

# 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:



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

- 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:



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

- 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:



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

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:



**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

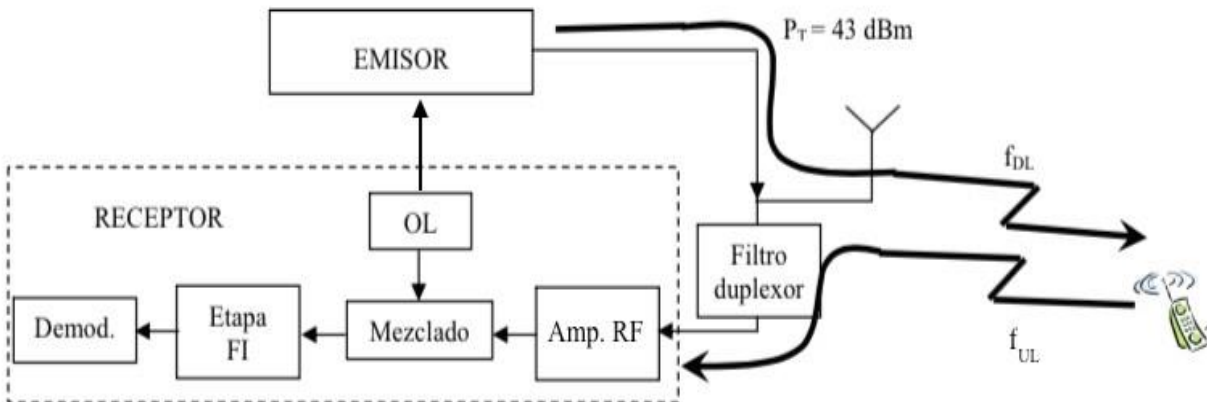
---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

## 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:  $50 \Omega$ .
- $k = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$ ,  $T_0 = 290 \text{ K}$ .
- 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.

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70**

¿Qué banda de señal debería dejar pasar el filtro duplexor? ¿Qué bandas debería

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  $500\Omega$ .
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.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, blue, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a subtle gradient and a soft shadow effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70