COMUNICACIONES DIGITALES

CUESTIONES

(Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

Apellidos: ....

Nombre: ....

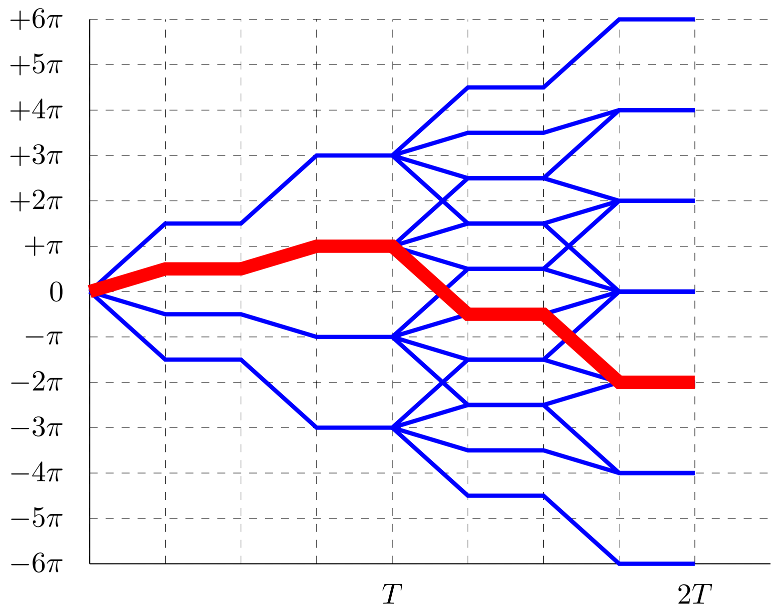
Nº de matrícula o DNI: .... Grupo ....

Firma

Calificación	
1	
2	
3	
T	

Cuestión 1

Una modulación CPM de respuesta completa tiene el siguiente árbol de fases:



a) Obtenga el filtro conformador que se utiliza para generar la señal CPM $g(t)$ con un árbol de fases como el anterior.

b) Determine el número de símbolos que se transmiten en la CPM y el valor de los mismos asumiendo que la constelación transmitida es una PAM con niveles normalizados.

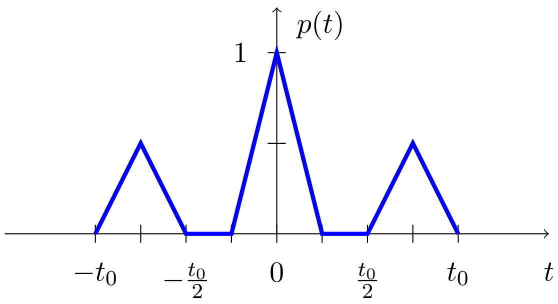
c) Obtenga el índice de modulación.

d) Obtenga los valores de los símbolos $I[0]$ e $I[1]$ para la fase resaltada sobre el árbol.

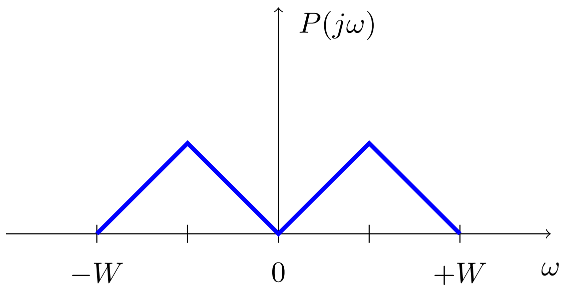
(1 punto)

Cuestión 2

Un sistema de comunicaciones en banda base utiliza como filtro receptor un filtro adaptado al filtro transmisor. Se van a considerar dos escenarios distintos para la transmisión. La respuesta conjunta entre transmisor, canal y receptor para estos dos escenarios viene dada, respectivamente, en las figuras (a) y (b); en el primer escenario a través de su respuesta en el tiempo, $p(t)$, y en el segundo escenario a través de su respuesta en frecuencia, $P(j\omega)$.



(a)



(b)

a) Determine para cada uno de los escenarios si es posible o no una transmisión sin interferencia intersimbólica (ISI), y en particular

- Explique claramente qué criterio utiliza para determinar en cada caso si es posible o no la transmisión sin ISI.
- En el caso de que sea posible, obtenga la máxima velocidad de símbolo a la que se puede conseguir dicha transmisión sin ISI (en función de los parámetros t_0 o W en cada caso).

b) Considere ahora el escenario (a), en el que el canal tiene una respuesta ideal $h(t) = \delta(t)$.

i) Obtenga la expresión del filtro conformador en transmisión $g(t)$ en ese caso.

ii) Explique qué condición ha de cumplirse para que el ruido muestreado a la salida del filtro adaptado, $z[n]$, sea blanco en un caso general, y demuestre si se cumple o no en este caso.

(1,5 puntos)

Cuestión 3

Un sistema de comunicaciones digitales basado en una modulación de espectro ensanchado por secuencia directa se utiliza para dar servicio de forma simultánea a dos ususarios (sistema multi-usuario). El factor de ensanchado y el pulso transmisor a tiempo de chip son los mismos para los dos usuarios, $N = 4$ y un pulso rectangular causal normalizado

$$g_c(t) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{T_c}} & \text{si } 0 \leq t < T_c = \frac{T}{4} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}.$$

Por simplicidad en los cálculo, se considerará a partir de ahora $T_c = 1$ y $T = 4$. El primer usuario tiene como secuencia de ensanchado

$$x_1[m] = \delta[m] - \delta[m-1] + \delta[m-2] - \delta[m-3].$$

a) Elija de entre las dos siguientes secuencias, $x_a[m]$ y $x_b[m]$, la que considere más apropiada como secuencia de ensanchado para el segundo usuario, $x_2[m]$, explicando claramente la razón de la elección

$$x_a[m] = -\delta[m] + \delta[m-1] - \delta[m-2] + \delta[m-3], \;\; x_b[m] = \delta[m] - \delta[m-1] - \delta[m-2] + \delta[m-3].$$

b) Con la elección realizada en el apartado anterior (si no lo ha resuelto, elija arbitrariamente una de las dos secuencias para el segundo usuario), obtenga y represente la señal en tiempo continuo $s(t)$ resultante de la transmisión de información de ambos usuarios durante los dos primeros intervalos de símbolo (entre $0 \leq t < 2T$) si las secuencias de datos transmitidas por el primer y segundo usuario son, respectivamente

n	0	1	2	3
$A_1[n]$	$+1$	-3	-1	$+1$
$A_2[n]$	-1	$+1$	$+3$	$+1$

c) Si se transmite la señal conjunta de ambos usuarios sin ninguna distorsión hasta el receptor, obtenga las observaciones correspondiente al primer usuario para los dos primeros intervalos de símbolo, $q_1[0]$ y $q_1[1]$, dejando evidencia clara de cómo se obtienen dichos valores.

(1,5 puntos)

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

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

Problema 1

El canal discreto equivalente para un sistema de comunicaciones es

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

El sistema utiliza una constelación 2-PAM con niveles normalizados, $A[n] \in \{\pm 1\}$. La varianza del ruido discreto $z[n]$ es $\sigma_z^2 = 0.1$.

a) Si se utiliza un receptor símbolo a símbolo sin memoria, calcule la probabilidad de error de símbolo para un retardo en la decisión $d = 0$ y para $d = 1$.

b) Diseñe el igualador lineal sin limitación de coeficientes, y criterio ZF, y calcule la probabilidad de error obtenida con el mismo.

c) Diseñe el igualador lineal sin limitación de coeficientes, y criterio MMSE, y calcule la probabilidad de error obtenida con el mismo.

d) Diseñe el igualador lineal de 3 coeficientes con los criterios ZF y MMSE para un retardo $d = 2$ (plantee el sistema de ecuaciones a resolver, definiendo de forma precisa todos los términos involucrados, pero no es necesario que obtenga los valores de los coeficientes del igualador resultante).

NOTA: Para $a \geq b$, y n entero, se tienen las siguientes integrales definidas

$$\int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{a + b\cdot\cos(n\cdot\omega)} d\omega = \frac{2\pi}{\sqrt{a^2-b^2}}, \quad \int_{-\pi}^{\pi} \frac{1}{(a + b\cdot\cos(n\cdot\omega))^2} d\omega = \frac{2\pi a}{\sqrt{(a^2-b^2)^3}}$$

(3 puntos)

Problema 2

Se van a considerar dos códigos de canal para sistemas de comunicaciones binarios

a) Un código bloque $\mathcal{C}$ obtenido mediante la concatenación de dos códigos bloque lineales, $\mathcal{C}_1$ y $\mathcal{C}_2$. La matriz generadora de $\mathcal{C}_1$ y el diccionario del código de $\mathcal{C}_2$ son

$$\boldsymbol{G}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix},$$

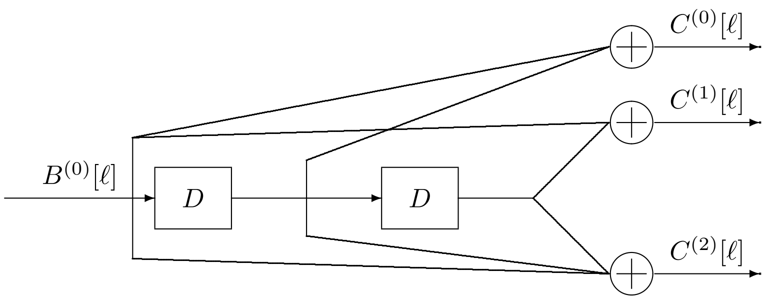
$\boldsymbol{b}_i(\mathcal{C}_2)$	$\boldsymbol{c}_i(\mathcal{C}_2)$	$\boldsymbol{b}_i(\mathcal{C}_2)$	$\boldsymbol{c}_i(\mathcal{C}_2)$
000	00000	100	01010
001	00101	101	01111
010	10011	110	11001
011	10110	111	11100

i) Calcule la matriz generadora del código $\mathcal{C}_2$ y para cada uno de los dos códigos individuales $\mathcal{C}_1$ y $\mathcal{C}_2$, obtenga el número de errores que puede corregir explicando claramente cómo se obtiene dicho número en ambos casos, y diga si son o no códigos sistemáticos y por qué.

ii) Cálcule el diccionario del código y la matriz generadora del código concatenado $\mathcal{C}$, obtenga la capacidad de corrección del código y diga si se trata o no de un código sistemático y por qué.

iii) Obtenga la matriz de chequeo de paridad del código concatenado, y la tabla de síndromes que utilizaría si se quieren obtener las mejores prestaciones.

b) Un código convolucional con la siguiente representación esquemática



i) Obtenga la representación mediante matriz generadora en polinomios en D y el diagrama de rejilla y las prestaciones del código si se trabaja con decodificación dura y el sistema transmite los bits codificados con una tasa de error $BER = 10^{-4}$.

ii) Obtenga la estima de la secuencia binaria transmitida $\hat{B}^{(0)}[\ell]$ para $\ell \in \{0, 1, 2\}$, si se asume que se envían los bits de datos por bloques de 3 bits con una cabecera entre cada bloque de dos ceros para resetear el estado del convolucional (es decir, puede asumir que $B^{(0)}[-2] = B^{(0)}[-1] = B^{(0)}[3] = B^{(0)}[4] = 0$) cuando la secuencia binaria recibida es

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

Para obtener la secuencia decodificada debe aplicar el algoritmo óptimo de decodificación, dejando clara evidencia de la aplicación del mismo.

(3 puntos)