

# Exámen Final Fundamentos de Sistemas de Comunicaciones

Viernes 8 de Marzo de 2018. 8:00hs

Alumno:

## Ejercicio 1 ( 25 pts )

La figura 24.1 muestra el modulador de SSB por el método de Weaver. La señal banda base que se debe transmitir es el audio de voz cuya frecuencia mínima es  $f_{min} = 200Hz$  y su frecuencia máxima es  $W = 3KHz$  ( fig 24.2 ).

1. ( 5 pts ) Calcular la frecuencia  $f_o$  para el primer modulador en cuadratura.
2. ( 5 pts ) Calcular la mínima  $f_c$  del segundo modulador en cuadratura que no interfiera la primera etapa.
3. ( 5 pts ) Graficar el espectro a la salida del primer mezclador para ambos canales, en fase y en cuadratura ( utilizar la fig 24.2 como referencia).
4. ( 5 pts ) Graficar el espectro a la salida del modulador de la fig 24.1 ( utilizar la fig 24.2 como referencia ).
5. ( 5 pts ) Diseñar un demodulador por método Weaver para recibir la señal SSB del inciso anterior.

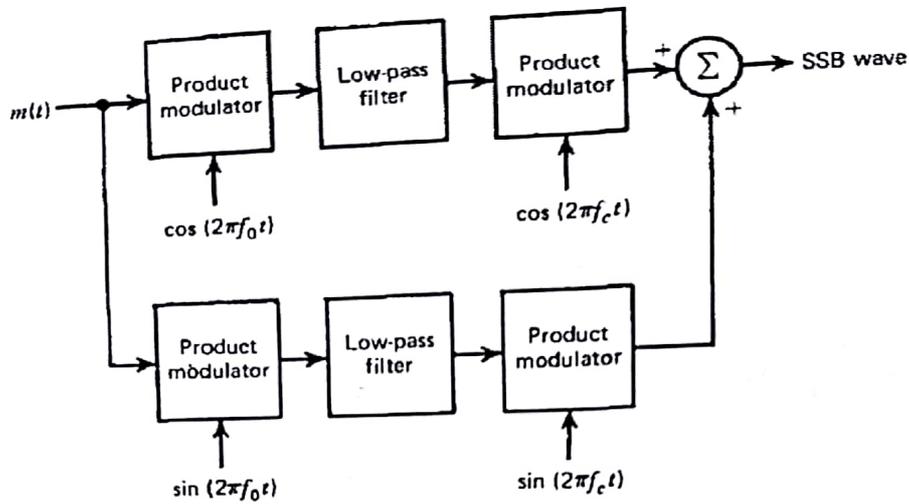


Figure 24.1: Modulador SSB. Método Weaver

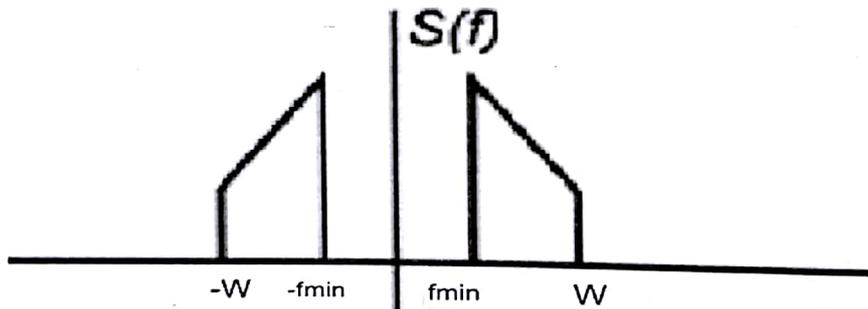


Figure 24.2: Espectro de señal banda base

### Ejercicio 2 ( 25 pts )

Un transmisor de FM es utilizado para transmitir señal de voz cuyo rango en frecuencia va de  $200\text{Hz} < f_m < 3000\text{Hz}$ . Dicho sistema es descrito por la siguiente ecuación:

$$s(t) = A_c \cdot \cos[2\pi \cdot f_c t + 3 \cdot \sin(2\pi \cdot f_m t)] \quad (24.1)$$

donde  $A_c = 1$ .

- ( 5 pts ) Para el Caso 1 (fig 24.3) se modula ambos sistemas (a) y (b) con un tono simple  $f_m = 3\text{KHz}$ . El ancho de banda  $2\Delta f$  es el ancho de banda de Carson. Calcular la relación de  $\beta_a$  a  $\beta_b$  teniendo como dato  $\beta_a = 1$ .

$$\downarrow$$

$$B_T = 2\Delta f \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

2. ( 5 pts ) Para el Caso 2 (fig 24.4) se modula ambos sistemas (a) y (b) con un tono simple con amplitud  $A_m = 1$ . El ancho de banda  $2\Delta f$  es el ancho de banda de Carson. Calcular la relación de  $\beta_a$  a  $\beta_b$ .
3. ( 5 pts ) Para el Caso 1 (b), si el ruido en el receptor es  $N_0 = 10^{-8} W/Hz$ , calcule el nivel de portadora  $A_c$  que satisfaga con la condición de umbral.
4. ( 5 pts ) Para el Caso 2 (b), si el ruido en el receptor es  $N_0 = 10^{-8} W/Hz$ , calcule la  $SNR_c$ .
5. ( 5 pts ) Para el Caso 1 (b), el sistema es implementado por un generador por un modulador como el de la fig. 24.5. Calcular el  $\beta_{narrow}$  y el  $\Delta f_{narrow}$  de la primera etapa asumiendo que se selecciona  $n_1 = n_2$ ,  $f_c = 100MHz$  y  $f_2 = 10MHz$ .

$B_{TA} = 2\Delta f$

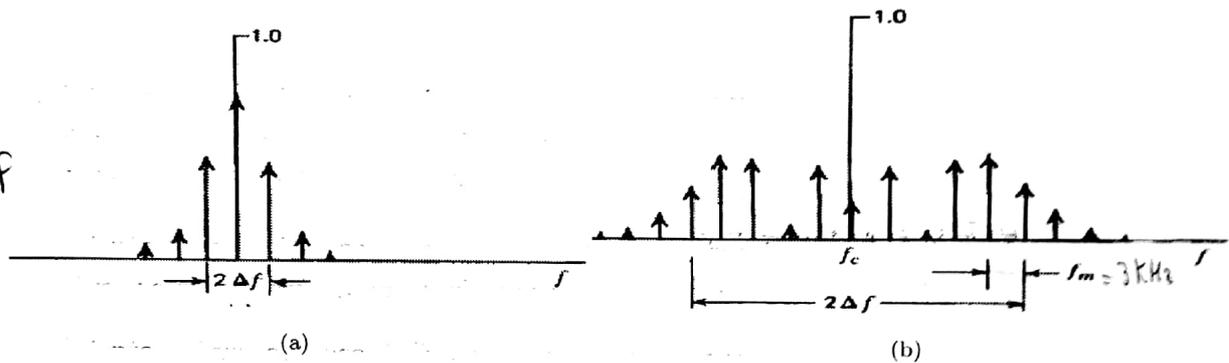


Figure 24.3: Caso 1

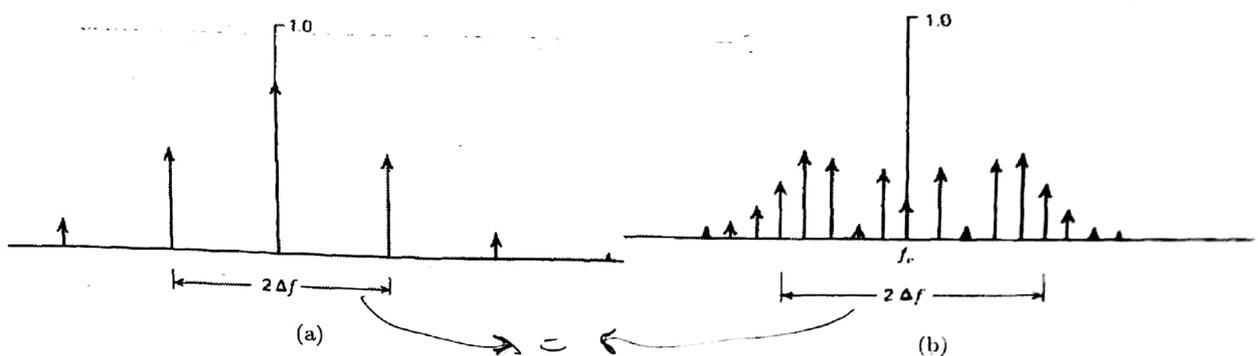


Figure 24.4: Caso 2

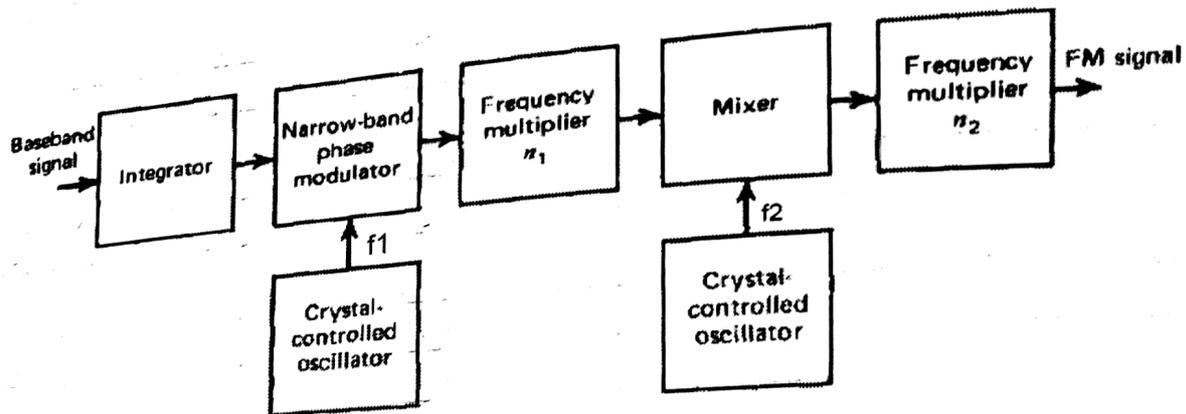


Figure 24.5: Trasmisor FM banda Ancha de 2 etapas

### Ejercicio 3 ( 25 pts )

Varios sistemas de comunicación digital transmiten datos utilizando pulsos PAM antipodales. La tasa de datos es de 1Mbits/seg.

1. ( 5 pts ) Calcular el ancho de banda 1er nulo requerido si se utiliza una modulación 8-PSK. Graficar el espectro de potencia para cada símbolo.
2. ( 5 pts ) La fig. 24.6 muestra la densidad de potencia espectral de la envolvente compleja de un sistema MSK, FSK o FSK ortogonal? Justificar. Para el sistema que coerresponda calcule el ancho de banda pasante necesario.
3. ( 5 pts ) La fig. 24.7 muestra la densidad de potencia espectral de la envolvente compleja de un sistema MSK, FSK o FSK ortogonal? Justificar. Para el sistema que corresponda calcule el ancho de banda pasante necesario.
4. ( 5 pts ) Describir el  $\Delta f$  en función del tiempo de bit  $T_b$  para los sistemas MSK, FSK y FSK Ortogonal.
5. ( 5 pts ) Una forma de describir la eficiencia espectral de un sistema digital es utilizando el producto  $B_T T_b$  donde  $B_T$  es el 99.9% de la densidad de potencia espectral y  $T_b$  el tiempo de bit. Si un sistema GMSK tiene  $B_T T_b = 1$  el correspondiente a MSK es mayor o menor a 1. Justificar.

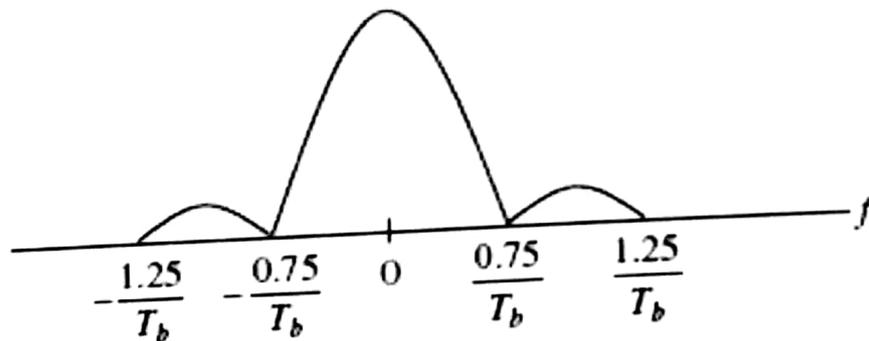


Figure 24.6: Densidad de potencia espectral de una envolvente compleja

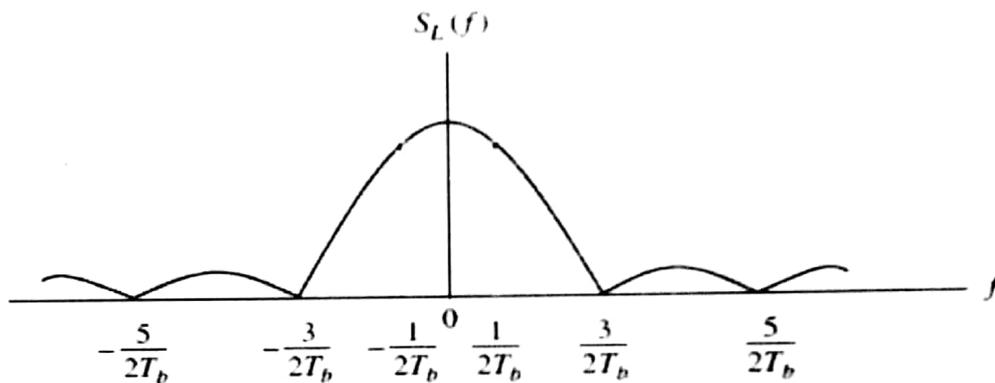


Figure 24.7: Densidad de potencia espectral de una envolvente compleja

### Ejercicio 4 ( 25 pts )

Un sensor meteorológico de estadística gaussiana es muestreado a  $f_s = 1\text{KHz}$ , dichas muestras se codifican a sistema PCM uniforme con señalización PAM on-off (  $A=5\text{V}$  ) y un desempeño de  $SNR_Q = 52.8\text{dB}$  es obtenido cuando la señal gaussiana se trunca a en  $\pm 4\sigma$ . En esa condición la totalidad del ancho de banda  $B_T$  es utilizado. EL ruido AWGN en el canal es  $N_0/2 = 10^{-10}\text{Watt/Hz}$ .

1. ( 5 pts ) Calcular el mínimo sistema M-ario pasa banda que permita transmitir la información binaria anterior en el mismo ancho de banda  $B_T$ .
2. ( 5 pts ) Ídem anterior pero para un sistema que logra los  $52.8\text{dB}$  del enunciado pero utilizando un cuantizador con compresión  $\mu = 161$ .
3. ( 5 pts ) Calcular el máximo valor de bits/seg que se puede transmitir con el sistema del inciso 1 si se utiliza filtro coseno elevado con  $\alpha = 0$ .

*Exámen Final Fundamentos de Sistemas de Comunicaciones*

4. ( 5 pts ) Calcular para el sistema del enunciado la capacidad de canal teórica de Shannon en bits/seg. La ecuación de Shanon es:  $C = B_T \log_2(1 + \frac{P_s}{P_n})$ .
5. ( 5 pts ) Para el inciso anterior en cuanto se incrementa la capacidad teórica si en ancho de banda  $B_T$  se multiplica por 10 y en cuanto se incrementa la cpacidad de canal si el ancho de banda se mantiene igual pero la potencia de señal del pulso PAM es 10 veces mayor.

**Ecuaciones de ayuda**

$$\cos(a).\cos(b) = \frac{1}{2}\cos(a - b) + \frac{1}{2}\cos(a + b) \quad (24.2)$$

$$\sin(a).\sin(b) = \frac{1}{2}\cos(a - b) - \frac{1}{2}\cos(a + b) \quad (24.3)$$

$$\sin(a).\cos(b) = \frac{1}{2}\sin(a + b) + \frac{1}{2}\sin(a - b) \quad (24.4)$$

$$\cos(a).\sin(b) = \frac{1}{2}\sin(a + b) - \frac{1}{2}\sin(a - b) \quad (24.5)$$