

E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA
Enginyeria de Telecomunicació
EMISSORS I RECEPTORS
Quadrimestre de tardor
Examen final
9 de gener de 2007

NOMBRE:

Test (3.5 puntos). Modelo A.

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

1.- Se desea diseñar un PLL para poder seguir señales con variación lineal de frecuencia. ¿Cuál es la mejor alternativa de entre las siguientes?

- a) Un PLL de primer orden.
- b) Un PLL de segundo orden, independientemente del tipo de filtro de lazo.
- c) Un PLL de segundo orden con filtro de lazo pasivo.
- d) Un PLL de segundo orden con filtro de lazo activo.

2.- Un receptor superheterodino trabaja a frecuencia intermedia de 2MHz. El oscilador local, a 12MHz, tiene una estabilidad de $4 \cdot 10^{-5}$. La estabilidad de la FI es aproximadamente:

- a) $4 \cdot 10^{-5}$
- b) $2.4 \cdot 10^{-5}$
- c) $6 \cdot 10^{-4}$
- d) $2.4 \cdot 10^{-4}$

3.- Se desea diseñar un sintetizador digital de frecuencias con una resolución de 1 kHz y que la frecuencia máxima generada sea de 512 kHz. ¿Cuál es la combinación adecuada del tamaño de la tabla de cosenos y la frecuencia de muestreo?

- a) $N_A = 1024$, $f_m = 1024$ kHz
- b) $N_A = 2048$, $f_m = 2048$ kHz
- c) $N_A = 2048$, $f_m = 1024$ kHz
- d) $N_A = 1024$, $f_m = 2048$ kHz

4.- Se utiliza un cable coaxial a temperatura ambiente, que presenta una atenuación de 0.5 dB/m, para conectar una antena a la entrada de un receptor. La temperatura de ruido de la antena es de 2900 K. Suponiendo adaptación de impedancias, ¿cuál es aproximadamente la longitud máxima del cable para que la relación señal/ruido a su salida sea únicamente 3 dB inferior a la de la entrada?

- a) 22 m
- b) 17.6 m
- c) 20 m
- d) 20.8 m

5.- 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

6.- Sea un cuadripolo de ganancia 25 dB y punto de intercepción referido a la entrada para el 3r armónico de 55 dBm. Al introducir un tono de 15 dBm a la entrada, la potencia del 3r armónico será:

- a) 15 dBm
- b) 55 dBm
- c) -40 dBm
- d) -60 dBm

7.- A efectos de los productos de intermodulación de tercer orden el cuadripolo A tiene el mismo punto de intercepción a la entrada (IP_i) que el cuadripolo B, pero el punto de intercepción a la salida (IP_o) de A es 3dB mayor que el de B. ¿Cuál de estas afirmaciones es cierta?

- a) El rechazo a la entrada de A es 3dB mayor que el de B.
- b) La ganancia de A es el igual que la de B.
- c) Los coeficientes de orden 3 de las características entrada/salida de A y B son iguales.
- d) Ninguna de las anteriores.

8.- Considérese un conversor A/D de 10 bits que muestrea una señal cuya frecuencia máxima es 200 kHz, y que está perfectamente ajustada al margen dinámico del conversor. ¿Qué frecuencia de muestreo es necesaria si se desea obtener una (S/N) de cuantificación de 71.96 dB aplicando sobremuestreo?

- a) 2 MHz
- b) 4 MHz
- c) 8 MHz
- d) 16 MHz

9.- ¿Qué valor aproximado puede tener la máxima frecuencia de la señal moduladora en FM si se desea poder demodularla utilizando una línea de retardo de $6\mu\text{s}$?

- a) 106 kHz
- b) 53 kHz
- c) 212 kHz
- d) 26.5 kHz

10.- Un sintetizador indirecto debe generar frecuencias entre 300 y 390 MHz con una separación de 100 kHz. El máximo valor que tomará el divisor programable es:

- a) 3000
- b) 3900
- c) 100
- d) 1

11.- Un filtro de 5 dB de pérdidas de inserción y 50 dB de selectividad colocado delante de un cuadripolo mejora el punto de intercepción a la salida para los productos de tercer orden en:

- a) 50 dB
- b) 75 dB
- c) 80 dB
- d) 90 dB

12.- ¿Cuánto vale aproximadamente el jitter a la salida del circuito recuperador de portadora de un receptor superheterodino de conversión simple con $B_{FI}=200\text{ kHz}$ 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) $9.48 \cdot 10^{-4}^\circ$
- b) $3 \cdot 10^{-2}\text{ rad}$
- c) 1.76 rad^2
- d) $3 \cdot 10^{-2}\text{ rad}^2$

13.- Para un receptor superheterodino de conversión simple, es cierto que:

- a) El filtro de FI debe ser sintonizable.
- b) El filtro de RF debe eliminar la frecuencia intermedia.
- c) La frecuencia del OL varía según la frecuencia de sintonía.
- d) La frecuencia del OL debe ser siempre superior a la de sintonía.

14.- Al incrementar en una unidad el número de bits de un conversor A/D la relación señal ruido de cuantificación mejora en un factor aproximadamente de:

- a) 6 dB únicamente si se utiliza sobremuestreo.
- b) 6 dB únicamente si el conversor A/D es de tipo Flash.
- c) 6 dB únicamente si el conversor A/D es de tipo sigma-delta.
- d) Ninguna de las anteriores.

15.- El factor de ruido de un filtro de $BW=30\text{ kHz}$ 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

16.- La sensibilidad de un receptor es de -105 dBm para una relación señal a ruido a la salida de 10 dB. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- a) La potencia de ruido equivalente a la entrada no es mayor de -115 dBm.
- b) La potencia de ruido equivalente a la entrada no es menor de -95 dBm.
- c) La potencia de ruido equivalente a la entrada depende exclusivamente del ruido interno generado en el receptor.
- d) La potencia de ruido equivalente a la entrada es menor que la potencia de ruido externo detectada en la antena si el receptor es no ruidoso.

17.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es falsa en relación a la inclusión de un filtro sin pérdidas de inserción delante de una cadena de cuatro cuadripolos no lineales?

- a) Solamente modifica el punto de intercepción a la entrada del cuadripolo que tiene a continuación.
- b) Puede mejorar el punto de intercepción a la entrada de toda la cadena.
- c) Para mejorar el punto de intercepción a la entrada de toda la cadena debería filtrar las interferentes que generan la señal espúrea.
- d) Puede mejorar el punto de intercepción a la salida de toda la cadena.

18.- Considérese un preamplificador de factor de ruido 5dB ubicado delante de un receptor con factor de ruido 9dB. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- a) El factor de ruido total depende de la temperatura de ruido de la antena.
- b) El factor de ruido total siempre será superior a 9 dB.
- c) El factor de ruido total nunca podrá ser inferior a 5 dB.
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas.

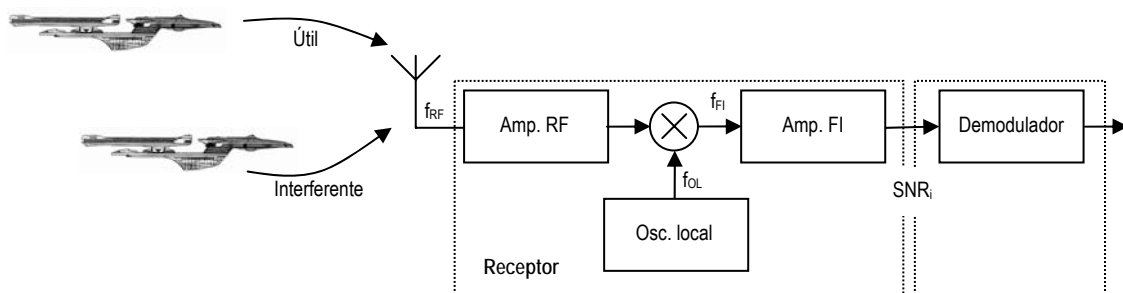
E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA
Enginyeria de Telecomunicació
EMISSORS I RECEPTORS
Quadrimestre de tardor
Examen final
9 de gener de 2007

Data de publicació de notes provisionals: 23 de gener de 2007
 Data límit per al·legacions: 25 de gener de 2007 a les 12h
 Data de publicació de notes definitives: 29 de gener de 2007

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

Problema 1 (3.5 punts)

Se debe diseñar un receptor para un sistema de comunicaciones espaciales capaz de trabajar tanto con señales provenientes de naves cercanas a la Tierra, como con señales de naves muy distantes. El diseño consta de un receptor superheterodino de conversión simple según el esquema de la figura. La señal recibida está en el rango de 10 GHz a 11 GHz, y la frecuencia intermedia es de 100 MHz.



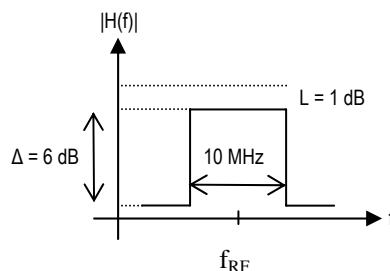
a) Calcular el rango de frecuencias del oscilador local sabiendo que trabaja por debajo de la señal recibida, determinando las correspondientes frecuencias imagen. Determinar si el bloque de RF ha de ser sintonizable y el máximo ancho de banda del mismo.

b) Sabiendo que para la nave más lejana, la potencia en bornes de la antena es de -96.5 dBm, y que para una recepción correcta la relación señal a ruido a la salida del receptor (SNR_i) ha de ser de 10 dB, calcular el factor de ruido total del receptor y la ganancia necesaria en la etapa RF.

En lo sucesivo se asumirá que $G_{RF} = 30$ dB.

c) La señal de la nave más lejana se recibe en presencia de señales de dos naves mucho más cercanas en canales adyacentes, cuya potencia es 10^8 veces mayor que la potencia de la señal útil. Demostrar que el receptor propuesto no garantiza la recepción correcta de la señal útil, es decir, que los productos de intermodulación de tercer orden debidos a las señales interferentes quedan por encima del nivel de ruido a la entrada del demodulador.

d) Para garantizar la correcta recepción de la señal proveniente de la nave más lejana en presencia de señales interferentes, se propone colocar un filtro sintonizable entre la antena y la etapa de RF. Este filtro se compone de N etapas idénticas con la siguiente respuesta frecuencial:



Calcular el número mínimo de etapas necesarias para que el receptor tenga la SFDR requerida. Demuestra que esta solución garantiza la SNR_i mínima especificada en el apartado b, si los filtros están refrigerados a 3.12 K.

Datos:

El cabezal de RF está caracterizado por los siguientes parámetros:

Temperatura equivalente de ruido de la antena: 3 K

$T_0 = 290$ K

Amp. RF: $NF_{RF} = 1.4$ dB

Punto de intercepción a la entrada para los productos de 3r orden: $IP_{i,RF} = 10$ dBm

Mezclador: $G_M = -10$ dB, $NF_M = 6$ dB

Punto de intercepción a la entrada para los productos de 3r orden: $IP_{i,M} = 10$ dBm

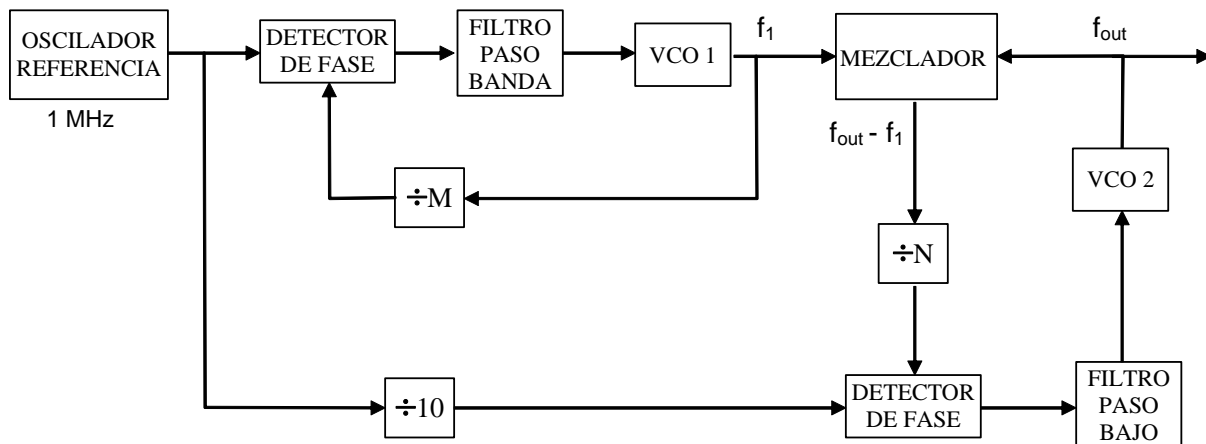
Amp. FI: $G_{FI} = 40$ dB, $NF_{FI} = 10$ dB, $B_{FI} = 10$ MHz

Punto de intercepción a la entrada para los productos de 3r orden: $IP_{i,FI} = 10$ dBm

Constante del Boltzman: $K = 1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K

Problema 2 (3 puntos)

Se dispone del sintetizador indirecto mostrado en la figura.



Se desea generar frecuencias en el rango de 20 MHz a 29.9 MHz con pasos de 100 kHz.

El tiempo de conmutación del sintetizador es la suma de los tiempos de conmutación de los diferentes bucles.

Se pide:

- El rango de variación de los dos divisores programables sabiendo que $N_{\min}=10$.
- Teniendo en cuenta que la frecuencia natural de los dos bucles es variable, calcular el tiempo de conmutación entre frecuencias en el peor caso, si en cada uno de los bucles se cumple $f_n \leq \frac{f_r}{10}$.
- El Jitter de la señal a f_1 , (Considérese $f_n \approx \frac{f_r}{10}$, únicamente para este apartado).

Datos:

$Q_{VCO1} = 10$

$Q_{REF} = 100$

$F_{VCO1} = 30$ dB

$F_{REF} = 20$ dB

$P_{VCO1} = 1$ mW

$P_{REF} = 1$ mW

Función de transferencia del PLL 1: $H_1(f) = \begin{cases} 1 & |f| \leq f_{n1} \\ 0 & |f| > f_{n1} \end{cases}$

La densidad espectral del ruido de fase de un oscilador a la frecuencia f_a es:

$$S_\theta(f) = \begin{cases} \frac{KT_0F}{8Q^2P} \left(\frac{f_a}{f} \right)^2 (\text{rad}^2/\text{Hz}) & \text{si } |f| \geq 10\text{Hz} \\ 0 & \text{si } |f| < 10\text{Hz} \end{cases}$$

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

Temperatura ambiente: $T_0=290$ K