

[illegible]

3) Determinar la potencia (en W) de un nuevo tono que haga trabajar al amplificador en su punto de compresión a 1 dB, P_{1dB} . (0,5 puntos)

Solución

1)

$$T_{e1} = (f_1 - 1)T_0 = 900 \text{ K}$$

$$T_{e2} = (a_2 - 1)T_0 = 300 \text{ K}$$

$$T_{e3} = (f_3 - 1)T_0 = (10^{3,29} - 1)T_0 = 584653 \text{ K}$$

$$T_e = 900 + \frac{300}{200} + \frac{584653}{200 \cdot \frac{1}{2}} = 6748 \text{ K}$$

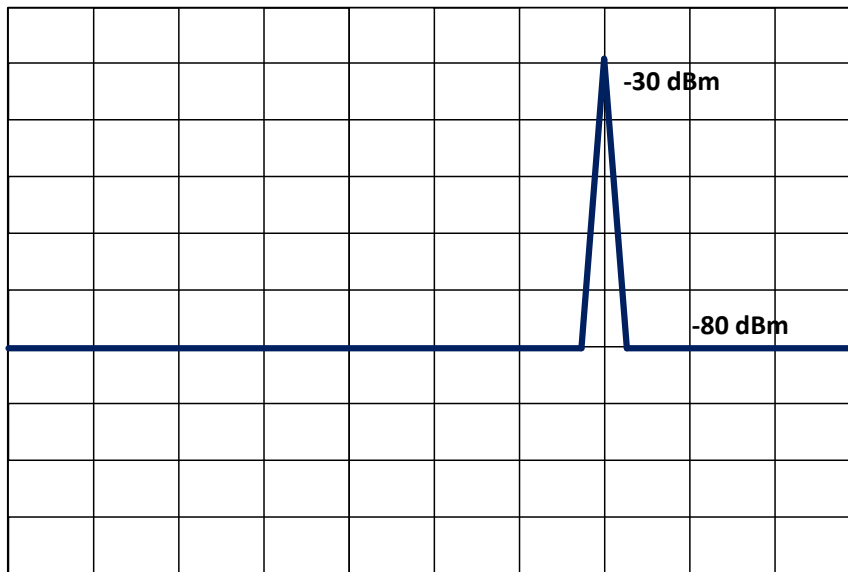
2) La potencia del tono a la entrada del analizador de espectros es: $-50 \text{ dBm} + 23 \text{ dB} - 3 \text{ dB} = -30 \text{ dBm}$.

La densidad espectral de ruido a la entrada del analizador de espectros es:

$$N_0 = (6,9 \cdot 10^{-21} + k \cdot T_e) \cdot g_1 \cdot \frac{1}{a_2} = 10^{-17} \text{ W/Hz}$$

y la potencia de ruido que se visualiza en el analizador de espectros:

$$N = N_0 \cdot RBW = 10^{-11} \text{ W} \quad (-80 \text{ dBm})$$



3) En el P_{1dB} la ganancia es de $23 - 1 = 22 \text{ dB}$.

La potencia de un tono a la entrada será: $30 \text{ dBm} - 22 \text{ dB} = 8 \text{ dBm}$ ($6,31 \cdot 10^{-3} \text{ W}$).

 	TEORÍA DE LA COMUNICACIÓN Examen parcial, noviembre de 2015	
---	---	---

Apellidos:

Nombre: DNI:

EJERCICIO 2 (2,5 puntos). Se dispone de un conversor analógico-digital que emplea cuantificación uniforme, tiene un valor de sobrecarga o fondo de escala $x_{sc} = \pm 10$ V y una frecuencia de muestreo de 100 kHz. Se requiere una relación señal a ruido de cuantificación mínima de 60 dB al introducir un tono de amplitud 3 V.

1. Determinar el número de bits de resolución, n . (0,8 punto)
2. Se añade ahora un compresor ley A ($A = 100$) antes del cuantificador. Indicar qué valor máximo de pico, x_p , debe tener un tono para quedar dentro de la zona lineal del compresor. Calcular la relación señal a ruido de cuantificación de dicha señal. (1 puntos)
3. Se construye un multiplex TDM con las salidas de 6 sistemas conversores analógico-digital idénticos al descrito, añadiendo al comienzo de cada trama 10 bits de señalización. Determinar el tiempo de trama y el régimen binario total. (0,7 puntos)

Solución

1)

$$s = 4,5 \text{ V}^2 \rightarrow \langle q^2 \rangle \leq 4,5 \cdot 10^{-6}$$

$$\langle q^2 \rangle = \frac{\Delta^2}{12} = \frac{(20/2^n)^2}{12} \leq 4,5 \cdot 10^{-6}$$

$$n \geq 11,41 \rightarrow n = 12 \text{ (se toma el entero inmediatamente superior)}$$

2)

$$x_p = \frac{x_{sc}}{A} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ V}$$

$$\Delta = \frac{20}{2^{12}} = 4,88 \cdot 10^{-3} \text{ V}$$

$$\left(\frac{s}{n} \right)_{\text{unif}} = \frac{0,1^2}{\frac{\Delta^2}{12}} = 2516 \rightarrow 34 \text{ dB}$$

$$G_C = 20 \log \left(\frac{A}{1 + \ln A} \right) = 25 \text{ dB}$$

$$\left(\frac{S}{N} \right)_{\text{no unif}} = \left(\frac{S}{N} \right)_{\text{unif}} + G_C = 59 \text{ dB}$$

3)

$$\text{En cada trama hay } (6 \cdot 12) + 10 = 82 \text{ bits}$$

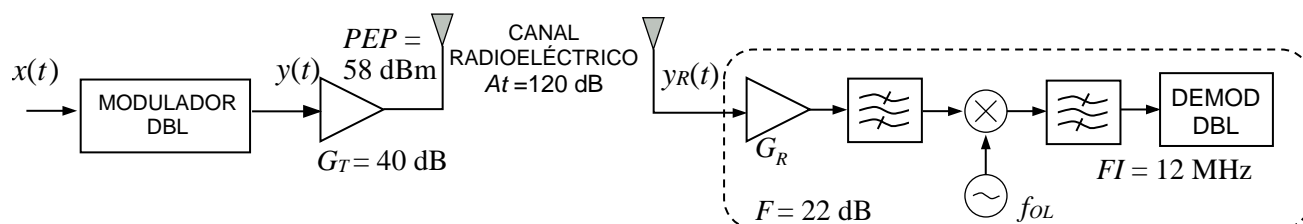
$$T_T = 1/f_s = 10^{-5} \text{ s}$$

$$R_b = 82 \cdot f_s = 8,2 \text{ Mbits/s}$$

Apellidos:

Nombre: DNI:

PROBLEMA 1 (5 puntos). En la figura se muestran los elementos principales de un sistema de comunicaciones (transmisor y receptor) que emplea modulación DBL.



- El modulador DBL trabaja con señales moduladoras de frecuencia máxima $W = 8$ kHz. Utiliza una frecuencia portadora de 170 MHz.
- El amplificador del transmisor es de ganancia $G_T = 40$ dB.
- La potencia equivalente de pico transmitida es $PEP = 58$ dBm (tras el amplificador).
- El canal radioeléctrico atenúa la señal 120 dB.
- La antena del receptor capta un ruido térmico de temperatura $T_a = 2750$ K.
- La figura de ruido de todo el receptor es $F = 22$ dB.
- La frecuencia intermedia empleada en el receptor superheterodino es $FI = 12$ MHz.
- El sistema está adaptado a $R = 50 \Omega$.

Para los apartados 1-4 suponga que la señal moduladora $x(t)$ se caracteriza por un valor de pico de 2 V y valor cuadrático medio $0,8 \text{ V}^2$. En el apartado 5 se utiliza otra señal moduladora.

- 1) Obtenga la expresión temporal de la señal modulada, $y(t)$, dejándola en función de $x(t)$. (1 punto)
- 2) Calcular las potencias medias transmitida y recibida, ambas en dBm. (0,8 puntos)
- 3) Determinar la calidad final, es decir la relación señal-ruido a la salida del demodulador. (1,2 puntos)
- 4) Rellenar la siguiente tabla con las características de ambos filtros paso banda del receptor (frecuencia central, ancho de banda, frecuencias de corte inferior y superior). Indicar una posible frecuencia del oscilador local del receptor. (1 punto)

	Frecuencia central (MHz)	Ancho de banda (kHz)	Frecuencia de corte inferior (MHz)	Frecuencia de corte superior (MHz)
Filtro 1 (antes mezclador)				
Filtro 2 (después mezclador)				

Frecuencia del oscilador local: _____ MHz

- 5) Suponga que la señal moduladora $x(t)$, es ahora un tono de 7 kHz y amplitud de pico 2 V. No se modifica ninguna característica del modulador ni del receptor, tampoco la PEP transmitida. ¿Cuál será el nuevo valor de calidad a la salida del demodulador? (1 punto)

Solución

1) La PEP antes del amplificador es $58 - 40 = 18 \text{ dBm}$ ($0,063 \text{ W}$).

$$PEP = \frac{A^2}{2R} = 0,063 \text{ W} \rightarrow A = 2,5 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} y(t) &= A \cdot x_n(t) \cdot \cos(2\pi \cdot 170 \cdot 10^6 t) = \\ &= 2,5 \cdot x_n(t) \cos(2\pi \cdot 170 \cdot 10^6 t) = \\ &= 1,25 \cdot x(t) \cdot \cos(2\pi \cdot 170 \cdot 10^6 t) \end{aligned}$$

2)

$$\langle x_n^2(t) \rangle = \frac{\langle x^2(t) \rangle}{x_p^2} = \frac{0,8}{4} = 0,2 \text{ V}^2$$

$$p_y = \frac{A^2}{2R} \langle x_n^2(t) \rangle = 0,0125 \text{ W} \text{ (11 dBm)}$$

Transmitida: $11 \text{ dBm} + 40 \text{ dB} = 51 \text{ dBm}$

Recibida: $51 \text{ dBm} - 120 \text{ dB} = -69 \text{ dBm}$ ($1,25 \cdot 10^{-10} \text{ W}$)

3)

$$T_e = T_0(f - 1) = 47247 \text{ K}$$

$$N_0 = k \cdot (T_a + T_e) = k \cdot 50000 = 6,9 \cdot 10^{-19} \text{ W/Hz}$$

$$(s/n)_s = z = \frac{p_R}{N_0 \cdot W} = \frac{1,25 \cdot 10^{-10}}{6,9 \cdot 10^{-19} \cdot 8000} = 22645$$

$$(S/N)_s = 43,5 \text{ dB}$$

4) Primer filtro:

- Frecuencia central: 170 MHz.
- Ancho de banda: 16 kHz.
- Frecuencias de corte: 169,992 MHz, 170,008 MHz.

Segundo filtro:

- Frecuencia central: 12 MHz.
- Ancho de banda: 16 kHz.
- Frecuencias de corte: 11,992 MHz, 12,008 MHz.

Oscilador local. 148 MHz ó 182 MHz.

5) La amplitud A no se modifica, tampoco la frecuencia máxima W ni los anchos de banda de los filtros paso banda. Únicamente cambia el valor cuadrático medio de $x(t)$.

$$p_y = \frac{A^2}{2R} \langle x_n^2(t) \rangle = \frac{(2,5)^2}{2 \cdot 50} \cdot 0,5 = 3,125 \cdot 10^{-2} \text{ W}$$

$$p_R = p_y \cdot 10^{(40-120)/10} = 3,125 \cdot 10^{-10} \text{ W}$$

$$(s/n)_s = z = \frac{3,125 \cdot 10^{-10}}{6,9 \cdot 10^{-19} \cdot 8000} = 55612 \rightarrow (S/N)_s = 47,5 \text{ dB}$$