

INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

COMUNICACIONES DIGITALES

(3^{er} curso - Septiembre 2009)

Apellidos:

Nombre:

Nº de matrícula o DNI:

Grupo:

Se ha presentado al examen

Firma

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

Un sistema de comunicaciones utiliza como filtro transmisor para una modulación PAM en banda base un filtro en raíz de coseno alzado, con un ractor de caída α . En el receptor hay un filtro adaptado al filtro transmisor. Se asume que el canal se comporta como un canal lineal gaussiano, con una respuesta al impulso del sistema lineal $h(t)$, y con el ruido que se suma durante la transmisión modelado como un proceso blanco y gaussiano, con densidad espectral de potencia $N_0/2$. En este caso, el sistema $h(t)$ será un canal paso bajo ideal con ancho de banda de 4 kHz.

- a) Indique si el ruido muestreado a la salida del filtro adaptado es o no blanco, o en su caso en qué circunstancias lo es y en cuáles no lo es, y justifique la respuesta.
- b) Calcule la máxima velocidad de símbolo a la que es posible transmitir por este sistema sin interferencia entre símbolos, indique el valor del factor de caída con el que se obtiene dicha velocidad, y calcule la velocidad binaria correspondiente en el caso de una modulación 8-PAM.
- c) Dibuje la densidad espectral de potencia de la señal correspondiente a esa máxima velocidad binaria en dos casos:
 - o La secuencia de datos $A[n]$ es blanca y con energía media por símbolo E_s .
 - o La secuencia de datos $A[n]$ tiene una densidad espectral de potencia $S_A(e^{j\omega}) = 1 + \cos(\omega)$.

_____ (1,5 puntos)

Cuestión 2

Una modulación de fase continua, o CPM, utiliza el siguiente pulso normalizado

$$g(t) = \begin{cases} \frac{t}{T^2}, & 0 \leq t < T \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}.$$

- a) Indique si se trata de una modulación de fase parcial o de fase completa, justificando la respuesta.
- b) Si se utiliza este pulso con una constelación binaria, $A[n] \in \{\pm 1\}$, y un índice de modulación $h = 1$, dibuje el diagrama de fases correspondiente a 4 períodos de símbolo y resalte sobre el mismo la evolución de la fase para la secuencia $A[n] = \{+1, -1, +1, +1\}$.

(1 punto)

Cuestión 3

Se tienen dos códigos bloque lineales dados por las siguientes matrices generadoras

$$\mathbf{G}_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \mathbf{G}_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- ¿Son códigos sistemáticos? Justifique la respuesta.
- Calcule la capacidad de detección y de corrección de errores de cada código.
- Elija el mejor código del apartado anterior (si tienen las mismas prestaciones elija el que prefiera), escriba la tabla de síndromes para el mismo y decodifique las siguientes palabras recibidas: $\mathbf{r}_a = 01101$ y $\mathbf{r}_b = 11111$ (se requieren las palabras mensaje decodificadas, no las palabras código corregidas).

(1,5 puntos)

COMUNICACIONES DIGITALES
PROBLEMAS
(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;">1</td> <td style="width: 50px;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">T</td> <td></td> </tr> </table>	1		2		T	
1							
2							
T							

Problema 1

Un sistema de comunicaciones transmite una modulación 2-PAM, con $A[n] \in \{\pm 1\}$, a través del siguiente canal discreto equivalente

$$p[n] = \delta[n] + \delta[n - 2].$$

- a) Calcule la probabilidad de error utilizando un decisor símbolo a símbolo con un retardo d (es decir, a partir de $q[n]$ se decide $\hat{A}[n - d]$), para $d = 0$ y para $d = 1$.
- b) Dibuje el diagrama de rejilla con las correspondientes etiquetas en cada rama.
- c) Suponiendo que para $n < 0$ $A[n] = -1$, de las dos siguientes secuencias de salida sin ruido una es correcta y en la otra hay un valor erróneo. Identifique donde está el error, y que valor (o posibles valores) serían los correctos, y obtenga las secuencias de símbolos que generaron ambas salidas sin ruido.

Secuencia	$o[0]$	$o[1]$	$o[2]$	$o[3]$	$o[4]$
A	-2	0	0	+2	0
B	0	-2	0	+2	0

- d) Asumiendo que $A[n] = -1$ para $n < 0$ y para $n \geq 3$, decodifique la siguiente secuencia de observaciones blandas

$$q[0] = -0,9 \quad q[1] = 0,5 \quad q[2] = 1 \quad q[3] = 0,2 \quad q[4] = -0,2$$

(3 puntos)

Problema 2

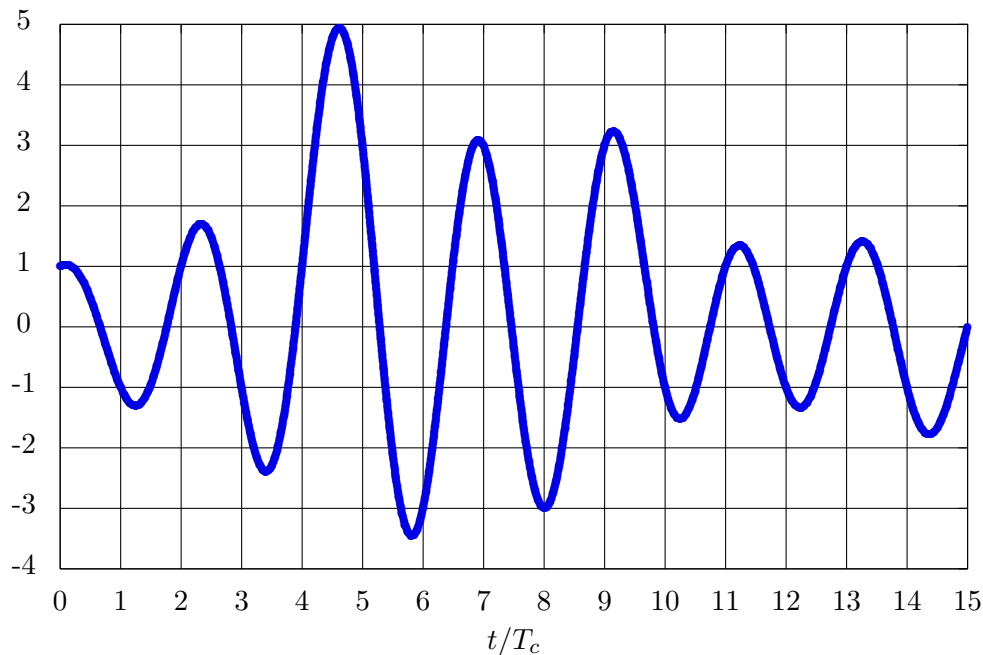
Un sistema de comunicaciones utiliza una modulación de espectro ensanchado por secuencia directa con factor de ensanchado $N = 5$. La secuencia de datos transmitida, $A[n]$, es una secuencia blanca con energía de símbolo E_s , y la secuencia de ensanchado es

$$x[0] = +1, x[1] = -1, x[2] = +1, x[3] = -1, x[4] = +1.$$

- a) Si como pulso conformador se utiliza un pulso causal de duración T_c normalizado en energía, represente la señal modulada para la siguiente secuencia de datos

$$A[0] = +1, A[1] = +3, A[2] = -1.$$

- b) Obtenga la expresión analítica de la densidad espectral de potencia de la señal en banda base, $S_s(j\omega)$, si el pulso a tiempo de chip es $g_c(t) = \frac{1}{\sqrt{T_c}} \cdot \text{sinc}\left(\frac{t}{T_c}\right)$.
- c) Obtenga los valores de $q[n]$ para $0 \leq n \leq 2$ si la señal a la salida del filtro adaptado a $g_c(t)$, $v(t)$, es la que se muestra en la siguiente figura (observe bien que el eje de abscisas está escalado por un factor T_c).



- d) Si como pulso conformador se utiliza un pulso causal de duración T_c normalizado en energía, y se transmite a través del siguiente canal

$$h(t) = \delta(t) + \delta\left(t - \frac{T_c}{2}\right) + \frac{1}{8} \cdot \delta(t - 4T_c),$$

calcule el canal discreto equivalente $p[n]$ y determine si existe o no interferencia intersimbólica.

(3 puntos)