# Examen convocatoria Junio

TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

## Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones
## Grado en Ingeniería Telemática

Apellidos ....................................................................................................

Nombre ....................................................................................................

N$^{o}$ de matrícula o DNI ....................................................................................

Grupo ....................................................................................................

Firma

**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**
TEORÍA (Puntos: 4/10)
Tiempo total: 2 horas.

No escriba en las zonas con recuadro grueso

| Nº | |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| T | |

Apellidos ............................................................

Nombre ............................................................

Nº de matrícula o DNI ........................ Grupo ........................

**T1.-** Considere el sistema de comunicación digital que emplea el siguiente conjunto de señales en el transmisor:

$$s_0(t) = \begin{cases} \cos(100\pi t), & 0 \le t < 1 \\ 0, & \text{resto} \end{cases} \qquad s_1(t) = \begin{cases} -\cos(100\pi t), & 0 \le t < 1 \\ 0, & \text{resto} \end{cases}$$

$$s_2(t) = \begin{cases} \text{sen}(100\pi t), & 0 \le t < 1 \\ 0, & \text{resto} \end{cases} \qquad s_3(t) = \begin{cases} -\text{sen}(100\pi t), & 0 \le t < 1 \\ 0, & \text{resto} \end{cases}$$

Se pide:

a) Determinar una base ortonormal para este conjunto de señales y determinar la constelación de señales respecto a esta base.

b) Diseñar el receptor de mínima probabilidad de error del sistema, indicando explícitamente las regiones de decisión asociadas a cada símbolo en el siguiente supuesto:

$$p(\mathbf{a}_0) = p(\mathbf{a}_1) = p(\mathbf{a}_2) = p(\mathbf{a}_3) = 1/4$$

Ahora se extiende el conjunto de señales añadiendo las cuatro siguientes:

$$s_4(t) = s_0(t) + s_2(t) \qquad s_5(t) = s_0(t) + s_3(t)$$

$$s_6(t) = s_1(t) + s_2(t) \qquad s_7(t) = s_1(t) + s_3(t)$$

Se pide:

c) Repetir el Apartado a) con el conjunto completo de señales.

(2 puntos)

**T2.-** Sea una señal que se puede modelar con un proceso estocástico según la expresión:

$$Y(t) = X(t)\cos(\omega_0 t + \Theta)$$

donde *X(t)* es un proceso estocástico estacionario en sentido amplio de media igual a $m_X$ y función de autocorrelación $R_X(\tau)$, $\omega_0$ es una constante y $\Theta$ es una variable aleatoria uniformemente distribuida en $[-\pi, \pi)$ que es estadísticamente independiente de *X(t)*.

a) Determine $E\{Y(t)\}$.
b) Determine la función de autocorrelación de *Y(t)*, $R_Y(t+\tau,t)$.
c) Clasifique el proceso *Y(t)* en función del resultado de los apartados anteriores.
d) Si la función de autocorrelación $R_X(\tau)=e^{-a|\tau|}$ con $a>0$ una constante, represente gráficamente la función de autocorrelación $R_Y(t+\tau,t)$.

---

(2 puntos)

EPS-UCIIIM-GISC-GIT 23-VI-15
Departamento de Teoría de Señal y Comunicaciones

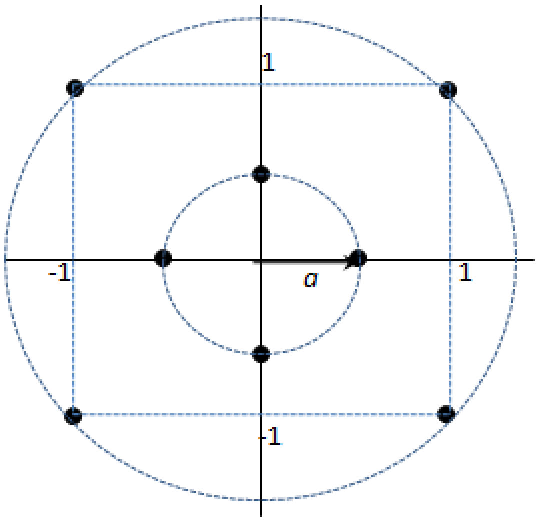
**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**
PROBLEMAS (Puntos: 6/10)
Tiempo total: 2 horas

No escriba en las zonas con recuadro grueso

| Nº | |
|---|---|
| 1 | |
| 2 | |
| T | |

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

**P1.-** Se dispone de un sistema de transmisión digital que utiliza la constelación de la figura, donde los símbolos son equiprobables:




Se pide:

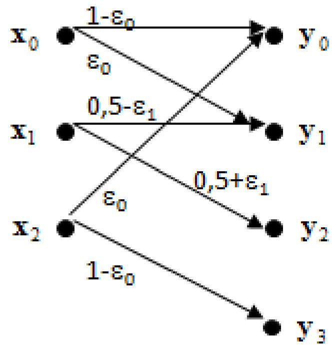
a) Determinar el valor de $a$, ($0 < a < 1$) que garantiza que los puntos de la constelación de menor energía tienen 4 símbolos a la distancia mínima.

b) Para este valor de $a$, calcular la probabilidad media de error de símbolo $P_e$ en función de $\sqrt{E_s/N_0}$ empleando la cota de la unión, asumiendo que los errores sólo se producen con los símbolos más cercanos.

c) Diseñar el codificador Gray, indicando los bits asignados a cada símbolo. Calcular 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 en el apartado anterior. Si el conjunto transmisor, canal y receptor puede modelarse como un canal binario simétrico (BSC), calcular su capacidad $C$ en función de $\sqrt{E_b/N_0}$.

(3 puntos)

**P2.-** Sea el siguiente sistema de comunicaciones en el que los símbolos transmitidos son equiprobables:




Se pide determinar:

a) La entropía a la salida del canal.
b) La entropía condicional de la salida a la entrada, en función de entropías binarias.
c) Considerando $\varepsilon_1$=0, la información mutua entre la entrada y la salida

(3 puntos)