

TESTE 4 – 2/2014

Nome: _____

Matrícula: _____

Questão 1

Com respeito à modulação angular, dado o sinal modulante

$$m(t) = \sin(20000\pi t) + 0,5\cos(15000\pi t)$$

com $k_f = 10^5 \text{ Hz/V}$; $k_p = 5\pi \text{ rad/V}$,

- 1) Escreva uma expressão para o sinal modulado em FM e PM

$$\begin{aligned} \varphi_{FM}(t) &= \cos\left(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\alpha) d\alpha\right) \\ &= \cos\left(2\pi f_c t - 10 \cos(20000\pi t) + \frac{20}{3} \sin(15000\pi t) + 10\right) \end{aligned}$$

$$\varphi_{PM}(t) = \cos(2\pi f_c t + k_p m(t)) = \cos\left(2\pi f_c t + 5\pi \sin(20000\pi t) + \frac{5}{2} \cos(15000\pi t)\right)$$

- 2) Estime as larguras de banda de transmissão B_{FM} e B_{PM} ;

$$\begin{aligned} B_{FM} &= 2(k_f m_p + B) = 2(1,5 \times 10^5 + 10^4) = 320\text{kHz} \\ \dot{m}(t) &= 20000\pi \cos(20000\pi t) - 7500\pi \sin(15000\pi t) \Rightarrow \dot{m}_p = 27500\pi \end{aligned}$$

$$B_{PM} = 2\left(\frac{k_p}{2\pi} \dot{m}_p + B\right) = 2(2,5(27500\pi) + 10^4) = 452\text{kHz}$$

- 3) Repita o item 2 para um sinal $m'(t) = m(t)/4$

Neste caso, $m'_p = \frac{m_p}{4}$ e $\dot{m}'_p = \frac{\dot{m}_p}{4}$, portanto

$$B'_{FM} = 2(0,375 \times 10^5 + 10^4) = 95\text{kHz}$$

$$B'_{PM} = 2(2,5(6875\pi) + 10^4) = 128\text{kHz}$$

- 4) Repita o item 2 para um sinal $m''(t) = m(2t)$

Trata-se de uma compressão no tempo, ou seja, a largura de banda do sinal dobra, e

$$B''_{FM} = 2(1,5 \times 10^5 + 2 \times 10^4) = 340\text{kHz}$$

A derivada também dobra

$$B''_{PM} = 2(2,5(55000\pi) + 2 \times 10^4) = 904\text{kHz}$$

$$B_T \cong 2\Delta f + 2B_m$$