

Tratamiento y Transmisión de Señales

Ingenieros Electrónicos

EXAMEN JUNIO 2005

SEGUNDA PARTE: PROBLEMAS

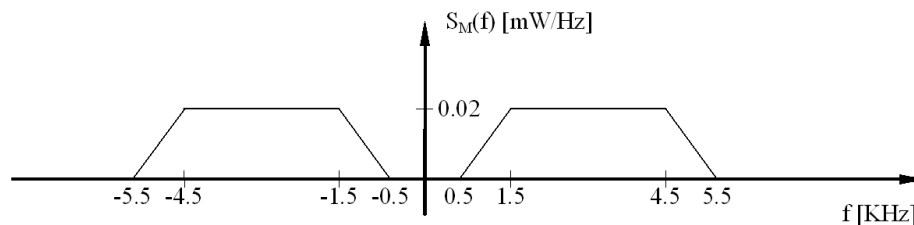
1 hora 15 minutos y 1.5 puntos por problema.
Total 2 problemas: 2 hora y 30 minutos y 3 puntos.

PRIMER PROBLEMA

Considerar el siguiente sistema de comunicaciones analógico:



La potencia media máxima del transmisor es de 18 W (la potencia media máxima se define como la potencia media de transmisión cuando la señal moduladora toma el valor máximo en todo instante de tiempo). El filtro del receptor es ideal con el ancho de banda ajustado al tipo de modulación y frecuencia central la de la portadora que es $f_c = 1000$ KHz. $m(t)$ es la señal moduladora que se ha normalizado para que su valor máximo sea unidad, es decir, $\max\{|m(t)|\} = 1$. El espectro de potencia de esta señal es:



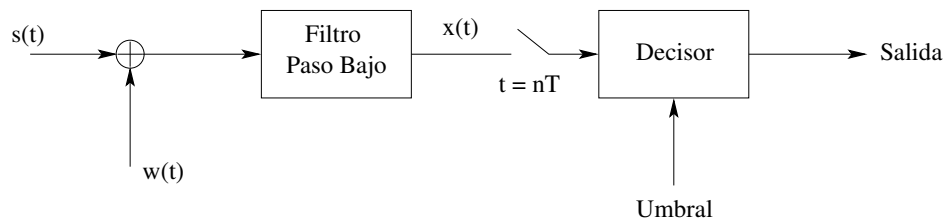
El transmisor trabaja a la máxima potencia.

1. Para el caso AM al 100% de modulación y DSB:
 - a) Calcular la potencia media transmitida y su distribución en potencia de portadora, potencia de banda lateral superior y potencia de banda lateral inferior.

- b) Dibujar el espectro de potencia de la señal modulada, indicando los valores numéricos correspondientes.
- Si la modulación es FM con $D = 4$, cuál es la potencia transmitida y el ancho de banda utilizando tanto la regla de CARSON como la del 1 %.
 - Cuando el tipo de modulación es AM, a 50 KM de distancia, la SNR a la salida del receptor es de 35 dB. Indicar cuánto vale la SNR en dB a la salida si se utiliza DSB y cuánto si se utiliza FM. Suponer los parámetros utilizados en los dos apartados anteriores.
 - Dibujar el espectro de la señal FM si la moduladora es un tono a 2.75 KHz. Dibujar únicamente las componentes mayores que el 1 % de la componente de portadora sin modular.

SEGUNDO PROBLEMA

Considerar un sistema banda base cuaternario que utiliza $M = 4$ niveles discretos de amplitud. El esquema del receptor es el siguiente:



Suponer además que:

- La componente de señal recibida es:

$$s(t) = \sum_n A_n p(t - nT)$$

siendo T la duración de cada símbolo y $R = 1/T$ la tasa de transmisión en baudios.

- El pulso recibido $p(t)$ ha sido conformado para que tenga espectro con forma de coseno alzado con un factor de roll-off $\rho = 0,5$ para eliminar la ISI.
- El filtro paso bajo es ideal con ancho de banda B .
- El ruido a la entrada $w(t)$ del receptor es AWGN con media cero y densidad espectral de potencia $N_0/2$.
- Se tiene cuatro símbolos con niveles de amplitud:
 - Símbolo 0: amplitud $A_n = A$.
 - Símbolo 1: amplitud $A_n = 2A$.
 - Símbolo 2: amplitud $A_n = 6A$.

- Símbolo 3: amplitud $A_n = 14A$.

- Los símbolos se transmiten de forma independiente y con igual probabilidad.
- Los tres umbrales necesarios están fijados en $1,4A$, $3,2A$ y $10,8A$.

Bajo estos supuestos, determinar lo siguiente:

1. El ancho de banda B mínimo del filtro paso bajo para que la señal $s(t)$ pase sin distorsión.
2. La varianza de ruido a la entrada del decisor.
3. La potencia media de pico de la componente de señal a la entrada del decisor.
4. Dibujar en una misma gráfica y de forma aproximada las funciones de densidad de probabilidad condicionadas, a la entrada del decisor, para cuando se transmitieron cada uno de los cuatro símbolos. Dibujar en dicha gráfica la posición de las medias en cada caso y de los umbrales.
5. Determinar la probabilidad de error de símbolo cuando se transmitió el símbolo \emptyset , como función de R , N_0 y A .
6. Repetir el apartado anterior para el símbolo 1.
7. Repetir el apartado anterior para el símbolo 2.
8. Repetir el apartado anterior para el símbolo 3 y determinar la probabilidad media de error de símbolo.
9. Indicar si el filtro paso bajo es óptimo en el sentido de maximización de la SNR de pico a la entrada del decisor.
10. Indicar si la elección de los umbrales y de las amplitudes de los símbolos fue la más adecuada para garantizar una probabilidad de error mínima.

NOTA: Función de Bessel para varios valores de β y n .

$n \setminus \beta$	0.5	1	2	3	4	6	8	10	12
0	0.9385	0.7652	0.2239	-0.2601	-0.3971	0.1506	0.1717	-0.2459	0.0477
1	0.2423	0.4401	0.5767	0.3391	-0.0660	-0.2767	0.2346	0.0435	-0.2234
2	0.0306	0.1149	0.3528	0.4861	0.3641	-0.2429	-0.1130	0.2546	-0.0849
3	0.0026	0.0196	0.1289	0.3091	0.4302	0.1148	-0.2911	0.0584	0.1951
4	0.0002	0.0025	0.0340	0.1320	0.2811	0.3576	-0.1054	-0.2196	0.1825
5		0.0002	0.0070	0.0430	0.1321	0.3621	0.1858	-0.2341	-0.0735
6			0.0012	0.0114	0.0491	0.2458	0.3376	-0.0145	-0.2437
7			0.0002	0.0025	0.0152	0.1296	0.3206	0.2167	-0.1703
8				0.0005	0.0040	0.0565	0.2235	0.3179	0.0451
9				0.0001	0.0009	0.0212	0.1263	0.2919	0.2304
10					0.0002	0.0070	0.0608	0.2075	0.3005
11						0.0020	0.0256	0.1231	0.2704
12						0.0005	0.0096	0.0634	0.1953
13						0.0001	0.0033	0.0290	0.1201
14							0.0010	0.0120	0.0650