COMUNICACIONES DIGITALES

PARTE A

(Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

Apellidos: .... Nombre: .... Nº de matrícula o DNI: .... Grupo .... Firma	Calificación 1 2 3 T

Ejercicio 1

Un sistema de espectro ensanchado por secuencia directa con factor de ensanchado $N = 6$ tiene la siguiente secuencia de ensanchado

m	0	1	2	3	4	5
$x[m]$	$+1$	-1	$+1$	-1	$+1$	-1

a) Obtenga los valores de las 6 primeras muestras de la secuencia de muestras a tiempo de chip, $s[m]$, $m \in \{0, 1, \cdots, 5\}$, asociadas a la transmisión de la siguiente secuencia de símbolos

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

b) Si el canal discreto equivalente a tiempo de chip es

$$d[m] = \delta[m] + \frac{1}{2}\delta[m-8],$$

calcule el canal discreto equivalente a tiempo de símbolo $p[n]$.

(1,25 puntos)

Ejercicio 2

Un sistema de comunicaciones emplea una modulación de fase diferencial (DPSK) con una constelación de $M = 4$ posibles símbolos con coordenadas normalizadas

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

a) Dibuje el diagrama de bloques del modulador, siendo la entrada del mismo la secuencia de bits y su salida la señal modulada.

b) Diseñe la asignación binaria que minimiza la probabilidad de error de bit.

c) Para la secuencia de bits

ℓ	0	1	2	3	4	5	6	7
$B_b[\ell]$	0	1	1	1	1	0	0	0

obtenga la secuencia de símbolos $A[n]$ a transmitir.

d) Si a la salida del demodulador se tienen las siguientes observaciones

n	0	1	2	3
$q[n]$	$1.27e^{j\pi/5}$	$0.93e^{j4\pi/9}$	$2.12e^{j\pi}$	$1.56e^{j5\pi/8}$

estime la secuencia de bits transmitida a la salida de un receptor DPSK no coherente.

NOTA: Si fuera necesario realizar algunas suposiciones, deje clara constancia de las mismas.

(1,25 puntos)

Ejercicio 3

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, se utiliza una constelación M-QAM con niveles normalizados, y la secuencia transmitida $A[n]$ es blanca.

a) 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, en los siguientes casos:

   I) El factor de caída es $\alpha = 0$.

   II) El factor de caída es $\alpha = 0.75$.

b) Asumiendo que la respuesta del canal en la banda de frecuencias asignada es ideal, y en el caso de $\alpha = 0.75$, represente la densidad espectral de potencia de la señal modulada, etiquetando adecuadamente los dos ejes e incluyendo todos los valores numéricos necesarios.

c) En el caso de $\alpha = 0$, y si el canal ahora tiene una respuesta el impulso

$$h(t) = \mathrm{sinc}^2\left(10^4\, t\right)$$

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)

COMUNICACIONES DIGITALES
PARTE B
(Tiempo: 120 minutos. Puntos 6/10)

	Calificación	
Apellidos:	4	
Nombre:	5	
Nº de matrícula o DNI: .... Grupo	T	
Firma		

Ejercicio 4

Un sistema digital de comunicaciones en banda base tiene el siguiente canal discreto equivalente

$$p[n] = \frac{1}{2}\delta[n] + \delta[n-2].$$

La constelación transmitida es una constelación M-PAM con niveles normalizados y el ruido térmico tiene una densidad espectral de potencia $N_0/2$ con $N_0 = 0.1$.

a) Si se transmite una constelación 2-PAM y se usa un receptor símbolo a símbolo sin memoria, obtenga el retardo óptimo para la decisión, y calcule la probabilidad de error exacta que se obtiene con dicho receptor y retardo para la decisión.

b) Para una constelación 4-PAM, diseñe un igualador lineal sin limitación de coeficientes, y obtenga la probabilidad de error

i) Con el criterio forzador de ceros (ZF)

ii) Con el criterio de mínimo error cuadrático medio (MMSE)

Compare ambos igualadores y diga cuál tiene mejor comportamiento, justificando la respuesta.

c) De nuevo con una constelación 4-PAM, se analizará ahora un igualador lineal de 5 coeficientes.

i) Elija el retardo que considere más adecuado para obtener las mejores prestaciones, explicando claramente la razón para elegir dicho retardo, y presente el sistema a resolver para obtener los coeficientes del igualador con dicho retardo bajo el criterio de mínimo error cuadrático medio (no es necesario que lo resuelva, pero debe proporcionar los valores numéricos de todos los términos involucrados en el sistema).

ii) Calcule la probabildad de error aproximada para el mejor retardo, indicando el valor de dicho retardo, si los coeficientes del igualador son

n	0	1	2	3	4
$w[n]$	0	0.8	0	0.1	0

(3 puntos)

Ejercicio 5

a) Un sistema de comunicaciones está equipado con un código bloque lineal, cuya matriz generadora es:

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

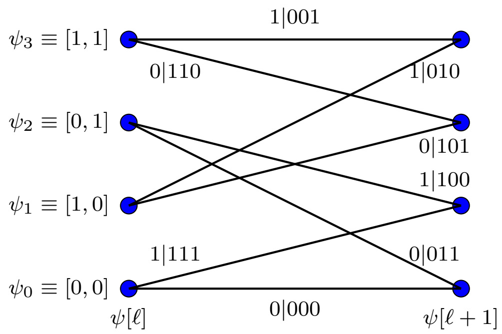
  I) Obtenga los siguientes parámetros del código:
    - Tasa del código.
    - Mínima distancia del código, explicando cómo se ha obtenido, y número de errores que el código es capaz de detectar y de corregir trabajando sobre salida dura.
    - Indique si el código es o no perfecto, explicando claramente 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 $\mathbf{r} = [1010111]$

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

$$\boldsymbol{G} = \begin{bmatrix} 1 + D^2 & D & 1 \\ D & 1 + D & 1 \end{bmatrix}$$



  I) Para el primer codificador, obtenga su representación esquemática y dibuje parcialmente el diagrama de rejilla, dibujando sólamente 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)