Para que el detector de envolvente funcione correctamente la relación señal a ruido en su entrada debe ser mayor o igual que 10, es decir, la relación señal a ruido a la salida del filtro IF debe ser $\left(\frac{S}{N}\right)_R \geq 10$

La señal que llega a la entrada del detector de envolvente es

$$G_1 G_2 0.01\left(1+0.707x(t)\right)\cos 2\pi f_{\mathrm{IF}} t$$

$$\Rightarrow 10\left(1+0.707x(t)\right)\cos 2\pi f_{\mathrm{IF}} t$$

$$\Rightarrow \text{Potencia} = S_R = \frac{10^2}{2}\left(1+0.707^2\overline{x^2}\right) = 52.5\text{w}$$

El ruido que sale del filtro IF es

$$\Rightarrow \text{Potencia Ruido} = N_R = 2.5\times 10^{-14}\times 10^2\times 100^2\times 2\times 10\times 10^3 = 5\times 10^{-4}\,\text{w}$$

$$\frac{S_R}{N_R} \geq 10 \Rightarrow S_R \geq 10N_R = 5\times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow S_R = S_T\cdot G_1^2\cdot G_2^2 \geq 5\times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow S_T \geq \frac{5\times 10^{-3}}{10^6} = 5\times 10^{-9}\,\text{w} = 5nw$$

$$\Rightarrow S_{T\ \text{MINIMO}} = 5nw$$

Estamos muy por encima del umbral

b) A la salida del sistema, quitando la DC

0.01G1G2x0.707x(t)=7.07x(t)

$$\Rightarrow S_D = (7.07)^2 \langle x^2 \rangle = 4.998$$

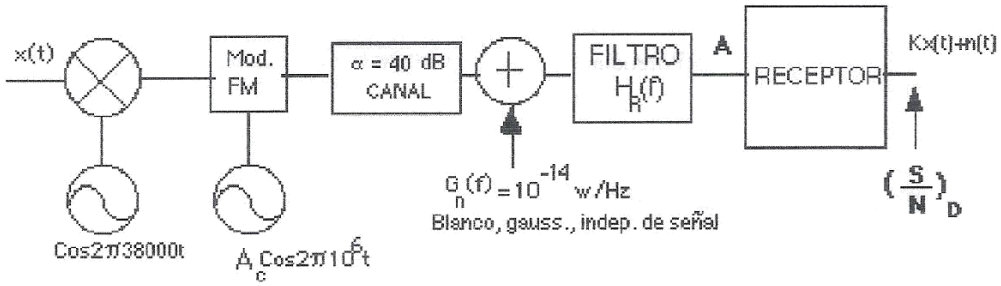
El ruido que se tiene a la salida produce

$$\Rightarrow \text{Potencia Ruido} = N_D = 2(2.5\times10^{-14})\times10^2\times100^2\times10\times10^3 = 5\times10^{-4}\,\text{w}$$

$$\frac{S_D}{N_D} \approx 10^4$$

Problema 15

Observe el siguiente sistema:



Sea un mensaje x(t) aleatorio, con ancho de banda W=1.5KHz, potencia igual a 0.5 w y $|x(t)|_{máx}=1$.
Conociendo que f_Δ=39500 Hz/v

a) Determine A_c mínimo para tener señal inteligible a la salida.
b) Diseñe en detalle el filtro $H_R(f)$.
c) Diseñe el RECEPTOR en detalle.
d) Determine $(S/N)_D$.(Use el valor de A_c obtenido en a))

Solución:

a)

Para que la señal sea inteligible la relación señal a ruido antes del detector debe cumplir que $\frac{S_R}{\eta.B_T} \geq 10$

Sabemos también que $B_T = 2(\Delta+2)W'$ y que $\Delta = \frac{f_\Delta}{W'}|X_{max}| = 1$

Los parámetros X_{max} y W' son de la señal DSB
Por lo que

$$S_R \geq 10\eta B_T = 10\times2\times10^{-14}\times2\left(\frac{39500}{39500}+1\right)39500 = 4\times10^{-13}\times2\times39500$$

$$S_R \geq 3.16\times10^{-8}$$

También sabemos que el canal atenúa en 40 dB a la señal lo que linealmente es 10^4

La potencia de la señal antes del detector será

$$S_R = \frac{Ac^2}{2.10^4}$$
$$Ac^2 = 3.16\times10^{-8}\times2\times10^4$$
$$Ac^2 = 0.000632$$
$$Ac_{min} = 0.02513$$

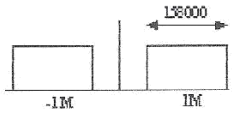
b) $H_R(f)$ debe ser un BPF centrado en 1MHz y de ancho de banda igual a B_T

El ancho de banda del filtro viene dado por $B_T = 2(\Delta+2)W'$ y por $\Delta = \frac{f_\Delta}{W'}|X_{max}| = 1$

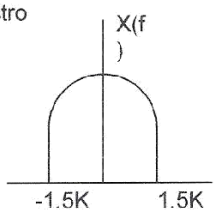
Por lo que $B_{H_R} = 2\left(\frac{39500}{39500}.1+1\right)39500 = 158000$

En cuanto a lo fase debe ser de 0º o en su defecto lineal para no alterar la señal que entrará al detector

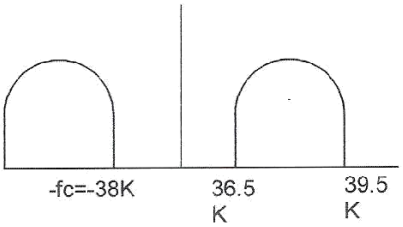
Por último debe estar centrado en 10^6 por la frecuencia de la portadora en el modulador. Finalmente el filtro sería de la siguiente forma:



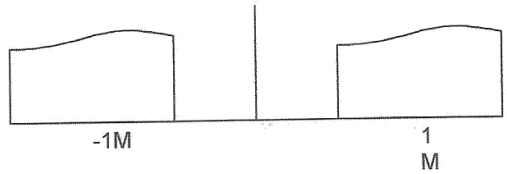
c)Tenga la señal el siguiente espectro



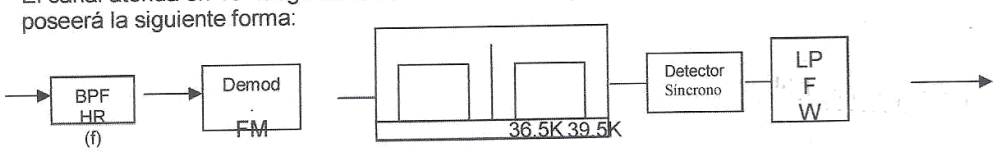
Al multiplicar por $Cos(2\pi.38000t)$ y nos queda en la entrada del modulador



Después del modulador



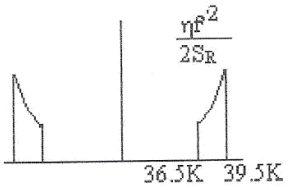
El canal atenúa en 10^4 luego es sumado ruido blanco gausseano y llegamos al receptor el cual poseerá la siguiente forma:



d)A la salida del demodulador FM vamos a tener

$$f_\Delta x_{DSB}(t) \Rightarrow Potencia = f_\Delta{}^2 \left\langle x_{DSB}{}^2 \right\rangle = (39500)^2 \left(\frac{1}{2}\right)^2 = 390 \times 10^6$$

El ruido en FM tiene una dependencia parabólica por lo que en nuestro sistema en el punto A a la entrada del receptor la DEP va a tener la siguiente dependencia $\frac{\eta f^2}{2S_R}$



Donde S_R es la potencia de la señal FM atenuada y es igual a $\frac{Ac^2}{2\alpha} = 3.16 \times 10^{-8}$

La potencia de Ruido en el punto A en la entrada del receptor

$$N_A = 2\int_{36.5K}^{39.5K} \frac{\eta f^2}{2S_R} df = \frac{2 \times 10^{-14}}{3.16 \times 10^{-8}} \frac{1}{3}\left[(39.5K)^3 - (36.5K)^3\right] = 2.743 \times 10^6$$

El ruido detectado $<N_D>$ es la componente en fase de N_A la cual tienen la misma potencia por lo que $<N_D> = 2.743 \times 10^6$

La relación señal a ruido queda $\left(\frac{S}{N}\right)_D = \frac{390 \times 10^6}{2.743 \times 10^6} = 142.18$