

COMUNICACIONES DIGITALES

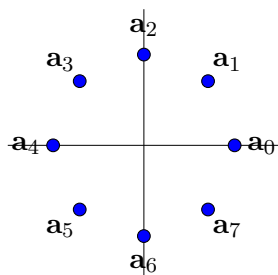
PARTE A

(Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

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

Ejercicio 1

- a) En una modulación de fase continua o CPM, explique la diferencia entre una modulación de respuesta parcial y una de respuesta completa, indicando claramente el rasgo distintivo de cada variante, y ponga un ejemplo ilustrativo para cada una de ellas.
- b) Indique cómo se logra la continuidad de fase, y cuáles son las condiciones que tienen que cumplir las frecuencias de los pulsos que se utilizan en las siguientes modulaciones de frecuencia:
 - i) Modulación de salto en frecuencia con fase continua, o CPFSK
 - ii) Modulación de mínimo salto en frecuencia, o MSK
- c) Una modulación de fase utiliza una constelación 8-PSK con los símbolos mostrados en la figura



Realice una asignación binaria apropiada en los siguientes casos:

- i) Se utiliza una modulación de fase convencional, PSK.
- ii) Se utiliza una modulación de fase diferencial, DPSK.

(1,5 puntos)

Ejercicio 2

Un sistema de comunicaciones en banda base utiliza una modulación de espectro ensanchado por secuencia directa con factor de ensanchado $N = 3$ y secuencia de ensanchado

$$x[m] = -\delta[m] + \delta[m - 1] - \delta[m - 2]$$

para transmitir a una tasa binaria de 1 kbit/s utilizando una constelación 8-PAM con niveles normalizados, siendo la secuencia transmitida blanca. El filtro transmisor a tiempo de chip, $g_c(t)$, es un filtro en raíz de coseno alzado a tiempo de chip con factor de caída α , el filtro receptor es un filtro adaptado al transmisor, el canal tiene una respuesta al impulso

$$h(t) = \delta(t) - \frac{1}{3}\delta(t - 7 \times 10^{-3})$$

y el ruido es blanco y gaussiano con densidad espectral de potencia $N_0/2$.

- a) Calcule la densidad espectral de potencia de la señal modulada en banda base, $s(t)$, para un valor genérico del factor de caída α , y represente dicha densidad espectral y proporcione el ancho de banda de la señal modulada en el caso particular $\alpha = 0$.

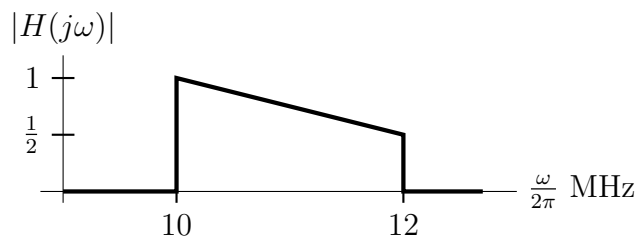
NOTA: En la representación de la densidad espectral de potencia se deben etiquetar adecuadamente ambos ejes incluyendo los valores numéricos apropiados.

(1 punto)

Ejercicio 3

Un sistema de comunicaciones tiene asignada la banda de frecuencias entre 10 MHz y 12 MHz, utiliza filtros adaptados en transmisión y recepción, y una constelación 16-QAM con niveles normalizados. El ruido aditivo del canal es blanco y gaussiano, con densidad espectral de potencia $N_0/2$.

- a) Si la respuesta del canal en la banda asignada es ideal, diseñe el filtro transmisor normalizado y la frecuencia de portadora para obtener la máxima tasa binaria de transmisión sin interferencia intersimbólica (ISI), y utilizando dicho filtro, calcule dicha tasa binaria máxima, y diga si el ruido muestreado a la salida del filtro receptor, $z[n]$, es o no blanco explicando claramente la razón.
- b) Diseñe ahora el filtro transmisor normalizado y la frecuencia de portadora si se desea transmitir sin ISI a una tasa binaria de 5 Mbits/s, utilizando todo el ancho de banda disponible, y asumiendo de nuevo un canal ideal.
- c) Si la respuesta del canal es la que se muestra en la figura, diseñe el filtro transmisor para transmitir sin ISI, y demuestre si el ruido muestreado a la salida del filtro receptor, $z[n]$, es o no blanco en ese caso.



(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; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 5px;">4</td> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">5</td> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">T</td> <td style="width: 50px; height: 30px;"></td> </tr> </table>	4		5		T	
4							
5							
T							

Ejercicio 4

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

$$p[n] = \frac{1}{2} \delta[n] - 4 \delta[n - 1] + \frac{1}{2} \delta[n - 2]$$

y el ruido muestreado a la salida del demodulador es blanco y gaussiano con varianza $\sigma_z^2 = 0.2$.

- a) En este caso se utiliza un detector símbolo a símbolo sin memoria diseñado para tener las mejores prestaciones posibles
 - I) Si la constelación transmitida es una 4-PAM con niveles normalizados, diseñe el detector símbolo a símbolo óptimo indicando claramente todas sus características (retardo, regiones de decisión,...).
 - II) Si la constelación transmitida es una 2-PAM con niveles normalizados, obtenga la probabilidad de error exacta del sistema.
- b) Ahora se utiliza un igualador de canal sin restricciones en el número de coeficientes.
 - I) Obtenga el igualador con criterio forzador de ceros (ZF), y calcule la probabilidad de error si la constelación utilizada es una constelación 4-PAM con niveles normalizados.
 - II) Explique cómo se obtiene el retardo óptimo para este tipo de igualadores de canal.
- c) Finalmente, se utiliza un igualador de canal de 3 coeficientes, cuyos coeficientes son

n	0	1	2
$w[n]$	-0.02	-0.25	-0.02

- I) Obtenga el retardo óptimo para la decisión con este receptor, explicando claramente como se ha obtenido.
- II) Estime la probabilidad de error obtenida con este receptor, si la constelación transmitida es una 4-PAM con niveles normalizados.

(3 puntos)

Ejercicio 5

a) Un código bloque lineal y sistemático tiene una tabla de síndromes que se muestra parcialmente a continuación

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

- i) Obtenga la matriz de chequeo de paridad y la tabla completa de síndromes.
- ii) Obtenga los siguientes parámetros del código:
 - o Tasa del código
 - o Matriz generadora del código.
 - o Mínima distancia del código, explicando cómo se ha obtenido.
 - o 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.
 - o Calcule la probabilidad de error en un sistema que transmite una constelación 2-PAM sobre un canal ideal con ruido gaussiano de densidad espectral de potencia $N_0/2$.
- iii) Utilizando el método de decodificación basado en síndrome y detallando cada paso, decodifique la siguiente palabra recibida

$$\mathbf{r} = 1\ 1\ 1\ 1\ 1$$

b) Un codificador convolucional tiene la siguiente matriz generadora

$$\mathbf{G}(D) = [1 + D \quad 1 + D^2 \quad 1 + D + D^2]$$

- i) Obtenga la representación esquemática y el diagrama de rejilla del codificador.
- ii) Obtenga las prestaciones del código convolucional en un sistema que transmite una constelación 2-PAM sobre un canal ideal con ruido gaussiano de densidad espectral de potencia $N_0/2$.
- iii) Decodifique los bits $B^{(0)}[0]$, $B^{(0)}[1]$ y $B^{(0)}[2]$ aplicando el algoritmo óptimo y asumiendo que cabeceras de ceros de la longitud apropiada 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)