

**Examen convocatoria Junio**

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**

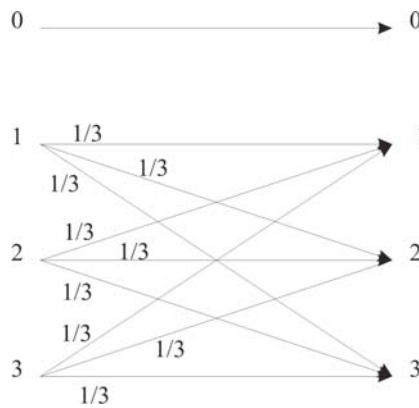
TEORÍA (Puntos: 4/10)

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.-** Se considera un canal discreto sin memoria como el que muestra la siguiente figura:



Se denota  $X$  e  $Y$  a las variables de entrada y salida del canal, respectivamente. Considere que  $X$  posee una distribución de probabilidad uniforme (símbolos equiprobables). Se pide:

- a) Calcular las entropías de la entrada,  $H(X)$ , y de la salida,  $H(Y)$ .
- b) Obtener la información mutua entre entrada y salida,  $I(X,Y)$ , y la pérdida de información en el canal,  $H(X/Y)$ .
- c) Determinar la capacidad del canal.
- d) Considerando que las probabilidades de entrada pueden tener cualquier valor, calcular la capacidad de este canal y la distribución de probabilidades a la entrada con la que se alcanza. ¿Existe más de una distribución de probabilidades a la entrada con las que se alcanza la capacidad del canal?

(2 puntos)



**T2.-** Una señal con modulación FM está dada por la expresión siguiente:

$$u(t) = 50 \cos[2\pi 6000t + 0,05 \text{sen}(2\pi 400t)]$$

Calcular:

- a) La expresión de la frecuencia instantánea. Indique el valor de la frecuencia de portadora.
- b) El valor del ancho de banda de la señal moduladora.
- c) El ancho de banda teórico de la señal con modulación FM.
- d) Considerando el valor del índice de modulación  $\beta=0,05$ , indicar el ancho de banda efectivo de la señal FM y determine el número de líneas espectrales contenidas en dicho ancho de banda efectivo.

---

(2 puntos)

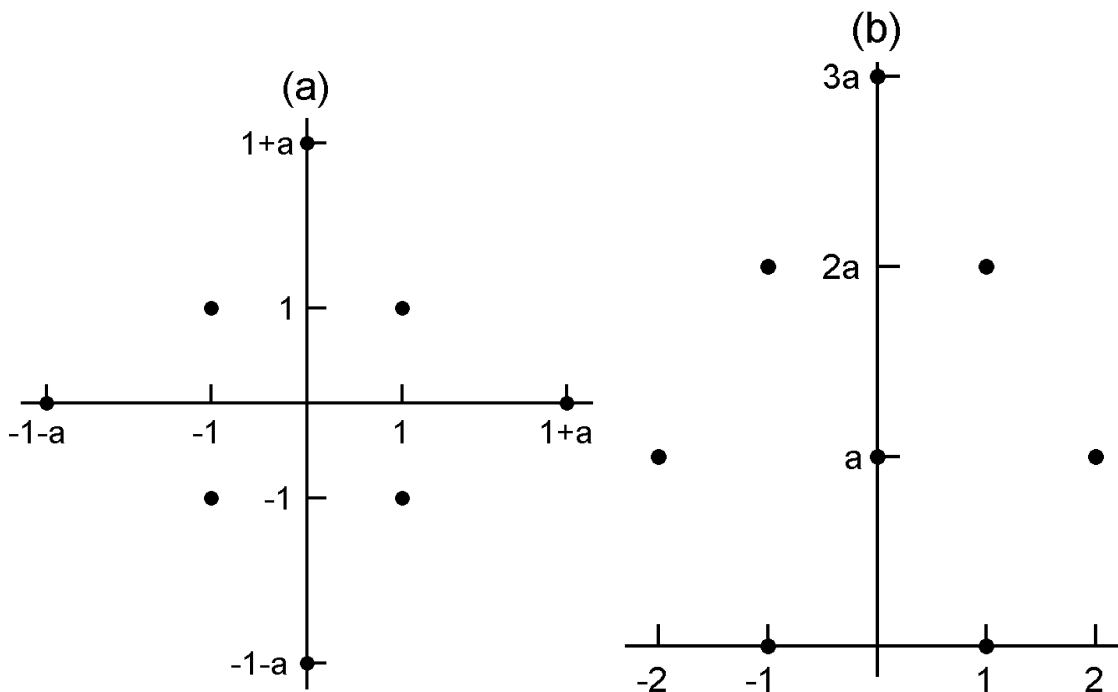


**TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN**  
**PROBLEMAS (Puntos: 6/10)**  
 Tiempo total: 2 horas

No escriba en las zonas con recuadro grueso

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

**P1.-** Se dispone de dos constelaciones, según se muestra en la Figura 1, que tienen 8 puntos y la distancia mínima es 2 para ambas constelaciones.



**Figura 1**

Se pide:

- a) Indicar qué constelación es más eficiente, es decir, necesita menor energía media por símbolo transmitido. Justificar la respuesta.
- b) Determinar si se pueden mejorar las prestaciones de alguna de las dos constelaciones. En caso afirmativo, indique cuál y cómo se podría mejorar.

Para los siguientes apartados, sólo se considerará la constelación (a):

- c) Indique las coordenadas de los puntos de la constelación.

- d) Si las señales de la base ortonormal están dadas por las formas de onda que se muestran en la Figura 2, represente las señales  $s_0(t)$  y  $s_4(t)$ , asociadas a la transmisión de los símbolos  $\mathbf{a}_0 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$  y  $\mathbf{a}_4 = \begin{bmatrix} 1+a \\ 0 \end{bmatrix}$ , respectivamente.

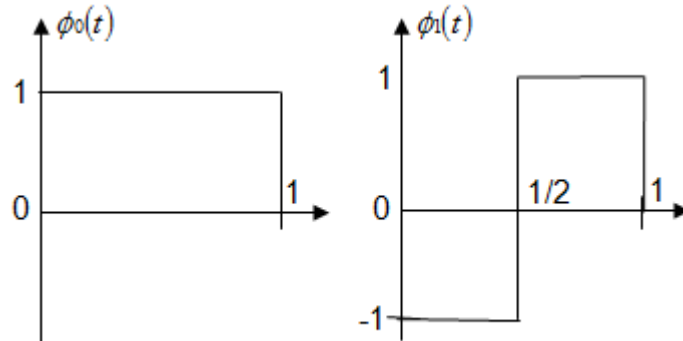


Figura 2

- e) Dibujar el diagrama de bloques del demodulador con filtros adaptados. Además, represente el esquema equivalente mediante correladores.
- f) Considerando  $a = \sqrt{3}$ , calcular la probabilidad media de error de símbolo  $P_e$  empleando la cota de la unión aproximada, asumiendo que los errores sólo se producen con los símbolos más cercanos.

---

(3 puntos)







**P2.-** Sea  $X(t)$  un proceso estocástico estacionario en sentido amplio, de media  $m_X = a$ , y función de autocorrelación  $R_X(\tau) = \cos(\omega_b \tau)$ . Se define el proceso  $Y(t)$  como:

$$Y(t) = X(t + C) - X(t)$$

donde  $C$  es una constante entera. Se pide:

- Calcular la media,  $m_Y(t)$  y la función de autocorrelación  $R_Y(t + \tau, t)$  del proceso  $Y(t)$ , e indique si este proceso es o no estacionario en sentido amplio. Justifique la respuesta.
- Obtener la densidad espectral de potencia,  $S_Y(j\omega)$ .
- Determinar la potencia  $P_Y$  del proceso. Si  $\omega_b = 2\pi$ , indicar el valor de la potencia.
- El proceso  $Y(t)$  atraviesa un sistema lineal e invariante (LTI) dando lugar al proceso  $Z(t)$ . La respuesta al impulso del sistema está dada por:

$$h(t) = \begin{cases} e^{-3t} & t \geq 0 \\ 0 & \text{resto} \end{cases}$$

Calcular la media,  $m_Z(t)$ , del proceso  $Z(t)$ , y justifique si este proceso es o no estacionario en sentido amplio.

NOTA:  $TF\{e^{-\alpha t} u(t)\} = \frac{1}{\alpha + j\omega}$

$$TF\{\cos(at)\} = \pi[\delta(\omega - a) + \delta(\omega + a)]$$

---

(3 puntos)

