

Modulación y Procesamiento de Señales

Segundo parcial - Curso 2012

Tecnólogo en Telecomunicaciones - FING/CURE
Universidad de la República

6 de julio de 2012

Indicaciones:

- La prueba tiene una duración total de 4 horas, y un total de 60 puntos.
- Cada hoja entregada debe indicar nombre, número de C.I., y número de hoja. La hoja 1 debe indicar además el total de hojas entregadas. Utilice únicamente un lado de las hojas.
- Cada problema o pregunta se deberá comenzar en una hoja nueva. Se evaluará explícitamente la claridad, prolijidad y presentación de las soluciones, desarrollos y justificaciones.
- Pueden utilizarse resultados teóricos del curso sin hacer su deducción siempre que la letra no lo exija explícitamente. Se evaluará la correcta formulación y validez de las hipótesis.

Pregunta [14 pts.]

Considere un sistema de transmisión digital PCM con q niveles de cuantificación y codificación M -aria, para la transmisión de una señal analógica $x(t)$ con ancho de banda W

- (a) Realice un diagrama de bloques de un transmisor PCM y de un receptor PCM indicando los parámetros relevantes de cada bloque del sistema.
- (b) Para las siguientes afirmaciones, indique si es verdadera o falsa. Justifique breve y adecuadamente su respuesta.
 - (i) *Como en un sistema PCM la señal $x(t)$ es digitalizada, siempre se puede escoger una combinación de parámetros que asegure que la señal sea totalmente reconstruida por el receptor sin degradación alguna.*
 - (ii) *Si aumenta la potencia de ruido en el canal, entonces aumenta la probabilidad de error en recepción y aumenta el ruido de decodificación.*
 - (iii) *Si la relación señal a ruido en recepción $(SRN)_R$ es tal que se encuentra por encima del umbral de recepción, siempre se puede aumentar la calidad con que es reconstruida una señal $((SNR)_D)$ aumentando los niveles de cuantificación q .*
 - (iv) *Siempre es posible aumentar la calidad con que es recibida una señal $((SNR)_D)$ aumentando la relación señal a ruido en recepción $(SRN)_R$, por ejemplo, aumentando la potencia de transmisión.*
 - (v) *En un sistema PCM binario con 256 niveles, un ancho de banda de transmisión de 64 kHz es el mínimo necesario para transmitir una señal analógica con $W = 8$ kHz.*

Problema 1 [12 pts.]

Se tiene un sistema de transmisión bandabase polar binario que utiliza pulsos rectangulares. La fuente valores genera símbolos lógicos '1' y '0' de forma equiprobable. Los pulsos generados tienen altura ± 1 y duración $T_b = 10 \mu s$. El filtro de recepción H_R es un pasabajos ideal de ancho de banda B_R . Se sabe que el canal introduce una atenuación L y agrega un ruido (en las hipótesis usuales) de potencia $\eta = 10^{-6}$ W/Hz.

- Calcule y dibuje la densidad espectral de potencia de la señal bandabase generada.
- Diseñe un valor para B_R justificando su elección.
- Halle el umbral de decisión óptimo en recepción.
- Calcule la probabilidad de error de este sistema si el transmisor tiene un amplificador que compensa la atenuación L del canal.

Problema 2 [20 pts.]

Se dispone de un enlace de cable que se quiere utilizar para la transmisión de datos binarios equiprobables generados a una tasa $r_b = 2$ Mbps. Este medio introduce ruido en las hipótesis habituales con una potencia de $\eta = 10^{-7}$ W/Hz. Se dispone de un canal pasabanda de 700 kHz de ancho de banda centrado en una frecuencia $f_c \gg B_T$.

- Calcule el ancho de banda necesario para usar PSK binario (BPSK) y muestre que no es posible transmitir los datos de entrada a la tasa r_b utilizando todo el ancho de banda disponible con dicho sistema de modulación.
- Suponga que puede disponer de todo el ancho de banda necesario ¿Qué probabilidad de error se obtendría en dicho caso si la amplitud recibida por el receptor es $A_c = 1$?

Para poder enviar los datos de entrada en el canal disponible se requiere entonces, utilizar una modulación digital pasabanda M -aria. El transmisor almacena en tiempo real los datos binarios de entrada y los transmite codificados en M-PSK.

- Calcule el mínimo valor de M necesario para utilizar un sistema M-PSK con el ancho de banda disponible.
- Calcule la eficiencia espectral y el ancho de banda requerido para el sistema resultante.
- Dibuje la constelación de este sistema.
- Estime la probabilidad de error que se obtendría con este sistema.

Problema 3 [14 pts.]

Se tiene una señal analógica $x(t)$ de potencia $S_x = 1/2$ y ancho de banda $W = 18$ kHz. Se quiere transmitir esta señal modulada en FM a una distancia tal que el canal presenta una atenuación $L = 25$ (en potencia) y agrega un ruido (en las hipótesis usuales) de $\eta = 10^{-7}$ W/Hz. El modulador FM utiliza un valor de $f_\Delta = 72$ kHz.

- Halle el valor de la razón de desviación D para este sistema.
- Estime el ancho de banda de transmisión B_T requerido.
- Calcule la mínima potencia de transmisión S_T necesaria para estar por encima del umbral de recepción FM ($(SNR)_R \geq 10$).
- Si se utiliza el doble de la potencia hallada en la parte (c), calcule la relación señal a ruido en detección $(SNR)_D$ y exprésela en decibeles.