

Entrega 4: ejemplo de examen

Comunicaciones Inalámbricas

Este ejercicio puede entregarse a mano, en horario de clase, o a través del campus virtual.

Cuestiones (3 puntos)

Marque la respuesta correcta y justifique la elección en el espacio destinado a tal efecto. Las cuestiones erróneas no restan puntos.

1. Se quiere construir un sintetizador, basado en un único PLL y un divisor programable, que genere frecuencias entre 110MHz y 180MHz, con una resolución de 10kHz. Es **falso** que:
 - A. El valor máximo del divisor programable ha de ser 70000.
 - B. El divisor programable ha de variar entre 11000 y 18000.
 - C. El valor mínimo del divisor programable ha de ser 11000.
 - D. El divisor programable siempre tiene que tomar valores enteros.

Justificación:

2. Se introduce en un amplificador un tono de -40dBm a 900MHz. A la salida observamos un tono de 20dBm a 900MHz y un armónico de -80dBm a 2.7GHz. Si a la entrada introducimos un tono de -30dBm a 900MHz, ¿cuál será el nivel del armónico a la salida?
 - A. -50dBm.
 - B. -70dBm.
 - C. -110dBm.
 - D. Ninguna de las anteriores.

Justificación:

3. Un receptor presenta una sensibilidad de -90dBm en condiciones normales de operación. En un momento dado aparece una señal interferente que ocasiona una desensibilización de 5dB. ¿Cuál será el nuevo valor de sensibilidad del receptor?

- A. -95dBm.
- B. -10dBm.
- C. -85dBm.
- D. No se puede calcular sin saber la relación señal a ruido del receptor.

Justificación:

4. ¿Qué afirmación es cierta para un receptor superheterodino de conversión simple?
- A. La frecuencia imagen se elimina en la etapa de FI.
 - B. La frecuencia imagen no varía al variar la frecuencia del oscilador local.
 - C. No existe frecuencia imagen si el aislamiento RF-FI del mezclador es infinito.
 - D. Todas las anteriores son falsas.

Justificación:

5. ¿Qué valor aproximado tiene la máxima frecuencia de una señal FM si se quiere poder demodular con una línea de retardo de $4.5\mu s$?
- A. 10kHz.
 - B. 70.7kHz.
 - C. 3.5kHz.
 - D. 35.4kHz.

Justificación:

6. ¿Cuál es la sensibilidad de un receptor con $F=6dB$ y $B=5MHz$ si queremos una $(S/N)_0$ en el demodulador de 12dB para una temperatura de antena de 900K?
- A. -87dBm.

- B. -120dBm.
- C. -99dBm.
- D. Faltan datos para calcularlo.

Justificación:

7. Las pérdidas por disipación en la banda de paso de un filtro paso banda:
- A. Son inversamente proporcionales al factor de calidad de los elementos resonantes.
 - B. Aumentan al aumentar el número de etapas del filtro.
 - C. Aumentan al disminuir el ancho de banda relativo del filtro.
 - D. Todas las anteriores son ciertas

Justificación:

8. Un amplificador de clase A tiene un rendimiento del 50% con una potencia de salida de 10W. ¿Qué potencia disipa cuando no hay señal a la entrada?
- A. 0W.
 - B. 5W.
 - C. 10W.
 - D. 20W.

Justificación:

9. ¿Cuál es la pérdida de transmisión en un radioenlace de 50km, que funciona a 2GHz, si la ganancia de la antena transmisora es de 25dB y la de la receptora 20dB?
- A. 21dB.

- B. 47dB.
- C. 61dB.
- D. 87dB.

Justificación:

10. ¿Qué fenómeno permite establecer comunicaciones transoceánicas en banda de 27MHz?

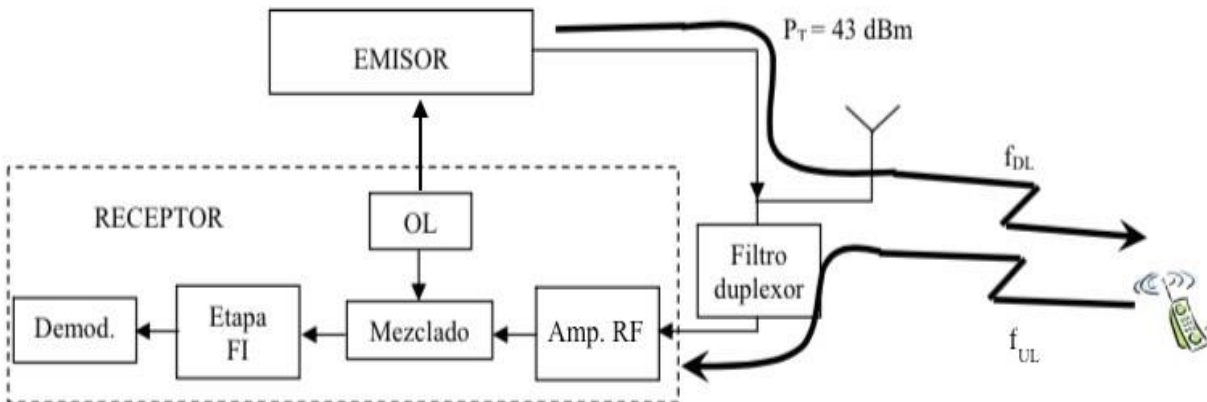
- A. Difusión troposférica.
- B. Refracción en la ionosfera.
- C. Onda de superficie.
- D. Reflexión en la luna.

Justificación:

Problema 1 (4 puntos)

Se desea diseñar la estación base de un sistema de comunicaciones móviles GSM. Para ello, suponemos que se ubican en un mismo lugar, y compartiendo una misma antena, un receptor que recibe señales de los teléfonos (uplink) en el rango en el rango $f_{UL} \in [890.2, 914.8] \text{MHz}$, y un transmisor que emite señales (downlink) en el rango $f_{DL} \in [935.2, 959.8] \text{MHz}$. Tanto el uplink como el downlink están canalizados, teniendo cada canal 200kHz de ancho de banda. El ancho de banda real ocupado por las señales en cada canal es 100kHz.

Para aislar la señal transmitida de la recibida se emplea un filtro, denominado duplexor, que sólo deje pasar hacia el receptor la señal de uplink (f_{UL}).



Los parámetros que caracterizan al receptor son los siguientes:

- Etapa de RF: $G_{RF} = 30 \text{ dB}$, $F_{RF} = 4 \text{ dB}$, Modelo no lineal: $y(t) = a_1x(t) - a_3x^3(t)$, con $a_3 = 10^6$.
- Mezclador: $G_m = -6 \text{ dB}$, $F_m = 20 \text{ dB}$, $IP_{3,m} = 10 \text{ dBm}$.
- Etapa de FI:
 - Frecuencia intermedia: 25MHz, oscilador local inferior.
 - Amplificador FI : $G_{FI} = 30 \text{ dB}$, $F_{FI} = 15 \text{ dB}$, $IP_{3,FI} = 3 \text{ dBm}$.
 - Filtro FI: $B_{FI} = 200 \text{ kHz}$, sin pérdidas.
- Resistencia de entrada/salida de los cuadripolos: 50Ω .
- $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$, $T_0 = 290 \text{ K}$.
- La tasa de error de bit a la salida del demodulador en función de la SNR a su entrada es: $P_e = \frac{3}{4(S/N)_o}$.
- Para un cuadripolo con distorsión cúbica: $IP_3 = \frac{2a_1}{3a_3R} [W]$.

En este primer problema nos centraremos en el diseño del sistema receptor.

1. Calcule la máxima potencia de ruido en la antena para tener una sensibilidad de -90 dBm , con una probabilidad de error de bit de 10^{-3} . Calcule la temperatura de ruido de la antena y la potencia de ruido del sistema equivalente a la entrada. (1pto)
2. Determine el punto de intercepción de orden 3 del amplificador de RF, a partir de la ley de distorsión cúbica del cuadripolo. Determine el punto de intercepción total equivalente del sistema. (1pto)
3. Queremos que el filtro duplexor sea capaz de eliminar tanto las frecuencias del downlink, como la banda imagen del receptor. ¿Qué banda de señal debería dejar pasar el filtro duplexor? ¿Qué bandas deberá

eliminar? Queremos diseñar un filtro Chebyshev con rizado en la banda de paso de 0.5dB que atenúe un mínimo de 40dB las frecuencias de la banda eliminada. Calcule cuál es la frecuencia que limita la atenuación mínima. Calcule el número de etapas necesario (utilice las gráficas de las transparencias de la asignatura). Indique con un esquema cómo ha obtenido el número de etapas. Calcule las pérdidas en la banda de paso si se emplean resonadores con $Q=300$. (1.5ptos)

4. Razone cuál sería el rango de valores válido para la elección del ancho de banda del filtro de FI del receptor. ¿Cuál es el valor del ancho de banda del filtro de FI que minimizaría ruido? (0.5pto)

Problema 2 (3 puntos)

En este problema llevaremos a cabo el diseño del bloque emisor y del sintetizador de frecuencia de la estación base del Problema 1. Para ello, supondremos que el transmisor del sistema es homodino y que comparte el sintetizador de frecuencia con el receptor. Datos:

- Cristal: Frecuencia 8MHz, potencia $P_x = 5dBm$.
 - Frecuencia máxima divisores: $f_L = 100MHz$.
 - Filtro orden 2 tipo 2 activo, $F(s) = \frac{1+\tau_2 s}{\tau_1 s}$ con $\tau_1 = 50\mu s$ y $\xi = 0.7$.
 - VCO: la frecuencia de reposo es la mitad del rango entre entrada y salida.
 - Detector de fase (fase-frecuencia): $k_d = 3$, Resistencia de entrada 500Ω .
1. Dibuje el diagrama de bloques del emisor. Justifique la función que lleva a cabo cada bloque. ¿Qué frecuencias tendremos que ser capaces de sintetizar? (0.5pto)
 2. Dibuje un esquema del sintetizador de frecuencia suponiendo un PLL de orden 2 tipo 2 activo y un divisor de doble módulo. Calcule la frecuencia de referencia y los valores de todos los divisores. Suponga que P tiene que ser potencia de 2.
 3. Calcule la sensibilidad del VCO para trabajar en el margen de enganche.
 4. Si todos los filtros del emisor tienen una atenuación de 2dB, sabiendo que transmitimos con una potencia de 43dBm, proponga razonadamente un valor del punto de compresión a 1dB del amplificador de RF para que no saturate.