Comunicaciones
Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación
Universidad de Cantabria

Problemas Tema 6

1. Obtenga la relación señal a ruido a la entrada y a la salida de un filtro paso bajo ideal de ancho de banda W, suponiendo que a la entrada tenemos una señal digital $x(t)$ formada por pulsos de amplitud ±1 y período T, afectada por ruido aditivo blanco y Gaussiano de media cero y densidad espectral de potencia $N_0/2$, siendo W:

a) $1/T$;
b) $2/T$;

¿en qué caso obtenemos una mejor relación señal a ruido a la salida?

NOTA: El área bajo el lóbulo principal de la función $\text{sinc}^2(x)$ normalizada es aproximadamente 0.9 del área total y si consideramos un lóbulo adicional es de 0.95.

2. Suponga que se quiere transmitir la palabra "gato" utilizando un sistema de comunicaciones digitales 8-ario, es decir, con 8 símbolos.

a) Codificar la palabra en una secuencia de bits mediante el código ASCII de 7 bits añadiendo un octavo bit a cada carácter para la detección de errores de forma que el número de 1's sea par. ¿De cuántos bits consta el mensaje?
b) Si se utiliza un sistema 16-ario, ¿cuántos símbolos serían necesarios para representar el mensaje?
c) ¿Y si el sistema fuera 256-ario?

3. Un sistema de grabación digital para Compact Disc muestrea alternativamente los dos canales de un sistema estéreo tomando 44000 muestras/segundo de cada canal. El CD codifica cada muestra con palabras de 16 bits.

a) Obtener la relación SNR_Q para una señal sinusoidal de amplitud A. Suponga que la amplitud de la sinusoide coincide con el rango del cuantificador.
b) Si se recupera la información digitalizada en el CD y se quiere transmitir por una fibra óptica, calcular el ancho de banda que se requiere en los siguientes casos:
    b.1) Código de línea NRZ polar
    b.2) Código de línea Manchester

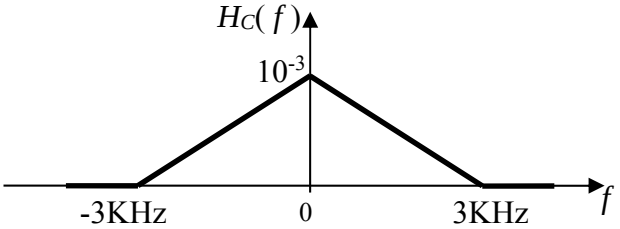
4. Suponga que se dispone de un canal de ancho de banda de 7200 Hz. Compare la tasa binaria que se puede alcanzar utilizando los siguientes esquemas de codificación de línea:

a) Codificación RZ-polar
b) " NRZ-unipolar
c) " Manchester
d) " NRZ de 16 niveles

5. Un sistema PCM multiplexa la información de 14 canales en una señal de 350 Kbps. Cada canal PCM es la salida de un convertidor analógico/digital con un rango dinámico de ± 2 voltios. El número de niveles de cuantificación es tal que la relación SNR_Q para una sinusoide de 2 voltios de amplitud es aproximadamente de 38 dB. Las señales de entrada a los convertidores A/D se muestrean a 1.4 veces la frecuencia de Nyquist.

a) Obtener el nº de niveles de cuantificación.
b) Obtener el ancho de banda de las señales analógicas de entrada a cada convertidor A/D.

6. Se considera un canal cuya función de transferencia es la que se muestra en la figura:



a) Obtenga la respuesta al impuso de este canal
b) ¿Cuál es la máxima velocidad permitida por este canal sin que haya ISI?
c) ¿Existen otras velocidades de transmisión sin ISI?, ¿cuáles son?
d) ¿Qué filtros transmisor y receptor utilizaría?

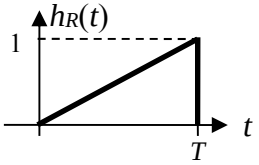
7. Calcular el ancho de banda mínimo para una transmisión PAM de cuatro niveles con un régimen binario R_b=2400 bits/s si la respuesta en frecuencia total del sistema es un filtro en coseno alzado con un 100% de exceso de ancho de banda (r=1).

8. Compare el ancho de banda necesario para una transmisión de voz sobre un canal telefónico de 3KHz de ancho de banda y para transmitir sin ISI la misma voz en un circuito PCM binario con una frecuencia de muestreo de 8000 muestras/s y una cuantificación con 8 bits/muestra.

9. Una señal analógica se convierte en una señal PCM binaria y se transmite por un canal limitado en banda a 100 KHz. Se utilizan 32 niveles de cuantificación y la función de transferencia equivalente total es un filtro en coseno alzado con un roll-off r=0.6.

a) Calcule el máximo régimen binario que se puede transmitir sin ISI.
b) Calcule cuál es el máximo ancho de banda que puede tener la señal analógica
c) Repita a) y b) si el modulador digital emplea una 8-PAM.

10. Un sistema de comunicaciones banda base NRZ-polar transmite R_b=1Mbit/s. El receptor utiliza un filtro con la respuesta al impulso, $h_R(t)$, mostrada en la figura, siendo T el periodo de símbolo.



a) ¿Cuál es el ancho de banda del primer nulo de la señal transmitida?
b) Si considera un canal ideal, discuta (razone) si el sistema sufrirá ISI o no.
c) Si considera un canal paso bajo ideal, ¿qué frecuencia de corte, W_c, permitiría una recepción libre de ISI?.

Soluciones Tema 6

1. a) $SNR = 10\log\frac{0.9T}{N_0}$

b) $SNR = 10\log\frac{0.95T}{2N_0}$

2. a) 32 bits
b) 8 símbolos
c) 4 símbolos

3. a) $\mathrm{SNR}_Q \approx 98$ dB

b.1) NRZ: W=1.408 MHz b.2) Manchester: W: 2.816 MHz

4. a) RZ polar: R_b = 3600 bps, b) NRZ-unipolar: R_b = 7200 bps
c) Manchester: R_b = 3600 bps, d) NRZ-16 niveles: R_b = 28800 bps

5. a) L_Q = 64 niveles b) f_{max}=1.49 kHz

6. a) $h(t) = 3\mathrm{sinc}^2(3000t)$
b) R_s = 3000 símbolos/s
c) Se puede transmitir a $R_S^{'} = R_S / N$ símbolos/s sin ISI.
d) Los filtros transmisor y receptor han de ser filtros paso bajo ideales con frecuencia de corte 3 kHz (o, al menos, planos entre -3 kHz y 3kHz)

7. W = 1200 Hz.

8. La transmisión sin ISI de voz telefónica mediante PCM binaria requiere un ancho de banda mínimo W = 32 kHz.

9. a) R_b=125 kbits/seg.
b) f_{max}=12.5 kHz.
c) Empleando una PAM de 8 niveles: R_b = 375 kbits/s y f_{max} = 37.5 kHz.

10. a) $W_{1er\ nulo}$=1 MHz.
b) No habrá ISI.
c) $W_c = \infty$ Hz.