

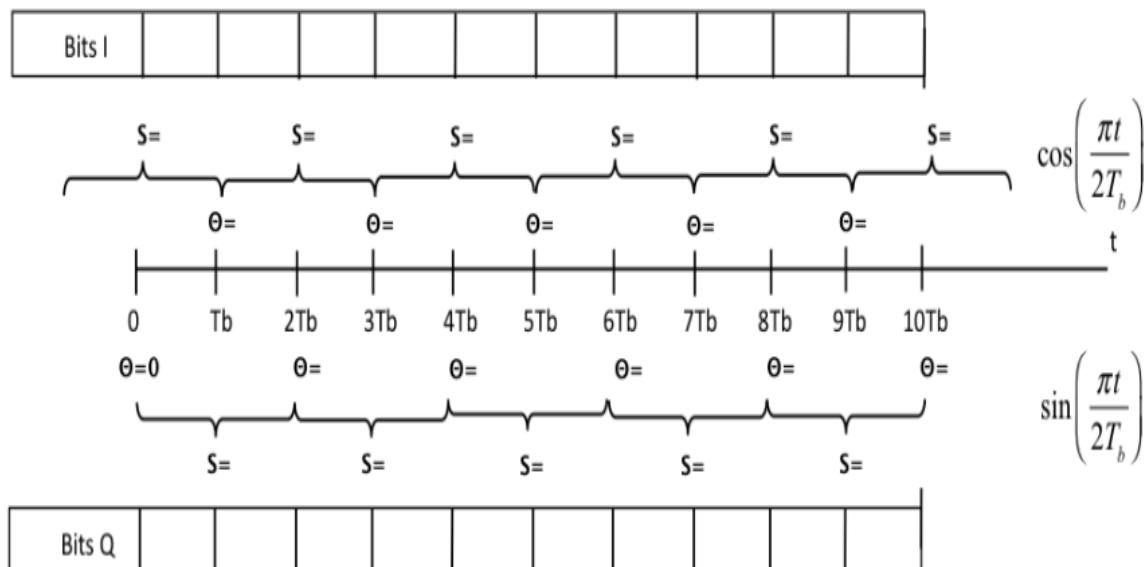
Apellidos:	
Nombre:	
Teoría de la Comunicación	Grado Ing. Tecnologías Telecomunicación Grado Ing. Telemática Doble Grado Ing. Tecnologías Telecomunicación e Ing. Telemática
Convocatoria Ordinaria I 10 enero 2019	2º curso Duración: 2h 45min

LEER ANTES DE COMENZAR

- Sólo se tendrá en cuenta aquello escrito con **bolígrafo azul o negro**.
- Sólo se tendrá en cuenta lo que esté escrito **dentro del hueco** en la parte de **cuestiones teóricas**.
- La resolución de cada apartado de la parte de problemas ha de estar señalizado obligatoriamente. Todo lo que esté enmarcado en un apartado pertenece a dicho apartado.
- Sólo se permite calculadora no programable. Una calculadora programable será retirada en el examen
- Se permite un formulario (dos caras A4, escrito a mano por el alumno). Un formulario no escrito a mano será eliminado. Un formulario con parte de problemas resueltos es motivo de expulsión.
- Un alumno será expulsado del examen si consulta algún dispositivo electrónico o material no autorizado por el profesor de la asignatura.
- Justifique razonadamente sus respuestas ya que no se considerarán válidas aquellas que, correctas numéricamente, no estén suficientemente justificadas.
- Para obtener la máxima puntuación del apartado, las soluciones ha de estar en su forma más simplificada junto con sus unidades correctas.

CUESTIONES TEÓRICAS (S2)

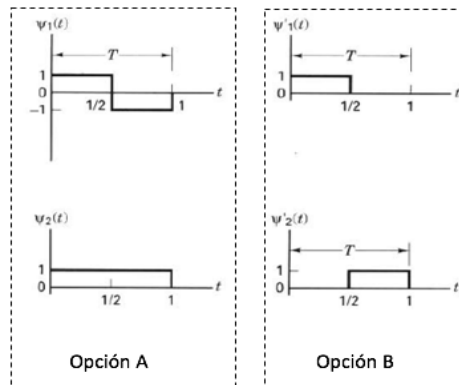
- 1) Considere la secuencia binaria [1010010101] modulada mediante MSK. Complete el siguiente gráfico considerando que $\vartheta(t=0) = 0$.



- Distribuya la secuencia binaria entre la componente en fase I y cuadratura Q en los intervalos correctos. Considere que los bits impares se modulan en la componente en fase mientras que los bits pares en la componente en cuadratura. Considerar el primer bit de la secuencia binaria como bit impar **(0.5p)**
- Complete los valores de la fase ϑ en cada instante temporal **(1p)**
- Complete los valores del signo S de cada componente $\pm \cos\left(\frac{\pi t}{2T_b}\right), \pm \sin\left(\frac{\pi t}{2T_b}\right)$ **(1p)**

- 2) Demuestre matemáticamente que cuando la entrada $x(t)$ a un sistema LTI es estacionaria en la media $\eta_x(t) = A$, entonces la salida $y(t)$ del sistema es estacionaria en la media de la forma $\eta_y = A \cdot H(0)$, siendo $H(0)$ la respuesta del sistema en continua **(2.5p)**.

- 3) Suponga que se está diseñando la codificación binaria ($\psi_1(t), \psi_2(t)$) en banda base de las señales, con periodo de símbolo T , utilizadas en un sistema de seguridad bancaria. El ingeniero jefe ha indicado que no se puede utilizar señales ortogonales. Al finalizar la etapa de diseño, el equipo de investigación le presenta al ingeniero jefe dos propuestas con las señales $\psi_1(t), \psi_2(t)$ mostradas en la siguiente figura. Explicar razonadamente que propuestas son válidas **(2.5p)**



- 4) Considerando un sistema de transmisión digital banda base, se sabe que aplicando la regla de diseño MAP (Máximo A Posteriori) para receptores óptimos, el filtro adaptado del receptor óptimo para el caso binario viene definido por $h(t) = s_0(T - t) - s_1(T - t)$, siendo $s_0(t)$ la salida del codificador de línea para el símbolo 0, $s_1(t)$ la salida del codificador de línea para el símbolo 1 y T el periodo de símbolo. Demuestre matemáticamente que la salida del receptor óptimo binario utilizando la estructura del filtro adaptado es equivalente a la salida del receptor óptimo utilizando la estructura con correladores **(2.5p)**

PROBLEMAS (S3)

- 1) Un equipo de ingenieros pretende transmitir información confidencial mediante la siguiente señal determinística $x(t) = \Lambda\left(\frac{t}{T_0}\right)$. Sin embargo, antes de dicha transmisión se debe realizar un análisis del ancho de banda que se necesitaría ya que el ancho de banda del canal que se va a utilizar se encuentra limitado en el rango $[0-3500\text{Hz}]$. Suponiendo que $T_0=10^{-4}\text{s}$,
- ¿La señal $x(t)$ es una señal estrictamente limitada en banda? Determine la frecuencia máxima (Hz) para la cual la energía de la señal es distinta de cero **(0.5p)**.
 - Si se utiliza el ancho de banda a 3dB, ¿es adecuado su transmisión a través del canal? **(1p)**
 - Si se utiliza el ancho de banda equivalente, ¿es adecuado su transmisión a través del canal? **(1p)**
 - Si se utiliza el ancho de banda de primer nulo, ¿es adecuado su transmisión a través del canal? **(0.5p)**

NOTA: $\text{sinc}(0.32) \approx \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{1}{4}}$

- 2) Una empresa de contenido audiovisual pretende transmitir utilizando un radioenlace digital a un régimen binario $R_b=54\text{Mbps}$ en el que transmisor y receptor se encuentran separados 180Km . Un análisis estadístico del canal indica que la densidad espectral de potencia de ruido a la entrada receptor es $\eta/2=10^{-14}\text{ W/Hz}$ y la atenuación de propagación del medio $A_p(\text{dB})$ se puede modelar mediante la expresión $A_p(\text{dB})=10+20\log_{10}(d)$, siendo d la distancia en kilómetros desde transmisor hasta receptor. Aunque se desconoce la amplitud A_{t1} del transmisor, para el correcto funcionamiento del sistema se requiere una probabilidad de error de bit (BER) $\leq 10^{-4}$. Sabiendo que la modulación seleccionada es QPSK,
- Determine la amplitud A_{t1} , en voltios (V), del transmisor sin utilizar regeneradores para cubrir la distancia del enlace. **(2p)**
 - Suponga que se ha decidido comprar un transmisor con menor potencia donde la nueva amplitud $A_{t2} = 0.34V$. ¿Cuántos regeneradores son necesarios para mantener la BER requerida? **(2p)**

NOTA: $\text{erfc}(x)=V$

V	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-4}$
x	2.75	2.63	2.56	2.50

- 3) Una empresa pionera en comercio electrónico, por seguridad, ha decidido utilizar un sistema de comunicación cableado en su intranet de datos binarios en banda base que utiliza un régimen binario de 512Kbps siendo los símbolos equiprobables. La codificación en el transmisor de ambos símbolos $s_0(t)$, $s_1(t)$, siendo T el periodo de símbolo, es la siguiente:

$$s_0(t) = \begin{cases} 4V & 0 \leq t \leq \frac{T}{4} \\ 0 & \frac{T}{4} \leq t \leq T \end{cases} \quad s_1(t) = \begin{cases} 0 & 0 \leq t \leq \frac{T}{4} \\ 2V & \frac{T}{4} \leq t \leq T \end{cases}$$

A partir de medidas de monitorización y un estudio en el canal AWGN (sin limitación de ancho de banda, con una densidad espectral de potencia de ruido a la entrada receptor $\eta/2=10^{-12}\text{ W/Hz}$ y una atenuación $A_p(\text{dB})=24\text{dB}$),

- Según esta codificación, calcule que diferencia, en decibelios, existe al comparar la energía que se inyecta al transmitir el símbolo binario “1” respecto del símbolo binario “0” **(1p)**
- Calcule la velocidad de señalización de cada símbolo con la codificación utilizada **(0.5p)**
- Uno de los ingenieros propone la utilización de un filtro en coseno alzado (RC) con un factor de roll-off $\alpha = 0.45$ para transmitir en un medio de transmisión que presenta un ancho de banda útil de 5MHz . ¿Es correcto la utilización de dicho filtro RC para conseguir un régimen binario mínimo de 4Mbps donde se asegure que no existe interferencia entre símbolos (ISI=0)? **(0.5p)**
- Determine la probabilidad de error por bit en el receptor. Expresar la solución en términos de la función erfc , por ejemplo: $24 \cdot \text{erfc}(0.64)$ **(1p)**