

E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA
Enginyeria de Telecomunicació
EMISSORS I RECEPTORS
Quadrimestre de tardor
Examen final.
10 de gener de 2005

NOMBRE:

Test (3 puntos). Modelo A.

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

1.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en relación a los circuitos mezcladores?

- a) El mezclador pasivo basado en puente de diodos presenta una ganancia de conversión superior a 0 dB.
- b) El mezclador basado en no linealidad exponencial está realizado mediante un transistor de tipo FET.
- c) El mezclador basado en no linealidad cuadrática origina un número de señales espúreas inferior que el mezclador basado en no linealidad exponencial.
- d) El mezclador basado en no linealidad exponencial siempre presenta una ganancia de conversión inferior a la del mezclador basado en puente de diodos.

2.- El factor de ruido de un filtro de BW=25 kHz con 5 dB de pérdidas de inserción a la temperatura de 400 K es aproximadamente:

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

3.- Un sintetizador indirecto debe generar frecuencias entre 500 y 580 MHz con una separación de 100 kHz. El mínimo valor que tomará el divisor programable es:

- a) 5800
- b) 5000
- c) 2500
- d) 1

4.- Considérese un modulador directo de FM con una bobina de valor $L=70$ nH y una capacidad dependiente de la tensión de la señal moduladora según $C(t)=(150+2x(t))$ pF. La frecuencia portadora de dicho modulador será aproximadamente:

- a) 49.1 MHz
- b) 308.6 MHz
- c) 48.8 MHz
- d) Depende de la desviación de frecuencia que se desee para la modulación.

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

6.- Un filtro de 3 dB de pérdidas de inserción y 60 dB de selectividad colocado delante de un cuadripolo mejora el punto de intercepción a la salida para los productos de tercer orden en:

- a) 60 dB
- b) 93 dB
- c) 87 dB
- d) 90 dB

7.- Un sintetizador indirecto diseñado con un único PLL presenta un tiempo de conmutación de 2 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) 5 kHz
- d) 10 KHz

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

- a) Siempre modifica el punto de intercepción a la entrada del cuadripolo que tiene a continuación
- b) Puede empeorar 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 tener pérdidas de inserción
- d) Todas las anteriores son falsas

9.- A efectos de los productos de intermodulación de tercer orden el cuadripolo A tiene el mismo punto de intercepción a la entrada (IP_1) que el cuadripolo B, pero el punto de intercepción a la salida (IP_0) 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 doble que la de B.
- c) Los coeficientes de orden 3 de las características entrada/salida de A y B son iguales.
- d) Todas las anteriores.

10.- Se desea diseñar un sintetizador digital de frecuencias con una resolución de 1 kHz y que la frecuencia máxima generada sea de 256 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) $N_A = 512$, $f_m = 512$ kHz
- c) $N_A = 512$, $f_m = 1024$ kHz
- d) $N_A = 1024$, $f_m = 512$ kHz

11.- Considérese dos tonos, f_1 y f_2 , de igual potencia a la entrada de un cuadripolo no lineal, tales que generan un producto de intermodulación de tercer orden, $2f_1 - f_2$, a la salida próximo a la señal útil. Observando la salida de dicho cuadripolo con un analizador de espectros:

- a) Se detectará un pico a $2f_1 - f_2$ si el SFDR es negativo
- b) Se detectará un pico a $2f_1 - f_2$ si la suma, en lineal, de las potencias de entrada de los dos tonos es superior a $P_N(\text{dBm}) + \text{SFDR}(\text{dB})$
- c) Se detectará un pico a $2f_1 - f_2$ si la potencia de entrada de un tono es igual a $P_N(\text{dBm}) + \text{SFDR}(\text{dB})$
- d) Todas las anteriores son falsas

12.- 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.

13.- Considérese un preamplificador de factor de ruido 4 dB ubicado delante de un receptor con factor de ruido 8 dB. ¿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 8 dB
- c) El factor de ruido total nunca podrá ser inferior a 4 dB
- d) Todas las afirmaciones anteriores son falsas.

14.- ¿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 120 kHz?

- a) $1.9 \cdot 10^{-3}$ rad
- b) $4.36 \cdot 10^{-2}$ °
- c) 2.5 °
- d) $4.36 \cdot 10^{-2}$ rad²

15.- Un receptor superheterodino está sintonizado a 9MHz. El oscilador local, a 12MHz, tiene una estabilidad de $5 \cdot 10^{-5}$. La estabilidad de la FI es aproximadamente:

- a) $5 \cdot 10^{-5}$
- b) $2 \cdot 10^{-5}$
- c) 10^{-4}
- d) $2 \cdot 10^{-4}$

16.- Se utiliza un cable coaxial a temperatura ambiente, que presenta una atenuación de 0.6 dB/m, para conectar una antena a la entrada de un receptor. La temperatura de ruido de la antena es de 3000 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) 18.9 m
- b) 17.6 m
- c) 3.4 m
- d) 20.3 m

17.- Considérese un conversor A/D de 10 bits que muestrea una señal cuya frecuencia máxima es 300 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 74 dB aplicando sobremuestreo?

- a) 4.8 MHz
- b) 9.6 MHz
- c) 600 kHz
- d) 2.4 MHz

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

- a) El filtro de FI debe ser sintonizable
- b) Siempre debe emplear un esquema de detección coherente
- c) La frecuencia del OL debe ser siempre superior a la de sintonía
- d) La frecuencia del OL varía según la frecuencia de sintonía

Examen final “Emissors i Receptors”. Quadrimestre de tardor. 10 de gener de 2005.
Solucions del TEST (modelo A).

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

E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA

Enginyeria de Telecomunicació

EMISSORS I RECEPTORS

Quatrimestre de primavera

Examen final

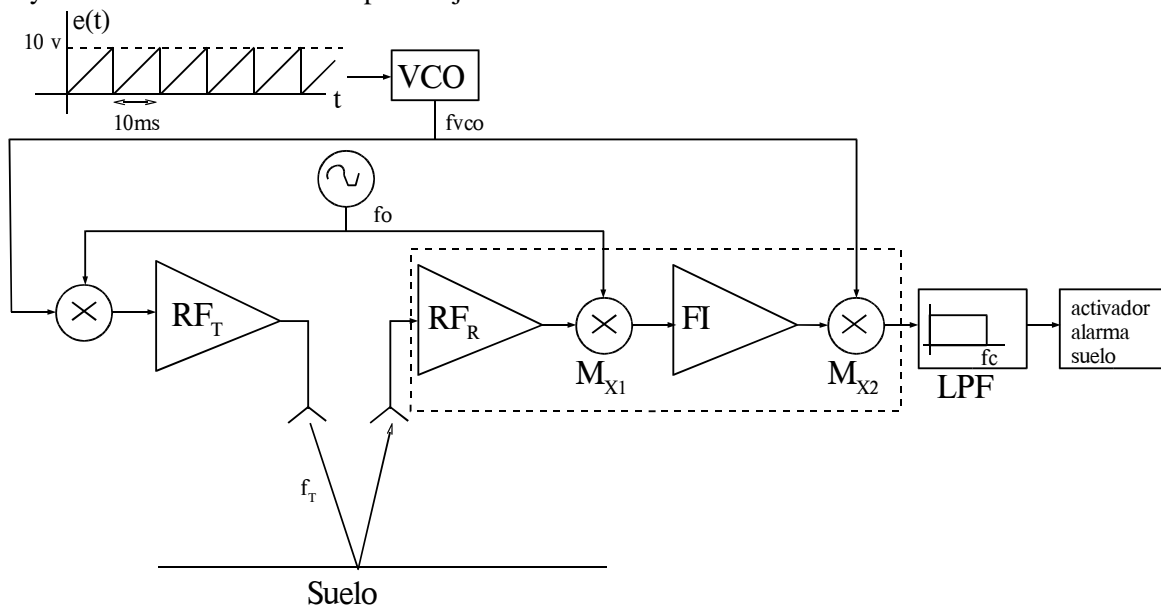
10 de gener de 2005

Data de publicació de notes provisionals: 24 de gener de 2005

Data límit per al·legacions: 27 de gener de 2005 a les 12h

Data de publicació de notes definitives: 31 de gener de 2005

Problema 1 (3.5 punts). Considérese el esquema de la figura. Se trata de un altímetro que dispara una alarma cuando la aeronave vuela demasiado bajo. El VCO genera una frecuencia variable en forma de diente de sierra que se transmite hacia el suelo. El receptor capta la señal reflejada en el suelo y compara la frecuencia recibida con la transmitida. La diferencia de frecuencia es proporcional a la distancia al suelo. La alarma se dispara cuando hay señal a la salida del filtro paso-bajo.



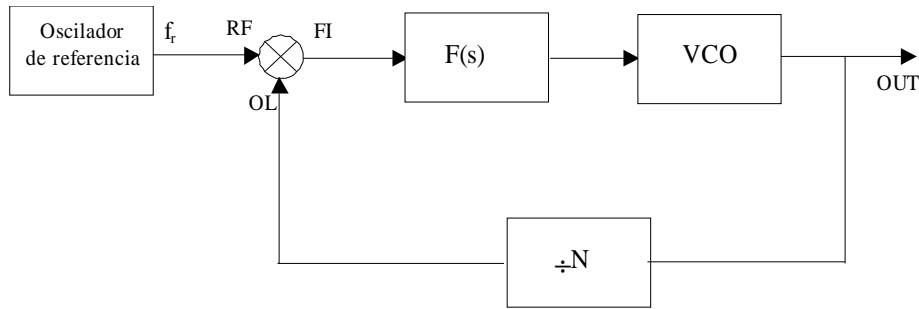
- Calcular la frecuencia de reposo y la sensibilidad (K_2) del VCO para que la frecuencia transmitida (f_T) varíe entre 4 y 4,2 GHz.
- Dibujar la gráfica de la frecuencia instantánea a la entrada del filtro paso-bajo y calcular la frecuencia de corte de éste (f_c) para que se dispare la alarma cuando la distancia al suelo sea menor o igual que 100 m. Explicar si la deriva de los osciladores puede afectar a la precisión en la medida de la distancia al suelo.
- Tomando $f_c = 13,3 \text{ KHz}$ y sabiendo que la ganancia del amplificador de RF_R varía automáticamente para mantener un nivel de señal de 0 dBm a la entrada del filtro paso-bajo, calcular la relación señal/ruido a la salida del filtro paso-bajo que tendremos a 3000 m y a 100 m de altura.
- Calcular el punto de intercepción (IP_i) del receptor, para los productos de intermodulación de 3^{er} orden, de forma que el nivel de bloqueo sea de 0 dBm.

DATOS:

- $R = 50 \, \Omega$
- Potencia transmitida (P_T) = 20 dBm
- Propagación:
 - $P_R = P_T - 5 - 20 \cdot \log_{10}(2 \cdot h)$, con P_T y P_R en unidades logarítmicas y h la altura de vuelo en metros.
 - $f_0 = 3,8 \text{ GHz}$
 - Velocidad de la luz (c) = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$
 - definición de bloqueo del receptor: $20 \log_{10}[1 - (3a_3 I^2 / 2a_1)] = -6 \text{ dB}$
- Receptor:
 - Ganancia de conversión M_{X1} y $M_{X2} = -4 \text{ dB}$
 - Ganancia amplificador FI = 35 dB
 - Temperatura de ruido antena receptora = 290 °K
 - Factor de ruido amplificadores RF_R y FI = 8 dB
 - Factor de ruido $M_{X1} = \text{Factor de ruido } M_{X2} = 10 \text{ dB}$
 - Filtro paso-bajo sin pérdidas

Problema 2 (3.5 puntos)

Se desea diseñar un sintetizador para generar frecuencias en la banda de 90 a 100 MHz con una resolución de 10 kHz. Como detector de fase se utiliza un circuito mezclador con pérdidas de conversión de 11 dB, cuyas puertas se detallan en la figura:



Datos:

Amplitud de salida del oscilador de referencia: $A=1$ Vef

Filtro $F(s)$ activo con $\tau_1=10$ μ s

$\xi=0.7$

VCO: Factor de ruido: $F_{VCO}=20$ dB, Factor de Calidad: $Q_{VCO}=10$

Potencia de salida: $P_{VCO}=1$ mW

a) Determinar cual ha de ser la sensibilidad del VCO para que el sintetizador trabaje siempre dentro del margen de lock-in.

Para el diseño del oscilador de referencia se barajan dos alternativas posibles:

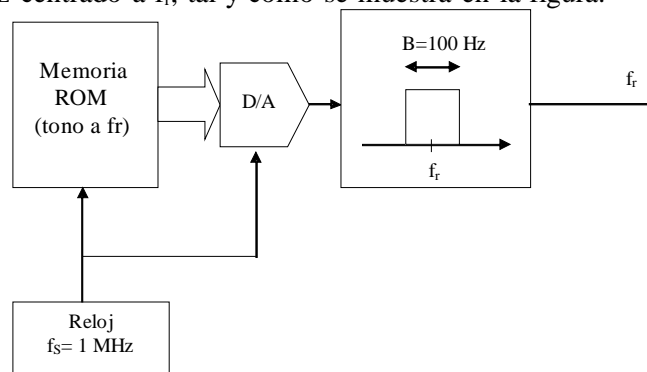
Alternativa 1:

Utilización de un oscilador a cristal con factor de ruido $F=20$ dB y potencia de salida $P=1$ mW.

b) Determinar cuál ha de ser el factor de calidad Q de dicho oscilador si se desea que el jitter de fase de cualquier portadora a la salida del sintetizador sea inferior a 0.5° .

Alternativa 2:

Utilización de un oscilador digital que almacena en una memoria un cierto número de muestras de un tono a la frecuencia f_r muestreado a 1 MHz. Entre el convertor D/A y la entrada del detector de fase del sintetizador se introduce un filtro de 100 Hz centrado a f_r , tal y como se muestra en la figura.



c) Si se desea un jitter de fase a la salida del sintetizador inferior a 0.5° calcular cual debe ser el número de bits de las muestras almacenadas. (Nota: suponer despreciable el jitter de apertura del reloj de muestreo)

Notas:

La densidad espectral de ruido de fase de un oscilador a frecuencia f_0 viene dada por:

$$S(f) = \begin{cases} \frac{KT_0 F}{8Q^2 P} \left(\frac{f_0}{f} \right)^2 & |f| \geq f_u = 10 \text{ Hz} \\ 0 & |f| < f_u = 10 \text{ Hz} \end{cases} \text{ rad}^2/\text{Hz}$$

La función de transferencia en lazo cerrado del sintetizador es: $H(f) = \begin{cases} 1 & |f| \leq f_n \\ 0 & |f| > f_n \end{cases}$