Gabarito 1º EE 2018.1 (PCOM)

1 a) $\frac{d^2}{dt^2}y(t) + 16\frac{d}{dt}y(t) + 63y(t) = 3x(t)$

$$H(\omega) = \frac{Y(\omega)}{X(\omega)} = \frac{3}{(j\omega)^2 + 16j\omega + 63} = \frac{3}{(j\omega+7)(j\omega+9)} = \frac{A_1}{j\omega+7} + \frac{A_2}{j\omega+9}$$

$$A_1 = \frac{3}{-7+9} = 3/2 \quad , \quad A_2 = \frac{3}{-9+7} = -3/2 \quad , \quad H(\omega) = \frac{3/2}{j\omega+7} - \frac{3/2}{j\omega+9}$$

$$h(t) = \frac{3}{2}\left(e^{-7t} - e^{-9t}\right)u(t)$$

b) $$Y(\omega) = H(\omega)X(\omega) = \frac{3}{(j\omega+7)(j\omega+9)} \cdot \frac{1}{(j\omega+1)} = \frac{A_1}{j\omega+1} + \frac{A_2}{j\omega+7} + \frac{A_3}{j\omega+9}$$

$$A_1 = \frac{3}{(-1+7)(-1+9)} = \frac{1}{16} \quad , \quad A_2 = \frac{3}{(-7+1)(-7+9)} = \frac{-1}{4} \quad , \quad A_3 = \frac{3}{(-9+1)(-9+7)} = \frac{3}{16}$$

$$Y(\omega) = \frac{1/16}{j\omega+1} - \frac{1/4}{j\omega+7} + \frac{3/16}{j\omega+9} \Rightarrow y(t) = \left(\frac{1}{16}e^{-t} - \frac{1}{4}e^{-7t} + \frac{3}{16}e^{-9t}\right)u(t)$$

c) $\omega \to s$ e $s \to 1/s$ $\qquad H_{LPF}(s) = \frac{3}{s^2+16s+63}$

$$H_{HPF}(s) = \frac{3}{(s^{-1})^2 + 16(s^{-1}) + 63} = \frac{3s^2}{1 + 16s + 63s^2} \quad \text{ou} \quad H_{HPF}(\omega) = \frac{3(j\omega)^2}{63(j\omega)^2 + 16j\omega + 1}$$

2 a) $\varphi_{QAM}(t) = m_1\cos(\omega_c t) - m_2 \operatorname{sen}(\omega_c t)$

Na demodulação a portadora em fase é $\cos((\omega_c+\Delta\omega)t)$. Assim

$$m_1 \cdot \cos(\omega_c t) \cdot \cos((\omega_c+\Delta\omega)t) = \frac{m_1}{2}\cos((2\omega_c+\Delta\omega)t) + \frac{m_1}{2}\cos(\Delta\omega t)$$

$$m_2 \operatorname{sen}(\omega_c t) \cdot \cos((\omega_c+\Delta\omega)t) = \frac{m_2}{2}\operatorname{sen}((2\omega_c+\Delta\omega)t) + \frac{m_2}{2}\operatorname{sen}(\Delta\omega t)$$

E após um LPF com corte em ω_c tem-se

$$m_1\cos(\Delta\omega t) - m_2\operatorname{sen}(\Delta\omega t)$$

② b) Fazendo $R_\varphi(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_{QAM}(t) \cdot c(t-\tau)\,dt$, com $C(t) = \cos((\omega_c + \Delta\omega)t)$, a variável τ "percorre" a reta real. Somente quando não houver desvio, $\Delta\omega = 0$, ocorrerá na saída apenas m_1.

A energia do sinal demodulado é uma combinação da energia de m_1 e m_2. Quando $\Delta\omega = 0$, tem-se apenas a energia de m_1. Desse forma, minimizando a energia do sinal, obtém-se o ponto desejado.

③ a) Desde que $\omega_0 = 6\pi \cdot 10^6$ rad/s e $\omega_c = 240\pi \cdot 10^3$ rad/s

$$y(t) = \frac{4}{\pi}\, m(t) \cdot 7\pi \left(\cos(2\pi \cdot 120 \cdot 10^3 t) - \cos(2\pi\, 360 \cdot 10^3 t) + \cos(2\pi \cdot 600 \cdot 10^3 t) + \dots \right) \cos(2\pi \cdot 3 \cdot 10^6 t)$$

$$= \frac{28}{2}\, m(t) \left(\cos(2\pi \cdot 2880 \cdot 10^3 t) + \cos(2\pi \cdot 3120 \cdot 10^3 t) - \frac{1}{3}\cos(2\pi \cdot 2640 \cdot 10^3 t) + \right.$$
$$\left. - \frac{1}{3}\cos(2\pi \cdot 3360 \cdot 10^3 t) + \frac{1}{5}\cos(2\pi \cdot 2400 \cdot 10^3 t) + \underline{\frac{1}{5}\cos(2\pi\, 3600 \cdot 10^3 t)} + \dots \right)$$

Como o BPF seleciona a freq de 3,6 MHz

$$\alpha = \frac{14}{5}$$

b) $7{,}2\,M = K \cdot f_c + 3M \Rightarrow f_c = \frac{4{,}2\,M}{K}$, K inteiro e ímpar.

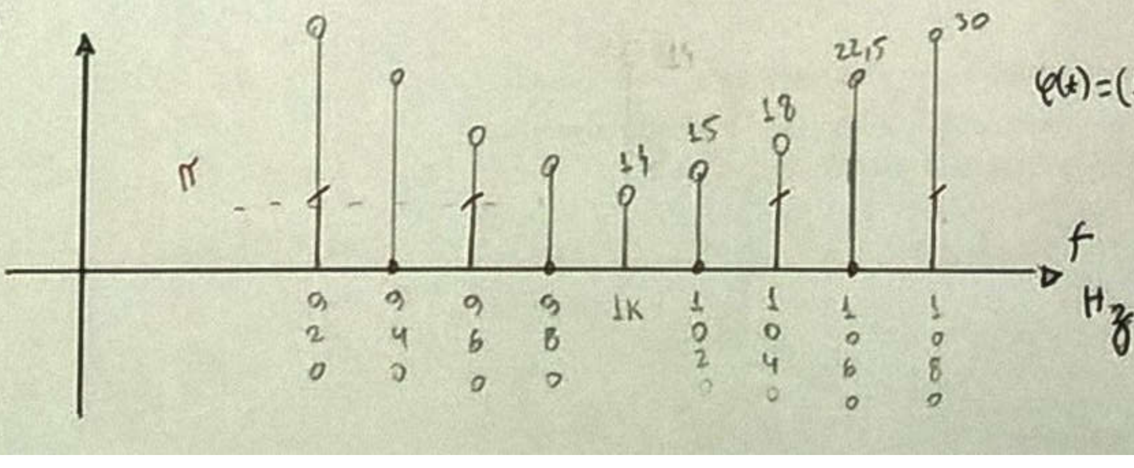
desde que $K = \frac{4{,}2M}{2{,}1M} = 2$, $f_c = 2{,}1$ MHz não é um valor possível.

④ a) $m(t) = \frac{A_0}{6}\cos(\omega_0 t) - \frac{A_0}{5}\cos(2\omega_0 t) + \frac{A_0}{4}\cos(3\omega_0 t) - \frac{A_0}{3}\cos(4\omega_0 t)$

O máximo valor ocorre quando $-\frac{A_0}{6} + \frac{A_0}{5} - \frac{A_0}{4} + \frac{A_0}{3} = \frac{7}{60} A_0$.

No limite da sobremodulação, $14 = \frac{7}{60} A_0 \Rightarrow A_0 = 120$

b)



$\varphi(t) = (14 + m(t))\cos(2\pi \cdot 10^3 t)$