

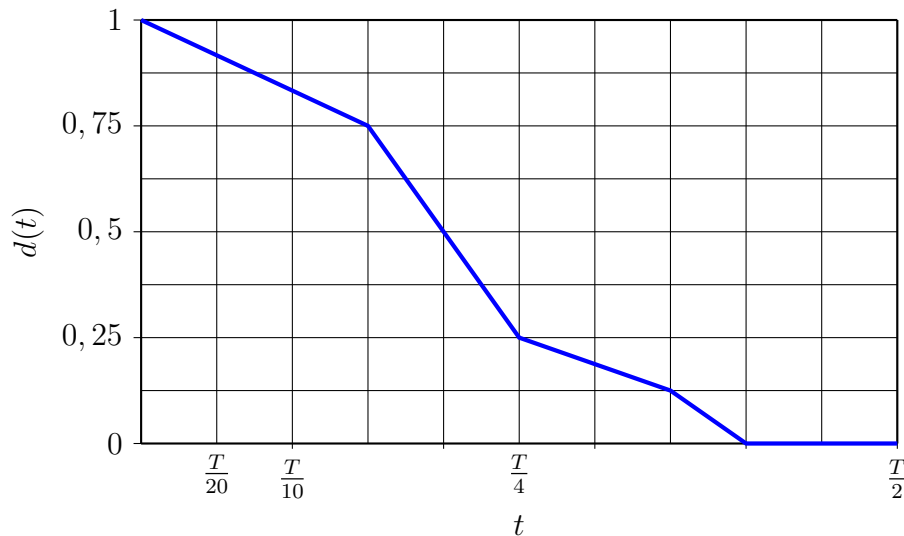
COMUNICACIONES DIGITALES
 PARTE A
 (Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

Apellidos: Nombre: N° de matrícula o DNI: Grupo Firma	Calificación <table border="1" style="margin: 10px auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 60px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">T</td> <td></td> </tr> </table>	1		2		3		T	
1									
2									
3									
T									

Ejercicio 1

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

La respuesta conjunta entre filtro transmisor (reconstructor), canal, y filtro receptor, $d(t)$, es la de la 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).



1. Si el sistema inicial no usa prefijo cíclico, determine si habrá interferencia intersimbólica (ISI) y/o interferencia entre portadoras (ICI). Si hubiera ISI y/o ICI, diseñe un sistema alternativo que elimine su efecto y que sea lo más eficiente desde un punto de vista espectral.
2. Calcule los canales discretos equivalentes $p_{k,i}[n]$ para el sistema diseñado en el apartado anterior.

(1 punto)

Ejercicio 2

Un sistema digital de comunicaciones transmite a una tasa binaria de 10 kbits/s y tiene asignada para su uso la banda de frecuencias entre 5 kHz y 10 kHz. El transmisor y el receptor usan filtros normalizados en raíz de coseno alzado con factor de caída α , y se utiliza una constelación M -QAM con niveles normalizados, y la secuencia transmitida $A[n]$ es blanca.

- Calcule la frecuencia de portadora, la potencia de la señal modulada, el ancho de banda de la señal modulada y el orden de la constelación, M , si el factor de caída es $\alpha = 0$.
- Repita el apartado anterior si el factor de caída es $\alpha = 0.75$.
- En el caso de $\alpha = 0$, y si el canal ahora tiene una respuesta el impulso

$$h(t) = \text{sinc}^2(10^4 t)$$

calcule el canal discreto equivalente, bien en el dominio temporal o en el frecuencial, y a partir del mismo discuta si existirá o no interferencia intersimbólica durante la transmisión.

(1,5 puntos)

Ejercicio 3

Se van a estudiar varios sistemas de comunicaciones que utilizan modulaciones angulares.

- a) Se utiliza una modulación 4-ária de mínimo salto en frecuencia, MSK, para transmitir a una tasa binaria $R_b=2$ Mbits/s, con la restricción de que todas las frecuencias asociadas a los pulsos de la modulación tienen que cumplir $\omega_i \geq 3\pi$ Mrad/s (o $f_i \geq 1.5$ MHz) para $i \in \{0, 1, 2, 3\}$. Obtenga las 4 frecuencias del sistema buscando que la frecuencia más alta sea lo más baja posible.
- b) Repita el apartado anterior si se utiliza una modulación de salto en frecuencia con fase continua, CPFSK.
- c) Ahora se utiliza un modulador de fase diferencial (DPSK) con una constelación QPSK con niveles normalizados

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

Realice la asignación binaria para el sistema y, asumiendo que el símbolo inmediatamente anterior (símbolo de referencia) es $A[-1] = \mathbf{a}_0$, obtenga la secuencia de símbolos $A[n]$ asociada a la transmisión de la siguiente secuencia de bits

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

(1,5 puntos)

COMUNICACIONES DIGITALES

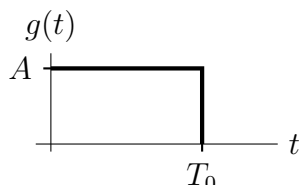
PARTE B

(Tiempo: 120 minutos. Puntos 6/10)

Apellidos: Nombre: N° de matrícula o DNI: Grupo Firma	Calificación						
	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 60px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">T</td> <td></td> </tr> </table>	4		5		T	
4							
5							
T							

Ejercicio 4

Un sistema de comunicaciones digitales en banda base transmite una constelación 2-PAM a una tasa binaria $R_b = 1$ kbits/segundo. Los símbolos de la secuencia 2-PAM, que denotamos como $A[n]$ y que es blanca y con símbolos equiprobales, son filtrados para obtener la secuencia $B[n] = A[n] * h_c[n]$, donde $h_c[n] = \delta[n] + 0.3\delta[n - 1]$. Finalmente, la secuencia $B[n]$ es la que se usa como entrada al filtro transmisor para generar la señal banda base $s(t)$. El ruido térmico tiene una densidad espectral de potencia $N_0/2$ con $N_0 = 0.1$. El sistema usa el filtro transmisor de la figura



- a) Suponiendo un canal ideal ($h(t) = \delta(t)$) y que se usa un filtro adaptado en el receptor ($f(t) = g(-t)$), obtenga el valor (o valores) de T_0 que permiten una comunicación libre de interferencia intersimbólica (ISI).
- b) Obtenga la densidad espectral de potencia de $s(t)$ para $T_0 = \frac{1}{2R_b}$. Dibuje aproximadamente dicha densidad espectral de potencia, etiquetando adecuadamente ambos ejes.
- c) Si ahora el canal ya no es ideal, y el canal discreto equivalente es $p[n] = \delta[n] + 0.75\delta[n - 1]$, obtenga el retardo óptimo y las regiones de decisión para detectar $A[n]$ a partir de la señal recibida $q[n]$ usando un detector símbolo a símbolo sin memoria. Suponga que la SNR es suficientemente alta.
- d) Para el canal discreto equivalente del apartado anterior, diseñe el igualador de canal de tres coeficientes a partir del criterio MMSE y con un retardo en la decisión $d = 2$ para recuperar $A[n]$ a partir de $q[n]$.

NOTA: No es necesario que resuelva el sistema de ecuaciones, pero debe proporcionar los valores numéricos de todos los términos involucrados en el sistema.

(3 puntos)

Ejercicio 5

a) Un código bloque lineal tiene el siguiente diccionario

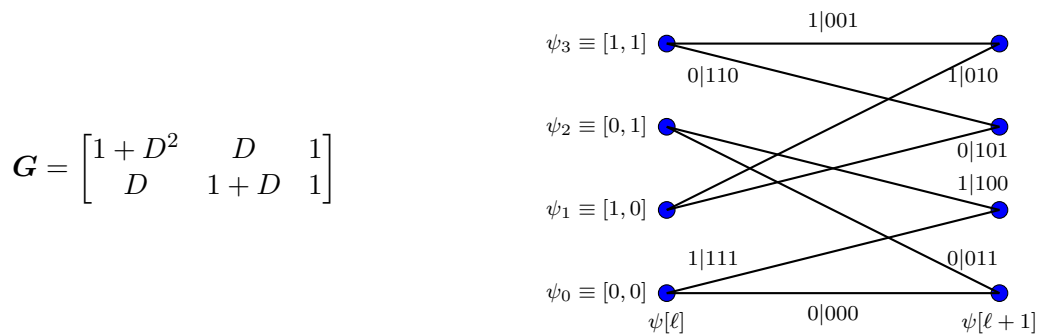
b_i	c_i
0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1	0 1 1 1 1 0 0
0 0 1 0	1 0 1 1 0 1 0
0 0 1 1	1 1 0 0 1 1 0
0 1 0 0	1 1 1 0 0 0 0
0 1 0 1	1 0 0 1 1 0 0
0 1 1 0	0 1 0 1 0 1 0
0 1 1 1	0 0 1 0 1 1 0

b_i	c_i
1 0 0 0	1 1 1 1 1 1 1
1 0 0 1	1 0 0 0 0 1 1
1 0 1 0	0 1 0 0 1 0 1
1 0 1 1	0 0 1 1 0 0 1
1 1 0 0	0 0 0 1 1 1 1
1 1 0 1	0 1 1 0 0 1 1
1 1 1 0	1 0 1 0 1 0 1
1 1 1 1	1 1 0 1 0 0 1

- I) Obtenga los siguientes parámetros del código:
 - o Tasa del código y matriz generadora del código.
 - o Mínima distancia del código, explicando cómo se ha obtenido, y número de errores que el código es capaz de detectar y de corregir trabajando sobre salida dura.
 - o Indique si el código es o no perfecto, explicando claramente por qué.
- II) Obtenga la matriz de chequeo de paridad y la tabla de síndromes.
- III) Utilizando el método de decodificación basado en síndrome y detallando cada paso, decodifique la siguiente palabra recibida

$$r = 0 1 1 1 0 1 1$$

b) Se tienen dos códigos convolucionales. Del primero se conoce su matriz generadora, y del segundo se conoce su diagrama de rejilla, que se muestran a continuación



- I) Para el primer codificador, obtenga su representación esquemática y dibuje parcialmente el diagrama de rejilla, dibujando sólo las ramas que parten de los estados $\psi[\ell]$ todo ceros y todo unos, y llegan a los estados $\psi[\ell + 1]$ que corresponda.
- II) Para el segundo codificador, obtenga su representación esquemática y su matriz generadora.
- III) Para el segundo codificador, decodifique los bits $B^{(0)}[0]$, $B^{(0)}[1]$ y $B^{(0)}[2]$ aplicando el algoritmo óptimo y asumiendo que cabeceras de ceros se han transmitido antes y después de estos 3 bits de datos, si la secuencia recibida (decisiones duras) es

m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$R[m]$	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1

NOTA: debe proporcionar evidencias claras de la aplicación del algoritmo óptimo (3 puntos)