$$\beta = 2.54 = \frac{A_m f_\Delta}{f_m} = \frac{20 \times f_\Delta}{10^5}$$

$$\Rightarrow \boxed{f_\Delta = \frac{40 \times 12700}{10^5} = 12700 \ \text{Hz}/\text{V}}$$

c) Si $A_m = 40$

$$\beta = \frac{40 \times f_\Delta}{10^5} = \frac{40 \times 12700}{10^5} = 5.08$$

$$\Rightarrow \boxed{\text{BW} = 2(\beta + 1) f_m = 1.216 \text{ MHz}}$$

Problema 7

En un modulador FM, el mensaje es x(t)= 5 Cos2π10^4t. Si β=60, determine: La potencia de transmisión (fm<<fc), la máxima desviación de frecuencia, el ancho de banda de la señal FM. Determine de nuevo esos tres parámetros si la frecuencia y amplitud del mensaje se duplican.

SOLUCIÓN

OJO

$$x(t) = 5\cos 2\pi 10^4 t \qquad \text{si } \beta = 60 = \frac{A_m f_\Delta}{f_m}$$

$$\frac{60 \times f_m}{A_m} = f_\Delta = \frac{60 \times 10^4}{5} = 12 \times 10^4$$

¿Siempre? ¿Cuando?

Entonces

a) Potencia de transmisión $\frac{A_c^2}{2}$

b) Máxima desviación de frecuencia $A_m f_\Delta = 60 \times 10^4$ Hz

c) Ancho de banda $\text{BW} = 2(\beta + 1) f_m = 2 \times 61 \times 10^4 = 122 \times 10^4$ Hz

Si la frecuencia y amplitud del mensaje se duplican, es decir, $A_m' = 2A_m$ y $f_m' = 2f_m$

$\beta = 60$

Entonces

a) Potencia de transmisión NO cambia

b) Máxima desviación de frecuencia $A_m' f_\Delta = 120 \times 10^4$ Hz (Se duplica)

c) Ancho de banda $\mathrm{BW} = 2(\beta + 1) f_m' = 244 \times 10^4$ Hz (Se duplica)

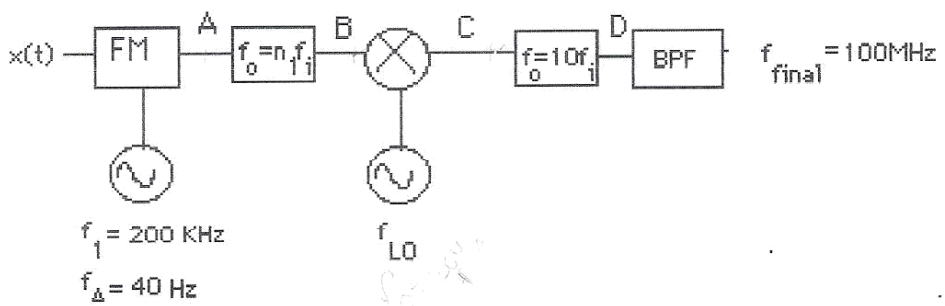
Problema 8

Si ud. tiene un modulador exponencial, como determinaría si es FM o PM variando únicamente la señal modulante?

SOLUCIÓN

Si se coloca una señal de pulsos o una señal cuadrada se puede ver rápidamente si es PM o FM.

Problema 9



En el modulador mostrado se sabe que el mensaje es un tono de 4KHz y amplitud unitaria. Si $\beta_C = 3$, determine los anchos de banda en los puntos A,B,C,D.

SOLUCIÓN

$$\beta_1 = \frac{A_{m_1} f_\Delta}{f_{m_1}} = \frac{40}{4000} = 0.01 \quad \Rightarrow \quad \text{NBFM}$$

$$\Rightarrow \quad \mathrm{BW}_A \cong 2W = 2f_{m_1} = 8\ \mathrm{K}$$

Se sabe que $\left(n_1 200K \pm f_{LO}\right)10 = 100\ \text{MHz}$

Y que $10 \times n_1 \times f_{\Delta_1} = f_{\Delta_{final}}$

En el punto C $f_{\Delta_C} = n_1 \times f_{\Delta_1}$ y $\beta_C = \dfrac{A_m f_{\Delta_C}}{f_m} = \dfrac{n_1 f_{\Delta_1}}{4000} = 3$

$$\Rightarrow \quad n_1 = \frac{12000}{40} = 300$$

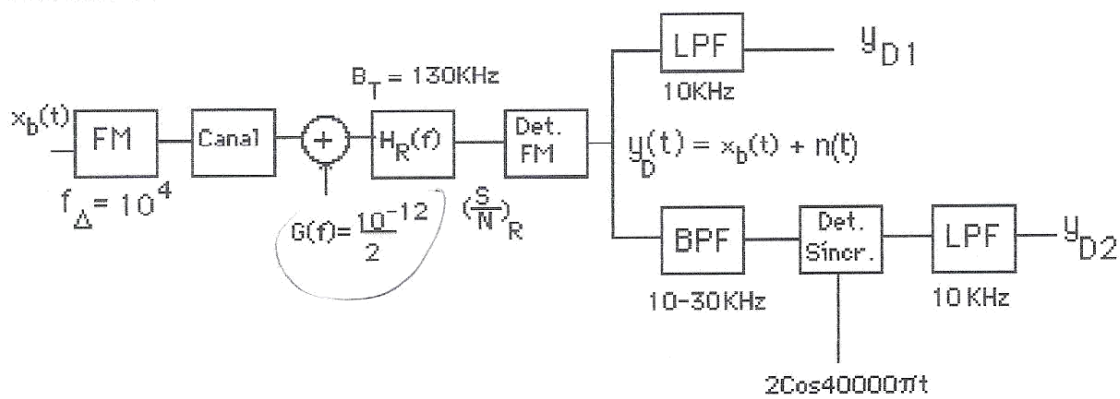
$$f_{\Delta_B} = 300 f_{\Delta_1} = 12000$$

$$\beta_B = \frac{12000}{4000} = 3 = \beta_C$$

$$BW_B = 2\left(\beta_B + 1\right) f_m = 2 \times 4 \times 4K = 32K = BW_C$$

En el punto D $\beta_D = 10\beta_C = 30$ $\qquad BW_D = 2(30+1) f_m = 2 \times 31 \times 4000 = 248K$

Problema 10



En el sistema mostrado $x_b(t)$ es el mensaje , el cual viene dado por $x_b(t) = x_1(t) + x_2(t)\text{Cos } 40000\pi t$, donde tanto $x_1(t)$ como $x_2(t)$ tienen potencia promedio unitaria y ancho de banda igual a 10KHz. Si la potencia S_R que le llega al detector FM es de 1 mw, calcule las relaciones señal a ruido $(S/N)_{D1}$ y $(S/N)_{D2}$

SOLUCIÓN

Las ganancias del sistema son tales que

$$y_D(t) = x_b(t) + n(t)$$

donde $x_b(t) = x_1(t) + x_2(t)\cos 2\pi 20000t$

$$\frac{\eta f^2}{A_R^2}$$

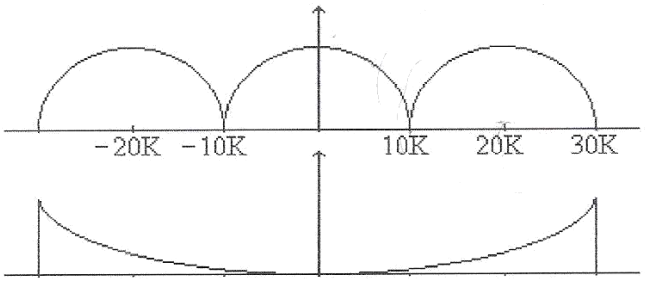
$x_1 \quad \rightarrow \quad W_1 = 10\text{K} \qquad \overline{x_1^2} = 1$

$x_2 \quad \rightarrow \quad W_2 = 10\text{K} \qquad \overline{x_2^2} = 1$

Determine $\left(\frac{S}{N}\right)_{D_1}$ y $\left(\frac{S}{N}\right)_{D_2}$

La DEP de $x_b(t)$ y la DEP del ruido(a la salida del detector FM) son:

$$\frac{A_R^2}{2} = S_R$$



$$N_1 = 2\frac{\eta}{2S_R}\int_0^{10\text{K}} f^2 df = \frac{\eta}{3S_R}\left(10^4\right)^3 = \frac{10^{-12}10^{12}}{3\cdot 10^{-3}} = \frac{1000}{3}$$

Pero por las ganancias resulta que

$$y_D(t) = k\left[f_\Delta x_b(t) + n_{FM}(t)\right] = x_b(t) + k\cdot n_{FM}(t)$$