

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

Enginyeria de Telecomunicació

EMISSORS I RECEPTORS

Quadrimestre de primavera

Examen final

12 de juny 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) El oscilador local debe trabajar siempre por debajo de la frecuencia de RF.
- b) La frecuencia imagen depende de la frecuencia intermedia.
- c) La etapa de FI debe ser sintonizable.
- d) Todas las anteriores son falsas.

2.- El factor de ruido de un filtro de ancho de banda 50 kHz con 4dB de pérdidas de inserción a la temperatura de 600 K es aproximadamente:

- a) 4.13 dB
- b) 7.21 dB
- c) 6.16 dB
- d) 1.73 dB

3.- Se dispone de un sintetizador digital de frecuencias con una resolución de 20 kHz y una frecuencia de muestreo de 100 MHz. ¿Cuál es la frecuencia máxima que puede generar y el tamaño de la tabla de memoria necesaria?

- a) $f_{i_max} = 25$ MHz y $N_A = 2500$.
- b) $f_{i_max} = 50$ MHz y $N_A = 5000$.
- c) $f_{i_max} = 25$ MHz y $N_A = 5000$.
- d) $f_{i_max} = 50$ MHz y $N_A = 2500$.

4.- Considérese un receptor superheterodino de conversión simple que está sintonizando una señal a 8 MHz. El oscilador local genera una señal a 7 MHz y el mezclador presenta un aislamiento RF-FI de 6 dB. Las frecuencias que deben ser canceladas por la etapa de RF son:

- a) 7 MHz y 9 MHz
- b) 1 MHz y 7 MHz
- c) 1 MHz y 6 MHz
- d) 1 MHz y 9 MHz

5.- ¿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 6µs?

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

6.- Un sintetizador indirecto diseñado con un único PLL presenta una resolución de 4 kHz, y genera frecuencias entre 1.5 MHz y 1.6MHz. Si se desea que la frecuencia natural sea a lo sumo la décima parte de la de referencia, el tiempo de conmutación es de, aproximadamente:

- a) 1.9 ms
- b) 2.5 s
- c) 0.5 s
- d) 2.5 ms

7.- Considérese un conversor A/D de 8 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 58 dB aplicando sobremuestreo?

- a) 2.57 MHz
- b) 1.28 MHz
- c) 323.21 kHz
- d) 642.69 KHz

8.- Un emisor trabaja a 894 MHz, y su oscilador local tiene una estabilidad de 10^{-5} . Si el emisor está estático, ¿Cuánto vale la máxima desviación de frecuencia que se recibe en la antena del receptor?

- a) La desviación de frecuencia depende de la propagación por el canal radio y no del emisor.
- b) La desviación máxima de frecuencia en la antena del receptor vale 8.94 KHz.
- c) La desviación máxima de frecuencia en la antena del receptor vale $8.94 \cdot 10^{13}$ Hz.
- d) Faltan datos para calcularla.

9.- ¿Cuánto vale aproximadamente el jitter a la salida del circuito recuperador de portadora de un receptor superheterodino de conversión simple con $B_{FI} = 400$ 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 30 kHz?

- a) $2.37 \cdot 10^{-4}$ °
- b) $1.54 \cdot 10^{-2}$ rad
- c) 0.88 rad
- d) $1.54 \cdot 10^{-2}$ rad²

10.- ¿Cuál de estas afirmaciones no es cierta en relación con un PLL?

- a) Si el PLL está enganchado la frecuencia a su salida es igual a la de la señal de entrada.
- b) Un PLL analógico de primer orden puede estar formado por un filtro pasivo o por un filtro activo indistintamente.
- c) Se puede utilizar para crear sintetizadores y también demoduladores de FM.
- d) Un PLL siempre es capaz de compensar o seguir un salto de fase de la señal de entrada.

11.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones (para los productos de intermodulación de orden 3) no es cierta en relación a la inclusión de un atenuador de 3 dB delante de una cadena de tres cuadripolos no lineales?

- a) El rechazo a la salida aumenta 6 dB.
- b) El rechazo a la entrada aumenta 2 dB.
- c) El margen dinámico libre de espúreos aumenta 2 dB.
- d) El punto de intercepción equivalente a la salida de los tres cuadripolos aumenta 3 dB.

12.- Un receptor con $y(t)=10x(t)-0.5x^3(t)$ recibe junto con la señal útil $[A \cos(\omega_1 t)]$ otra señal no deseada $[I \cos(\omega_2 t)]$. La amplitud del término a la frecuencia ω_1 a la salida, despreciando la compresión, es de $a_1 A - (3a_3 A I^2)/2$. El nivel de bloqueo del receptor para cancelar la señal a ω_1 a la salida es de:

- a) 3.65 Vef
- b) 3.65 V
- c) 0.075 V
- d) Depende de la amplitud A de la señal útil.

13.- En un sintetizador indirecto existe a la salida del detector de fase una señal indeseada a la frecuencia f_c . En relación a las señales espúreas que se generarán debido a esta señal a la salida del sintetizador, es cierto que:

- a) Las señales espúreas están centradas a f_c .
- b) El rechazo es mayor para frecuencias f_c bajas.
- c) Cuanto mayor es la sensibilidad del VCO mayor es el nivel de las señales espúreas.
- d) Cuanto mayor es la amplitud de la señal a f_c mayor es el rechazo de espúreas a la salida.

14.- ¿Cuál de estas afirmaciones no es cierta en relación con un demodulador de FM basado en retardo temporal?

- a) Siempre es un demodulador balanceado.

b) Aproxima la operación derivada por un retardo temporal.

c) El retardo depende del ancho de banda de la señal moduladora.

d) El retardo depende de la desviación máxima de frecuencia de la señal recibida.

15.- A la entrada de un PLL de segundo orden con filtro activo existe en un momento dado una señal de 2.48 MHz. El VCO presenta una frecuencia en reposo de 2.5 MHz y una sensibilidad de $2.5 \cdot 10^7$ rad/sV. ¿Cuál será la tensión a la entrada del VCO cuando el PLL esté enganchado?

- a) -5 mV
- b) 5 mV
- c) 0 mV
- d) -1.5 mV

16.- Se desea diseñar un modulador QPSK de frecuencia portadora 800 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) 1.6 GHz
- b) 3.2 GHz
- c) 400 MHz
- d) 200 MHz

17.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta para un sintetizador indirecto formado por un solo PLL?

- a) Siempre es posible conseguir el tiempo de conmutación deseado para cualquier resolución de frecuencias.
- b) El jitter a la salida es peor cuando se está sintetizando la mínima frecuencia del rango.
- c) El sintetizador se comporta como un filtro paso bajo sobre el ruido de fase del oscilador de referencia.
- d) El sintetizador se comporta como un filtro paso bajo sobre el ruido de fase del VCO.

18.- 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.

TEST EMISSORS I RECEPTORS
EXAMEN FINAL 12 JUNY DE 2006

SOLUCIÓ MODEL A

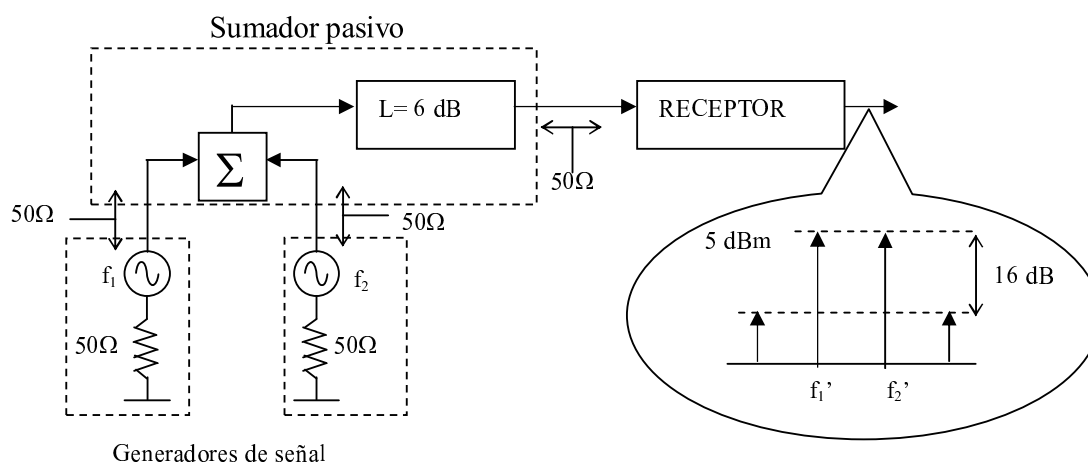
- 1. B**
- 2. C**
- 3. C**
- 4. C**
- 5. B**
- 6. D**
- 7. A**
- 8. B**
- 9. B**
- 10. B**
- 11. D**
- 12. B**
- 13. C**
- 14. A**
- 15. A**
- 16. B**
- 17. C**
- 18. A**

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

Data de publicació de notes provisionals: 22 de juny de 2006
 Data límit per al·legacions: 28 de juny de 2006 a les 12h
 Data de publicació de notes definitives: 30 de juny de 2006

Problema 1 (3.5 punts)

Se desea caracterizar un receptor a 3,8 MHz, cuyo ancho de banda de FI es 10 kHz, desde el punto de vista del ruido y la distorsión. Para ello se conectan a la entrada del receptor dos generadores de señal a través de un sumador pasivo que introduce una atenuación de 6 dB. Además, el sumador adapta las impedancias de los generadores a la impedancia del receptor ($50\ \Omega$):



Las frecuencias de los generadores son $f_1 = 3,8\text{ MHz}$ y $f_2 = 3,802\text{ MHz}$. Cuando cada uno de los generadores entrega al sumador una potencia de 4 dBm, a la salida se observan dos rayas espectrales, a f_1' y f_2' , con un nivel de 5 dBm cada una, así como los correspondientes productos de intermodulación de 3^{er} orden que están 16 dB por debajo de las componentes de señal. Con estos niveles de señal la compresión de la ganancia es despreciable.

Por otra parte, en ausencia de señal en los generadores, éstos se comportan como dipolos pasivos, con perfecta adaptación de impedancias, a temperatura ambiente $T_o = 290\text{ K}$. En estas condiciones la potencia de ruido que se mide a la salida es de -86 dBm.

Se pide calcular:

- El nivel de señal de cada tono a la entrada del receptor y la ganancia de éste.
- El punto de intercepción del receptor para los productos de intermodulación de 3^{er} orden.
- El factor de ruido del receptor.
- El mínimo nivel de señal (en voltios) a la entrada del receptor que garantiza una relación señal/ruido a su salida de 10 dB.
- El margen dinámico libre de espureas y la tensión a la entrada del receptor a partir de la cual los productos de intermodulación de 3^{er} orden están por encima del nivel de ruido.

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

Problema 2 (3 puntos)

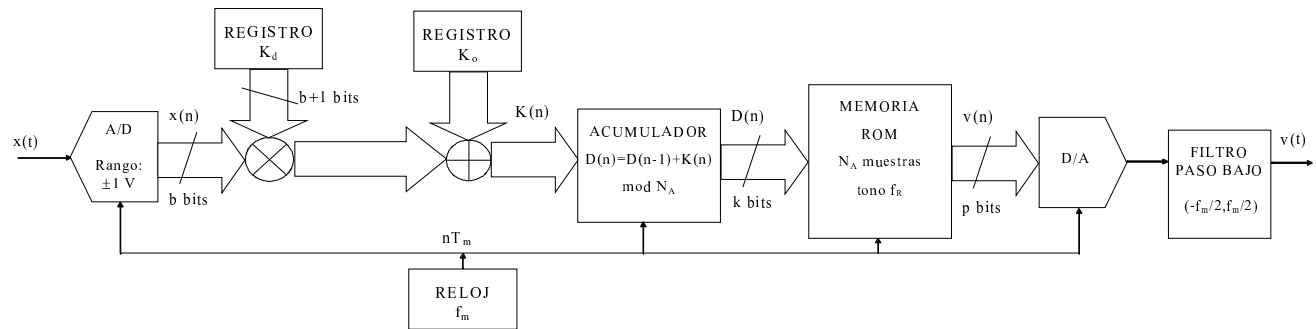
Se desea diseñar un modulador de FM con frecuencia portadora $f_0=15$ MHz y desviación de frecuencia $f_d=75$ kHz. La señal moduladora $x(t)$ varía entre ± 1 V. Se consideran dos posibles alternativas:

Alternativa 1: diseño analógico mediante un oscilador LC formado por una bobina de $L=100$ nH y un diodo de capacidad variable con la tensión de acuerdo a $C(t)=C_0+C_1x(t)$.

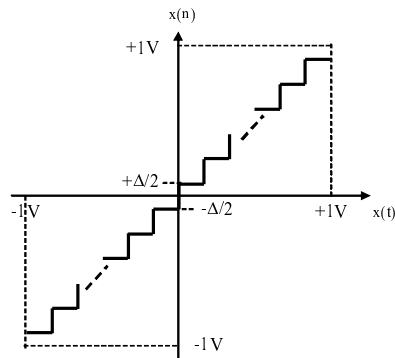
a) Efectuar el diseño **calculando el valor de las constantes C_0 , C_1** . Calcular también el **error de frecuencia**.

Nota: $\frac{1}{\sqrt{1+x}} \approx 1 - \frac{x}{2} + \frac{3x^2}{8}$

Alternativa 2: diseño digital mediante una memoria ROM que almacena N_A muestras de un tono a frecuencia f_R , tal y como se muestra en la figura siguiente, siendo enteros los valores K_d , K_o almacenados en los registros.



El convertor A/D de b bits tiene un rango de ± 1 V y contiene el cuantificador uniforme de la figura:



b) Determinar el valor de **la frecuencia de muestreo f_m** que asegura que en cualquier caso se leen de la memoria por lo menos 4 muestras por período de la señal generada.

c) El valor de $K(n)$ debe ser entero en cualquier situación para poder direccionar la tabla de memoria adecuadamente. **Demostrar que esto sólo es posible si $K_d=2^b$** .

(Ayuda: demostrar primero que la señal muestreada y cuantificada $x(n)$ se puede expresar de la forma $-1 + (2m+1)/2^b$ siendo m un entero entre 0 y 2^b-1 que depende del nivel de cuantificación)

d) **Demostrar que el error máximo en la frecuencia instantánea** de la modulación FM debido a la cuantificación de la señal $x(t)$ **es igual a f_R** .

e) Si se desea un error en frecuencia inferior a 75 Hz, calcular el **número de bits b** de las muestras $x(n)$, **la frecuencia del tono f_R** , **el número de muestras N_A** , el valor de **los registros K_o , K_d** y el **número de bits k** para direccionar la memoria ROM.

f) Si se desea una relación señal a ruido de cuantificación superior a 100 dB a la salida del modulador, determinar **el número de bits p** de las muestras de la ROM.