Universidad Carlos III de Madrid

Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones

Comunicaciones digitales

Examen convocatoria septiembre
11 de septiembre de 2008

Nombre:

Apellidos:

DNI:

Firma:

Se ha presentado al examen.

Tiempo total: 1 hora
Puntos totales: 4/10

Apellidos:	1
Nombre:	
Grupo:	2
D.N.I.:	
Firma:	3
	Total

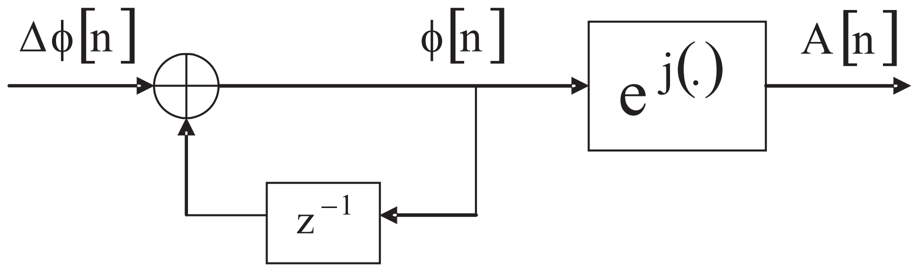
1. Un código bloque lineal (2,5) realiza la codificación que se muestra en la tabla:

$\boldsymbol{b}$	$\boldsymbol{c}$
00	00000
01	01011
10	10110
11	11101

Calcule la capacidad de detección y de corrección de errores del código, obtenga la matriz de chequeo de paridad, y decodifique (explicando el procedimiento empleado) las tres siguientes palabras: 00110, 11011, 00101.

(1 punto)

2. Un modulador en fase diferencial con 8 símbolos (8-PSK diferencial) tiene el siguiente esquema:



a) Obtenga la secuencia de símbolos transmitida $A[n]$ si $\phi[-1] = 0$ y:

$$\Delta\phi[0] = 0, \quad \Delta\phi[1] = -\frac{\pi}{4}, \quad \Delta\phi[2] = \frac{\pi}{4}, \quad \Delta\phi[3] = -\frac{\pi}{2}, \quad \Delta\phi[4] = 0, \quad \Delta\phi[5] = \frac{\pi}{2}$$

b) La secuencia $A[n]$ se transmite por el canal $p[n] = e^{j\theta}\delta[n]$. Diseñe el demodulador y obtenga la probabilidad de error sobre la secuencia $\Delta\phi[n]$ en ausencia de ruido.

(1,5 puntos)

3. La Figura 1 muestra el diagrama de bloques de un sistema de transmisión PAM en banda base. En este esquema, $A[n]$ representa la secuencia de símbolos transmitidos ($A[n] \in \{\pm 1\}$), $g(t)$ es un filtro en raíz de coseno alzado, $h(t)$ es la respuesta al impulso del canal lineal, $z(t)$ es ruido AWGN con densidad espectral de potencia $N_0/2$, $f(t)$ es el filtro receptor, T es el periodo de símbolo y $q[n]$ son las muestras obtenidas en el receptor, $p[n]$ es el canal discreto equivalente y $z[n]$ son las muestras de ruido.

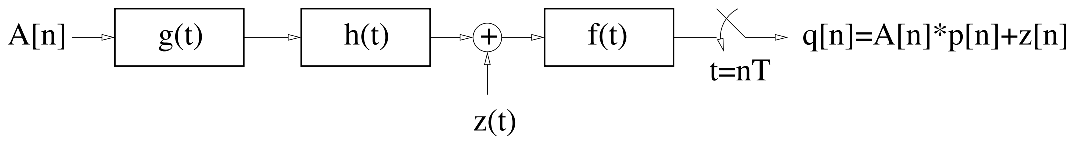


Figura 1: Diagrama del sistema de transmisión banda base PAM.

(a) Si $f(t)$ se diseña para que $k(t) = g(t) * f(t)$ cumpla el criterio de Nyquist, exprese $f(t)$ en función de $g(t)$ y calcule la densidad espectral de potencia del ruido $z[n]$.

(b) Si $h(t) = \delta(t) - \frac{1}{10}\delta(t - 2T)$, calcule la respuesta al impulso del canal discreto equivalente.

(c) En las condiciones del apartado (b), ¿existe interferencia intersimbólica en este sistema? Justifique su respuesta.

(d) Suponiendo que $g(t) = f(t) = 1/\sqrt{T}$ si $t \in [0, T]$ y $f(t) = g(t) = 0$ en caso contrario (es decir, $f(t)$ y $g(t)$ son pulsos cuadrados idénticos con soporte en $[0, T]$), dibuje el diagrama de ojo del sistema de transmisión en ausencia de ruido.

(e) Suponga ahora un canal $h(t)$ genérico, no necesariamente el del apartado (b). ¿Qué condición debe cumplir el canal $h(t)$ para que sea posible eliminar la interferencia intersimbólica del sistema mediante el adecuado diseño del receptor $f(t)$?.

(1,5 puntos)

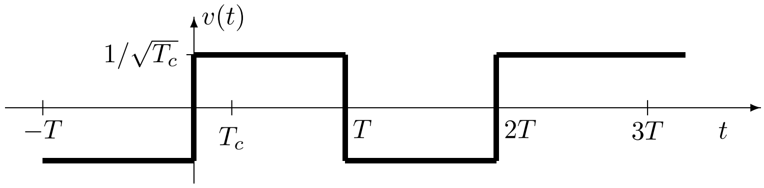
Tiempo total: 2 horas
Puntos totales: 6/10

Apellidos:	1
Nombre:	
Grupo:	2
D.N.I.:	
Firma:	Total

1. Un sistema de modulación de espectro ensanchado por secuencia directa, con factor de ensanchado $N = 4$, y trabajando en banda base, utiliza como pulso modulador

$$g(t) = \sum_{m=0}^{N-1} x[m] g_c(t - mT_c),$$

donde la secuencia determinista de ensanchado es en este caso $x[m] = +1, -1, +1, -1$, para $m = 0, 1, 2, 3$, respectivamente, y donde $g_c(t)$ es un pulso causal de duración T_c (tiempo de chip) y de energía unidad.



a) Empleando un receptor para espectro ensanchado por secuencia directa en banda base, calcule la salida del demodulador, $q[n]$, para $n = 0, 1, 2$, si la entrada del receptor, $v(t)$, es la señal de la figura.

b) Calcule el canal discreto equivalente y la probabilidad de error del sistema con el receptor convencional para estas modulaciones, si la constelación transmitida es una BPSK, $A[n] \in \{\pm 1\}$, y el canal es $h_{eq}(t) = \delta(t) + \delta(t - T/2)$, y compárelos con los obtenidos si en el receptor en lugar de la secuencia de ensanchado del transmisor se utiliza una secuencia alternativa $x_r[m] = +1, -1, +1, +1$, para desensanchar. ¿Aparece ISI?

c) Para el caso particular de la secuencia de ensanchado $x[m]$ utilizada en el transmisor en este sistema y del canal del apartado anterior, ¿es posible eliminar la ISI modificando la secuencia de desensanchado en el receptor? Si es así, indique las condiciones que debe cumplir la nueva secuencia del receptor, y ponga un ejemplo que las cumpla.

(3 puntos)

2. Se quiere transmitir una constelación binaria $A[n] \in \{\pm 1\}$ por un canal cuya respuesta impulsiva equivalente $p[n]$, que se asume causal, es en principio desconocida. Desconocer la respuesta impulsiva del canal nos impide diseñar cualquier tipo de receptor que pueda compensar sus efectos por lo que para solventar este problema se decide transmitir una secuencia conocida y observando la secuencia recibida obtener el canal discreto equivalente.

   a) Obtenga la longitud del canal y su respuesta impulsiva $p[n]$ asumiendo que no hay ruido en el canal si:

   $$A[0] = 1 \quad A[1] = -1 \quad A[2] = 1$$

   $$q[0] = 1 \quad q[1] = -1 \quad q[2] = 0{,}2 \quad q[3] = 0{,}8 \quad q[4] = -0{,}8$$

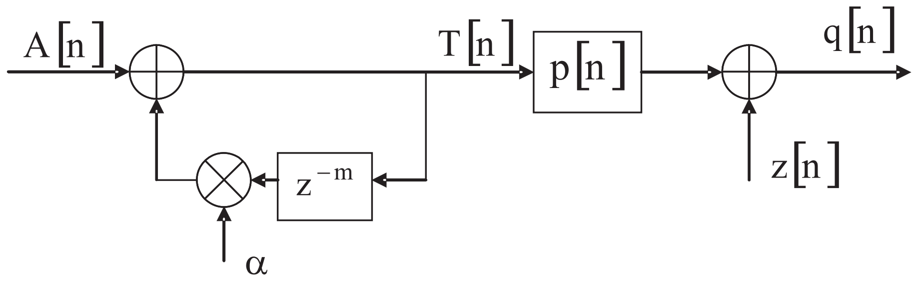
   Suponga para resolver el resto de apartados que el canal discreto equivalente que ha "medido" es $p[n] = \delta[n] + 0{,}8\delta[n-2]$

   b) Obtenga la probabilidad de error si utiliza un receptor óptimo y puede asumir que la secuencia $A[n] = 1 \ \forall n$ tiene un evento error a distancia mínima.

   c) Demodule la siguiente secuencia de símbolos si $A[n] = 1$ para $n < 0$ y $n \geq 4$:

   $$q[0] = 0{,}3 \quad q[1] = -0{,}9 \quad q[2] = 2{,}8 \quad q[3] = -0{,}01 \quad q[4] = -0{,}8 \quad q[5] = -4$$

   d) Según el esquema que se detalla a continuación, obtenga los valores de α y m para que el decisor óptimo sea un decisor símbolo a símbolo (sin memoria) diseñado para la secuencia $A[n]$ y en este caso, obtenga la probabilidad de error.



(3 puntos)