Universidad de Alcalá — Teoría de la Señal y Comunicaciones

RADIOCOMUNICACIÓN

PROBLEMAS TEMA 2
Ruido e interferencias en los sistemas radioeléctricos

P1.- Un sistema consiste en un cable cuyas pérdidas son 2 dB/Km seguido de un amplificador cuya figura de ruido es F = 7 dB. Si $T_{in}=T_0$, ¿cuál es la máxima longitud posible del cable para $(S/N)_0>0.05(S/N)_{in}$?

P2.- Un receptor de satélite consiste en una guía de onda que introduce una atenuación L_1=1,5dB, un preamplificador con una ganancia G_2=20dB y temperatura de ruido T_2=50 K, y un receptor con figura de ruido F_3 = 10 dB ¿A qué temperatura se debe enfriar la guía de onda para que la temperatura global del sistema en bornas de la antena ideal sea Ts= 250K? T_{aideal}=50K.

P3.- Una fuente con una temperatura equivalente de ruido de 1000 K va seguida por una cadena de tres amplificadores en cascada. El primero de ellos tiene una ganancia de 10 dB, siendo su temperatura equivalente de ruido de 300 K; el segundo, con una ganancia de 30 dB, presenta un factor de ruido de 10 dB; el último amplificador de la cascada posee una ganancia de 30 dB y un factor de ruido de 17 dB. Si el sistema tiene un ancho de banda de 100 kHz, hallar el factor de ruido y la temperatura de ruido del sistema, así como la potencia de señal a su entrada para que la relación señal a ruido a la salida sea de 40 dB.

Si se intercambian las posiciones los dos primeros amplificadores, determinar la nueva señal de entrada que mantenga constante la relación señal a ruido a la salida.

P4.- El conjunto receptor de una estación base de radiotelefonía móvil del sistema GSM (1800 MHz) consta de una antena de ganancia Gr = 16 dBi, un cable de alimentación con pérdida Lar = 1,5 dB, un preamplificador de ganancia Gpa = 10 dB y factor de ruido Fpa = 2 dB, un multiacoplador de antena de pérdida Lma = 8 dB. El receptor tiene un factor de ruido Fr = 4 dB. El ruido artificial en la antena se cuantifica por un factor de ruido Fa = 9 dB. (Datos: $k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Jul/ºK; T_0 = 290 K; Vb = 270,833 kbit/s.)

1. Justifique cual es la conexión más conveniente entre las dos siguientes, calculando el factor de ruido del sistema a la entrada del receptor en cada caso:
   a) Antena - Cable - Preamplificador - Multiacoplador - Receptor

b) Antena - Preamplificador - Cable - Multiacoplador - Receptor

2. Si se desea que la relación energía por bit/densidad de ruido a la salida del receptor sea igual a 10 dB, calcule la densidad de potencia incidente en la antena de recepción, para la conexión elegida en 1.

P5.- Un sistema receptor tiene las siguientes características respecto al ruido:

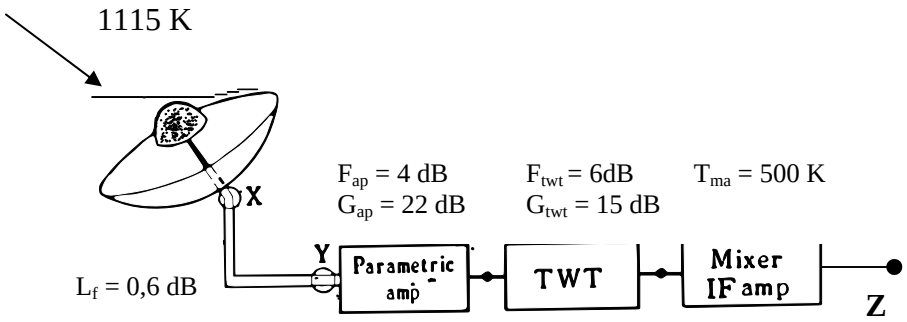
- Temperatura de ruido de la antena: Ta = 1296 K
- Pérdidas en el circuito de la antena: Lar = 0.5 dB
- Pérdidas en la línea de transmisión: Ltr = 1.5 dB
- Figura de ruido del receptor: Fr = 8 dB
- Anchura de banda: b= 16 Khz

Se supone todo el conjunto a la temperatura T_0 = 290 K

Calcular:

a) Temperatura del sistema
b) Factor de ruido del sistema
c) Potencia de ruido equivalente a la entrada del receptor

P6.- En el esquema simplificado de una estación terrena de comunicaciones por satélite compuesto por una antena parabólica, un alimentador, unos amplificadores en serie (paramétrica, TWT) y un mezclador-amplificador de FI, cuyos datos se representan en la figura.



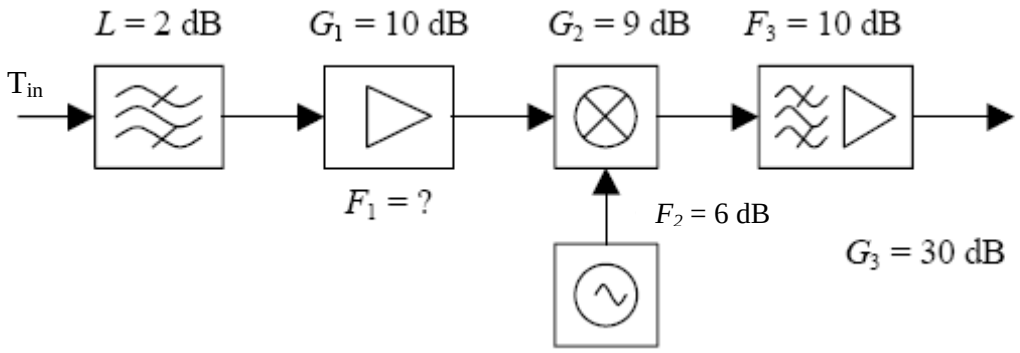
a) Se pide determinar la temperatura equivalente total de ruido a la entrada del receptor Y, cuando la temperatura de ruido de la antena es de 1115 K. Se considera que todo el sistema se encuentra a una temperatura física de 400 K
b) Calcular la figura de ruido del sistema en X considerando como temperatura de referencia 400 K.
c) Tomando como nivel de señal recibida a la salida de la antena el valor de -100 dBm. Calcular el ancho de banda efectivo de ruido si la relación portadora/ruido en el punto Z es de 13 dB.

P7.- En un radioenlace fijo, la antena receptora tiene una ganancia de potencia de 29 dB y las pérdidas en lo terminales del receptor es de 1 dB. El receptor está formado por un amplificador paramétrico de ganancia 20 dB y Temperatura equivalente de ruido 220K, un mezclador con una figura de ruido de 17dB y ganancia 10dB y un demodulador cuya figura de ruido son 10dB.

Calcule la figura de ruido del receptor a su entrada y la potencia de ruido del sistema receptor en bornas de la antena real si la señal transmitida es una señal binaria BPSK con una tasa binaria de 2,048Mbps,y la antena ve una temperatura de ruido de T_0=290K.

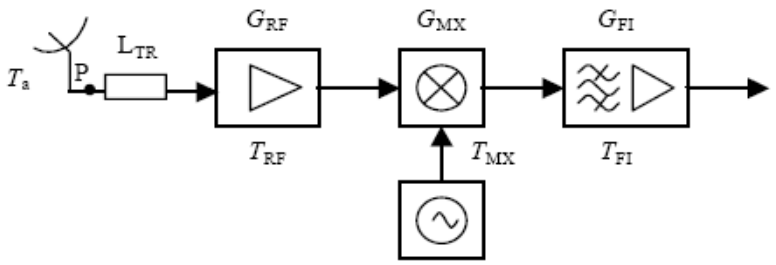
P8.- Una antena recibe una potencia de señal de -115 dBkW. Dicha antena está unida a un amplificador de RF+FI a través de una guía de ondas de 3 dB de atenuación. Si la antena tiene una ganancia de 25 dB, siendo su temperatura de ruido de 87 K, determinar la relación señal a densidad de ruido espectral a la salida del amplificador, si éste tiene un factor de ruido de 8,45 dB y una ganancia de 27 dB.

P9.- A continuación, se describe el receptor de un radioenlace con un ancho de banda de 112 MHz que se encuentra a una temperatura física de 500 K:



a) Calcular la figura de ruido del primer amplificador para asegurarnos que la relación señal a ruido a la salida del último filtro es 7 dB menor que la relación que existe a la entrada del primer filtro. Suponer que a la entrada hay una temperatura de ruido igual a 500 K.
b) Calcular la relación señal a ruido equivalente a la salida del primer amplificador si a la entrada hay un nivel de señal de -95 dBW
c) Calcular la potencia de ruido real a la salida del primer amplificador.
d) Calcular la potencia de ruido a la salida del último filtro.

P10.- La estación terrena de un sistema de radiocomunicaciones por satélite recibe en la frecuencia central de la banda C (6GHz) y está compuesto por el diagrama de bloques mostrado en la figura.



Datos:

- T_a = 45 K
- L_{TR} = 0,3 dB;
- G_{RF} = 30 dB; T_{RF} = 35 K
- L_{MX} = 10 dB
- G_{FI} = 50 dB; F_{FI} = 6 dB
- B = 120 MHz
- E_{rx} = 38 dBu
- SNR medida a la salida = 15 dB

Calcular la ganancia de la antena de la estación terrena.

P11.-Una empresa pretende ofrecer a sus usuarios servicios de acceso inalámbrico de banda ancha de una manera eficiente y baja en costos basada en el estándar descrito en la norma IEEE 802.16 (WIMAX). En la fase de desarrollo se plantea la necesidad de realizar medidas prácticas.

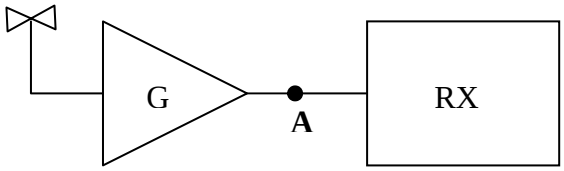
La situación de la medida viene reflejada en la siguiente figura:

- Distancia 150 m
- Ancho de la calle 100 m
- Distancia entre el punto medio de dos edificios contiguos 105 m
- Altura media de los edificios 21 m
- Ángulo de incidencia 11º
- Ciudad grande

Los equipos utilizados en las medidas son los siguientes:

- Estación de usuario fijo
  * Antena de 6 dBi
  * Potencia de salida de 10 dBm
  * Figura de ruido total del sistema, en el punto A, 8 dB
  * Ganancia del amplificador del sistema receptor 12 dB
  * h = 1,5 m

- Estación base
    * Antena de 16 dBi
    * Potencia de salida de 19 dBm
    * Figura de ruido total del sistema, en el punto A, 4 dB
    * Ganancia del amplificador del sistema receptor 0 dB
    * Altura de la estación base 23 m



La frecuencia de trabajo que utilizaremos para el diseño será 3,5 GHz y el ancho de banda equivalente de ruido de la señal será de 10 MHz.

Se pide:

a) Calcular la C/N.

b) Si experimentalmente se recibe en un nivel de -82 dBm en bornas de la antena de la estación base debido al usuario, calcular las pérdidas básicas en este sentido de la propagación.

P12.- Se establece un enlace radioeléctrico entre dos puntos fijos a la frecuencia de 4,6 GHz y con condiciones de propagación en espacio libre. El transmisor entrega una potencia de 500 mW, presentando una pérdida en la línea de transmisión de 1,5 dB, y una ganancia de la antena de 28 dB. El receptor, cuya antena tiene una ganancia de 28 dB, presenta unas pérdidas en la línea de transmisión de 1,2 dB y un factor de ruido de 8,5 dB. Calcule el alcance, sabiendo que el ancho de banda de transmisión es de 5 MHz, el margen para desvanecimientos es de 25 dB y el umbral de recepción ha de estar 13 dB sobre la potencia de ruido.

P13.- En un sistema de transmisión de televisión, se utilizan equipos y antena que producen una PRA de 40 KW. En condiciones de ausencia de interferencia, el campo mínimo necesario en recepción para una calidad de imagen normal, es de 1mV/m. Se radia la señal de la emisora de Telemadrid desde Torrespaña en el canal 52 (frecuencia portadora de video, 719,25 Mhz). El medio de propagación puede considerarse de tipo homogéneo y tras medidas de propagación, se ha encontrado que la pérdida básica de propagación puede expresarse mediante la función:

$$L_b(dB) = 91{,}5+32{,}5 * \log d(km)$$

Se supone que la antena receptora es un dipolo en $\lambda/2$ existiendo adaptación de impedancias.

1) Calcule la potencia de recepción y la distancia de cobertura del transmisor.
2) Suponga que hay otro transmisor análogo situado a 250 km del anterior y que la planificación exige una relación C/I de 30 dB. Calcule el contorno de cobertura del primer transmisor.

3) Indique el tipo de limitación de cobertura en este sistema de comunicación que corresponde a cada caso.

P14.- En el estudio de las interferencias entre radioenlaces se analiza la relación entre la potencia de la señal deseada, S_D, y la interferente, S_I, según la siguiente expresión:

$$\frac{S_D}{S_I} = 10 \cdot \log\left(\frac{c_D}{c_I} \cdot x(\Delta f) \cdot a(\Delta f, f_0) \right) = \frac{C_D}{C_I} + X(\Delta f) + A(\Delta f, f_0)$$

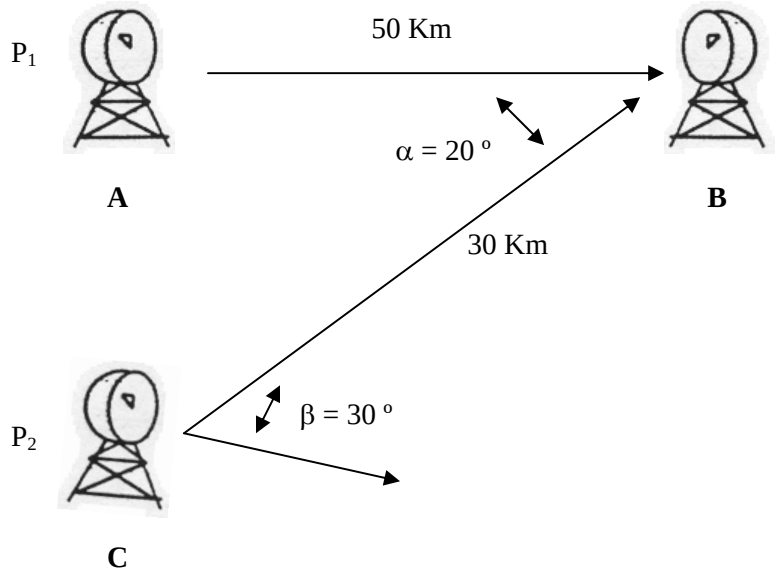
donde:

C_D/C_I es la relación entre la potencia de la señal útil y la interferente a la entrada del receptor.

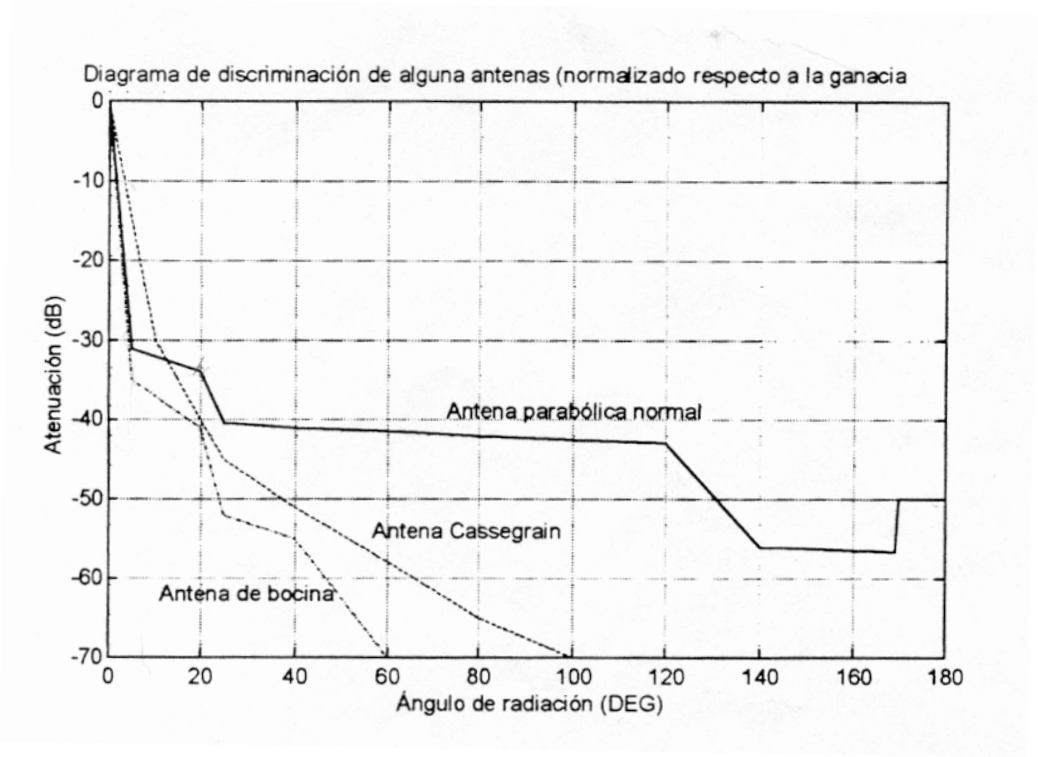
$X(\Delta f)$ es un factor que depende de la separación entre portadoras

$A(\Delta f, f_0)$ es una factor que depende de las condiciones de la relación señal útil – señal interferente, de la separación de portadoras y de la frecuencia del canal considerado.

La siguiente figura, muestra una situación de interferencia de un radioenlace de capacidad media por ruta convergente, en el mismo canal y siendo interferente de igual polarización que la señal útil.



Al ser la interferencia en el mismo canal $\Delta f = 0$, por lo que $X(0) = 0$ dB y $A(0,f_0) \cong 23$ dB. Las potencias, P1 y P2, suministradas a las antenas A y C, son de 5W. Las antenas A y B son parabólicas normales de 3m de diámetro y 0,55 de eficiencia. La antena C es de bocina con 45 dB de ganancia a la frecuencia de trabajo. La frecuencia de trabajo es de 6 GHz. Las pérdidas en los filtros y guiaondas en cada estación son de 1.5 dB tanto en transmisión como en recepción.

Se incluye el diagrama de discriminación o de radiación normalizado (obtenido restando a la ganancia directiva el valor de la ganancia en la dirección principal) de varios tipos de antenas utilizadas en radioenlaces de microondas.

Determinar la relación S_D/S_I para el caso descrito.