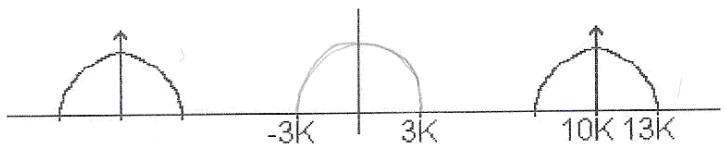
$$B_T = 2\left[\left|x_b(t)\right|_{max}\Phi_\Delta + 1\right]W_T$$

$$\left|x_b(t)\right|_{max} = \left|x_1(t)\right|_{max} + 2\left[1 + \frac{1}{2}\left|x_2(t)\right|_{max}\right] = 4$$

$$B_T = 2\left[4 \cdot \frac{1}{2} + 1\right]W_T$$

La señal $x_b(t)$ tiene un espectro



$$\Rightarrow W_T = 13\text{KHz}$$

$$B_T = 2 \times 3 \times 13\text{K} = 78000 < 130000$$

$\therefore$ si pasa la señal PM

Para que el detector de fase funcione

$$\left(\frac{S}{N}\right)_R \geq 10$$

$$x_c(t) = A_c \cos\left(\omega_c t + \Phi_\Delta x_b(t)\right)$$

$$A_R = \frac{A_C}{\alpha} \text{ con}$$

$$\alpha = \sqrt{10^4} = 10^2$$

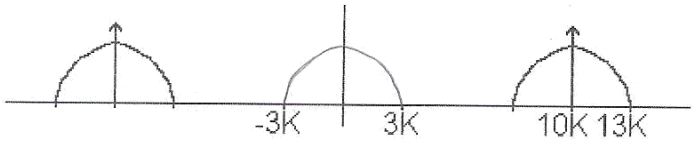
$$\frac{S_R}{\eta B_R} \geq 10 \qquad \frac{S_T}{\alpha^2 \eta B_R} \geq 10 \quad \Rightarrow$$

$$S_{T_{min}} = 10\alpha^2 \eta B_R = 10 \times 10^4 \times 10^{-10} \times 130 \times 10^3 \qquad \text{a)} \boxed{S_{T_{min}} = 1.3\text{watts}}$$

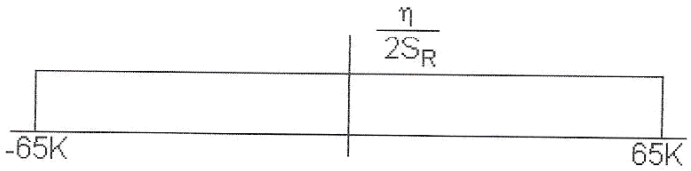
Veamos ahora si funciona el detector de envolvente

$$y(t) = \left[\Phi_\Delta x_b(t) + n_{PM}(t)\right]$$

Espectro de $\Phi_\Delta x_b(t)$



Densidad Espectral de Potencia de $n_{PM}(t)$



Luego del filtro pasa banda:

Espectro de $\Phi_\Delta 2\left(1 + 0.5x_2(t)\right)\cos 2\pi 10^4 t$

Densidad del ruido

$$\text{Potencia de ruido} = \frac{\eta}{2S_R} \times 2 \times 10\text{K} = \frac{\eta \times 10000}{\frac{S_T}{\alpha^2}}$$

$$\text{Potencia de señal} = \Phi_\Delta^2 4\left(1+\frac{\overline{x_2^2}}{4}\right)\frac{1}{2} = \frac{1}{4}2\left(1+\frac{1}{8}\right) = \frac{9}{16}$$

La relación señal a ruido a la entrada del detector de envolvente es

$$\frac{\frac{9}{16}}{\frac{10^{-10}\times 10^4}{\frac{1.3}{10^4}}} = \frac{\frac{9}{16}}{\frac{10^{-2}}{1.3}} = 73.13 \geq 10 \Rightarrow \text{¡El detector de envolvente funciona!}$$

Resolviendo ahora la parte b):

Queremos $\left(\frac{S}{N}\right)_{D_2} = 40\text{dB}$, ¿Cuánto debe valer S_T?

A la entrada del detector de envolvente tenemos

$$y_1(t) = 2\Phi_\Delta\left(1+\frac{x_2(t)}{2}\right)\cos 2\pi \times 10^4 t + n_{1i}(t)\cos 2\pi \times 10^4 t - n_{1q}(t)\,\text{sen}\, 2\pi \times 10^4 t$$

$$R(t) = \sqrt{\left(2\Phi_\Delta\left(1+\frac{x_2(t)}{2}\right)+n_{1i}(t)\right)^2 + n_{1q}^2(t)}$$

Como $\frac{S}{N} = 73.3$ (bastante grande)

$$\Rightarrow R(t) \approx 2\Phi_\Delta\left(1+\frac{x_2(t)}{2}\right)+n_{1i}(t)$$