

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

CUESTIONES

(Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

Apellidos: Nombre: Nº de matrícula o DNI: Grupo Firma	Calificación	
	1	
	2	
	3	
	4	
	T	

Cuestión 1

Explique que criterios determinan el diseño del modulador y del codificador de un sistema digital de comunicaciones. Explique cuál es la estrategia óptima del diseño del codificador si el objetivo es minimizar la probabilidad de error fijada una relación E_s/N_o (energía media por símbolo/densidad espectral de potencia) y ponga un ejemplo en un espacio de señales bidimensional.

_____ (1 Punto)

Cuestión 2

Un sistema de comunicaciones emplea la constelación mostrada en la Figura 1. Los tres símbolos se transmiten con igual probabilidad, de modo que se obtienen las regiones de decisión mostradas en la misma figura. Calcule la cota de la unión para esta constelación. Se supone que se tiene ruido blanco y gaussiano con densidad espectral de potencia $N_o/2$.

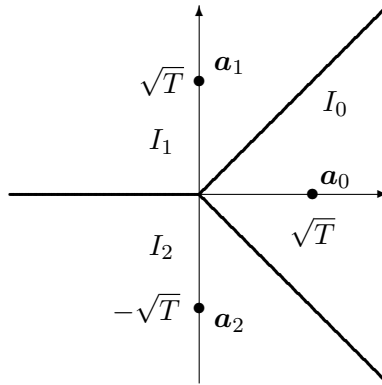


Figura 1: Constelación y regiones de decisión.

(1 Punto)

Cuestión 3

Un proceso aleatorio $Z(t)$ se define como

$$X(t) = A + B \cdot t,$$

donde A y B son dos variables aleatorias independientes, la primera con una función de densidad de probabilidad $f_A(a)$ como la mostrada en la Figura 2, y la segunda con una función densidad de probabilidad $f_B(b)$ uniforme en el intervalo $[-1, 1]$.

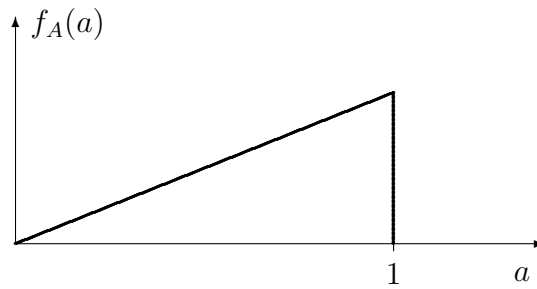


Figura 2: Función densidad de probabilidad de la variable aleatoria A .

Calcule la media, $m_X(t)$, y la función de autocorrelación, $R_X(t_1, t_2)$, del proceso $X(t)$. ¿Es este proceso estacionario en sentido amplio?

_____ (1 Punto)

Cuestión 4

Una misma señal de entrada se aplica a 4 moduladores analógicos diferentes. Se monitoriza la respuesta en frecuencia a la salida de los cuatro moduladores, dando lugar a los cuatro espectros representados en la Figura 3, en la que la frecuencia en el eje de abscisas está expresada en KHz (tenga en cuenta que cada subfigura tiene distintas escalas).

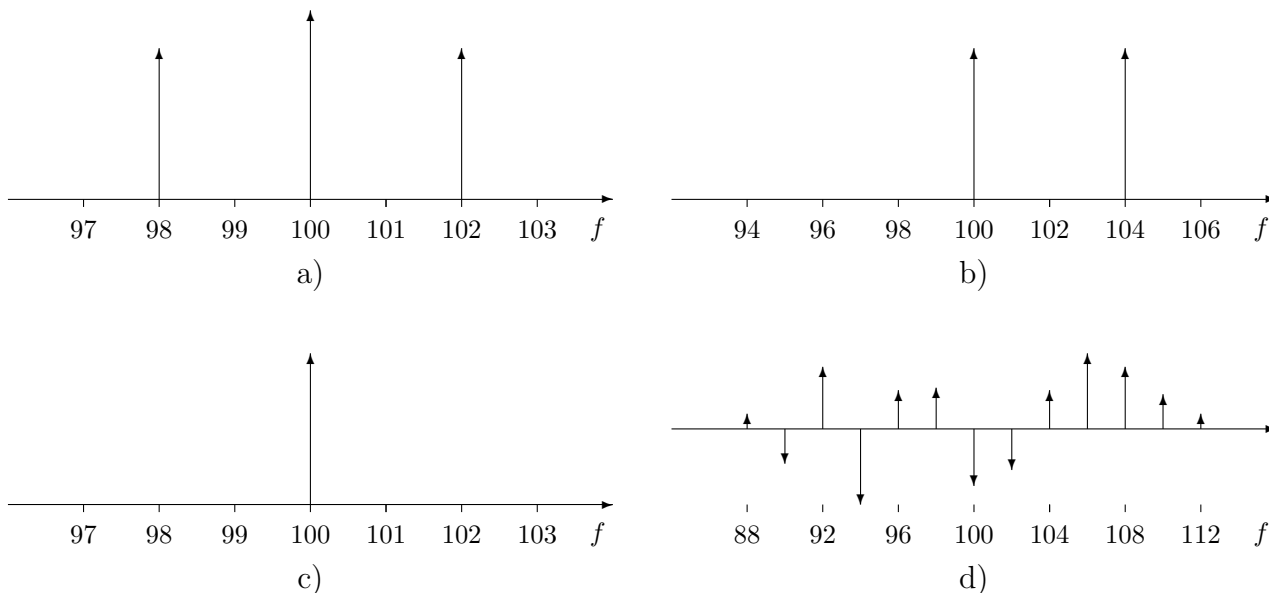


Figura 3: Espectros de la señal de salida de los moduladores.

- Especifique a cuál o cuales de las posibles variantes de modulaciones analógicas pertenece cada uno de los espectros, y cuál es la frecuencia de la señal portadora de cada modulador.
- Proporcione la expresión analítica completa (incluidos posibles valores numéricos) de la señal de entrada a los moduladores (señal moduladora).

(1 Punto)

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

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="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 60px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">T</td> <td></td> </tr> </table>	1		2		T	
1							
2							
T							

Problema 1

Se tiene el canal discreto sin memoria de la Figura 4.

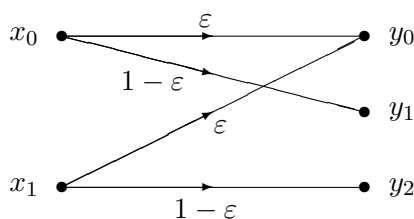
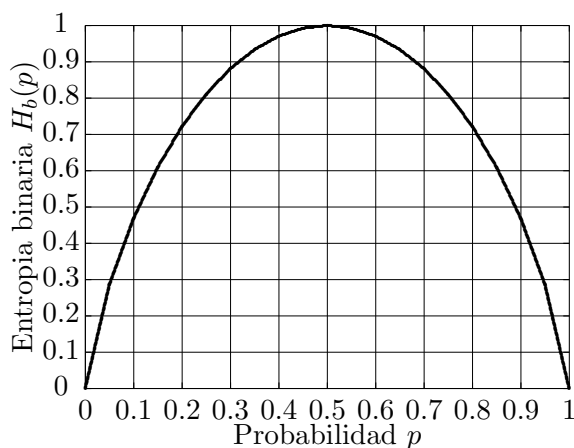


Figura 4: Canal DMC

- a) Calcule la capacidad del canal (valor y probabilidades de entrada para las que se alcanza).
- b) Suponiendo que el símbolo x_0 se transmite con un probabilidad p , calcule la entropía conjunta entrada salida, $H(X, Y)$, y la entropía condicional de la entrada conocida la salida, $H(X|Y)$ en función de los parámetros ε y p . Dibújelo, en función de p , para un valor $\varepsilon = 0.25$.

NOTA: Se adjunta una gráfica que representa la entropía binaria $H_b(p)$.



(2 Puntos)

Problema 2

Un sistema de comunicaciones utiliza las señales $s_0(t)$ y $s_1(t)$ mostradas en la Figura 5 a) para la transmisión de dos símbolos equiprobables.

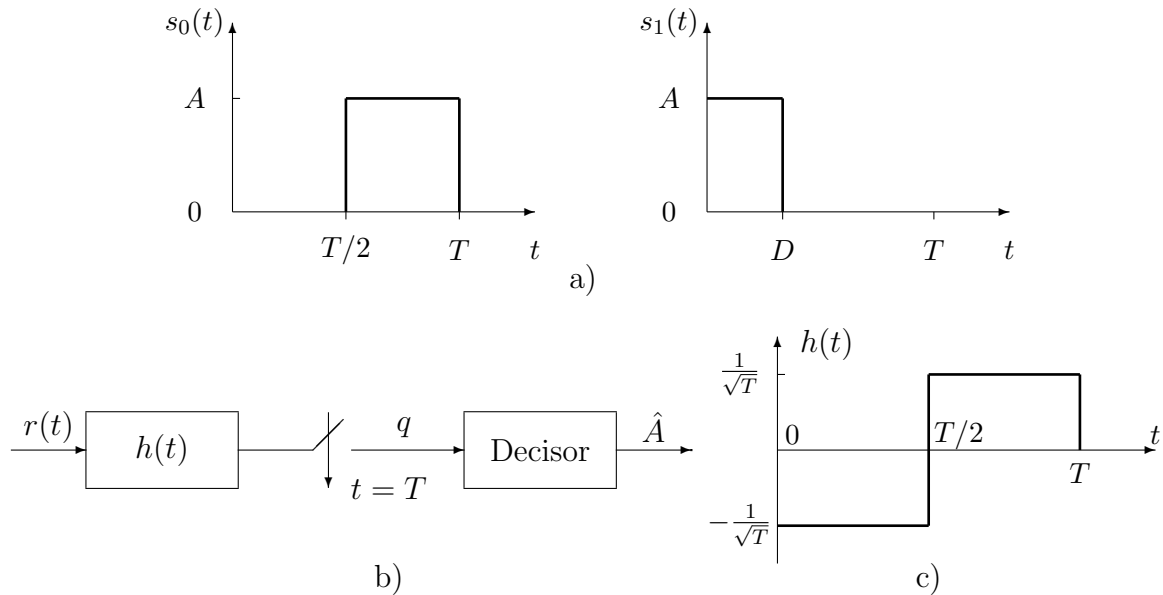


Figura 5: Conjunto de señales y receptor

Para la señal $s_1(t)$, se cumple que $0 \leq D \leq T/2$.

- Suponiendo un receptor óptimo y un ruido blanco y gaussiano con densidad espectral de potencia $N_o/2$, exprese la probabilidad de error como una función de D y calcule el valor o valores óptimos de dicho parámetro que minimizan esta probabilidad de error.
- Exprese la probabilidad de error como una función de la relación E_s/N_o , y calcule el valor óptimo de D para una relación E_s/N_o fija. Compare el resultado con el obtenido para una constelación unidimensional binaria y simétrica (con símbolos $\pm C$).
- Si se utiliza el receptor mostrado en la Figura 5 b), donde la respuesta del filtro $h(t)$ es la de la Figura 5 c), diseñe un receptor basado en correladores equivalente y calcule las funciones de densidad de probabilidad de q condicionadas a la transmisión de cada símbolo, $f_{q|A}(q|a_0)$ y $f_{q|A}(q|a_1)$. Considere un ruido blanco y gaussiano con densidad espectral de potencia $N_o/2$.
- Diseñe el decisor óptimo para el receptor de la Figura 5 b), calcule la probabilidad de error y compare el resultado con la que se obtendría utilizando un receptor (demodulador + decisor) óptimo. Comente los resultados obtenidos (Para la comparación, se puede considerar el caso $T = 1$ y extrapolar las conclusiones, que se mantienen para cualquier valor de T).

(4 Puntos)

