

Exercício 5: (PCM)a) Número bits: $n=12$ bitsb) frequência de amostragem mínima: $f_s=40$ MHz**Exercício 6: (PWM)**a) Número bits: $n=10$ bits; frequência de clock: $f_{clk}=102,4$ MHzb) filtro passa-baixas: $f_c=10$ kHz; 2 polos (2^a ordem)