

EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN
Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones

Tiempo: 2 horas 45 minutos

4-Junio 2003

Nombre SOLUCIÓN OFICIAL

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

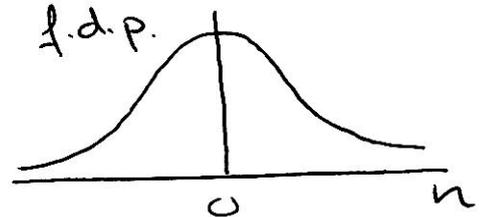
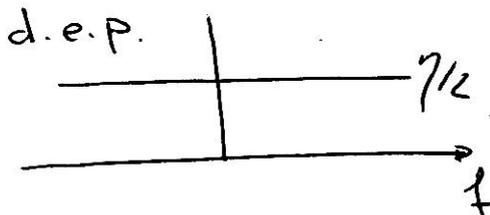
• Un canal sin distorsión de fase tendrá:

- a) Retardo de grupo lineal de pendiente positiva.
- b) Retardo de grupo constante.
- c) Retardo de grupo lineal de pendiente negativa.

• La envolvente compleja de una señal

- a) Será siempre una señal real.
- b) Será siempre una señal compleja.
- c) Será por lo general una señal compleja.

• Dibuje la forma de las curvas de densidad espectral de potencia y densidad de probabilidad de un ruido blanco Gaussiano.



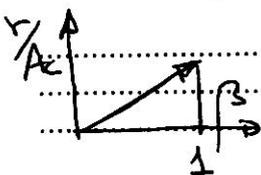
• Se dispone de una señal ya generada, modulada en AM. Si se coge dicha señal y se le suma más portadora (sin alterar la potencia de las bandas laterales):

- a) Disminuirá el índice de modulación
- b) Disminuirá la SNR de predetección en el receptor
- c) Aumentará el volumen de la señal demodulada en el receptor

• En una transmisión con modulación FM, aumentar la potencia de la señal moduladora significa:

- a) Incrementar el ancho de banda ocupado
- b) Incrementar la potencia transmitida
- c) No se modifica ni la potencia ni el ancho de banda de la señal transmitida.

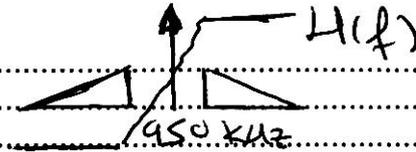
• Un modulador PM de Armstrong tiene un valor de $\beta=0,1$. Calcular la variación máxima en decibelios que sufre la amplitud a lo largo del tiempo.



$$\Delta r(\text{dB}) = 20 \cdot \log \sqrt{1 + \beta^2} = 0,043 \text{ dB}$$

- La función de transferencia de un filtro cumple $H(f)=0$ para $f < 900$ KHz y $H(f)=1$ para $f > 1$ MHz. En la zona intermedia $H(f)$ está indeterminado. Se desea utilizarlo para generar una modulación BLU superior con una señal mensaje que no tiene componentes espectrales por debajo de 50KHz. Indicar la frecuencia de portadora necesaria para la BLU.

$$f_c = 950 \text{ KHz}$$



- La codificación de línea binaria utilizando señales antipodales se caracterizan por:
 - Tener una eficiencia espectral mínima para una velocidad de transmisión dada
 - Ser óptimas frente al ruido respecto a la probabilidad de error
 - Tener una separación espectral simétrica respecto a frecuencia cero
- Utilizando una modulación QPSK se pretende enviar la información de una fuente cuya velocidad de transmisión es $V_T=64$ Kbit/s de modo que no exista IES. ¿Cuántos canales con modulación 256-QAM y $V_T=64$ Kbit/s se podrían meter en ese mismo ancho de banda?

$$\begin{aligned} \text{QPSK: } & e = \frac{V_T}{B} = 2; \quad B = 32 \text{ KHz} \\ \text{256-QAM: } & e = \frac{V_T}{B} = 8; \quad B = 8 \text{ KHz} \Rightarrow 4 \text{ canales } 256\text{-QAM} \end{aligned}$$

- Una señal de ancho de banda W (Hz) se muestrea con una frecuencia de muestreo 3 veces superior a la mínima necesaria. Posteriormente se cuantifica con 2^n estados. ¿Cuál es la velocidad de transmisión? ¿Y la velocidad de símbolo si se transmite utilizando una modulación M-PSK? Dedúzcalo en función de W , n y M

$$V_T = 3 \times 2W \times n = 6Wn$$

$$V_S = \frac{V_T}{\log_2 M} = \frac{6Wn}{\log_2 M}$$

EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN
Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones

Tiempo: 2 horas 45 minutos

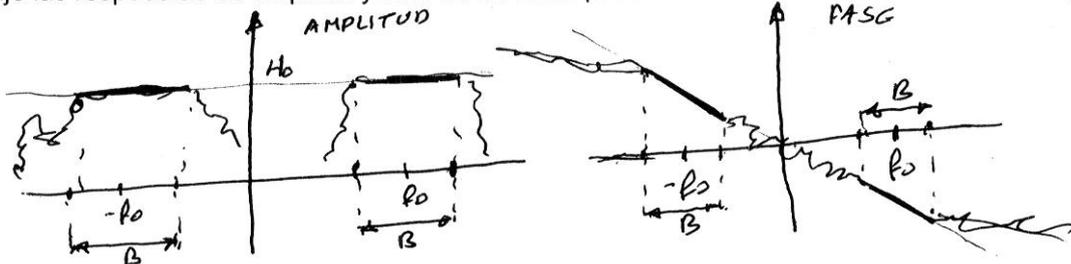
13-Septiembre 2004

Nombre SOLUCIÓN OFICIAL

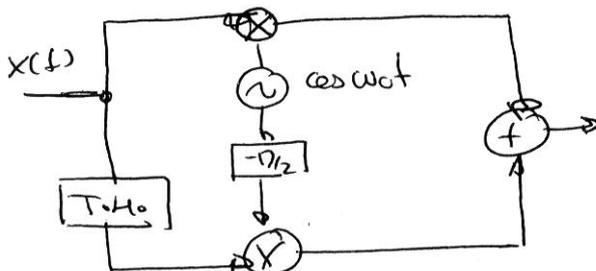
Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con $-0,5$ puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Si un amplificador tiene una ganancia de 10 dB:
 - a) La potencia de salida es diez veces mayor que la de entrada.
 - b) La tensión de salida es diez veces mayor que la de entrada.
 - c) Las dos anteriores son ciertas.
- Un ruido Gaussiano de Banda Estrecha
 - a) Tiene componentes espectrales en todas las frecuencias
 - b) Tiene únicamente componentes a una sola frecuencia
 - c) Tiene componentes espectrales en los alrededores de una cierta frecuencia
- Dibuje las respuestas de amplitud y fase de un canal paso banda sin distorsión, de anchura B(Hz)



- El inconveniente más importante de la modulación AM es:
 - a) La necesidad de utilizar transmisores de gran potencia para obtener suficiente calidad
 - b) El efecto umbral
 - c) El gran ancho de banda ocupado
- Dibuje el diagrama de bloques de un modulador BLUI por cambio de fase

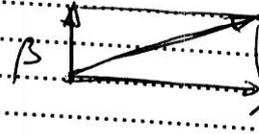


$$y = k(f) \cos wct + X(f) \sin wct$$

- Un sistema FM (transmisor + receptor) está funcionando correctamente. Sin tocar el receptor se aumenta el índice de modulación. Cual de los siguientes efectos **NO** es previsible que se produzca:
 - a) Incremento de la SNR de postdetección
 - b) Incremento del ancho de banda de la señal de salida del demodulador
 - c) Distorsión debida a un ancho de banda de predetección insuficiente

- Un modulador PM de Armstrong tiene un valor de $\beta=0,2$. Calcular la variación máxima en decibelios que sufre la amplitud a lo largo del tiempo.

sol. $\log V_{1+\beta^2} = 0,17 \text{ dB}$



- Dos señales QPSK y BPSK con el mismo ancho de banda en el lóbulo principal del espectro. Las señales moduladoras respectivas en banda base:
 - Tienen la misma velocidad de transmisión (V_T)
 - La señal correspondiente a la QPSK tiene doble V_T
 - La señal correspondiente a la BPSK tiene doble V_T
- Un receptor por muestreo sin IES:
 - Se integra la información en el periodo de símbolo
 - Además del símbolo sobre el que se decide, se tiene en cuenta el símbolo anterior y el siguiente
 - Sólo en ciertos instantes dentro del símbolo se garantiza que no existe IES
- Se dispone de un filtro adaptado a la señal $s_1(t)$. Si $n(t)$ es ruido aditivo, blanco y gaussiano de densidad espectral de potencia unilateral η : ¿Cuál es la relación señal a ruido a la salida del filtro si a la entrada se introduce una señal $x(t) \equiv s_2(t) + n(t)$, donde la energía de $s_2(t)$ es 3 veces mayor que la de $s_1(t)$?

No se sabe, sin conocer $s_2(t)$.

	EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones	
---	--	---

APELLIDOS	SOLUCIÓN	
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 30 minutos

14-Septiembre- 2006

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márquese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con - 0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Al pasar una señal modulada por un sistema con ancho de banda menor del necesario:
 - a) Sufrirá distorsión
 - b) Empeorará su relación señal ruido
 - c) Ambos efectos
- Calcule la potencia en dBm del resultado de sumar cuatro señales de 10 dBm, medidas sobre 50 Ohmios que posean frecuencias y fases idénticas.

$$10 \text{ dBm} = 10 \log(A^2/2) \Rightarrow P_{\text{dBm}} = 10 \cdot \log[(4A)^2/2] = 10 + 12 = 22 \text{ dBm}$$

- El ruido térmico gaussiano al añadirse a una señal senoidal
 - a) Sólo altera su amplitud instantánea
 - b) Sólo altera su fase instantánea
 - c) Alterará su amplitud y su fase instantánea.
- Indique todas las modulaciones analógicas que no requieran demodulación coherente
 AM, BUC, FM, PM
- Se dispone de un enlace AM y se aumenta el índice de modulación. Indique cual de los siguientes fenómenos no es esperable que ocurra:
 - a) Que aumente la potencia transmitida
 - b) Que aumente el ancho de banda transmitido
 - c) Que aumente la SNR de postdetección

- Cual de las siguientes afirmaciones es cierta, para igual valor de z :
 - a) La modulación FM siempre produce mejor SNR de postdetección que la AM
 - b) La modulación AM siempre produce mejor SNR de postdetección que la FM
 - c) Para valores muy bajos de z es posible que la SNR de AM sea mejor que la de FM
- Una portadora de 100 MHz se modula en BLU inferior por un tono de 1 MHz. Escriba la expresión analítica de la señal modulada en la forma más simplificada posible.

$$y(t) = A \cdot \cos [2\pi \cdot 99 \cdot 10^6 t]$$

- La codificación de línea binaria utilizando señales antipodales se caracterizan por:

- a) Tener una eficiencia espectral mínima para una velocidad de transmisión dada
- b) Ser óptimas frente al ruido respecto a la probabilidad de error
- c) Tener una separación espectral simétrica respecto a frecuencia cero

- Utilizando una modulación QPSK se pretende enviar la información de una fuente cuya velocidad de transmisión es $V_T = 64 \text{ Kbit/s}$ de modo que no exista IES. ¿Cuántos canales con modulación 256-QAM y $V_T = 64 \text{ Kbit/s}$ se podrían meter en ese mismo ancho de banda?

$$B_{QPSK} = 64/2 = 32 \text{ kHz} \quad / \quad N = \frac{32}{8} = 4 \text{ CANALES}$$

$$B_{QAM} = 64/8 = 8 \text{ kHz}$$

- Una señal de ancho de banda $W(\text{Hz})$ se muestrea con una frecuencia de muestreo 3 veces superior a la mínima necesaria. Posteriormente se cuantifica con 2^n estados. ¿Cuál es la velocidad de transmisión? ¿Y la velocidad de símbolo si se transmite utilizando una modulación M-PSK? Dedúzcalo en función de W , n y M

$$V_T = n \cdot f_s = 6 \cdot n \cdot W$$

$$V_S = V_T / k = 6 \cdot n \cdot W / \log_2 M$$

APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo total: 2 horas 30 minutos

15-Junio- 2007

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- En un ruido Gaussiano de Banda Estrecha $n(t)$, $n_F(t)$ y $n_C(t)$ son procesos aleatorios Gaussianos de media cero y varianza:

- a) $\sigma^2 = P_N = \eta \cdot B$
- b) $\sigma^2 = P_N = 2 \cdot \eta \cdot B$
- c) $\sigma^2 = P_N = (\eta/2) \cdot B$

- Calcule la potencia en dBm resultante de sumar cuatro señales incoherentes e independientes de 10 dBm cada una.

$10 \cdot \log(4 \times 10 \text{ mW}) = 16 \text{ dBm}$

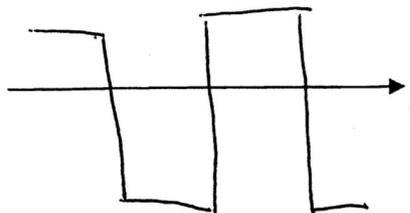
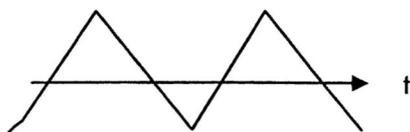
- El ruido térmico tiene una función de densidad de probabilidad:

- a) Rice
- b) Rayleigh
- c) Gaussiana

- Escriba la expresión analítica de una señal con modulación QAM analógica.

$y(t) = x_1(t) \cos \omega_c t + x_2(t) \text{sen } \omega_c t$

- La señal mensaje $x(t)$ de la figura se aplica a un modulador PM. Dibuje el aspecto de la desviación instantánea de frecuencia de la señal modulada.



- La eficiencia de potencia en una señal AM:
 - a) Es mejor para una moduladora sinusoidal.
 - b) Es mejor para una moduladora que sea una onda cuadrada.
 - c) Es independiente de la forma de la señal moduladora.

- ¿Qué efecto negativo ocurre en un receptor de FM si el filtro paso banda de entrada es excesivamente ancho?:
 - a) Que se degrada la SNR de postdetección
 - b) Que se produce una distorsión en la señal.
 - c) Que el umbral de de demodulación es excesivamente elevado.

- Indique qué afirmación es cierta en modulación DPSK:
 - a) Admite tanto demodulación coherente como no coherente
 - b) Su eficiencia espectral es mejor que la BPSK para la misma velocidad de transmisión
 - c) La potencia de portadora es la mitad de la potencia media

- Las señales antipodales se caracterizan por:
 - a) Ser óptimas respecto a la eficiencia espectral
 - b) Ser óptimas frente al ruido respecto a la probabilidad de error
 - c) Tener una separación espectral simétrica respecto a frecuencia cero

- Una señal de ancho de banda W (Hz) se muestrea con una frecuencia de muestreo 5 veces superior a la mínima necesaria. Posteriormente se cuantifica con 64 estados y se añade un bit de redundancia cada 3 bits de información. La velocidad de transmisión es 800 bits/s ¿Cuál es el ancho de banda de la señal?

$$10W \times 5 \times \frac{4}{3} = 800 \Rightarrow W = 1047$$

	EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones	
---	--	---

APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 30 minutos

23-Junio- 2008

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márquese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Un efecto típicamente observado al realizar una transmisión modulada en lugar de banda base a través de un canal lineal es :
 - a) Que mejora (disminuye) la distorsión
 - b) Que mejora (disminuye) la atenuación
 - c) Ninguno de ellos
- Calcule la potencia en dBm del resultado de sumar cuatro señales sinusoidales de 10 dBm, que posean frecuencias diferentes.

$$P_{\text{tot}} (\text{dBm}) = 10 \log(4 \times 10 \text{ mW}) = 16 \text{ dBm}$$

- El ruido blanco
 - a) Tiene una f.d.p. gaussiana
 - b) Tiene una $S(f)$ gaussiana
 - c) No tiene componente continua.
- La señal $x(t) = 2 \cdot \cos(2000\pi t + \pi/8) - 4 \cdot \sin(2000\pi t)$ entra a un transformador de Hilbert. Escriba la expresión de la señal de salida.

$$y(t) = 2 \cdot \cos(2000\pi t - 3\pi/8) - 4 \cdot \sin(2000\pi t - \pi/2)$$

- Los sistemas de comunicación digitales
 - a) Solo admiten multiplexación TDMA
 - b) Solo admiten multiplexación FDMA
 - c) Admiten las dos anteriores además de la CDMA.
- Escriba cual es la modulación FSK que manteniendo la ortogonalidad tiene la separación de frecuencias lo más baja posible, y cuantifique dicha separación.

$$\dots \text{MSK} \dots \Delta f = 1/2T$$

- El filtro adaptado
 - a) Será un filtro universal válido para cualquier tipo de señal.
 - b) Será un filtro sin distorsión.
 - c) Cada señal tendrá el suyo.

- Una modulación QAM analógica:
 - a) Admite tanto demodulación coherente como no coherente
 - b) Se trata de una multiplexación FDMA
 - c) Ninguna de las anteriores

- Si varias fuentes de información comparten un canal por el que envían señales moduladas en FSK simultáneamente, con portadoras distintas. Indique cuál es la respuesta correcta:
 - a) Se trata de un sistema TDMA con asignación de frecuencias variable a cada usuario
 - b) Se trata de una modulación FDMA digital
 - c) Ninguna de las anteriores

- Una señal modulada en banda lateral única
 - a) Se puede demodular tanto coherente como no coherentemente
 - b) La señal moduladora no puede tener componentes espectrales en frecuencia cero
 - c) Se necesita enviar el OL al demodulador

	EXAMEN DE TEORIA DE LA COMUNICACION Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones	
---	--	---

APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 30 minutos

10-Septiembre- 2008

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márquese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Una señal sinusoidal de frecuencia 1KHz y 1V de amplitud está aplicada a una resistencia de 1 ohm. La densidad espectral bilateral de potencia de esta señal es:

- a) Una delta de amplitud 1 en 1 KHz
- b) Dos deltas de amplitud $\frac{1}{2}$ en +1 KHz y -1 KHz
- c) Dos deltas de amplitud $\frac{1}{4}$ en +1KHz y -1 KHz

- Un cable introduce un retardo de grupo de $\tau = 15 \log f$ (KHz) nanosegundos, (suponga $f > 1$ KHz) por cada metro de cable. Si se utiliza para enviar señales moduladas conteste cual de las siguientes afirmaciones es **FALSA**

- a) La distorsión es mayor cuanto mayor sea la frecuencia central de la señal
- b) La distorsión es mayor cuanto mayor sea el ancho de banda de la señal
- c) La distorsión es mayor cuanto mayor sea la longitud del cable

- Se introduce tensión constante de 5V a la entrada de un bloque. A la salida se obtiene una potencia de 20dBm. Calcule la ganancia en dB del bloque sabiendo que todas las impedancias son de 50 ohm.

$$P_{in} = \frac{5^2}{50} = 0,5W = 27dBm \quad G = P_{out} - P_{in} = -7dB$$

- En un ruido gaussiano de banda estrecha, la f.d.p. de la envolvente del ruido es una distribución:

- a) Uniforme
- b) Gaussiana
- c) Rayleigh

- El añadir el bit de paridad en una transmisión digital para detectar errores

- a) Se realiza en la codificación de canal
- b) Se realiza en la codificación de línea
- c) Ninguna de las anteriores.

- El filtro adaptado
 - a) Maximiza la probabilidad de error.
 - b) Es efectivo solamente para la señal para la que fue diseñado, o una proporcional.
 - c) Solo conserva la forma de onda de la señal para la que fue diseñado o una proporcional.
- Enumere los tres procesos necesarios para la transmisión de señales MIC (PCM).

Muestreo, cuantificación y codificación

- Una modulación en Banda Lateral Única analógica:
 - a) Admite tanto demodulación coherente como no coherente
 - b) La potencia de portadora es la mitad de la potencia media
 - c) Puede utilizar un transformador de Hilbert para la generación
- Un filtro transformador de Hilbert
 - a) Es un filtro no real (complejo)
 - b) Es un filtro de retardo constante
 - c) Ninguna de las anteriores
- Un modulador de Armstrong
 - a) Sólo se utiliza en modulaciones angulares de fase
 - b) Es un modulador de banda ancha
 - c) Es una aproximación práctica de un modulador angular

APELLIDOS	SOLUCIÓN OFICIAL	
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 45 minutos

24-Junio- 2009

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márquese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Un sistema de transmisión digital binario en banda base emite pulsos NRZ a 200 Kb/s. Se desea transmitirlos por un canal de anchura de banda 100 KHz sin que exista IES en los instantes de muestreo:
 - a) No es posible hacerlo
 - b) Sólo es posible hacerlo con un filtro de respuesta perfectamente rectangular (ideal)
 - c) Sólo es posible hacerlo con un cierto filtro cuya respuesta no es perfectamente rectangular
- Una modulación digital de envolvente constante
 - a) Produce menos BER que una de envolvente no constante, para la misma SNR
 - b) Produce mayor BER que una de envolvente no constante, para la misma SNR
 - c) No tiene por qué tener mayor o menor BER que una de envolvente no constante.
- Una transmisión ASK a 10 Mb/s con símbolos equiprobables utiliza una amplitud de 120dB μ V. Calcule la energía media por bit

$$120\text{dB}\mu\text{V} \equiv 1\text{V} \quad P_{\text{m}} = \frac{1}{2}(P_1 + P_0) = 0,25\text{W}$$

$$E_b = P_{\text{m}} N_T = 0,25 \cdot 10^{-7} \text{ J.}$$

- Una fuente no simétrica genera en promedio más unos que ceros. Sabiendo que la transmisión es en banda base con código de nivel (NRZ) y receptor por muestro indique si el umbral óptimo de decisión estará por encima o por debajo del valor medio y justifique por qué.

$BER = p_0 P_{FA} + p_1 P_M$. Al ser $p_1 > p_0$
 interesa minimizar $P_M \Rightarrow$ se debe
bajar el umbral para reducir el
 número de pérdidas.

- Calcule la potencia (expresándola en dBm) de una señal de 1V de amplitud, modulada en FM por un tono de 1 KHz, con una relación de desviación de 5, sobre una carga de 1Ω .

$$P = \frac{A^2}{2} = 0,5W \equiv 27dBm$$

- En un demodulador coherente de DBL
 - Influirá sólo la componente en fase del ruido.
 - Influirá sólo la componente en cuadratura del ruido.
 - Influirán las componentes en fase y cuadratura del ruido.
- El "efecto umbral"
 - Se presenta solamente en los receptores de AM.
 - Se presenta solamente en los receptores de FM.
 - Se presenta en los receptores de FM y en los de AM si son no coherentes.
- Los sistemas de comunicaciones móviles se diseñan para usar varias portadoras a diferentes frecuencias. Por cada portadora hay ocho usuarios a los que se les asigna dicha portadora secuencialmente. Indique cuál es la verdadera.
 - Se trata de un sistema de acceso TDMA y modulación FM.
 - Se trata de una modulación FDMA
 - Se trata de un sistema con acceso conjunto TDMA y FDMA
- Determine la potencia media de la señal $x(t) = A\cos(\omega_0 t) + A\sin(\omega_0 t)$ medida sobre una resistencia $R=1\Omega$.
 Se pueden sumar sus potencias por estar en cuadratura.

$$P = \frac{A^2}{2} + \frac{A^2}{2} = A^2$$
- En un canal dispersivo:
 - La fase es lineal con la frecuencia.
 - El rizado del módulo en la banda de paso debe de estar acotado.
 - Ninguna de las anteriores

APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 45 minutos

10- Septiembre-2009

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios se puntúan sobre 10 y luego se hace la media. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con 0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Indique que afirmación es **FALSA** en modulación ASK:

- a) Admite tanto demodulación coherente como no coherente
- b) Su eficiencia espectral es mejor que si se utiliza BPSK para la misma velocidad de transmisión
- c) La potencia de portadora es la mitad de la potencia media

- En un receptor por muestreo sin IES:

- a) Se integra la información en el periodo de símbolo
- b) Además del símbolo sobre el que se decide, se tienen en cuenta el símbolo anterior y el siguiente
- c) Sólo en ciertos instantes dentro del símbolo se garantiza que no existe IES

- Una señal de ancho de banda W (Hz) se muestrea con una frecuencia de muestreo 5 veces superior a la mínima necesaria. Posteriormente se cuantifica con 64 estados y se añade un bit de redundancia cada 3 bits. La velocidad de transmisión es 800 bits/s ¿Cuál es el ancho de banda de la señal?

$$f_s = 5 \cdot 2W = 10 \cdot W \quad n = \log_2 64 = 6$$

$$n' = n \cdot \frac{4}{3} = 8 \quad V_T = 800 = n' \cdot f_s = 8 \cdot 10 \cdot W \Rightarrow \underline{W = 10 \text{ Hz}}$$

- Un filtro Transformador de Hilbert:

- a) Alterará solo la amplitud de la señal.
- b) Alterará solo la fase de la señal.
- c) Alterará amplitud y fase de la señal simultáneamente.

- ¿Qué modulación se obtendrá al sustraer a una señal de AM la portadora?

Una DBC

- ¿Qué modulación lleva asociada una densidad espectral de ruido parabólica a la salida del demodulador?
 - a) Todas las angulares.
 - b) La PM.
 - c) La FM.

- Un sistema de transmisión digital binario en banda base emite pulsos rectangulares NRZ a 200 Kb/s. Se desea transmitirlos por un canal de anchura de banda 100 KHz sin que exista IES en los instantes de muestreo:
 - a) No es posible hacerlo
 - b) Sólo es posible hacerlo con un filtro de respuesta perfectamente rectangular (ideal)
 - c) Sólo es posible hacerlo con un cierto filtro cuya respuesta no es perfectamente rectangular

- Una señal sinusoidal de 4 dBW de potencia entra a un amplificador lineal. A la salida se obtiene una señal con un valor máximo de 135 dB μ V ($R=1\Omega$). Determine la ganancia del amplificador, en decibelios.

$$V_{OUT} = 10^{135/20} \mu V = 5,6 V \quad P_{OUT} = \frac{V_{OUT}^2}{2} = 15,68 W = 11,95 dBW$$

$$G(dB) = P_{OUT} - P_{IN} = \underline{7,95 dB}$$

- Una señal paso bajo de ancho de banda W entra a un filtro de forma gaussiana cuya respuesta es $H(f) = \exp[-(f/B)^2]$. Indique cual de las siguientes afirmaciones es **FALSA**.
 - a) El filtro siempre produce algo de distorsión en la señal
 - b) El filtro no produce distorsión en la señal si $W=B$
 - c) El filtro prácticamente no produce distorsión apreciable si $W \ll B$

- Una señal de la forma $x(t) = r(t) \cdot \cos[2\pi f_0 t + \varphi(t)]$ pasa por un canal de ganancia unidad y cuya respuesta en fase es $\Phi(t) = \phi_0 - k \cdot (f - f_0)$. Escriba la expresión de la señal tras atravesar el canal.

$$x(t) = r\left(t - \frac{k}{2\pi}\right) \cdot \cos\left[2\pi f_0 t + \varphi_0 + \varphi\left(t - \frac{k}{2\pi}\right)\right]$$

APELLIDOS	
NOMBRE	

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 45 minutos

31- Mayo-2010

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios valen lo mismo. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márquese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

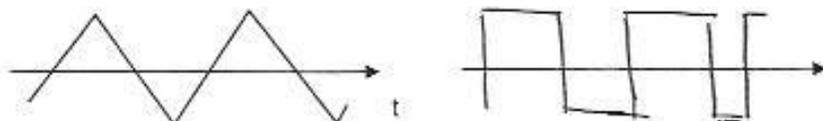
- La función de densidad de probabilidad de una señal de Ruido Blanco Gaussiano aportará información sobre:
 - a) La potencia de dicha señal.
 - b) El contenido espectral de dicha señal
 - c) Sobre la potencia y el contenido espectral de dicha señal.
- Calcule la potencia de la señal resultante de sumar dos sinusoides coherentes (en frecuencia y fase) de 0 dBm cada una con otras diez señales de otras frecuencias, de -10 dBm cada una.

Coherente: $0\text{dBm} + 6\text{dB} = 6\text{dBm}$ $P_{\text{TOT}} = 4\text{mW} + 1\text{mW} = 5\text{mW}$
 2 incoherente: $-10\text{dBm} \rightarrow 10\text{dB} = 0\text{dBm}$ $\approx 7\text{dBm}$

- Un filtro paso banda tiene una respuesta en fase igual a una recta con pendiente de -2π radianes cada MHz
 - a) El filtro no introduce distorsión de fase
 - b) El retardo de las componentes de información es de 1 microsegundo
 - c) Ambas son ciertas
- Cual de las siguientes afirmaciones es cierta, para igual valor de z :
 - a) La modulación FM siempre produce mejor SNR de postdetección que la AM
 - b) La modulación AM siempre produce mejor SNR de postdetección que la FM
 - c) Para valores muy bajos de z es posible que la SNR de AM sea mejor que la de FM
- Una portadora de 100 MHz se modula en BLU inferior por un tono de 1 MHz. Escriba la expresión analítica de la señal modulada en la forma más simplificada posible.

..... $A_c \cos(2\pi \cdot 99 \cdot 10^6 t)$

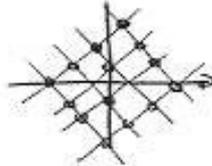
- La señal mensaje $x(t)$ de la figura se aplica a un modulador PM. Dibuje el aspecto de la desviación instantánea de frecuencia de la señal modulada.



- Un transmisor BPSK envía la siguiente secuencia de bits 1001011. Por error se utiliza en el receptor un demodulador DPSK. Indique la secuencia de bits obtenida a la salida.

101110

- Una señal 16-QAM se recibe con un receptor que incorpora un recuperador de portadora que comete 45° de error en el ajuste de su fase. Dibuje la constelación de la señal recibida



- La técnica denominada TDMA
 - a) Es una técnica de modulación digital
 - b) Es utilizada exclusivamente en sistemas de comunicaciones digitales
 - c) Permite que convivan señales analógicas y digitales en un mismo canal
- El filtro adaptado
 - a) Maximiza la probabilidad de error.
 - b) Es efectivo solamente para la señal para la que fue diseñado, o una proporcional.
 - c) Solo conserva la forma de onda de la señal para la que fue diseñado o una proporcional.



EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN
Departamento de Señales, Sistemas y
Radiocomunicaciones



APELLIDOS	
NOMBRE	

--	--	--	--

Tiempo: 2 horas 45 minutos

10- Septiembre-2010

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios valen lo mismo. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márquese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- La función de densidad espectral de potencia aporta información
 - Del contenido espectral de una señal.
 - De la potencia total de una señal.
 - Las dos anteriores son ciertas.
- Calcule la amplitud y fase resultante de sumar dos señales senoidales en cuadratura de 1V de amplitud cada una.

$$Y_T(t) = \cos \omega t + \sin \omega t \Rightarrow \bar{Y}_T = 1 - j \Rightarrow \begin{cases} A = \sqrt{2} V \\ \varphi = -45^\circ \end{cases}$$

- ¿Qué función de densidad de probabilidad presenta la fase de un ruido blanco gaussiano tras atravesar un canal paso banda?

- Rice.
- Rayleigh.
- Uniforme.

- La eficiencia de potencia en una señal AM:

- Es mejor para una moduladora sinusoidal.
- Es mejor para una moduladora que sea una onda cuadrada.
- Es independiente de la forma de la señal moduladora.

- Una portadora de 100 MHz se modula en BLU inferior por un tono de 1 MHz. Escriba la expresión analítica de la señal modulada en la forma más simplificada posible.

$$y(t) = A_c \cdot \cos(2\pi \cdot 99 \cdot 10^6 t)$$

- Un modulador de Armstrong

- Sólo se utiliza en modulaciones angulares de fase
- Es un modulador de banda ancha
- Es una aproximación práctica de un modulador angular

- Un transmisor DPSK envía la siguiente secuencia de bits 1001011. Por error se utiliza en el receptor un demodulador BPSK. Indique la secuencia de bits obtenida a la salida.

Puede ser 0110010 ó 1001101... dependiendo del modulador

- Una señal QPSK se recibe con un receptor que incorpora un recuperador de portadora que tiene ruido de fase (errores aleatorios de fase en la portadora recuperada). Dibuje la constelación de la señal recibida, sabiendo que el error típico de fase es de unos 10°

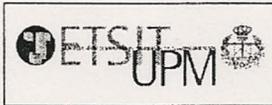


- Un sistema de transmisión digital binario en banda base emite pulsos NRZ a 200 Kb/s. Se desea transmitirlos por un canal de anchura de banda 100 KHz sin que exista IES en los instantes de muestreo:

- No es posible hacerlo
- Sólo es posible hacerlo con un filtro de respuesta perfectamente rectangular (ideal)
- Sólo es posible hacerlo con un cierto filtro cuya respuesta no es perfectamente rectangular

- Se transmite una señal cuya energía es de 10^{-6} julios por un canal que atenúa 40dB y que introduce un ruido de densidad $\eta = -160$ dBm/Hz. Determine la SNR en el instante óptimo de muestreo, si se recibe con un filtro adaptado.

$$SNR = \frac{2E_{bRk}}{\eta} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^4}{10^{-19}} \equiv 93 \text{ dB}$$



EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN

Departamento de Señales, Sistemas y Radiocomunicaciones



APPELLIDOS	SOLUCIÓN OFICIAL	
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 3 horas

6- Junio-2011

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios valen lo mismo. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- La señal de entrada a un sistema lineal invariante es ruido blanco gaussiano de densidad espectral unilateral de potencia η . Se desea tener a la salida una densidad espectral bilateral $S_n(f)$. ¿Cómo tiene que ser la función de transferencia del sistema?

..... $|H(f)| = \sqrt{2 S_n(f) / \eta}$

- Un canal dispersivo tiene:
 - a) Fase lineal con la frecuencia.
 - b) El rizado del módulo en la banda de paso debe de estar acotado.
 - c) Ninguna de las anteriores
- Un filtro transformador de Hilbert
 - a) Es un filtro no lineal
 - b) Es un filtro no real (complejo)
 - c) Ninguna de las anteriores
- La señal en rampa de la figura entra a un modulador FM. Por error se demodula con un demodulador PM. Dibuje la salida obtenida.



- Se desea diseñar un modulador PM de Armstrong. La máxima variación de amplitud da salida es de 1dB. Indique el máximo índice de modulación posible.

..... $\sqrt{1+\beta^2} \approx 1dB = 10^{1/20} \Rightarrow \beta = 0,509$

- Una senoide de 5KHz entra a un modulador FM con $f_D=15$ KHz. Indique a qué frecuencias se obtienen las componentes de mayor potencia en la salida.

$\beta = 3$ $J_n(\beta)$ máxima $\Rightarrow n = \pm 2 \Rightarrow f = f_c \pm 10KHz$

-
- Cual de las siguientes afirmaciones es cierta para una modulación FM , para igual valor de z y receptor optimizado para la modulación:
 - a) Al aumentar la relación de desviación, siempre mejorará la SNR de postdetección.
 - b) Al aumentar la relación de desviación, siempre mejorará la SNR de predetección.
 - c) Ninguna de las dos es cierta

- Identifique al menos dos formas de ondas digitales binarias en banda base que incluyan información útil para la recuperación de reloj en cada intervalo de símbolo.

RZ bipolar, Manchester

- En un canal paso bajo ideal de anchura $1/(2 \cdot T)$ se envían deltas
 - a) La velocidad de transmisión más alta posible sin IES será de un bit cada T segundos.
 - b) La velocidad de símbolo más alta posible sin IES será de un símbolo cada 2T segundos.
 - c) Ninguna de las anteriores.

- Identifique las modulaciones digitales aptas para canales no lineales

PSK y FSK



EXAMEN DE TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN
Departamento de Señales, Sistemas y
Radiocomunicaciones



APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 3 horas

17- Septiembre-2011

Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 4 ejercicios valen lo mismo. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con -0.5 puntos.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Un canal tiene atenuación y retardo de grupo lineales con la frecuencia:
 - a) Tendrá distorsión de fase y de amplitud.
 - b) Tendrá distorsión de fase pero no de amplitud.
 - c) Tendrá distorsión de amplitud pero no de fase.

- Sea un filtro transformador de Hilbert
 - a) Si se aplica 4 veces consecutivas a una señal, se obtiene la misma señal
 - b) Si se aplica a una señal paso banda se obtiene una señal paso bajo
 - c) Ninguna de las anteriores

- Sea una señal modulada en AM. Si se aumenta la potencia de portadora sin modificar las bandas laterales:
 - a) Disminuirá el índice de modulación
 - b) Disminuirá la calidad de postdetección
 - c) Ambas son correctas

- Una señal $x(t)$ se modula en DBL y el resultado se aplica a un detector de envolvente. La salida obtenida en función del tiempo será:
 - a) Nula para todo t
 - b) Una constante para todo t
 - c) Proporcional a $|x(t)|$

- La interferencia entre símbolos
 - a) Dependerá del nivel de ruido en recepción.
 - b) Dependerá de la respuesta en frecuencia del canal.
 - c) Las dos anteriores son ciertas.

- La modulación MSK
 - a) Es una variante de la FSK
 - b) Sus símbolos son ortogonales
 - c) Las dos anteriores son ciertas.

- Defina probabilidad de falsa alarma.

Es la probabilidad de que un RX digital decida la recepción de un "1", condicionada a que se ha transmitido un "0"

- La calidad de los sistemas de comunicación analógicos en canales ruidosos
 - a) Viene determinada exclusivamente por el filtro de predetención
 - b) El filtro de predetención sólo influye en la calidad de las modulaciones lineales
 - c) Ninguna de las anteriores

- Dos señales QPSK y BPSK con el mismo ancho de banda en el lóbulo principal del espectro. Las señales moduladoras respectivas en banda base:
 - a) Tienen la misma velocidad de transmisión (V_T)
 - b) La señal correspondiente a la QPSK tiene doble V_T
 - c) La señal correspondiente a la BPSK tiene doble V_T

- Se dispone de un filtro adaptado a la señal $s_1(t)$. La señal de entrada al filtro es $x_1(t) = s_1(t) + n(t)$, donde $n(t)$ es ruido aditivo, blanco y gaussiano de densidad espectral de ruido unilateral η . ¿Cuál es la relación señal a ruido a la salida del filtro si a la entrada se introduce una señal $x_1(t) = s_2(t) + n(t)$, donde la energía de $s_2(t)$ es 3 veces mayor que la de $s_1(t)$?

.....La SNR será $6E/\eta$, siendo E la energía de la señal $s_1(t)$

APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 3 horas

04- Julio-2012

TECM Convocatoria extraordinaria Julio 2012. SOLUCIÓN TEST

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- Calcule la potencia media en dBm de una señal formada dos sinusoides de la misma frecuencia y fase de amplitudes 2 voltios y 1 voltio, respectivamente. La resistencia sobre la que se disipa la potencia es de 50 ohmios.

Se suman sus amplitudes: $P = \frac{I}{2 \cdot 50} \cdot 3^2 = 0.09W = 19.5dBm$.

- Sea la señal $y(t)=A_1 \cdot x_1(t) \cdot \cos(2\pi f_1 t) + A_2 \cdot x_2(t) \cdot \sin(2\pi f_1 t)$. Calcule su envolvente compleja. Debe indicar la envolvente y la fase instantáneas.

Identificando con la expresión general de una señal paso banda:
$$\begin{cases} i(t) = A_1 \cdot x_1(t) \\ q(t) = -A_2 \cdot x_2(t) \end{cases}$$

De donde: $\bar{y}(t) = A_1 x_1(t) - j \cdot A_2 \cdot x_2(t) \Rightarrow \begin{cases} r(t) = \sqrt{A_1^2 x_1^2(t) + A_2^2 x_2^2(t)} \\ \varphi(t) = a \tan \frac{A_2 x_2(t)}{A_1 x_1(t)} \end{cases}$

- Un modulador de Armstrong

- Sólo se utiliza en modulaciones angulares de fase
- Es un modulador de banda ancha
- Es una aproximación práctica de un modulador angular

- Una de las ventajas más significativas de la forma de onda Manchester utilizada en codificación de línea en banda base frente a la tipo "NRZ bipolar" es que:

- Es más sencilla la recuperación del reloj
- Permite detectar algunos errores en la transmisión
- Se comporta mejor frente al ruido.

- Indique cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en relación con los correladores:

- Se utilizan para realizar receptores óptimos cuando se emplean formas de onda paso-banda, pero no con formas de onda paso-bajo en cuyo caso se utilizan receptores de muestreo.

Aunque no es exactamente un filtro adaptado es una forma equivalente de realizarlo.

- A su salida se obtiene una señal proporcional a $2E/\eta$, siendo E la energía de la señal y η la densidad espectral de la potencia de ruido que acompaña a la señal.

- En relación con la robustez frente al ruido de las formas de onda utilizadas en comunicaciones digitales moduladas, podemos afirmar que:

- a) Las señales moduladas en DPSK con demodulación no coherente requieren aproximadamente 1 dB más de E_b/η para mantener la misma probabilidad de error que las señales moduladas en BPSK con demodulación coherente.
- b) A igualdad de M y cuando este es alto, las señales M-QAM tienen peor comportamiento que las M-PSK,
- c) Las señales M-FSK tienen siempre peor comportamiento que las M-QPSK con independencia del número de elementos que tenga el alfabeto de cada una de ellas.

- Se desea enviar una señal binaria con código NRZ bipolar de 1 Gb/s por un canal de 450 MHz de ancho de banda total, utilizando un receptor óptimo:

- a) Es posible hacerlo y la BER del enlace vendrá dada por la expresión teórica del receptor óptimo.
- b) Es posible hacerlo pero la BER del enlace será necesariamente peor que la obtenida de la expresión teórica del receptor óptimo.
- c) No es posible hacerlo ya que existe una prohibición expresa de la Dirección General de Telecomunicaciones. Es necesario utilizar una codificación no binaria.

- Se dispone de un sistema de televisión digital funcionando correctamente y ocupando toda la anchura de banda asignada. En un cierto momento la Dirección General de Telecomunicaciones permite incrementar el ancho de banda ocupado y decidimos aprovechar para mejorar el servicio. Señale la opción que mejor describa la situación:

- a) Se debería incrementar la frecuencia de muestreo de la imagen. De esta manera puedo enviar una imagen con más ancho de banda analógico (TV de alta resolución)
- b) Se debería digitalizar la señal con mayor número de bits y reducir así el ruido de cuantificación.
- c) Ambas modificaciones del sistema (a y b) son posibles

- Una técnica para enviar vídeo digital es enviar el primer fotograma completo y a partir de ahí enviar sólo la diferencia entre cada fotograma y el anterior. La técnica descrita es un tipo de:

- a) Codificación de línea
- b) Codificación de fuente
- c) Codificación de canal

- Una señal analógica de $W=30$ KHz se muestrea con frecuencia de muestreo mínima, se cuantifica con 1024 niveles y se envía en banda base con un código binario. Sabiendo que se usa un coseno alzado con $\alpha=0,4$; indique el ancho de banda de canal ocupado.

$$f_s = 2W = 60\text{KHz}; n = \log_{10} 1024 = 10; v_T = v_s = n \cdot f_s = 600\text{Ks} / s$$

$$B = \frac{V_s}{2}(1 + \alpha) = 420\text{KHz}$$

APELLIDOS		
NOMBRE		

--	--	--	--

Tiempo: 1,5 horas

11- Junio-2012

TERCER EXAMEN PARCIAL

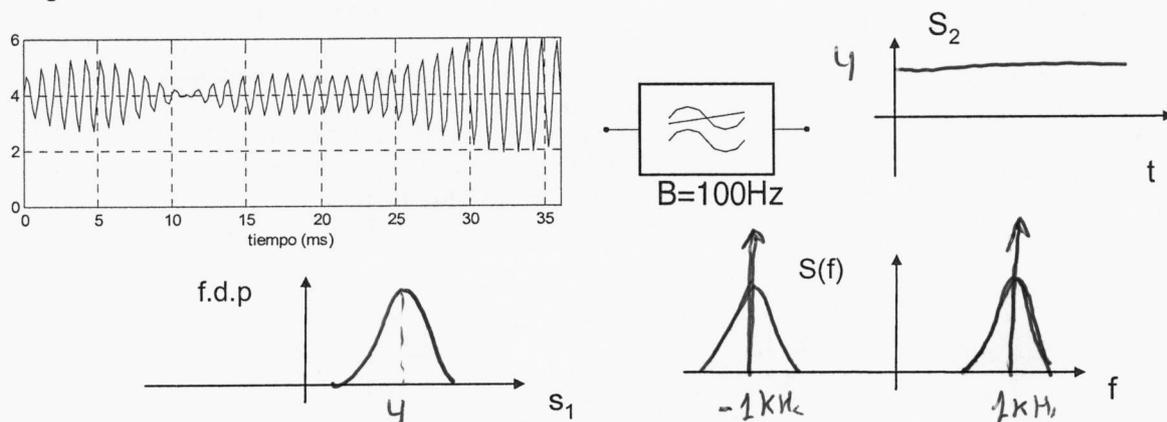
1.- Instrucciones: El ejercicio número 1 se contesta directamente sobre el enunciado. No se puede añadir papel adicional. Los restantes ejercicios se contestan en papel aparte. Los 3 ejercicios valen lo mismo. En las preguntas con opciones del ejercicio 1, la opción correcta se marca con un círculo. En caso de error táchese con un aspa y márchese la correcta con un círculo. Marcar una opción incorrecta se penaliza con una nota negativa equivalente -0.5 veces la puntuación de un acierto.

1.- Conteste a las siguientes preguntas:

- En relación con las diversas técnicas que pueden utilizarse para multiplexar señales, indique cuál de las siguientes afirmaciones es correcta.

- a) La técnica CDMA es la única técnica posible en los sistemas de comunicación analógicos
- b) La técnica FDMA es la más antigua y está muy extendida para compartir el espectro radioeléctrico. Se basa en el uso de filtros.
- c) La técnica TDMA se desarrolló con la llegada de la tecnología digital pero requiere el uso de procesadores digitales de muy alta velocidad, por lo que apenas se utilizaba hasta ya iniciado el siglo XXI.

- La señal de la figura, $s_1(t)$, corresponde a la salida de un determinado sensor. Dibuje "grosso modo" la f.d.p. y la densidad espectral de potencia del proceso estocástico que la caracteriza. Dibuje, también aproximadamente, la señales de salida, $s_2(t)$ del subsistema de la figura cuando se le excita con $s_1(t)$.



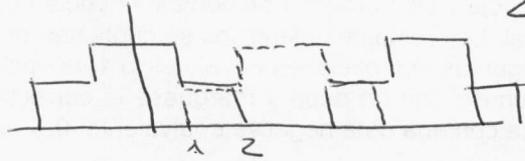
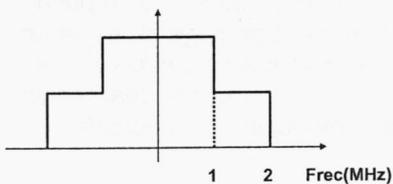
- La respuesta impulsional de un canal de comunicaciones es $h(t) = 10^{-3} [\delta(t) + 0,1 \delta(t-2\mu s)]$. Indique cuál de estas afirmaciones es verdadera.

- a) La atenuación del canal es 30 dB con independencia de la frecuencia utilizada.
- b) El canal tiene distorsión lineal de amplitud pero no de fase.
- c) El canal tiene distorsión lineal, tanto de amplitud como de fase, pero la distorsión es muy pequeña si se transmite una señal paso bajo cuyo ancho de banda de 10 KHz.

- En relación con los sistemas de comunicaciones digitales cabe afirmar que:
 - a) El codificador de fuente es el componente encargado de adaptar la información al medio físico.
 - b) El codificador de línea es el componente encargado de introducir modificaciones en el "chorro de bits" para obtener alguna prestación relevante adicional.
 - c) Ninguna de las dos afirmaciones es cierta.

- La ISI es:
 - a) Un fenómeno debido a las limitaciones en el recurso potencia
 - b) Un fenómeno debido a las limitaciones en el recurso ancho de banda
 - c) Un fenómeno debido al uso de receptores no coherentes, con el fin de ahorrar recursos económicos.

- Compruebe gráficamente que la $H(f)$ de la figura no provoca ISI si la velocidad de símbolo es la adecuada.



$$\sum H(f - kV_s) = c_b$$

$$\therefore V_s = 3 \cdot 10^6$$

$$(V_s = 2 \cdot 10^6)$$

- Se desea enviar una señal binaria con código NRZ bipolar de 1Gb/s por un canal de 450 MHz de ancho de banda total, utilizando un receptor óptimo:
 - a) Es posible hacerlo y la BER del enlace vendrá dada por la expresión teórica del receptor óptimo.
 - b) Es posible hacerlo pero la BER del enlace será necesariamente peor que la obtenida de la expresión teórica del receptor óptimo.
 - c) No es posible hacerlo. Es necesario utilizar una codificación no binaria.