

Exemplos

Edmar J Nascimento

Universidade Federal do Vale do São Francisco
Colegiado de Engenharia Elétrica

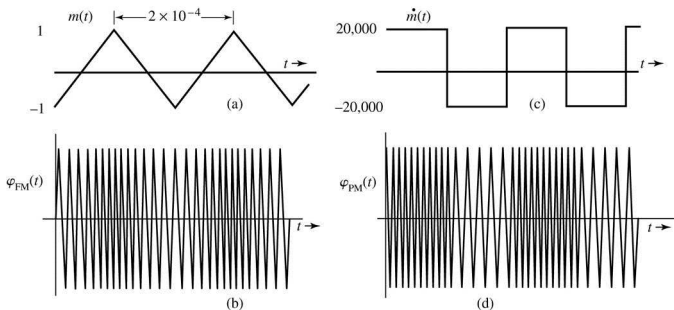
www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento

October 5, 2020

Exemplo - Esboço de Sinal Modulado em FM e PM (1)

Exemplo

Esboce os sinais $\varphi_{FM}(t)$ e $\varphi_{PM}(t)$ para o sinal $m(t)$ mostrado abaixo com $k_f = 2\pi \times 10^5$ e $k_p = 10\pi$ para $f_c = 100\text{MHz}$



Exemplo - Esboço de Sinal Modulado em FM e PM (1)

Solução

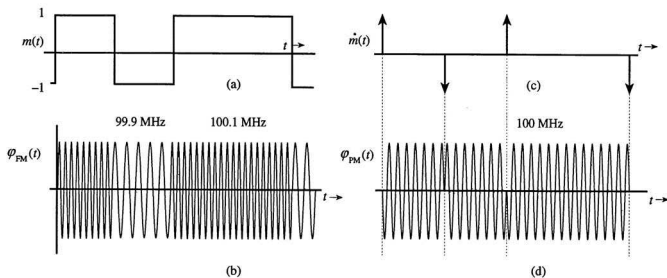
$$f_i = f_c + \frac{k_f}{2\pi} m(t) = 10^8 + 10^5 m(t) \quad (FM)$$

$$f_i = f_c + \frac{k_p}{2\pi} \dot{m}(t) = 10^8 + 5\dot{m}(t) \quad (PM)$$

Exemplo - Esboço de Sinal Modulado em FM e PM (2)

Exemplo

Esboce os sinais $\varphi_{FM}(t)$ e $\varphi_{PM}(t)$ para o sinal digital $m(t)$ mostrado abaixo com $k_f = 2\pi \times 10^5$ e $k_p = \pi/2$ para $f_c = 100\text{MHz}$



Exemplo - Esboço de Sinal Modulado em FM e PM (2)

Solução

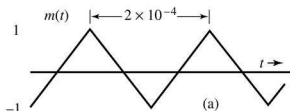
$$f_i = f_c + \frac{k_f}{2\pi} m(t) = 10^8 + 10^5 m(t) \quad (FM)$$

$$\varphi_{PM}(t) = A \cos \left[\omega_c t + \frac{\pi}{2} m(t) \right] \quad (PM)$$

Exemplo - Regra de Carson

Exemplo

- (a) Estime B_{FM} e B_{PM} para o sinal modulante $m(t)$ mostrado abaixo para $k_f = 2\pi \times 10^5$ e $k_p = 5\pi$.
- (b) Repita o problema se a amplitude de $m(t)$ é duplicada.



Exemplo - Regra de Carson

Solução

$$m(t) = \sum_n C_n \cos n\omega_0 t, \quad \omega_0 = 10^4 \pi$$

$$C_n = \begin{cases} \frac{8}{\pi^2 n^2}, & n \text{ ímpar} \\ 0, & n \text{ par} \end{cases}$$

$$B = 15\text{kHz} \text{ (Terceira harmônica)}$$

$$B_{FM} = 2(\Delta f + B) = 230\text{kHz}(a)$$

$$B_{PM} = 2(\Delta f + B) = 130\text{kHz}(a)$$

$$B_{FM} = 2(\Delta f + B) = 430\text{kHz}(b)$$

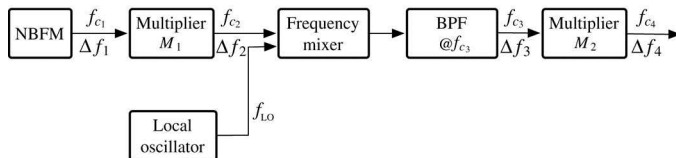
$$B_{PM} = 2(\Delta f + B) = 230\text{kHz}(b)$$

Exemplo - Método Indireto de Armstrong

Exemplo - 5.3-1 (Livro)

Projete (apenas o diagrama em blocos) um modulador indireto de Armstrong para gerar uma portadora FM com frequência de 98,1 MHz e $\Delta f = 75$ KHz. Há disponibilidade de um gerador de FM de banda estreita, com frequência portadora de 100 KHz e desvio de frequência $\Delta f = 10$ Hz. No estoque, há um oscilador de frequência ajustável na faixa 10 a 11 MHz. Há ainda, diversos dobradores, triplicadores e quintuplicadores de frequência.

Exemplo - Método Indireto de Armstrong



Solução

$$\frac{\Delta f_4}{\Delta f_1} = 7500 = 2^2 \times 3 \times 5^4 = M_1 \times M_2$$

$$f_{c2} = M_1 f_{c1}, \quad f_{c3} = f_{c2} - f_{LO}, \quad f_{c4} = M_2 f_{c3}$$

$$M_2 f_{LO} = 651,9 \text{ MHz} \Rightarrow M_2 = 60, \quad M_1 = 125, \quad f_{LO} = 10,865 \text{ MHz}$$

$$\Delta f_2 = M_1 \Delta f_1 = 1,25 \text{ KHz} = \Delta f_3, \quad f_{c3} = 1,635 \text{ MHz}$$