

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

CUESTIONES

(Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

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

Cuestión 1

La señal moduladora de un sistema de comunicaciones analógico, $m(t)$, es una señal de ancho de banda B Hz con densidad espectral de potencia

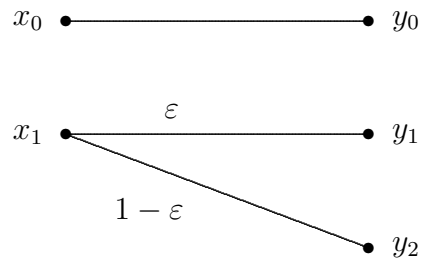
$$S_M(f) = \begin{cases} \frac{|f|}{B}, & \text{si } |f| \leq B \\ 0, & \text{si } |f| > B \end{cases} .$$

La portadora tiene una frecuencia $f_c \gg B$.

- a) Indique cual es el ancho de banda de la señal modulada mediante AM convencional y dibuje su densidad espectral de potencia, $S_S(f)$.
- b) Indique cual es el ancho de banda de la señal modulada mediante modulación de amplitud de doble banda lateral y dibuje su densidad espectral de potencia, $S_S(f)$.
- c) Indique cual es el ancho de banda de la señal modulada mediante modulación de amplitud de banda lateral única y dibuje su densidad espectral de potencia, $S_S(f)$, para el caso de banda lateral inferior.
- d) Indique cual es el ancho de banda de la señal modulada mediante una modulación FM con índice de modulación $\beta = 5$.

(1 punto)

Cuestión 2



- a) Calcule $H(Y)$ y $H(X, Y)$ en función de ε para el canal de la figura.
- b) Calcule la capacidad del canal mostrado en la figura, así como la distribución de entrada para la que se alcanza dicha capacidad.

(1,5 puntos)

Cuestión 3

El proceso aleatorio $Y(t)$ se define como $Y(t) = X \cdot \cos(2\pi f_0 t)$, donde X es una variable aleatoria uniforme distribuida entre a y b .

- a) Calcule la media, $m_Y(t)$, del proceso $Y(t)$.
- b) Calcule la función de autocorrelación, $R_Y(t + \tau, t)$.
- c) ¿Es $Y(t)$ estacionario? Razone la respuesta.
- d) Calcule la densidad espectral de potencia, $S_Y(f)$, del proceso.

NOTA: $\cos(A) \cdot \cos(B) = \frac{1}{2} [\cos(A + B) + \cos(A - B)]$

(1,5 puntos)

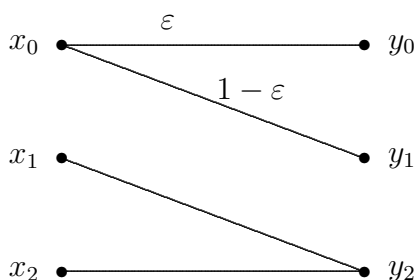
TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

PROBLEMAS

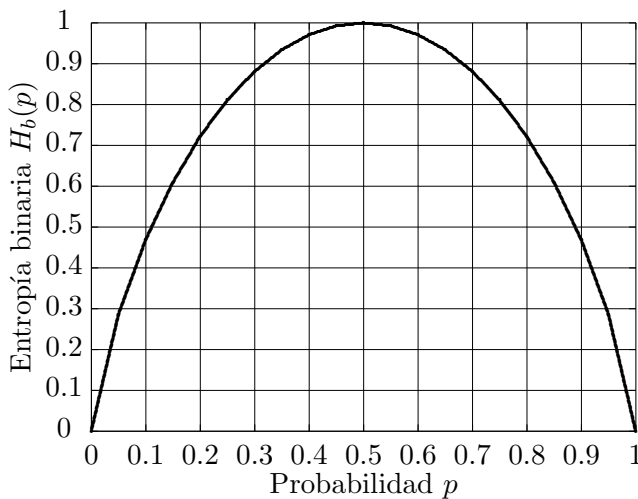
(Tiempo: 120 minutos. Puntos 6/10)

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: 40px;"></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

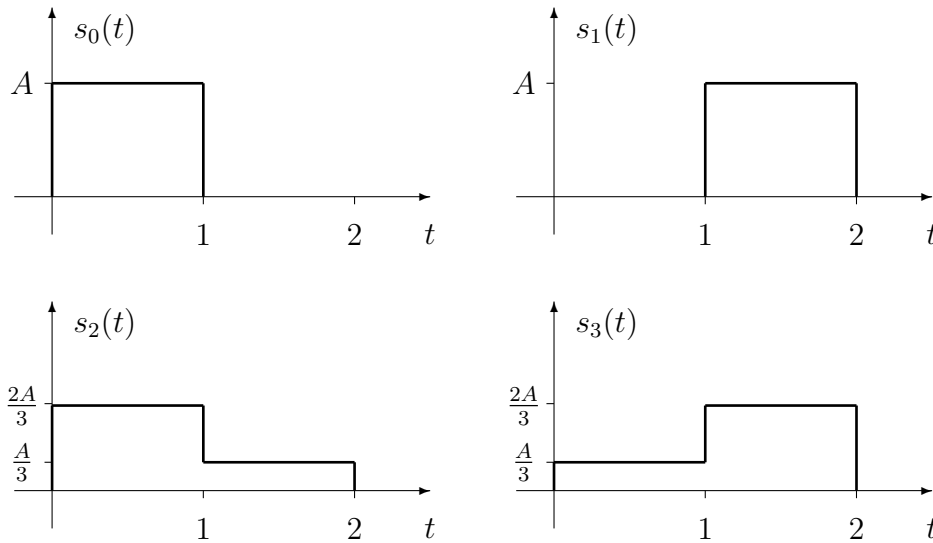


- Calcule la capacidad del canal de la figura y representela como una función de ϵ para $\epsilon \in [0, 1]$.
- Si se hace $p_X(x_1) = p_X(x_2) = p$, calcule las expresiones de la entropía condicional $H(X|Y)$ y de la conjunta, $H(X, Y)$, en función de p y ϵ , y representelas en función de p para $\epsilon = 1/2$.
 NOTA: Se adjunta una gráfica que representa la entropía binaria $H_b(p)$.



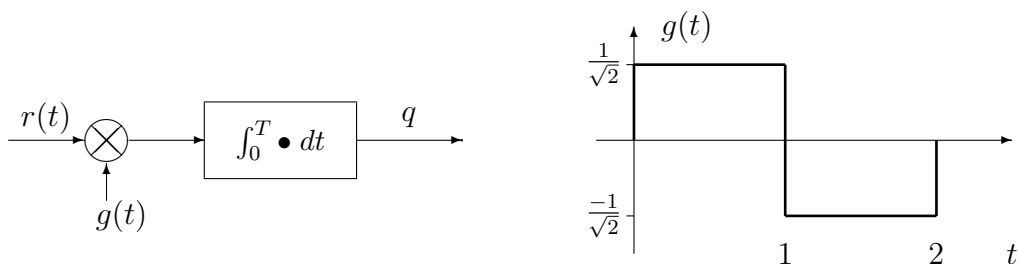
(2,5 puntos)

Problema 2



Las cuatro señales de la figura se utilizan para transmitir 4 símbolos igualmente probables en un sistema de comunicaciones. Se considera que dichas señales se transmiten a través de un canal gaussiano con densidad espectral de potencia $N_0/2$.

- Diseñe el transmisor: codificador (constelación) y modulador ($\{\phi_i(t)\}$, $i = 0, 1, \dots, N$).
- Calcule la energía media por símbolo del sistema, y realice una asignación óptima de bits a cada símbolo.
- Diseñe el receptor óptimo (demodulador + decisor) utilizando filtros adaptados causales (hay que proporcionar la expresión analítica o dibujarlos), obtenga las expresiones de la función densidad de probabilidad de la observación a la salida del demodulador condicionada a la transmisión de cada símbolo ($f_{Q|A}(q|\mathbf{a}_i)$, $i = 0, 1, 2, 3$), y calcule la probabilidad de error.
- Si se utiliza el demodulador de la siguiente figura, diseñe el decisor óptimo, obtenga las expresiones de la función densidad de probabilidad de la observación a la salida del demodulador condicionada a la transmisión de cada símbolo ($f_{Q|A}(q|\mathbf{a}_i)$, $i = 0, 1, 2, 3$), y calcule la probabilidad de error. Compare este valor con el obtenido en el apartado anterior y explique los resultados obtenidos.



(3,5 puntos)

