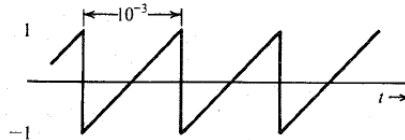


Universidade Federal da Campina Grande
Departamento de Engenharia Elétrica
Princípios de Comunicações
Prof. Edmar Candeia Gurjão
 Terceira lista de exercícios Data: 19/09/2016

Problema 1 Esboce $\varphi_{FM}(t)$ e $\varphi_{PM}(t)$ para o sinal modulante $m(t)$ mostrado a seguir. Dados: $\omega_c = 2\pi \times 10^6$ rad/s, $k_f = 2.000\pi$ e $k_p = \pi/2$. Explique por que é necessário utilizar $k_p < \pi$ neste caso.

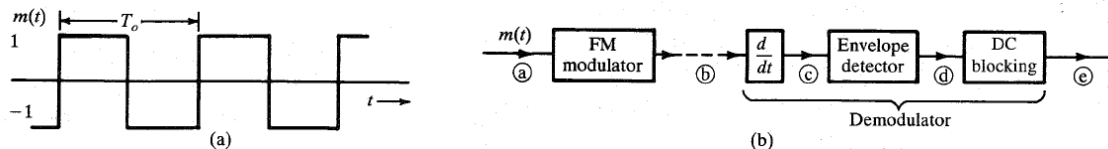


Problema 2 Dados $m(t) = \sin 2000\pi t$, $k_f = 200.000\pi$ e $k_p = 10$,

- Estime a largura de banda dos sinais $\varphi_{FM}(t)$ e $\varphi_{PM}(t)$;
- Repita (a) se a amplitude do sinal $m(t)$ for duplicada;
- Repita (a) se a frequência do sinal $m(t)$ for duplicada;
- Comente sobre a sensibilidade das larguras de faixa de FM e PM com relação ao espectro de $m(t)$.

Problema 3 Utilizando o método indireto de Armstrong, apresente o diagrama de blocos de um modulador FM capaz de gerar, na sua saída, um sinal FM com frequência de portadora igual a 96 MHz e $\Delta f = 20$ kHz. Para isto, o gerador FM de banda estreita disponível tem $f_c = 200$ kHz e Δf ajustável na faixa de 9 a 10 Hz. Além disso, você tem à sua disposição um oscilador de frequência ajustável no intervalo de 9 a 10 MHz, filtros passa-faixas para qualquer frequência central e (apenas) duplicadores de frequência.

Problema 4 O sinal periódico $m(t)$ mostrado a seguir modula em frequência uma portadora com frequência $f_c = 10$ kHz, sendo $\Delta f = 1$ kHz. A amplitude da portadora é A . O sinal FM resultante é demodulado segundo o esquema mostrado abaixo. Esboce as formas de onda nos pontos b, c, d e e.



Problema 5 Considere um sinal modulado em ângulo $\varphi_{EM}(t) = 10 \cos(\omega_c t + 3 \cos \omega_m t)$ e $f_m = 1$ kHz. Determine o índice de modulação e ache a largura de faixa do sinal transmitido e também quando ω_m é duplicado, para (a) FM e (b) PM.

Problema 6 Vimos que dependendo da relação entre k_f e $\int_{-\infty}^t m(\alpha) d\alpha$ pode-se obter FM faixa estreita ou faixa larga. Porque não utilizamos sempre o FM faixa estreita?

Problema 7 Mantendo o sinal mensagem fixo, uma forma de controlar o espectro é varia k_f para FM e K_p para PM, pois atribuindo valores pequenos pode-se ocupar uma faixa de 2BHz. Há alguma razão para não fazer esses valores muito pequenos? Justifique sua resposta

Problema 8 Seja $m(t)$ um sinal quadrado de amplitude $A = 2$ e período $T = \alpha A$. Para $\alpha = 2$ desenhe os sinais FM e PM com $K_f = 2\pi 10^5$ e $K_p = \pi/2$ e $f_c = 100\text{MHz}$. Esse valor de K_f garante FM de faixa estreita? Explique sua resposta.

Problema 9 No sinal $m(t)$ da questão anterior, como se comportam as larguras de banda para um sinal FM e para PM, mantendo-se K_f e k_p constantes, quando se altera o valor de A para $\alpha < 1$ e para $\alpha > 1$?

Problema 10 Justifique as seguintes afirmativas:

- FM de faixa larga é independente do espectro de $m(t)$.
- PM de faixa larga é fortemente dependente do espectro de $m(t)$

Problema 11 O modulador comutado gera um trem de pulsos $x(t)$ com frequência fundamental igual a do gerador de sinais acoplado a ele. A série de Fourier para esse sinal é $x(t) = (1/2) + (2/\pi)(\cos \omega_0 t - (1/3) \cos 3\omega_0 t + (1/5) \cos 5\omega_0 t - \dots)$ em que $\omega_0 = 2\pi/T$ representa a frequência fundamental em rad/s.

Problema 12 Um sinal modulado em ângulo é descrito pela equação

$$s(t) = 10 \cos[2\pi(10^6)t + 0.1 \sin(10^3)\pi t]$$

- Considerando $s(t)$ como um sinal PM com $k_p = 10$ encontre $m(t)$.
- Considerando $s(t)$ como um sinal FM com $k_f = 10\pi$ encontre $m(t)$.

Problema 13 Uma portadora de 20 MHz é modulada em frequência por um sinal senoidal tal que o máximo desvio de frequência é de 100KHz. Determine o índice de modulação e a largura de banda do sinal FM se a frequência do sinal modulado é a) 1kHz, b) 100 kHz e c) 500 kHz.

Problema 14 Qual a relação entre o índice de modulação e largura de banda do sinal mensagem para que se possa considerar FM da faixa estreita.

Problema 15 Considere o sinal modulado em ângulo

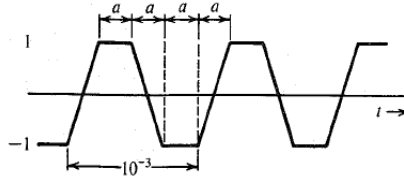
$$s(t) = 10 \cos(\omega_c t + 3 \sin \omega_m t)$$

Assuma que esse sinal está modulado em PM e que $f_m = 1\text{kHz}$ e calcule o índice de modulação e a largura de banda quando a) f_m é duplicada e b) f_m cai pela metade.

Problema 16 Repita o problema anterior considerando que o sinal é FM

Problema 17 Uma portadora é modulada em frequência com uma senóide de frequência 2kHz, resultando em um desvio máximo de frequência de 5kHz.

- Encontre a largura de banda do sinal modulado.
- A amplitude do sinal modulante é aumentada por um fator de 3, e sua frequência é baixada para 1kHz. Encontre o desvio de frequência e largura de banda desse novo sinal modulado.



Problema 18 (2,0 pontos) Esboce $\varphi_{FM}(t)$ e $\varphi_{PM}(t)$ para o sinal modulante $m(t)$ mostrado a seguir. Dados: $\omega_c = 10^8$ rad/s, $k_f = 10^5$ e $k_p = 25$.

Problema 19 Uma portadora é modulada em frequência pelo sinal $m(t)$ representado na figura abaixo.

- Mostre que a condição de FM faixa estreita é satisfeita se a constante de sensibilidade k_f for igual a 10 Hz/volt;
- Usando este valor de k_f e supondo que a potência do sinal FM é igual a 1 W, faça um esboço de seu espectro de amplitude.

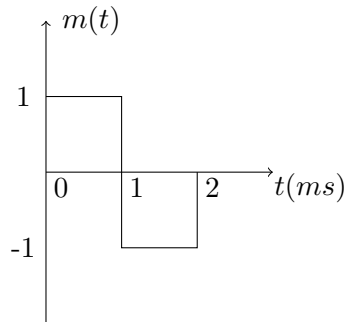


Figura 1: Topology of a grounding system.

Dica: $a(t) = \int_{-\infty}^t m(\alpha) d\alpha \leftrightarrow 10^{-6} \text{sinc}^2(10^{-3}\omega) e^{j10^{-3}\omega}$

Problema 20 Uma portadora de 1MHz e amplitude 3V é modulada em frequência por um tom de 1Vp-p e frequência 500 Hz. Como consequência, o desvio máximo de frequência é de 1 kHz. O nível da forma de onda moduladora é então trocado para 5 Vp-p, e a frequência para 2 kHz. Descreva a nova saída modulada, avalie o espectro e a banda passante requerida.