Caso b) Señal SSB(Detector síncrono)

Se detecta $\frac{A_c}{10^5 2}x(t) \quad \Rightarrow \quad S_D = \frac{A_c^2 \overline{x^2}}{\alpha^2 4}$

En este caso la potencia del ruido es la mitad que en AM y DSB:

$$N_D = \overline{n_i^2} = \eta W = 10^{-14} \times 10^4 = 10^{-10}$$

$$\therefore \text{ En SSB } \left(\frac{S}{N}\right)_D = \frac{\frac{A_c^2 \overline{x^2}}{10^{10} \times 4}}{10^{-10}} \geq 10^4 \Rightarrow A_c^2 \geq \frac{4 \times 10^4}{\overline{x^2}}$$

$$A_{c\,min}^2 = \frac{4 \times 10^4}{0.5} = 8 \times 10^4 \quad \Rightarrow \quad \boxed{S_{T\,min} = \frac{A_c^2}{4}\langle x^2 \rangle = \frac{8 \times 10^4}{4} 0.5 = 1 \times 10^4 = 10Kw}$$

Caso c) Señal PM con $\Phi_\Delta = \pi$

La relación señal a ruido detectada es

$$\left(\frac{S}{N}\right)_D = \Phi_\Delta^2 \overline{x^2} \gamma = \Phi_\Delta^2 \overline{x^2} \frac{S_R}{\eta W} \geq 10^4 \quad \Rightarrow \quad S_R \geq \frac{10^4 \times \eta \times W}{\overline{x^2} \Phi_\Delta^2}$$

$$\Rightarrow \quad S_{R\,min} = \frac{10^4 \times 10^{-14} \times 10^4}{0.5 \times (\pi)^2} = \frac{2}{\pi^2} \times 10^{-6}$$

Como $\frac{S_{T\,min}}{\alpha^2} = S_{R\,min} \quad \Rightarrow \quad \boxed{S_{T\,min} = 10^{10} \times \frac{2}{\pi^2} \times 10^{-6} = \frac{2}{\pi^2} \times 10^4 = 2{,}02Kw}$

Caso d) Señal FM con $f_\Delta = 100\text{KHz}$

La relación señal a ruido detectada es

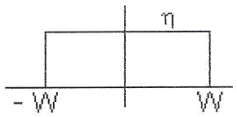
Considerando que el ruido es pequeño, podemos despreciar $n_i(t)$ y $n_q(t)$ respecto al mensaje, entonces tenemos:

$$R(t) \approx \sqrt{\frac{A_c^2\left(1+x(t)\right)^2}{\left(10^5\right)^2} + 2\frac{n_i(t)A_c\left(1+x(t)\right)}{10^5}}$$

$$\approx \frac{A_c\left(1+x(t)\right)}{10^5}\sqrt{1+\frac{2n_i(t)}{\frac{A_c\left(1+x(t)\right)}{10^5}}}\ .$$

$$\approx \frac{A_c\left(1+x(t)\right)}{10^5} + n_i(t) \quad \text{(lo mismo que con detector síncrono)}\ .$$

La densidad de $n_i(t)$ luego del LPF



Por lo tanto $\qquad N_D = \eta 2W = 2\times 10^{-14}\times 10^4 = 2\times 10^{-10}$

$$\therefore \text{ En AM con m=1 } \left(\frac{S}{N}\right)_D = \frac{\frac{A_c^2\overline{x^2}}{10^{10}}}{2\times 10^{-10}} \geq 10^4 \quad \Rightarrow A_c^2 \geq \frac{2\times 10^4}{\overline{x^2}}$$

Como la potencia promedio del mensaje es igual a 0.5w entonces:

$$A_{c\,min}^2 = \frac{2\times 10^4}{0.5} = 4\times 10^4 \quad \Rightarrow \quad \boxed{S_{T\,min} = \frac{A_c^2}{2}(1+\langle x^2\rangle) = \frac{3\times A_c^{\,2}}{4} = 3\times 10^4 = 30KW}$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_D = 3\Delta^2\overline{x^2}\gamma = 3\left(\frac{100K}{10K}\right)^2 0.5\frac{S_R}{\eta W} \geq 10^4 \quad \Rightarrow \quad 3\times 100\times 0.5\times\frac{S_T}{\alpha^2\eta W} \geq 10^4$$

$$S_T \geq \frac{10^4\times\alpha^2\eta W}{150} \qquad \Rightarrow \qquad \boxed{S_{T\,min} = \frac{10^4\times 10^{10}\times 10^{-14}\times 10^4}{150} = \frac{10^4}{150} = 66{,}66w}$$

Se observa que FM es el sistema que requiere la menor potencia de transmisión para lograr una misma relación señal a rruido a la salida.

Problema 5

Se transmite un tono utilizando FM. Cuando no hay mensaje, el transmisor emite 100 W sobre 50 ohmios. La desviación de frecuencia pico del transmisor se aumenta desde cero y hasta que la línea espectral ubicada en f_c se anula. Determine la potencia de la línea ubicada en f_c, la potencia en las bandas restantes y la potencia en las bandas ubicadas en $f_c \pm 2\, f_m$.

SOLUCIÓN

$$\frac{A_c^2}{2\times 50} = 100 \quad \Rightarrow \quad A_c = 10^2$$

$\beta = 2.4$ Para el primer nulo de la portadora

Por lo tanto $J_0(2.4) = 0$ y esa línea espectral (la que está en f_c) tiene potencia nula

La potencia en las bandas restantes debe ser $\frac{A_c^2}{2\times R} = 100\text{w}$

La potencia en las líneas en $f_c \pm 2f_m$ será