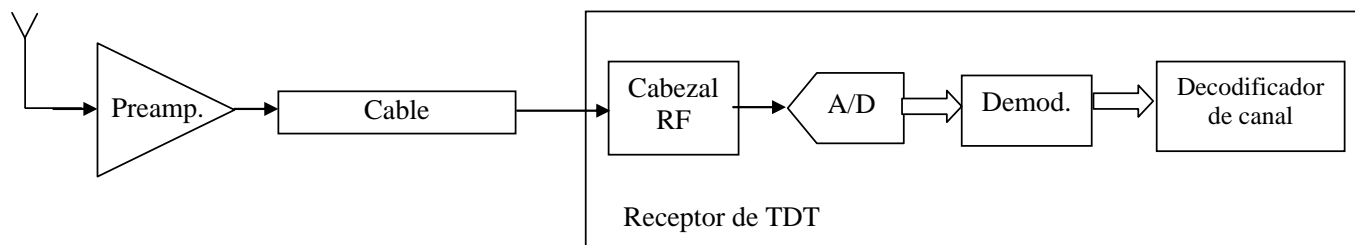


  <div>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona</div> <div>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA</div>	<b>Emissors i Receptors</b>
	17/05/2010
	Grupo 20
<ul style="list-style-type: none"><li>• Duración total: 2h (45 min test + 1h 15min problema)</li></ul>	

### Problema (5p)

Un receptor de TDT de una vivienda se encuentra conectado con la antena a través de un cable. A pie de antena existe un preamplificador, tal y como se muestra en la figura.

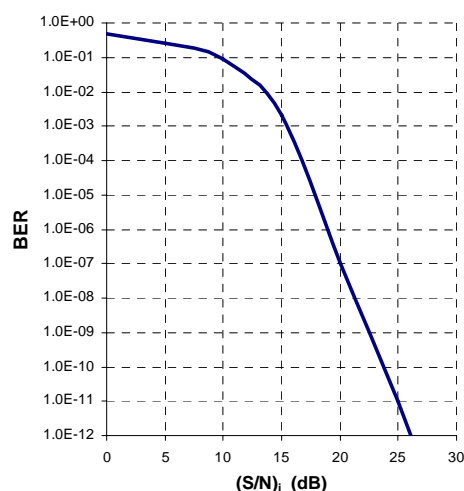


Los parámetros característicos del sistema son:

- Temperatura de antena:  $T_a=1000$  K
- Temperatura física:  $T_o=290$  K.
- Atenuación del cable: 0.5 dB/m
- Preamplificador:  $G_A=20$  dB,  $F_A=3$  dB,  $IP_{i,A}=10$  dBm (prod. de 3r orden)
- Cabezal de RF:  $F_R=7$  dB,  $IP_{i,R}=-20$  dBm (prod. de 3r orden)
- Ancho de banda de la señal:  $B=7.6$  MHz.

$$K=1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

La gráfica adjunta muestra la tasa de error de bit a la salida del decodificador de canal en función de la relación  $(S/N)_i$  a la entrada del conversor A/D.



En un momento dado se está sintonizando el canal a la frecuencia de 850 MHz, y el nivel de señal recibido en la antena es de  $154 \mu\text{V}_{\text{ef}}$ , medido sobre una impedancia de  $75 \Omega$ .

Se pide:

- Determinar la máxima longitud que puede tener el cable si se desea conseguir a la salida del decodificador una BER de  $10^{-11}$ .
- Determinar el SFDR del sistema para los productos de intermodulación de tercer orden.
- Determinar el número de bits que debe tener el conversor A/D sabiendo que utiliza un factor de sobremuestreo igual a 8 y que se quiere que la potencia de ruido de cuantificación sea por lo menos 60 dB inferior al ruido a la salida del cabezal de RF. Suponga que el margen dinámico del cuantificador está perfectamente ajustado a la dinámica de variación de la señal.
- Supóngase ahora la presencia de un transmisor interferente a la misma frecuencia de 850 MHz, que emite una señal de potencia  $P_T=-10$  dBm sobre una banda de  $B_T=20$  MHz. Determinar a qué distancia mínima del receptor de TDT puede encontrarse este transmisor para que la degradación en  $(S/N)_i$  que ocasione (medida a la salida del cabezal de RF) sea únicamente de 0.5 dB. Considere que las pérdidas de propagación en función de la distancia  $d$  vienen dadas por:

$$L_p(\text{dB}) = -27.56 + 20 \log f(\text{MHz}) + 20 \log d(\text{m})$$



  <b>Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona</b> UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA	<b>Emissors i Receptors</b>
	<b>17/05/2010</b>
	Grupo 20

**NOMBRE:**

**Test (5p) Marcar únicamente una respuesta en cada pregunta. Los errores descuentan 1/3.**

**1.- Un sistema de entrelazado emplea una matriz de 80 filas y 120 columnas. La velocidad de transmisión es de 200 kb/s. ¿Cuál es la máxima duración que pueden tener las ráfagas de errores para que el entrelazado funcione correctamente?**

- a) 0.6 ms  
 b) 0.4 ms  
 c) 48 ms  
 d) 0.8 ms

**2.- ¿Cuanto vale el retardo total introducido por los procesos de entrelazado y desentrelazado de la pregunta anterior?**

- a) 96 ms  
 b) 0.8 ms  
 c) 1.2 ms  
 d) 48 ms

**3.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en relación a la técnica de acceso múltiple TDMA?**

- a) Requiere técnicas de sincronización para evitar que las señales de diferentes usuarios se solapen  
 b) Requiere una elevada linealidad para evitar la intermodulación debida a las transmisiones de los demás usuarios  
 c) Solamente puede utilizarse con un duplexado TDD  
 d) Ninguna de las anteriores

**4.- Un sistema de codificación que utiliza un código convolucional con tasa 1/6. Suponiendo que el canal admite una velocidad de 300 kb/s, la tasa máxima con que se podrán inyectar bits al codificador será de:**

- a) 100 kb/s  
 b) 1.8 Mb/s  
 c) 50 kb/s  
 d) 150 kb/s

**5.- Un receptor superheterodino está sintonizando una señal a 910 MHz. La frecuencia intermedia es de 12 MHz. Sabiendo que el oscilador local trabaja por encima de la frecuencia de sintonía, el valor de la frecuencia imagen es:**

- a) 886 MHz  
 b) 922 MHz  
 c) 898 MHz  
 d) 934 MHz

**6.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en un receptor superheterodino de conversión simple?**

- a) La frecuencia imagen no varía al cambiar la frecuencia de sintonía del receptor.  
 b) La etapa de RF se encarga de introducir una elevada selectividad sobre los canales adyacentes.  
 c) Resulta muy conveniente, siempre que sea posible, escoger un valor de frecuencia intermedia dentro del rango de frecuencias de sintonía del receptor.  
 d) Ninguna de las anteriores

**7.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en relación a los conversores A/D?**

- a) Los conversores basados en comparaciones sucesivas suelen tener frecuencias de muestreo elevadas y un número de bits elevado.  
 b) Los conversores de tipo Flash suelen tener frecuencias de muestreo elevadas y un número de bits reducido  
 c) Los conversores de tipo Flash suelen tener un número de bits elevado pero una frecuencia de muestreo reducida.  
 d) Los conversores basados en comparaciones sucesivas suelen tener un número de bits reducido y una frecuencia de muestreo elevada.

**8.- Un mezclador empleado en un receptor superheterodino presenta una ganancia de conversión de -6 dB, un aislamiento RF-FI de 30 dB, un aislamiento OL-RF de 40 dB y un aislamiento OL-FI de 50 dB. La señal útil en la puerta de RF es de -40 dBm, y la potencia del oscilador local de -10 dBm. ¿Cuál será el nivel de potencia que se medirá a la frecuencia del oscilador local en la puerta de FI?**

- a) -40 dBm
- b) -50 dBm
- c) -60 dBm
- d) -70 dBm

**9.- Un cuadripolo presenta una relación entrada/salida de la forma  $y(t)=a_1x(t)+a_2x^2(t)-a_3x^3(t)$ . Cuando a la entrada se inyectan dos tonos  $I_1\cos\omega_1t+ I_2\cos\omega_2t$ , ¿cuál será la amplitud de pico a la salida del término a la frecuencia  $2f_1-f_2$ ?**

- a)  $3a_3I_1^2 I_2/4$
- b)  $3a_3I_1I_2^2/4$
- c)  $3a_3I_1^3/4$
- d)  $3a_3I_2^3/4$

**10.- Un receptor de ganancia 40 dB presenta un  $IP_1 = 10$  dBm para los productos de intermodulación de tercer orden. Cuando a la entrada del receptor existen dos tonos de -50 dBm, ¿cuánto valdrá la potencia del producto de intermodulación generado a la salida?**

- a) -90 dBm
- b) -10 dBm
- c) -40 dBm
- d) -130 dBm

## Solución Problema - GRUPO 20:

a) Observando la gráfica, para una  $BER=10^{-11}$  se requiere una  $(S/N)_i=25$  dB

El nivel de potencia en la antena es:  $P_s = \frac{V_{S,ef}^2}{R_{in}} = -65dBm$

$$SNR_i = \frac{P_s}{K(T_a + T_o(F_{TOT} - 1))B} \Rightarrow F_{TOT} = \frac{P_s}{K \cdot SNR_i \cdot T_o \cdot B} - \frac{T_a}{T_o} + 1 = 30.43$$

$$F_{TOT} = F_A + \frac{LF_R - 1}{G_A} \Rightarrow L = \frac{G_A(F_{TOT} - F_A) + 1}{F_R} = 27.53dB = 0.5(dB/m) \cdot d(m) \Rightarrow \boxed{d = 55m}$$

b) Potencia de ruido equivalente a la entrada:  $P_{Ni} = K(T_a + T_o(F_{TOT} - 1))B = -90$  dBm

Teniendo en cuenta que el cable puede considerarse perfectamente lineal, el punto de intercepción del conjunto para los prod. de tercer orden es:

$$IP_{i,TOT} = \frac{1}{\frac{1}{IP_{i,A}} + \frac{G_A/L}{IP_{i,R}}} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{10^2/10^{2.753}}{10^{-2}}} = -12.49 \text{ dBm}$$

$$SFDR(dB) = \frac{m-1}{m}(IP_{i,TOT}(dBm) - P_{Ni}(dBm)) \text{ con } m=3 \Rightarrow \boxed{SFDR = 51.67 \text{ dB}}$$

c) Para que el ruido de cuantificación esté 60 dB por debajo del ruido a la salida del cabezal de RF, la SNR de cuantificación debe ser:

$$SNR_q(dB) = SNR_i(dB) + 60 = 25 + 60 = 85dB$$

Por lo tanto, contando con un factor de sobremuestreo  $U=8$ :

$$SNR_q(dB) = 6.02n + 1.76 + 10\log U \geq 85dB \Rightarrow n \geq 12.32bits \Rightarrow \boxed{n = 13 \text{ bits}}$$

d) El efecto del transmisor interferente será un incremento de ruido a la entrada del sistema, esto es:

$$SNR_i = \frac{P_s}{K(T_a + T_o(F_{TOT} - 1))B + N_o B} = \frac{P_s}{P_{Ni} + N_o B}$$

donde  $N_o(W/Hz) = \frac{P_T}{L_p B_T}$  es la densidad espectral de potencia recibida del interferente.

Para una degradación de 0.5 dB en la SNR:  $SNR_i=25 \text{ dB} - 0.5 = 24.5 \text{ dB}$ , de modo que la máxima potencia de la interferente será:

$$N_o B = \frac{P_s}{SNR_i} - P_{Ni} = -99.13dBm = \frac{P_T}{L_p B_T} B \Rightarrow L_p = 84.92dB = -27.56 + 20\log f(MHz) + 20\log d(m)$$

$$\boxed{d = 495 \text{ m}}$$

## SOLUCIÓN TEST GRUPO 20

1.- Un sistema de entrelazado emplea una matriz de 80 filas y 120 columnas. La velocidad de transmisión es de 200 kb/s. ¿Cuál es la máxima duración que pueden tener las ráfagas de errores para que el entrelazado funcione correctamente?

- a) 0.6 ms  
c) 48 ms

- b) 0.4 ms  
d) 0.8 ms

2.- ¿Cuanto vale el retardo total introducido por los procesos de entrelazado y desentrelazado de la pregunta anterior?

a) 96 ms

b) 0.8 ms

c) 1.2 ms

d) 48 ms

3.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en relación a la técnica de acceso múltiple TDMA?

a) Requiere técnicas de sincronización para evitar que las señales de diferentes usuarios se solapen

b) Requiere una elevada linealidad para evitar la intermodulación debida a las transmisiones de los demás usuarios

c) Solamente puede utilizarse con un duplexado TDD

d) Ninguna de las anteriores

4.- Un sistema de codificación que utiliza un código convolucional con tasa 1/6. Suponiendo que el canal admite una velocidad de 300 kb/s, la tasa máxima con que se podrán inyectar bits al codificador será de:

a) 100 kb/s

b) 1.8 Mb/s

c) 50 kb/s

d) 150 kb/s

5.- Un receptor superheterodino está sintonizando una señal a 910 MHz. La frecuencia intermedia es de 12 MHz. Sabiendo que el oscilador local trabaja por encima de la frecuencia de sintonía, el valor de la frecuencia imagen es:

a) 886 MHz

b) 922 MHz

c) 898 MHz

d) 934 MHz

6.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en un receptor superheterodino de conversión simple?

a) La frecuencia imagen no varía al cambiar la frecuencia de sintonía del receptor.

b) La etapa de RF se encarga de introducir una elevada selectividad sobre los canales adyacentes.

c) Resulta muy conveniente, siempre que sea posible, escoger un valor de frecuencia intermedia dentro del rango de frecuencias de sintonía del receptor.

d) Ninguna de las anteriores

7.- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta en relación a los conversores A/D?

a) Los conversores basados en comparaciones sucesivas suelen tener frecuencias de muestreo elevadas y un número de bits elevado.

b) Los conversores de tipo Flash suelen tener frecuencias de muestreo elevadas y un número de bits reducido

c) Los conversores de tipo Flash suelen tener un número de bits elevado pero una frecuencia de muestreo reducida.

d) Los conversores basados en comparaciones sucesivas suelen tener un número de bits reducido y una frecuencia de muestreo elevada.

8.- Un mezclador empleado en un receptor superheterodino presenta una ganancia de conversión de -6 dB, un aislamiento RF-FI de 30 dB, un aislamiento OL-RF de 40 dB y un aislamiento OL-FI de 50 dB. La señal útil en la puerta de RF es de -40 dBm, y la potencia del oscilador local de -10 dBm. ¿Cuál será el nivel de potencia que se medirá a la frecuencia del oscilador local en la puerta de FI?

a) -40 dBm

b) -50 dBm

c) -60 dBm

d) -70 dBm

9.- Un cuadripolo presenta una relación entrada/salida de la forma  $y(t)=a_1x(t)+a_2x^2(t)-a_3x^3(t)$ . Cuando a la entrada se inyectan dos tonos  $I_1\cos\omega_1t+ I_2\cos\omega_2t$ , ¿cuál será la amplitud de pico a la salida del término a la frecuencia  $2f_1-f_2$ ?

a)  $3a_3I_1^2 I_2/4$

b)  $3a_3I_1I_2^2/4$

c)  $3a_3I_1^3/4$

d)  $3a_3I_2^3/4$

10.- Un receptor de ganancia 40 dB presenta un  $IP_i = 10$  dBm para los productos de intermodulación de tercer orden. Cuando a la entrada del receptor existen dos tonos de -50 dBm, ¿cuánto valdrá la potencia del producto de intermodulación generado a la salida?

a) -90 dBm

b) -10 dBm

c) -40 dBm

d) -130 dBm