

Apellidos:	
Nombre:	
Teoría de la Comunicación	Grado Ing. Tecnologías Telecomunicación Grado Ing. Telemática Doble Grado Ing. Tecnologías Telecomunicación e Ing. Telemática
Convocatoria Ordinaria I 10 enero 2019	2º curso Duración: 1h 45min

LEER DETENIDAMENTE:

- Sólo será considerado aquello escrito con **bolígrafo azul o negro**.
- Si se detecta a algún alumno consultando material no autorizado es motivo de expulsión.
- Todas las respuestas han de estar **obligatoriamente en función de las variables proporcionadas** por el enunciado. La no utilización de las variables del enunciado resta un cuarto de la puntuación del apartado.
- Utilice los apartados de manera correcta y obligatoria. Todo lo que esté enmarcado en un apartado pertenece a dicho apartado
- La utilización de constantes en el código implementado en lugar de variables penaliza con $\frac{1}{4}$ de la puntuación de la pregunta.
- No se puede utilizar ninguna función que no haya sido explicada en clase para la generación de señales.

1. Declarando obligatoriamente una única variable temporal t que representa el tiempo común para todas las señales que se vayan a generar en este ejercicio 1, una frecuencia de muestreo de 10KHz y dada la señal $x(t) = Ae^{-2|t^2|}$, $A = 6$, $t \in [-7,7]$
 - a. Represente la señal $x(t)$ donde el eje de abscisas representa la variable tiempo en segundos mientras que el eje de ordenadas representa la variable amplitud en voltios **(1p)**
 - b. Represente una señal $x_1(t)$ ortogonal a la señal $x(t)$. Es obligatorio que la señal ortogonal $x_1(t) \neq (-x(t))$ y que $x_1(t)$ no presente ningún intervalo temporal igual a cero. El eje de abscisas representa la variable tiempo en segundos mientras que el eje de ordenadas representa la variable amplitud en voltios **(1p)**
 - c. Explique razonadamente como demostrar matemáticamente que ambas señales $x(t)$, $x_1(t)$ son ortogonales **(0.5p)**
 - d. Represente la señal $x_2(t)$ donde los primeros 2.5s es igual a una señal constante de amplitud -2V, los siguientes 3.5s es igual a la señal $x_1(t)$ en ese intervalo, y el resto del intervalo es una señal coseno de amplitud 5V y frecuencia 750Hz. El eje de abscisas representa la variable tiempo en segundos mientras que el eje de ordenadas representa la variable amplitud en voltios **(1p)**
 - e. Suponga que la señal $x_3(t)$ es la señal $x_2(t)$ pero definida en el intervalo $t \in [0,14]$ s. Represente la salida del filtro adaptado de la señal $x_3(t)$. El eje de abscisas representa la variable tiempo en segundos mientras que el eje de ordenadas representa la variable amplitud en voltios **(1p)**
 - f. Compruebe que la densidad espectral de energía $S_x(f)$ se puede calcular como $S_x(f) = |X(f)|^2 = TF\{R_x(\tau)\}$. Represente ambas formas de cálculo solapadas en una misma gráfica teniendo en cuenta que el eje de ordenadas debe representar energía (Julios) mientras que el eje de abscisas deberá representar frecuencia (Hz). Utilice un número de puntos de la FFT igual a diez veces la longitud de la señal temporal **(1p)**
2. Se pretende simular un codificador de línea en un sistema de comunicación digital binario en banda base (Figura 1). Los valores que se utilizan para la simulación son los siguientes: se utilizan $inc=256$ muestras por cada dos bits enviados y periodo de símbolo $T=0.125$ s.

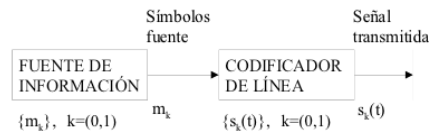


Figura 1. Codificador de línea en un SCD binario banda base

Suponga que se desea transmitir una secuencia binaria formada por 2000 bits de entrada al codificador de línea, los cuales se suponen equiprobables. El codificador de línea se diseña de tal forma que la amplitud de salida de la señal pulsada es $A_T=1V$. Considerando RZ-AMI (los unos binarios se representan mediante pulsos alternados de duración T).

- a. Implemente todo lo necesario para representar la secuencia binaria $s_k(t)$ a la salida de la codificación de línea. El eje de abscisas representa la variable tiempo en segundos mientras que el eje de ordenadas representa la variable amplitud en voltios (**1p**)

Se pretende simular un receptor óptimo para un sistema de comunicación digital binario en banda base (Figura 2) y obtener la probabilidad de error real ($P_e = \frac{bits_{error}}{bits_{total}}$) para compararla con la probabilidad de error teórica considerando codificación RZ polar.

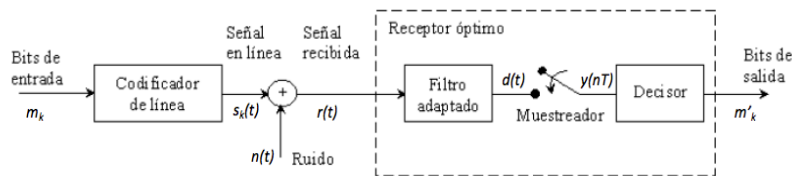


Figura 2. Bloques para la simulación del sistema de comunicación digital banda base

- b. Sabiendo que la señal recibida $r(t)$ estará formada por una señal $n(t)$ de ruido aditivo, blanco y gaussiano (AWGN) con una densidad espectral de potencia $\eta=10^{-3}$ W/Hz y la señal en línea $s_k(t)$ con una potencia media de ruido (varianza) $\sigma_n^2 = f_s \frac{\eta}{2}$, implemente todo lo necesario para obtener la salida del muestreador. Tenga en cuenta que el muestreador presenta un defecto de hardware y muestrea cada $t = n \frac{T}{4}$, siendo n un valor entero (**1p**)
 - c. Considerando la salida del filtro adaptado, ¿explique razonadamente qué problema ocurre en el sistema cuando se muestrea cada $t = n \frac{T}{4}$? (**0.5p**)
 - d. A partir de los datos observados en la práctica que el alumno ha realizado en clase, dibuje en la misma gráfica (a mano y utilizando escala logarítmica en ambos ejes) la probabilidad de error de bit real que se observaría aproximadamente al transmitir y recibir con los siguientes códigos en un canal de ruido AWGN cuya densidad espectral de potencia η varía en el siguiente rango $\eta \in [0.1; -0.001; 0.01]$: i) Tx: RZ-unipolar, Rx: RZ-unipolar; ii) Tx: RZ-unipolar, Rx: Manchester; iii) Tx: Manchester, Rx: Manchester. Explique razonadamente (**1p**)
3. Considerando el software *GNU Radio*, suponga que se simula un transmisor QPSK que transmite una secuencia de símbolos digitales en el que se han utilizado diferentes factores *roll-off* en el filtro de conformación del transmisor. Con la idea de que los datos proporcionados en la figura 4 sean correctos, calcule razonadamente la frecuencia de muestreo, en KHz, que se ha debido de utilizar a partir de los datos proporcionados en la figura 3, sabiendo que $sps = 16$ muestras/símbolo. (**1p**)

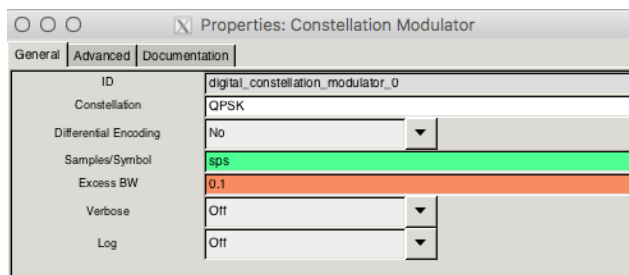


Figura 3. Parámetros del bloque 'Constellation modulator'

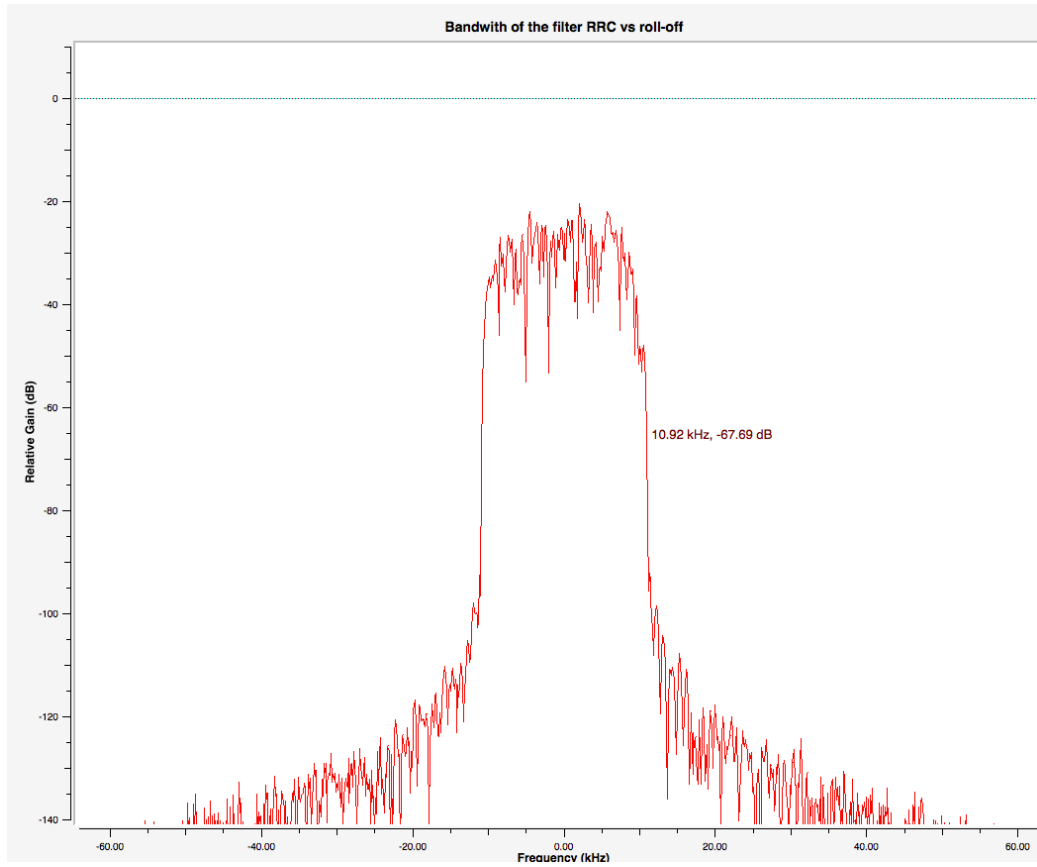


Figura 4. Densidad espectral de potencia de la secuencia de símbolos *QPSK* transmitida