

30 de junio de 2014

Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

Nombre: _____ DNI: _____

Instrucciones para la realización del examen:

- Es obligatorio entregar el enunciado del examen. Escribir el nombre en todos los folios, y enumerarlos.
- Sólo está permitido el uso de bolígrafo y calculadora no programable.
- No se permite almacenar material debajo de la mesa. No se permite pedir prestada la calculadora.
- Empezar las "cuestiones teóricas" y los "problemas" en un folio en blanco.

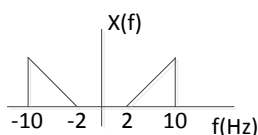
Duración: 2 horas y media

CUESTIONES TEÓRICAS (10 PUNTOS)

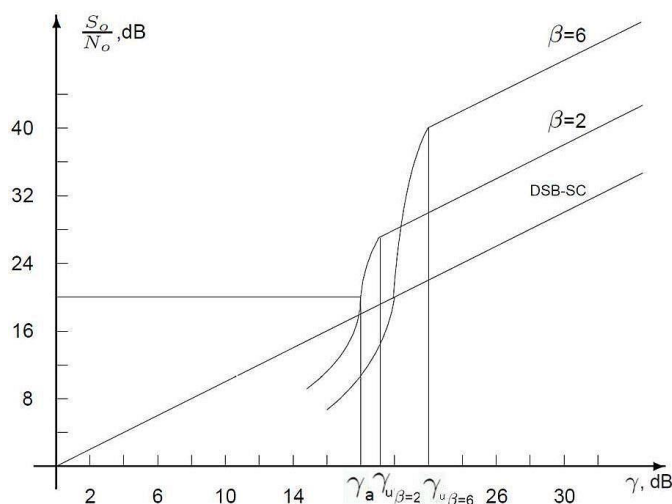
1. (2.5 puntos) Sea $x(t)$ la entrada a un modulador/moduladores e $y(t)$ su salida, represente gráficamente con el mayor detalle posible la Transformada de Fourier de $y(t)$, para los siguientes casos:

- Modulador AM ($f_c=10^5$ Hz)
- Modulador SSB-LSB ($f_c=10^3$ Hz) y a continuación un Modulador DSB ($f_c=10^5$ Hz)
- Modulador AM ($f_c=10^3$ Hz) y a continuación un Modulador SSB-USB ($f_c=10^5$ Hz)

Nota: considere $X(f)$ según la siguiente figura:



2. (2.5 puntos) La figura representa la SNR de salida de la modulación en FM en función del parámetro gamma (γ) para dos valores de β . Si tenemos un sistema operando a un valor $\gamma = \gamma_a$ con $\beta = 2$ se observa que se obtiene una SNR muy pobre. Entonces haciendo uso de la propiedad del intercambio SNR-ancho de banda en modulación angular, aumentamos el ancho de banda de forma que ahora $\beta = 6$. Utilice la figura para describir el problema que plantea este aumento del ancho de banda.



3. (2.5 puntos) Sea una señal paso banda $x(t) = x_I(t) \cos(2\pi f_c t) - x_Q(t) \sin(2\pi f_c t)$. Represente el diagrama de bloques de un demodulador que proporcione como salida la suma de la componente en fase y la componente en cuadratura, es decir, $x_I(t) + x_Q(t)$.
4. (2.5 puntos) Deduzca que la relación señal a ruido de un cuantizador uniforme se puede calcular como $SNR(dB) = 6n + 4.77 - 20 \log_{10}(X_{\max}/\sigma_x)$. Asuma que la varianza del error de cuantización toma el valor $\Delta^2/12$.

PROBLEMAS (10 PUNTOS)

1. (6 puntos) Diseñe un sistema público de comunicación de voz vía radiofrecuencia con las siguientes características:

- Banda de operación: 825-890 MHz
- Comunicación full-duplex, cada usuario tiene asignado simultáneamente un canal ascendente para transmitir (usando la banda de 825 a 845 MHz) y un canal descendente para recibir (usando la banda de 870 a 890 MHz).
- La transmisión de voz es analógica utilizando modulación FM con una máxima desviación en frecuencia de $\Delta f = 9,5$ kHz dejando una separación de 6 kHz entre canales de voz adyacentes.
- La señal de voz tiene un ancho de banda de 3 kHz y se modela como una señal gaussiana con carga de 3σ .
- La potencia de transmisión máxima del usuario a la red es de 10 W y la red transmite a los usuarios con una potencia de transmisión máxima de 100 W y la máxima distancia entre el emisor y el receptor es de 20 km.
- El canal de radio se va a considerar que es un canal aditivo con ruido blanco con una PSD de 10^{-15} W/Hz que presenta la atenuación típica del canal radio.

Se pide:

- a. Calcular el número de canales full-duplex que permiten las bandas de operación del sistema (1 punto).
- b. Haga un esquema de la distribución de los canales en el ancho de banda disponible, especificando el número de canal y su correspondiente frecuencia portadora (1.5 puntos).
- c. Suponga que se utiliza el último canal (el que tiene las frecuencias portadoras más altas, tanto en sentido ascendente como descendente). Calcule la atenuación para esas dos frecuencias a la distancia máxima de transmisión (1.5 puntos).
- d. Calcula la SNR de salida para el canal anterior, tanto en el sentido ascendente como descendente (2 puntos).

2. (4 puntos) Dadas dos señales de información $m_1(t)$ y $m_2(t)$, se quiere hacer una transmisión simultánea haciendo uso de una modulación en cuadratura (QAM). Las señales vienen dadas por las siguientes expresiones:

$$m_1(t) = 2 \cos(2\pi f_1 t) \quad ; \quad m_2(t) = \cos(2\pi f_1 t) + 2 \cos(2\pi f_2 t)$$

Con $f_1 = 1$ kHz y de $f_2 = 2$ kHz. La portadora tipo coseno posee una frecuencia de $f_c = 100$ kHz y una amplitud de $A_c = 1$ V.

- a. Dar la expresión de la señal modulada $x_{QAM}(t)$ (1 punto).
- b. Exprese la señal modulada en su forma canónica y obtenga las componentes en cuadratura (1 punto).
- c. Si la portadora utilizada para realizar la demodulación presenta un desfase de δ con respecto a la utilizada para realizar la modulación, obtenga las señales a la salida del demodulador (2 puntos).