

**Examen convocatoria Junio**

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

**Grado en Ingeniería de Sistemas Audiovisuales**

Apellidos.....

Nombre.....

Nº de matrícula o DNI.....

Grupo.....

Firma

**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**

TEORÍA (Puntos: 4/10)

Tiempo total: 3 horas.

No escriba en las zonas con recuadro grueso

Nº	
1	
2	
T	

Apellidos..... Nombre..... Nº de matrícula o DNI..... Grupo.....
--

**T1.-** Siendo  $A$  una variable aleatoria de media  $\mu_A = 1$  y varianza  $\sigma_A^2 = 2$  y  $\Phi$  una variable aleatoria uniforme entre  $0$  y  $2\pi$ , independientes entre sí, se define el siguiente proceso estocástico:

$$X(t) = A + \cos(\Phi t)$$

- a) Calcule la media estadística del proceso y la media temporal en un intervalo  $T$  definida como:

$$\langle X(t) \rangle_T = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} X(t) dt$$

Determine si el proceso es ergódico en la media.

- b) Calcule la autocorrelación estadística y la función de ambigüedad temporal del proceso definida como:

$$\langle X(t + \tau)X(t) \rangle_T = \frac{1}{T} \int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} X(t + \tau)X(t) dt$$

Determine si el proceso es ergódico en la autocorrelación.

---

(2 puntos)

**T2.-** En un sistema de transmisión analógica, cuya frecuencia de portadora es de 860 MHz, se va a transmitir como señal moduladora un tono de 5 KHz. Determinar:

- a) Si se utiliza modulación AM, calcule el ancho de banda de la señal modulada.
- b) Dibuje, de forma aproximada, la señal modulada AM tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia.
- c) Si se considera una modulación lineal, pero se elimina la portadora, ¿qué modulaciones serían posibles? Obtener el ancho de banda de la señal modulada en ambos casos.
- d) En el caso de utilizar una modulación FM, indique cuál es el ancho de banda teórico.
- e) Determinar el ancho de banda efectivo de la señal modulada FM si el índice de modulación  $\beta_f = 7$ .

---

(2 puntos)

**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**  
**PROBLEMAS (Puntos: 6/10)**  
 Tiempo total: 3 horas

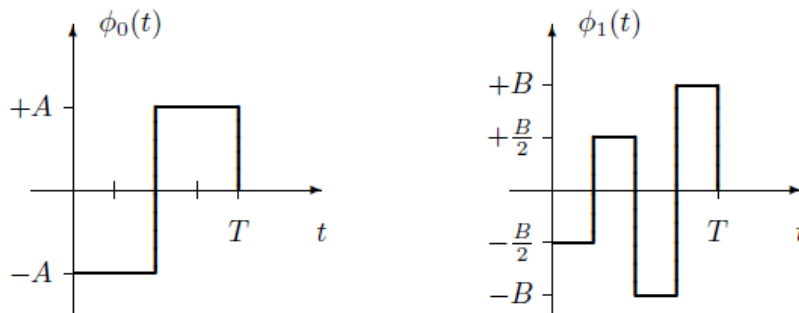
No escriba en las zonas con recuadro grueso

	Nº	
Apellidos.....	1	
Nombre.....	2	
Nº de matrícula o DNI..... Grupo.....	T	

**P1.-** Un sistema de comunicaciones utiliza una constelación formada por estos 4 símbolos,

$$a_0 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, a_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, a_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, a_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix},$$

que se transmiten con igual probabilidad, y un modulador dado por estas funciones base:



Por simplicidad en los cálculos, considere  $T=1$ . Considere también la transmisión sobre un canal gaussiano con densidad espectral de potencia de ruido blanco  $N_0/2$ .

- Determine los valores de  $A$  y  $B$ , demuestre que las funciones forman una base ortonormal, y calcule la velocidad de transmisión o tasa de símbolo y la velocidad de transmisión o tasa de bit.
- Represente las señales  $s_i(t)$  asociadas a la transmisión de cada símbolo  $a_i$ , y el fragmento de la señal resultante de la transmisión de los siguientes primeros 5 símbolos de la secuencia

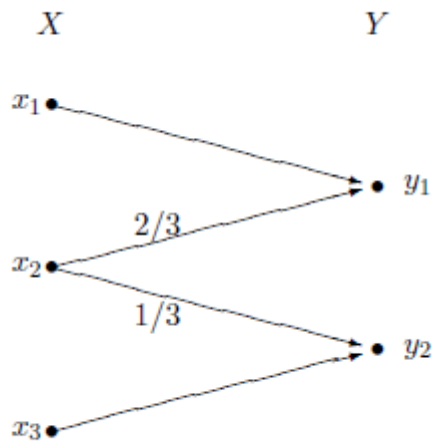
$$A[0] = a_1, A[1] = a_0, A[2] = a_3, A[3] = a_0, A[4] = a_2.$$

- Realice la asignación binaria para cada símbolo, justificando dicha asignación (sin esta justificación no se considerará la asignación como válida), y calcule la energía media por símbolo del sistema. ¿Es la constelación utilizada la más apropiada en términos del compromiso entre uso de energía y prestaciones (explique claramente por qué sí o por qué no)?
- Diseñe el demodulador óptimo, el decisor óptimo, y calcule la probabilidad de error de símbolo exacta del sistema.
- Obtenga la probabilidad de error de símbolo mediante la cota de la unión y mediante la cota de la unión aproximada, es decir, ésta última asumiendo que los errores sólo se producen con los símbolos más cercanos.

(3 puntos)



**P2.-** Se tiene el canal discreto sin memoria mostrado en la figura:



- Calcule la capacidad del canal asumiendo  $p(x_2)=1/4$ . ¿Para qué valores de  $p(x_1)$  y  $p(x_3)$  se alcanza?
- Cuando  $p(x_1)=p(x_3)=0$ , ¿cuál es la entropía conjunta entre  $X$  e  $Y$ ,  $H(X,Y)$ ? ¿Y la capacidad del canal? Justifique su respuesta.

---

(3 puntos)

