

Guía de problemas: Ruido y comparación de sistemas

Requisitos para la aprobación

Esta guía de problemas posee diez problemas, cinco son de resolución obligatoria y se solicitan al menos ocho ejercicios resueltos.

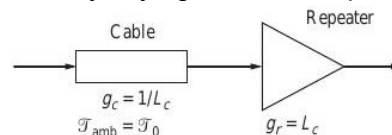
Problema 1 (Obligatorio)

Para un amplificador con 50 dB de ganancia y 20 KHz de ancho de banda equivalente de ruido, se pide:

- Calcular la potencia de señal a la entrada del amplificador, expresada en dBm, para lograr una relación señal a ruido de salida de 20 dB. Asumiendo que se trata de un amplificador ideal no ruidoso que opera a temperatura ambiente ($T_i = 290K$).
- Calcular el factor de ruido y la temperatura equivalente de ruido del amplificador real ruidoso, si al ensayar el mismo a temperatura ambiente se obtuvo una potencia de ruido a su salida de $72 \cdot 10^{-12}$ Watts.
- Calcular la relación señal a ruido a la salida del amplificador real utilizando la cifra de ruido obtenida en el inciso b), cuando se le inyecta una señal con una potencia de $8 \cdot 10^{-15}$ W.
- Calcular la relación señal a ruido a la salida del amplificador real, expresada en decibeles, operando a una temperatura de entrada de 580K cuando se le inyecta una señal con la misma potencia del inciso c). Indique si es posible utilizar la cifra de ruido obtenida en el inciso a) de manera directa.

Problema 2

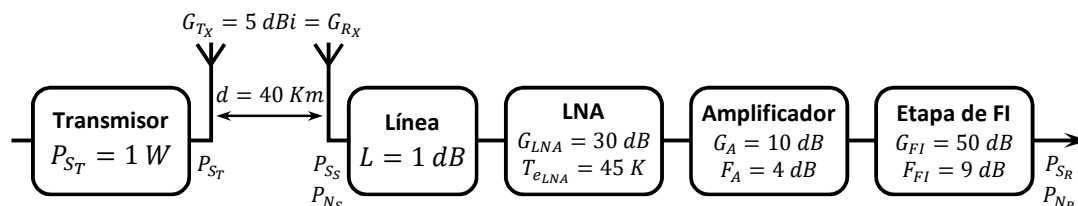
Considere una sección de un sistema de transmisión por cable operando a temperatura ambiente ($T=290K$), compuesto por un cable coaxil con 2 dB atenuación por kilómetro, seguido de un amplificador con cifra de ruido de 8 dB y cuya ganancia compensa la pérdida del cable. Calcule:



- La relación señal a ruido a la entrada de un sistema formado por 8 secciones de repetición iguales que cubren una distancia total de 80 Km, para recibir en destino al menos 40 dB de relación señal a ruido.
- El mínimo número de secciones necesarias para mantener las relaciones de señal a ruido del inciso a), si ahora los amplificadores tienen una cifra de ruido de 2 dB.
- Cuanto mejoraría la relación señal a ruido de salida si se duplicara la cantidad de secciones calculada en el inciso b).
- La máxima longitud posible del cable coaxil de una sección, si se pretende que la relación señal a ruido a la salida de la sección sea al menos un 10% de la relación señal a ruido a la entrada de la misma.
- Indique es posible invertir el orden del amplificador y el coaxil, justifique en base a las ventajas y/o limitaciones del nuevo esquema.

Problema 3 (Obligatorio)

El siguiente sistema de microondas realiza una transmisión en 2,5 GHz con 4 MHz de ancho de banda.



Se pide:

- Determinar la cifra de ruido total de la cadena receptora.
- Calcular las potencias de señal y de ruido en la antena receptora y en la salida de la etapa de FI, si el sistema opera a temperatura ambiente, la transmisión se realiza en espacio libre y se utiliza 1 W de potencia de transmisión.
- Recalcular los valores del inciso b) si se invierten las posiciones de la línea y amplificador de bajo ruido (LNA).
- Recalcular los valores del inciso c) si ahora el ancho de banda equivalente de ruido es un 20% mayor.
- Recalcular los valores del inciso d) si ahora la densidad de potencia de ruido en la entrada es de 10^{-21} W/Hz.

Problema 4 (Obligatorio)

Un sistema de comunicaciones tiene 100 dB de atenuación en el enlace, una densidad espectral de ruido a la entrada de $2,54 \cdot 10^{-18}$ W/Hz y un ancho de banda equivalente de ruido 10% por encima del estricto necesario previo a la demodulación. Complete la siguiente tabla con las ecuaciones de las potencias de señal y de ruido a la entrada y a la salida del detector y los valores de ancho de banda y potencia de señal transmitida para obtener una relación señal a ruido a la salida del detector de 40 dB, para mensajes con anchos de banda de 5 kHz y 10 kHz cuya relación de potencia media a potencia máxima instantánea es de 0,125.

Modulación	Potencia de Señal		Potencia de Ruido		¿Verifica umbral?	B_T [KHz]	P_{ST} [dBm]
	Entrada	Salida	Entrada	Salida			
Banda Base					-	5 kHz	
						10 kHz	
SSB					-		
DSB-SC					-		
AM ($m = 95\%$)							
PM ($\Delta\theta = \pi$)							
FM ($\Delta f = 75 \text{ KHz}$)							
FM Deénfasis ($\Delta f = 75 \text{ KHz}$) ($RC = 75 \mu s$)							

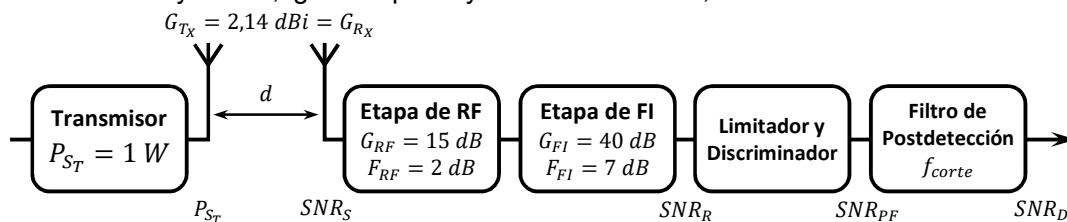
Problema 5

Se tienen dos conjuntos transmisores y receptores, uno de SSB y otro de DSB-SC. En el lugar de recepción se tiene ruido blanco de una densidad de 5 pW/Hz. La señal modulante de entrada en ambos casos es la misma y cubre la gama de 0-15 KHz. La potencia recibida en ambos receptores es de 5 μW, considere que los receptores son no ruidosos y todos sus filtros son ideales (Brickwall). Se pide calcular:

- La relación señal a ruido a la salida SNR_D de ambos receptores.
- Se resintoniza el receptor de SSB para recibir la señal de DSB-SC. Indicar si la señal se recupera correctamente y en caso afirmativo con qué SNR_D .
- Se resintoniza el receptor de DSB-SC para recibir la señal de SSB. Indicar si la señal se recupera correctamente con detección sincrónica y en caso afirmativo con qué SNR_D .
- Se resintoniza el receptor de DSB-SC para recibir la señal de SSB. Indicar si la señal se recupera correctamente con detección de PLL de Costas y en caso afirmativo con qué SNR_D .

Problema 6

Considere un receptor superheterodino que opera a temperatura ambiente, equipado con una etapa de RF de 2 MHz de ancho de banda, una etapa de FI de 260 KHz de ancho de banda y un detector de FM diseñado para recibir señales moduladas con desvío pico de frecuencia de 75 KHz y frecuencia máxima de mensaje modulante de 15 KHz. Si se recibe una señal modulada por dos cosenos de 3 KHz y 5 KHz, igual amplitud y alineados en fase, calcule:



- La relación señal a ruido recibida (SNR_R), expresada en decibeles, para lograr una relación señal a ruido entregada (SNR_D) de 60 dB.
- La relación señal a ruido en antena (SNR_S), expresada en decibeles.
- La relación señal a ruido antes del filtro de postdetección (SNR_{PF}), expresada en decibeles.
- Como variarán los resultados al duplicar el ancho de banda de RF.
- La máxima distancia a la que se puede demodular la señal, si se transmite en 100 MHz.
- Que cambio debería realizar en el filtro de postdetección para optimizar la recepción del mensaje transmitido y como cambiarían los resultados del inciso a).

Problema 7

Una señal de 2 Vpp en la gama de 100 Hz a 3 KHz con factor de cresta de 3, se muestrea a 1,3 veces la frecuencia mínima, se cuantifica en 256 niveles y se transmite por un enlace de datos binario con 10^{-17} W/Hz de densidad espectral de ruido utilizando codificación polar RZ.

- Calcule la tasa de información y el ancho de banda mínimo de la transmisión.
- Determine la probabilidad de error y la relación señal a ruido a la salida del sistema si el receptor utiliza filtro pasa bajos y recibe una señal con 16,28 dB de relación señal a ruido.
- Repita el inciso anterior si ahora se utiliza filtro óptimo acoplado.
- Argumente si se debería priorizar "aumentar el número de bits de cuantificación" o "reducir la probabilidad de error del enlace" para mejorar la relación señal a ruido de salida.

Problema 8 (Obligatorio)

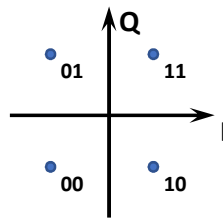
Un sistema de comunicaciones tiene 100 dB de atenuación en el enlace, una densidad espectral de ruido a la entrada de $2,54 \cdot 10^{-18}$ W/Hz, un ancho de banda equivalente de ruido 10% por encima del estricto necesario. Complete la siguiente tabla con las ecuaciones de las probabilidades de error y los valores de ancho de banda y potencia de señal transmitida para obtener una relación señal a ruido a la salida del detector de 40 dB, usando filtro óptimo acoplado, cuantificación de 128 niveles y mensajes con valores uniformemente distribuidos en el rango de entrada (factor de cresta de $\sqrt{3}$) con anchos de banda de 5 kHz y 10 kHz.

Modulación	Relación Señal a Ruido de Salida	Probabilidad de Error	B_T [KHz]	P_{S_T} [dBm]
Unipolar NRZ	$SNR = \frac{3 M^2 \left(\frac{m(t)}{V_p} \right)^2}{1 + 4(M^2 - 1)P_e}$	$P_e = Q \left(\sqrt{\frac{P_{S_R}}{R_b \eta_R}} \right)$		
Polar NRZ				
OOK				
BPSK				
BFSK ($\Delta f = R_b$)				

NOTA: El factor de cresta de una señal es la relación de tensión entre valor máximo (pico) y valor eficaz (RMS).

Problema 9

Una señal QPSK es modulada por una línea de datos de $45 \cdot 10^6$ bps, luego es transmitida y se atenúa 120 dB en el trayecto hasta el receptor. La temperatura de ruido a la entrada de la antena receptora es de 55 K y el receptor antes del demodulador tiene una cifra de ruido de 3,5 dB. Considere que el demodulador emplea filtro acoplado.



Se pide determinar:

- El ancho de banda de nulo a nulo.
- El ancho de banda mínimo.
- La tasa de error de bit si se transmite con 1,185 W de potencia.
- La mínima potencia de transmisión necesaria para tener una tasa de error de bit inferior a 10^{-6} .

Problema 10 (Obligatorio)

Se tiene un enlace que puede configurarse para operar con:

- SSB con detector sincrónico sin filtro de postdetección,
- FM sin preénfasis con 25kHz de desvío pico de frecuencia,
- BPSK o QPSK con 8 bits por muestra, filtro de coseno realzado con roll-off de 0,25 en el transmisor y filtro óptimo acoplado en el receptor.

El transmisor puede operar a una potencia máxima de 10 W y soporta picos de hasta el quintuple de ese valor.

La señal se recibe con un superheterodino de doble conversión con ancho de banda equivalente de ruido 25% mayor que el de la señal transmitida y temperatura equivalente de ruido total de 100 K.

Se pide determinar la configuración del sistema (si es posible) para transmitir un mensaje analógico de 3,5 KHz de ancho de banda y factor de cresta de 3,981 con la mínima potencia de transmisión posible que permita entregar un mensaje con al menos 30 dB de relación señal a ruido considerando las siguientes condiciones:

- a) El canal tiene 140 dB de atenuación y 100 KHz de ancho de banda y la densidad espectral de ruido de entrada es de 10^{-20} W/Hz.
- b) El canal tiene 140 dB de atenuación y 65 kHz de ancho de banda y la densidad espectral de ruido de entrada es de 10^{-20} W/Hz.
- c) El canal tiene 140 dB de atenuación y 40kHz de ancho de banda y la densidad espectral de ruido de entrada es de 10^{-20} W/Hz.
- d) El canal tiene 140 dB de atenuación y 20kHz de ancho de banda y la densidad espectral de ruido de entrada es de 10^{-20} W/Hz.
- e) Indique como cambiaría la respuesta del inciso anterior si pudiese colocarse un repetidor ideal (no agrega ruido) que separe el enlace radial en dos secciones iguales.