

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

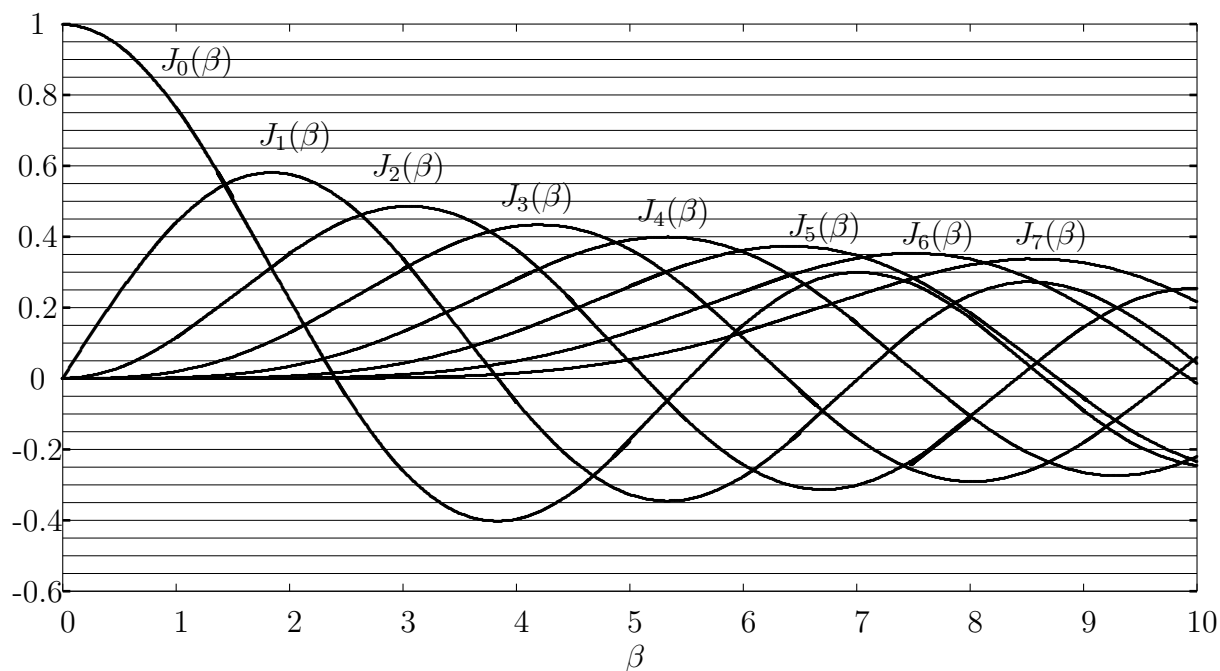
CUESTIONES

(Tiempo: 60 minutos. Puntos 4/10)

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;">3</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">T</td> <td></td> </tr> </table>	1		2		3		T	
1									
2									
3									
T									

Cuestión 1

En un modulador FM con índice de modulación 5 y frecuencia de portadora $f_c = 100$ MHz se introduce una señal moduladora $m(t) = \cos(2\pi f_m t)$, con $f_m = 2$ MHz. Explique cómo es el espectro de la señal y dibújelo indicando claramente las frecuencias y amplitudes de cada componente.



(1 punto)

Cuestión 2

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

$$X(t) = A \cos(2\pi f_0 t + \Theta),$$

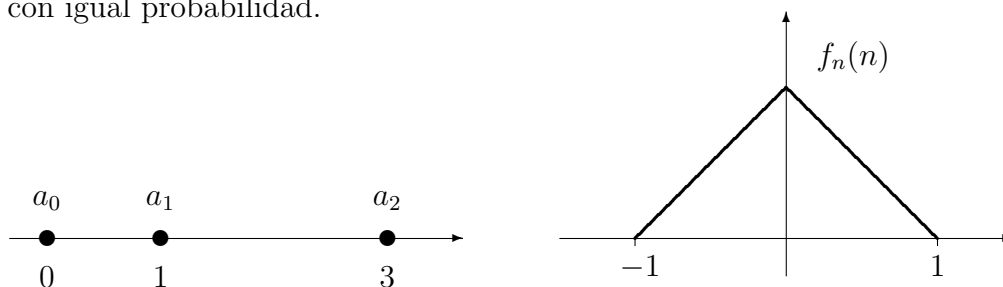
donde A es una constante y Θ es una variable aleatoria uniformemente distribuida en el intervalo $(0, \pi)$. Diga si el proceso aleatorio es estacionario o cicloestacionario, y calcule su densidad espectral de potencia.

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

(1,5 puntos)

Cuestión 3

Un sistema de comunicaciones emplea la constelación mostrada en la figura. Los tres símbolos se transmiten con igual probabilidad.



Dibuje la función densidad de probabilidad de las observaciones a la salida del demodulador condicionada a la transmisión de cada símbolo, $f_{Q|A}(q|a_i)$, $i = 0, 1, 2$, diseñe el decisor óptimo, y calcule la probabilidad de error cuando el término de ruido a la salida del demodulador tiene las siguientes características:

- a) Es ruido gaussiano con varianza $N_0/2$.
- b) Es ruido uniforme en el intervalo $(-1, 1)$.
- c) Tiene la función densidad de probabilidad de la figura, $f_n(n)$.

(1,5 puntos)

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

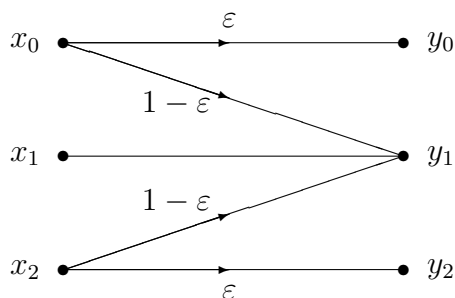
PROBLEMAS

(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

Para el canal de la figura



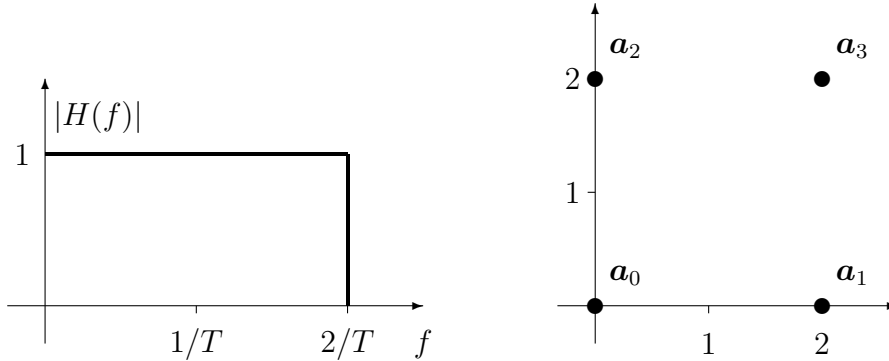
- a) Calcule $H(X, Y)$, $H(Y|X)$, y la capacidad de canal, para $\epsilon = 0$.
- b) Calcule $H(X, Y)$, $H(Y|X)$, y la capacidad de canal, para $\epsilon = 1$.
- c) Calcule la capacidad de canal en función de ϵ .

NOTA: Tenga en cuenta la simetría del canal, que hace que la dependencia de $I(X, Y)$ con respecto a $p_X(x_0)$ y $p_X(x_2)$ sea equivalente. Sugerencia: denote $p_X(x_0) = p_X(x_2) = p$, durante el cálculo de la capacidad de canal.

(3 puntos)

Problema 2

Se va a diseñar un sistema de comunicaciones que utilizará la constelación de 4 puntos de la figura para transmitir a través de un canal con la respuesta en frecuencia mostrada en la misma figura.



- Realice una asignación adecuada de bits a cada símbolo (justifique la asignación).
- Diseñe un modulador adecuado, $(\{\phi_i(t)\}, i = 0, 1, \dots, N)$, justificando la elección de cada elemento, y dibuje las señales empleadas para transmitir cada uno de los 4 símbolos por el canal (es decir, dibuje las señales $s_i(t)$, $i = 0, 1, 2, 3$, en el intervalo $0 \leq t < T$).
- Suponga que los símbolos se transmiten con igual probabilidad y que el canal añade ruido blanco, gaussiano, y con densidad espectral de potencia $N_0/2$. Diseñe el decisor óptimo (asumiendo un demodulador ideal), obtenga las expresiones de la función densidad de probabilidad de la observación a la salida del demodulador condicionada a la transmisión de cada símbolo ($f_{\mathbf{Q}|\mathbf{A}}(\mathbf{q}|\mathbf{a}_i)$, $i = 0, 1, 2, 3$), y calcule la probabilidad de error de símbolo.
- Suponga ahora que en cada una de las salidas del demodulador, $q_j = a_{i,j} + n_j$, los términos de ruido n_0 y n_1 son independientes y tienen ambos una distribución uniforme en el intervalo $(-1.5, 1.5)$, y que los símbolos se transmiten con las siguientes probabilidades: $p_A(\mathbf{a}_0) = 1/2$, $p_A(\mathbf{a}_1) = 1/8$, $p_A(\mathbf{a}_2) = 1/8$, y $p_A(\mathbf{a}_3) = 1/4$. Diseñe ahora el decisor óptimo y calcule la probabilidad de error.

(3 puntos)

