

E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA
Enginyeria de Telecomunicació
EMISSORS I RECEPTORS
Quadrimestre de tardor
Examen final.
12 de gener de 2006

NOMBRE:

Test (3.5 puntos). Modelo A.

Marcar únicamente una respuesta en cada pregunta. Los errores descuentan 1/3.

1.- ¿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 depende de 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

2.- Se introducen dos tonos de potencia -60 dBm a la entrada de un cuadripolo. A la salida los tonos tienen un nivel de -40 dBm (sin apreciarse compresión de ganancia) y se observa un producto de intermodulación de tercer orden con un nivel igual al del ruido de salida, que es de -78 dBm. El SFDR para los productos de tercer orden es de:

- a) 18 dB
- b) 38 dB
- c) 25.3 dB
- d) Faltan datos para calcularlo

3.- Sea un cuadripolo de ganancia 40 dB. Al introducir dos tonos de potencia -60 dBm el nivel del producto de tercer orden a la salida es de -85 dBm. El punto de intercepción referido a la salida para los productos de tercer orden es:

- a) -27.5 dBm
- b) 12.5 dBm
- c) -45 dBm
- d) 16.6 dBm

4.- Se conecta una fuente de ruido a $T_s=1000K$ adaptada a la entrada de un cuadripolo cuya ganancia es 40 dB y cuyo ancho de banda es 2 MHz. La potencia de ruido a la salida es de -50.8 dBm. El factor de ruido del cuadripolo es aproximadamente:

- a) 20 dB
- b) 15 dB
- c) 10 dB
- d) 25 dB

5.- El factor de ruido de un filtro de ancho de banda 30 kHz con 5dB de pérdidas de inserción a la temperatura de 400 K es aproximadamente:

- a) 4 dB
- b) 5 dB
- c) 6 dB
- d) 3 dB

6.- Un receptor superheterodino emplea un mezclador con ganancia=-6 dB, aislamiento RF-FI=80 dB y aislamiento OL-FI=70 dB. Si la señal de RF tiene un nivel de -60 dBm y el oscilador local presenta una potencia de 30 dBm ¿cuál es la potencia medida a la frecuencia del OL a la entrada de la etapa de FI?

- a) -30 dBm
- b) -40 dBm
- c) -66 dBm
- d) -50 dBm

7.- A la entrada de un PLL de segundo orden con filtro activo existe en un momento dado una señal de 14.99 MHz. El VCO presenta una frecuencia en reposo de 15.01 MHz y una sensibilidad de 2 MHz/V. ¿Cuál será la tensión a la entrada del VCO cuando el PLL esté enganchado?

- a) -10 mV
- b) 10 mV
- c) 0 mV
- d) -1.5 mV

8.- ¿Cuánto vale aproximadamente el jitter a la salida del circuito recuperador de portadora de un receptor superheterodino de conversión simple con $B_{FI}=200$ kHz si la relación señal a ruido a la entrada del circuito es de 25 dB y el ancho de banda equivalente de ruido del PLL es de 60 kHz?

- a) $9.48 \cdot 10^{-4}$ °
- b) $3 \cdot 10^{-2}$ rad
- c) 1.76 rad^2
- d) $3 \cdot 10^{-2} \text{ rad}^2$

9.- ¿Qué afirmación es cierta en régimen permanente para un PLL de segundo orden con filtro activo ideal ante un salto de frecuencia?

- a) La tensión a la salida del detector de fase es nula.
- b) La tensión a la entrada del VCO es nula.
- c) El VCO oscila a su frecuencia de reposo.
- d) Todas las anteriores son ciertas.

10.- Un sintetizador indirecto diseñado con un único PLL presenta un tiempo de conmutación de 2.5 ms. Si se desea que la frecuencia natural sea a lo sumo la décima parte de la de referencia, el mínimo valor posible de la resolución es:

- a) 1 kHz
- b) 2 kHz
- c) 4 kHz
- d) 10 kHz

11.- ¿Qué afirmación es cierta para un sintetizador indirecto formado por un único PLL que genera frecuencias en el rango (f_{min} , f_{max}) con resolución f_r ?

- a) Cuanto mayor sea la relación f_{max}/f_{min} menor es el tiempo de conmutación
- b) Cuanto mayor sea f_r más alejadas de la frecuencia deseada están las señales espurias a la salida
- c) Cuanto mayor sea f_r mayor es la tensión a la entrada del VCO.
- d) Todas las anteriores son falsas

12.- ¿Qué afirmación es cierta en relación al ruido de fase de un oscilador?

- a) Su densidad espectral es plana.
- b) No depende del factor de ruido.
- c) Cuanto mayor sea la frecuencia del oscilador mayor es el ruido de fase
- d) Todas las anteriores son ciertas.

13.- ¿Qué valor puede tener la máxima frecuencia de la señal moduladora en FM si se desea poder demodularla utilizando una línea de retardo de $3\mu s$?

- a) 106 kHz
- b) 53 kHz
- c) 333 kHz
- d) 70 kHz

14.- Considérese un modulador directo de FM con una capacidad dependiente de la tensión de la señal moduladora según $C(t)=(152+2x(t))pF$. Si se desea una frecuencia portadora de 50 MHz el valor de la inducción L de la bobina debe ser:

- a) 21 nH
- b) 33 nH
- c) 66 nH
- d) 2631 nH

15.- Al medir un conversor A/D de 12 bits se obtiene que la relación señal a ruido a la salida es de 50 dB. El número efectivo de bits (ENOB) del conversor es, aproximadamente:

- a) 8 bits
- b) 12 bits
- c) 6 bits
- d) 4 bits

16.- Se desea diseñar un modulador QPSK de frecuencia portadora 500 MHz con tecnología digital a partir de las componentes I/Q. La frecuencia de muestreo que permite efectuar el diseño con un conmutador y un alternador de signo es:

- a) 1 GHz
- b) 2 GHz
- c) 500 MHz
- d) 250 MHz

17.- ¿Qué afirmación es cierta en relación al jitter de apertura de un conversor A/D?

- a) Cuanto mayor sea la frecuencia de la señal muestreada peor es la SNR a la salida
- b) Cuanto menor sea el factor de calidad del reloj de muestreo peor es la SNR a la salida
- c) La SNR debida al jitter de apertura no depende del número de bits del conversor
- d) Todas las anteriores son ciertas

18.- Se desea diseñar un sintetizador digital de frecuencias con una resolución de 10 kHz y con frecuencia máxima generada de 90 MHz. ¿Cuál es la combinación adecuada del tamaño de la tabla de cosenos y la frecuencia de muestreo?

- a) $N_A=36000$, $f_m=360$ MHz
- b) $N_A=18000$, $f_m=360$ MHz
- c) $N_A=36000$, $f_m=180$ MHz
- d) $N_A=18000$, $f_m=180$ MHz

Modelo A:

- 1.- D
- 2.- B
- 3.- B
- 4.- A
- 5.- C
- 6.- B
- 7.- A
- 8.- B
- 9.- A
- 10.- C
- 11.- B
- 12.- C
- 13.- A
- 14.- C
- 15.- A
- 16.- B
- 17.- D
- 18.- A

E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA
Enginyeria de Telecomunicació
EMISSORS I RECEPTORS
Quadrimestre de tardor
Examen final
12 de gener de 2006

Data de publicació de notes provisionals: 24 de gener de 2006
Data límit per al·legacions: 27 de gener de 2006 a les 12h
Data de publicació de notes definitives: 31 de gener de 2006

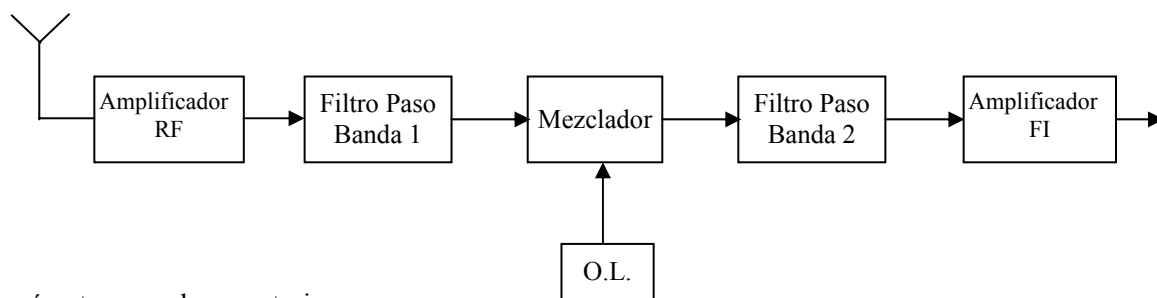
Durada de l'examen: 3h (1h test + 2h problemes)

Problema 1 (3.5 punts)

Se desea analizar un sistema de comunicaciones cuyo emisor transmite una potencia de 2 W a una frecuencia f_s . Al propagarse la señal por el interfaz aire sufre las siguientes pérdidas (en lineal) en función de la distancia a la que se encuentren emisor y receptor:

$$L_p = \left(\frac{4\pi}{\lambda} * d \right)^2 \quad \text{con } \lambda = 0.337 \text{ m y } d \text{ en metros}$$

El diagrama de bloques del cabezal de RF del receptor es el siguiente:



Y los parámetros que lo caracterizan son:

Temperatura equivalente de ruido de antena: $T_A = 4000 \text{ K}$

Amplificador de RF: $G_{RF} = 20 \text{ dB}$, $NF_{RF} = 3 \text{ dB}$

Punto de intercepción a la entrada para los productos de 3r orden: $IP_{i,RF} = 12 \text{ dBm}$

Filtro Paso Banda 1: Pérdidas de inserción $L_1 = 4 \text{ dB}$, $B_{filtro1} = 1 \text{ MHz}$

Mezclador: $G_m = -6 \text{ dB}$, $NF_m = 9 \text{ dB}$

Punto de intercepción a la entrada para los productos de 3r orden: $IP_{i,m} = 16 \text{ dBm}$

Filtro Paso Banda 2: Pérdidas de inserción $L_2 = 2 \text{ dB}$, $B_{filtro2} = 100 \text{ kHz}$

Amplificador de FI: $NF_{FI} = 8 \text{ dB}$, $B_{FI} = 100 \text{ kHz}$

Punto de intercepción a la entrada para los productos de 3r orden: $IP_{i,FI} = -38 \text{ dBm}$

Temperatura física del receptor: $T_o = 290 \text{ K}$

Distorsión por ley cúbica

A la entrada del receptor se detectan dos señales interferentes a frecuencias f_1 y f_2 ($f_1 = f_s + 100 \text{ kHz}$ y $f_2 = f_s + 200 \text{ kHz}$) con una potencia de -53 dBm .

- ¿Cual es la distancia máxima a la que se puede colocar el emisor para garantizar una S/N de 16 dB a la salida del cabezal de RF prescindiendo de los interferentes?
- Diseñar, justificando su valor, la selectividad de los filtros para garantizar un rechazo a la entrada referido a la sensibilidad de 50 dB para los productos de intermodulación de 3r orden.

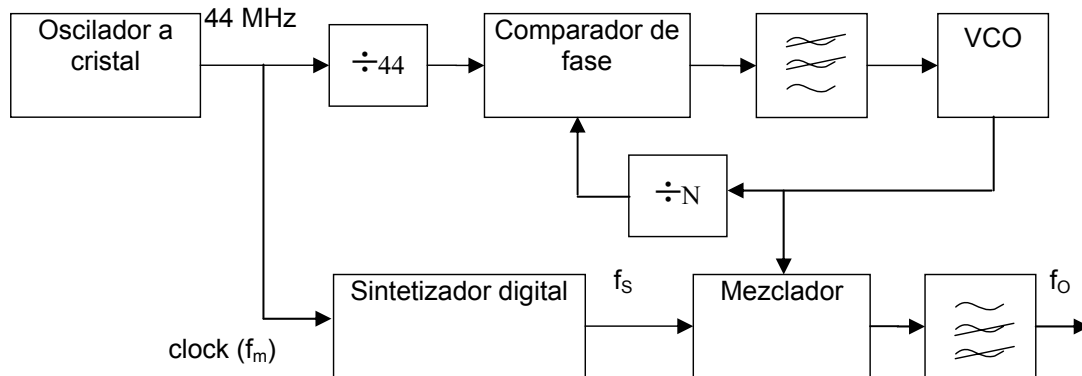
De aquí en adelante considerar las selectividades $\Delta_{filtro1} = 30 \text{ dB}$ y $\Delta_{filtro2} = 20 \text{ dB}$.

- Calcular el rechazo a la salida para las interferentes detectadas.
- Calcular la diferencia (ΔP) entre la potencia del ruido a la salida del cabezal de RF y la potencia del producto de intermodulación $2f_1 - f_2$ también a la salida.

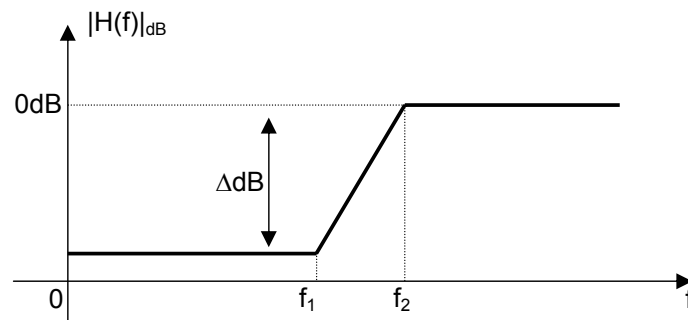
NOTA: Constante de Boltzmann: $K = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$

Problema 2 (3 puntos)

Se desea diseñar un sintetizador que genere todas las frecuencias comprendidas entre 90,001 MHz y 100 MHz (ambas incluidas) en pasos de 1 kHz. Se utiliza el esquema de la figura, donde el sintetizador digital se implementa mediante lectura de una tabla de la función coseno almacenada en una memoria ROM. Nótese que, para facilitar el diseño del filtro paso-alto a la salida del mezclador, **interesa utilizar la gama de frecuencias más alta posible que pueda generar el sintetizador digital**.



- Diseñar el sistema completo calculando el rango de valores de N , la resolución y el tamaño de la tabla del sintetizador digital así como el rango de frecuencias (f_s) que debe generar.
- Teniendo en cuenta que el PLL debe operar dentro del margen de “Lock-in”, y que $\xi=0.7$, calcular el valor mínimo de la frecuencia natural necesaria. A efectos de minimizar los espúreos a la salida, ¿es adecuado el valor de la frecuencia natural obtenido?
- Suponiendo que la frecuencia natural del PLL es la calculada en b), y tomando el tiempo de conmutación igual a: $t_C = \max[t_P, t_S]$, donde t_P y t_S son respectivamente los tiempos de conmutación del PLL y del sintetizador digital, calcular t_C .
- Si el filtro paso-alto a la salida del mezclador tiene la función de transferencia de la figura, y se desea que cualquier espúreo debido al proceso de mezcla esté atenuado al menos 40dB respecto de la señal útil a la salida del sistema y que $f_2 - f_1$ sea lo mayor posible, diseñar el filtro calculando f_1 , f_2 y Δ .



NOTA: La frecuencia máxima del sintetizador digital se obtiene con cuatro muestras por período.