EE-881 - Princípios de Comunicações I
Prova 1

Celso de Almeida

1. Obtenha a energia de $x(t) = A\mathrm{sinc}(2Wt)$ no domínio do tempo e também no domínio da frequência.

2. Zezinho construiu um modulador AM para transmitir voz na frequência de 27 MHz. O sinal de voz na saída de um microfone foi amplificado e filtrado por um FPB ideal com frequência de corte de $B = 10$ kHz. Considere que a máxima amplitude do sinal de voz é igual a 1 V, $\mu = 1$, $A_c = 40$ V, $< x(t) >= 0$ e $< x^2(t) >= 1/2$. Determine a banda, a potência transmitida, a potência da portadora e também a potência das bandas laterais do sinal AM. O que acontece com a potência das bandas laterais, se o índice de modulação for diminuído para $\mu = 1/2$.

3. Considere o demodulador da Fig. 1. Considere que $x_c(t) = x_i(t)\cos(2\pi f_c t + \phi) + x_q(t)\sin(2\pi f_c t + \phi)$, onde $x_i(t)$ e $x_q(t)$ são respectivamente as componentes em fase e em quadratura. Determine os sinais na saída do demodulador, $y_i(t)$ e $y_q(t)$, para o caso em que a fase do oscilador local $\hat{\phi} = \phi - \pi/2$? Interprete o resultado!

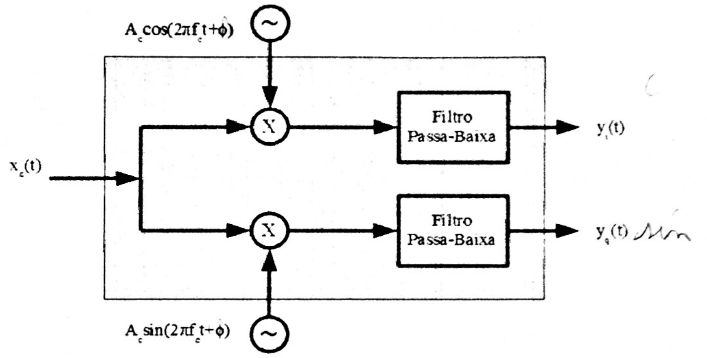

Figura 1: Demodulador Síncrono.

4. Mostre que um integrador seguido de um modulador de fase produz um sinal modulado em frequência, conforme mostra a Fig. 2. Obtenha a constante de desvio de frequência deste modulador. Considere que na saída do integrador $y(t) = \frac{1}{T}\int_0^t x(\lambda)d\lambda$ e que a constante de desvio de fase do modulador PM é ϕ_Δ.

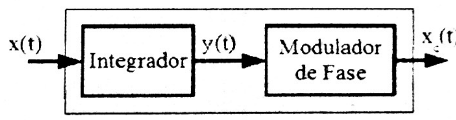

Figura 2: Modulador de Frequência.

Glossário Matemático:

$$\begin{aligned}
\text{sinc}(x) &= \frac{\sin(\pi x)}{\pi x} \\
\int_{-\infty}^{\infty} \text{sinc}(x)dx &= 1 \\
\int_{-\infty}^{\infty} \text{sinc}^2(x)dx &= 1 \\
\mathcal{F}[A\text{ret}_\tau(t)] &= A\tau\text{sinc}(\tau f) \\
\mathcal{E}_X &= \int_{-\infty}^{\infty} x^2(t)dt = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df \\
\mathcal{F}[Y(t)] &= y(-f) \\
\mathcal{F}[x(t)\cos(2\pi f_c t + \phi)] &= \frac{e^{j\phi}}{2}X(f - f_c) + \frac{e^{-j\phi}}{2}X(f + f_c) \\
< x(t) > &= \frac{1}{T_0}\int_{T_0} x(t)dt \\
\mathcal{P}_X &= < x^2(t) > \\
\mathcal{P}_{AM} &= \mathcal{P}_c + 2\mathcal{P}_{bl} \\
x_c(t) &= A_c\left[A_m + \mu x(t)\right]\cos(2\pi f_c t) \\
x_c(t) &= A_c x(t)\cos(2\pi f_c t) \\
x_c(t) &= \frac{1}{2}A_c\left[x(t)\cos(2\pi f_c t) \mp \hat{x}(t)\sin(2\pi f_c t)\right] \\
x_c(t) &= A_c\cos\left(2\pi f_c t + 2\pi f_\Delta \int_0^t x(\lambda)d\lambda\right) \\
x_c(t) &= A_c\cos[2\pi f_c t + \phi_\Delta x(t)] \\
F_r(t) &= \frac{1}{2\pi}\frac{d\phi_r(t)}{dt} \\
\beta &= \frac{f_\Delta}{f_m}A_m \\
M &\approx \beta + 1 \quad \text{para } \epsilon < 0,1 \\
M &\approx 1,2\beta + 1 \quad \text{para } \epsilon < 0,01 \\
B &\approx 2Mf_m \\
\cos a\cos b &= \frac{1}{2}\cos(a - b) + \frac{1}{2}\cos(a + b) \\
\sin a\cos b &= \frac{1}{2}\sin(a - b) + \frac{1}{2}\sin(a + b) \\
\sin a\sin b &= \frac{1}{2}\cos(a - b) - \frac{1}{2}\cos(a + b)
\end{aligned}$$

Observações:

- A prova é individual.
- Não é permitida a consulta a qualquer material.
- Realce as respostas de cada questão fazendo um retângulo com caneta à sua volta.
- Apenas calculadoras que realizam as 4 operações básicas serão permitidas.
- A duração da prova é de 2 h.
- Todas as questões têm pesos iguais.