

Ejercicio 1

Un sistema digital de comunicaciones transmite a una tasa binaria de 64 Mbits/s utilizando por completo la banda entre 10 y 20 MHz. La secuencia transmitida, de una constelación QAM, es blanca. Los filtros transmisor y receptor son filtros en raíz de coseno alzado y el ruido es blanco y gaussiano con densidad espectral de potencia $N_0/2$.

- a) Diseñe todos los parámetros del sistema: frecuencia de portadora, tasa de símbolo, orden de la constelación si sólo se consideran constelaciones QAM convencionales (no son utilizables constelaciones QAM en cruz), y factor de caída de los filtros transmisor y receptor.
- b) Si la respuesta en frecuencia del canal es

$$H(j\omega) = \frac{1}{1 + \left(\frac{\omega}{2\pi \cdot 10^7}\right)^2}$$

- i) Calcule el canal discreto equivalente, en el dominio del tiempo o de la frecuencia, y demuestre si existe o no interferencia entre símbolos.
- ii) Calcule la densidad espectral de potencia del ruido filtrado muestreado $z[n]$ y discuta si es o no blanco.

(2 Puntos)

Ejercicio 2

Se estudian las prestaciones al transmitir una constelación 2-PAM o BPSK, $A[n] = \{+1, -1\}$, a través de dos canales diferentes $p_1[n]$ and $p_2[n]$. Las constelaciones recibidas, dados los símbolos de entrada, se pueden encontrar en las dos tablas siguientes:

			Canal 2		
			$A[n]$	$A[n-1]$	$A[n-2]$
Canal 1					
$A[n]$	$A[n-1]$	$o_1[n]$			$o_2[n]$
+1	+1	+0.1	+1	+1	+1
-1	+1	-0.3	+1	+1	-1
+1	-1	+0.3	+1	-1	+1
-1	-1	-0.1	+1	-1	-1
			-1	+1	+1
			-1	+1	-1
			-1	-1	+1
			-1	-1	-1

a) Dada la secuencia transmitida:

n	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7
$A[n]$	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	+1

Obtenga para cada uno de los canales, las secuencias recibidas $o_1[n]$ y $o_2[n]$ para $0 \leq n \leq 7$ en ausencia de ruido.

b) Obtenga la respuesta de los dos canales discretos equivalentes.

c) Si para ambos canales decidimos utilizar un detector de secuencia de máxima verosimilitud (MLSD), determine cual de los dos canales tiene las peores prestaciones cuando la varianza de ruido a la entrada del MLSD es $\sigma_z^2 = 1$. Justifique su respuesta.

(2 Puntos)

Ejercicio 3

a) Una modulación de fase diferencial utiliza la siguiente constelación

$$\mathbf{a}_0 = \begin{bmatrix} +1 \\ +1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{a}_1 = \begin{bmatrix} -1 \\ +1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{a}_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{a}_3 = \begin{bmatrix} +1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

i) Realice la asignación binaria y con dicha asignación, asumiendo que $A[-1] = \mathbf{a}_0$, codifique la secuencia binaria

m	0	1	2	3	4	5	6	7
$B_b[m]$	0	1	0	0	1	0	1	1

ii) Obtenga la secuencia binaria asociada a las siguientes observaciones

$$q[0] = \begin{bmatrix} -0.4 \\ +1.4 \end{bmatrix}, \quad q[1] = \begin{bmatrix} +1.3 \\ +0.3 \end{bmatrix}, \quad q[2] = \begin{bmatrix} -1.4 \\ -0.5 \end{bmatrix}, \quad q[3] = \begin{bmatrix} -1.3 \\ -0.4 \end{bmatrix}$$

b) Se tienen dos conjuntos de frecuencias

$$\mathcal{C}_1 = \{450, 550, 650, 750\} \text{ MHz}, \quad \mathcal{C}_2 = \{400, 500, 600, 700\} \text{ MHz}$$

Uno de ellos se utiliza en los pulsos de una modulación CPFSK y el otro en los de una modulación MSK.

i) Para el conjunto $\mathcal{C}_1$, indique si se utiliza para la CPFSK o la MSK explicando claramente por qué, obtenga el ancho de banda efectivo y la tasa de transmisión binaria.

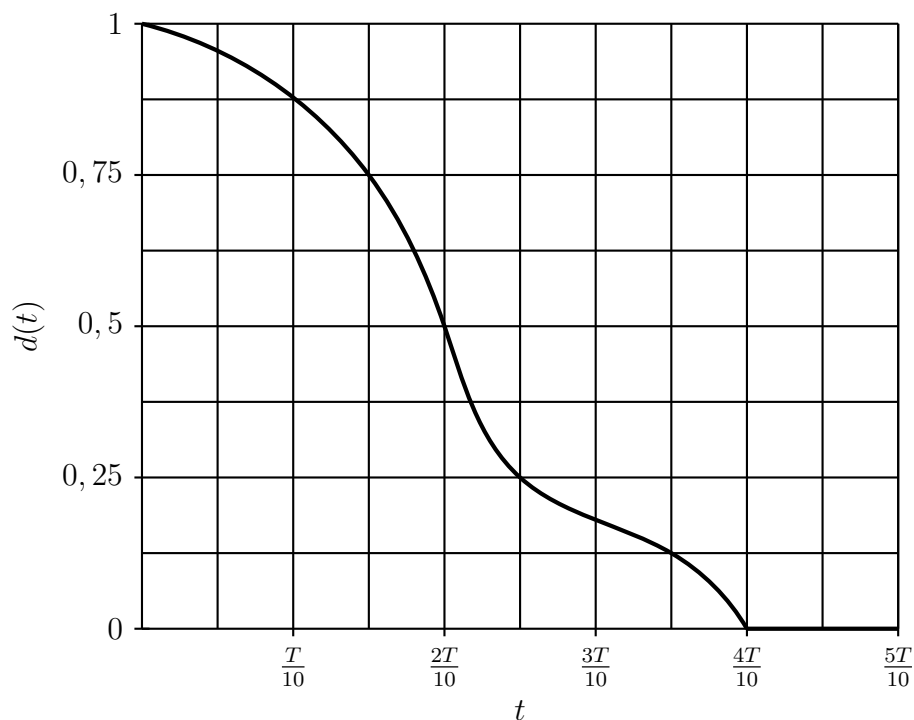
ii) Repita el apartado anterior para el conjunto $\mathcal{C}_2$.

(2 Puntos)

Ejercicio 4

Un sistema de comunicaciones emplea una modulación OFDM con $N = 4$ portadoras y con periodo de símbolo T .

- a) Si la señal transmitida atraviesa un canal cuya respuesta conjunta con el filtro reconstructor del transmisor a tiempo $T/(N + C)$ y el correspondiente filtro receptor adaptado al transmisor es la de la siguiente figura (en un caso real la respuesta depende de la tasa de reconstrucción del filtro transmisor; por simplicidad, suponga que ésta es la respuesta para cualquier tasa)



determine si habrá ISI y/o ICI si no se utiliza prefijo cíclico. Si hubiera ISI y/o ICI, diseñe un sistema que elimine su efecto y que sea lo más eficiente desde un punto de vista espectral.

- b) Calcule los canales discretos equivalentes $p_{k,i}[n]$ para el sistema diseñado en el apartado anterior.

(2 Puntos)

Ejercicio 5

Considere un código bloque lineal con decodificación dura y que la constelación utilizada para la transmisión tiene una tasa de error de bit $BER = 10^{-4}$. El código lineal tiene la siguiente tabla de síndromes:

e								s		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

- Identifique los parámetros del código, i.e. k , n , y la tasa de codificación.
- Dada la tabla anterior, determine la capacidad de corregir errores que tiene el código y calcule la probabilidad de error.
- Calcule la matriz de control de paridad del código y una matriz generadora sistemática.
- Obtenga la capacidad de detección de errores que tiene el código y diga si es o no un código perfecto y por qué.
- Usando la anterior tabla de síndromes, obtenga la palabra transmitida más probable para las siguientes palabras recibidas:

$$\mathbf{r}_1 = [1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0]$$

$$\mathbf{r}_2 = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0]$$

(2 Puntos)