

**Examen convocatoria Mayo**

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

**Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones  
Grado en Ingeniería Telemática**

Apellidos .....

Nombre .....

Nº de matrícula o DNI .....

Grupo .....

Firma

**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**

TEORÍA (Puntos: 2/6)

Tiempo total: 2 horas.

No escriba en las zonas con recuadro grueso

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

**T1.-** Sea una constelación unidimensional que tiene la siguiente representación:

$$\mathbf{a}_0 = [-3] \quad \mathbf{a}_1 = [3]$$

Sabiendo que la distribución de probabilidades a priori de los símbolos es  $p(\mathbf{a}_0) = 0,8$  y  $P(\mathbf{a}_1) = 0,2$ , se pide:

- a) Derivar las regiones de decisión óptimas según el criterio MAP. Calcular el valor del umbral en este caso.
- b) Determinar la probabilidad media de error de símbolo  $P_e$  de forma exacta, considerando que la densidad espectral de potencia del canal ruidoso AWGN es  $N_0/2 = 1$ .

---

(1 punto)



**T2.-** Sean dos variables aleatorias  $X$  e  $Y$ , con alfabetos  $A_X = \{0,1,2\}$  y  $A_Y = \{0,1\}$ , respectivamente, y cuyas probabilidades son  $p_X(0) = 0,2$ ,  $p_X(1) = 0,3$  y  $p_Y(0) = 0,5$ . La probabilidad conjunta de que  $X=1$  e  $Y=0$  es  $P_{X,Y}(1,0) = 0$  y la probabilidad conjunta de que  $X=0$  e  $Y=0$  es  $P_{X,Y}(0,0) = 0$ . Calcular:

- a) Las entropías de  $X$  e  $Y$ ,  $H(X)$  y  $H(Y)$ , respectivamente.
- b) La entropía conjunta  $H(X,Y)$ .
- c) La información mutua  $I(X;Y)$ .

---

(1 punto)



**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**  
**PROBLEMAS (Puntos: 4/6)**  
 Tiempo total: 2 horas

No escriba en las zonas con recuadro grueso

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

**P1.-** Sea un proceso estocástico  $Z(t)$  que se describe según la siguiente expresión:

$$Z(t) = tX(t) + Y(t)$$

donde  $X(t)$  e  $Y(t)$  son procesos estocásticos independientes. El proceso  $X(t)$  tiene media nula y su auto-correlación  $R_X(\tau) = 1 + \frac{1}{2}\cos(4\pi\tau)$ . El proceso  $Y(t)$  tiene media igual a la unidad y es cicloestacionario. Se pide:

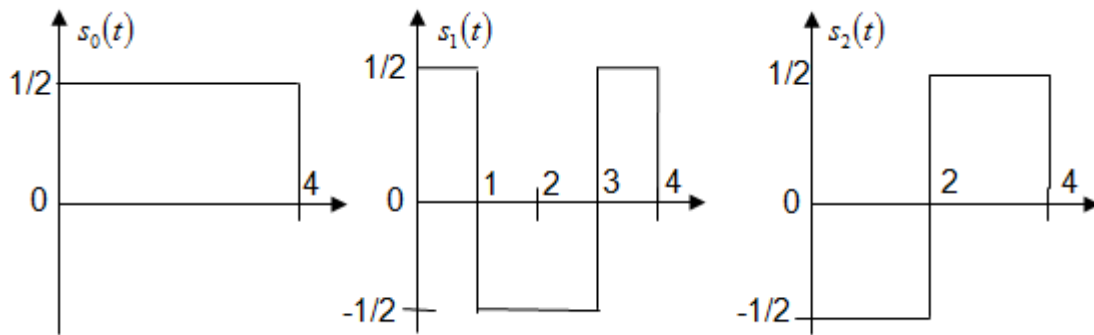
- a) Determinar la media del proceso  $Z(t)$ ,  $E\{Z(t)\}$ .
- b) Calcular la función de auto-correlación del proceso  $Z(t)$ ,  $R_Z(t+\tau, t)$ .
- c) Indique si el proceso  $Z(t)$  es estacionario o cicloestacionario, en función del resultado de los apartados anteriores. Razone la respuesta.
- d) Si el proceso  $Z(t)$  atraviesa un sistema lineal e invariante, determinar si el proceso de salida es estacionario en sentido amplio. Justifique su respuesta.

---

(2 puntos)



**P2.-** Sea un sistema de comunicaciones que utiliza el conjunto de señales  $s_i(t)$  que se presentan a continuación:



Calcular:

- La energía de estas señales.
- Determinar una base ortonormal.
- Represente la constelación de señales empleando la base calculada en el apartado anterior.
- La probabilidad media de error de símbolo  $P_e$  en función de  $\sqrt{E_s/N_0}$  empleando la cota de la unión. No desprecie ningún término en el cálculo de dicha cota.
- La tasa binaria de error BER aproximada, en función de  $\sqrt{E_b/N_0}$ , teniendo en cuenta que se ha utilizado codificación Gray y partiendo además de la expresión de  $P_e$  calculada mediante la cota de la unión.

---

(2 puntos)



