

Señales Aleatorias y Modulación

Práctico 6 Modelado de canales

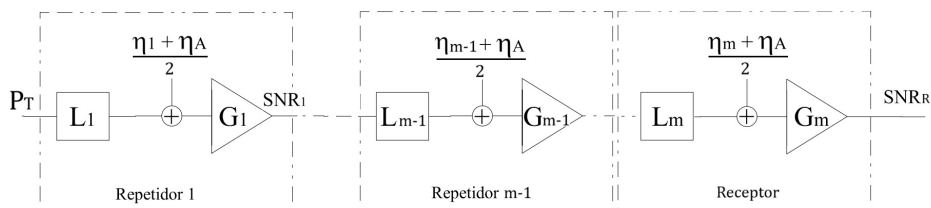
Cada ejercicio comienza con un símbolo el cuál indica su dificultad de acuerdo a la siguiente escala: \blacklozenge básica, \star media, \ast avanzada, y \spadesuit difícil. Además puede tener un número que referencia un ejercicio de uno de los libros del curso, como 3.1-4 [Car] que indica el número de ejercicio del libro, *Communication Systems, 5th. edition*. Bruce A. Carlson. o 1.2 [Hay] del libro *Introduction to Analog and Digital Communications, 2nd Edition*, S. Haykin, M. Moher. Wiley, 2008

★Ejercicio 1 (3.3-3 [Car])

Un sistema de comunicación de longitud total 400 km utiliza $(m-1)$ repetidores para m secciones de cable con una atenuación de 0.4 dB/km. Los repetidores y el receptor tienen amplificadores idénticos con una ganancia máxima de 30 dB. Encontrar la cantidad mínima de repetidores m , con la mínima ganancia posible, para que la potencia de salida del sistema sea 50 mW cuando la potencia transmitida es 2W.

★Ejercicio 2

Dado un sistema en el cual tenemos fijos P_T , η y B_N , puede que la SNR_R no sea la requerida. Una posible solución es intercalar repetidores (según esquema de la figura).



Cada repetidor es un filtro y un amplificador no ideal que introduce ruido independiente de densidad espectral de potencia η_A . Suponer que se hace un diseño tal que los η_i son todos iguales. y que el ruido de los amplificadores predomina sobre otras fuentes de ruido. Suponer además que $\frac{G_i}{L_i} = 1 \forall i$.

- En dicho caso calcular SNR_R en función de SNR_1 .
- (Opcional) Para el caso en que el ruido introducido por el canal es mucho mayor que el ruido introducido por los amplificadores, comparar con el sistema sin repetidores.

- (c) De ahora en más se supondrá que el ruido introducido por los repetidores es mucho mayor que el ruido introducido por el canal. Se va a transmitir una señal a 40 km, empleando una línea de transmisión cuya pérdida es de 3 dB/km; el receptor tiene temperatura absoluta $T_N = 10T_0$, donde la densidad espectral de potencia es $\eta_A = 4 \times 10^{-21} \frac{T_N}{T_0}$ y $B_N = 5kHz$.
Calcular $\eta_A B_N$ en dBw y encontrar el valor de P_T (en Watts) que se requiere para obtener $SNR_R = 50dB$. Repetir el segundo cálculo cuando existe un repetidor a la mitad de la trayectoria.

Nota: El dBw (decibel Watt) se define como:

$$P \text{ dBw} = 10 \log_{10} \frac{P}{1 \text{ Watt}}$$

★ Ejercicio 3

Se desea transmitir una señal analógica de ancho de banda $B = 700 \text{ kHz}$ a través de un canal y obtener una $SNR_R = 60 \text{ dB}$. Para ello se utiliza un transmisor de potencia $P_T = 1 \text{ Watt}$ y un receptor de ancho de banda B . El receptor introduce ruido térmico de densidad espectral de potencia $\eta_A = kT$ con $k = 7 \times 10^{-16} \frac{\text{Watt}}{\text{Hz}^\circ\text{K}}$ y tiene una ganancia tal que compensa las pérdidas en el canal. El canal es un cable cuya atenuación es $\alpha = 0.4 \text{ dB/km}$.

Nota: A lo largo del ejercicio se supondrá que el ruido introducido por el receptor es mucho mayor que el ruido introducido en el canal.

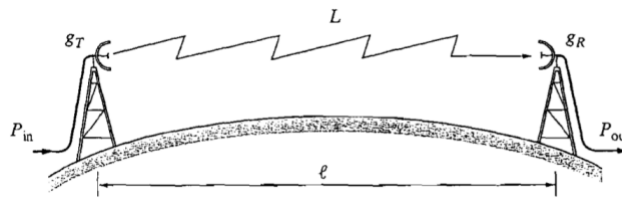
- (a) Hallar la SNR_R en función de la temperatura del receptor T_{Rx} y el largo l del cable. Bosquejar la máxima distancia l_{max} a la que se puede obtener la SNR_R deseada en función de la temperatura del receptor.
- (b) Calcular la distancia máxima a la que se puede transmitir la señal si el receptor se encuentra a temperatura $T_{Rx} = 20^\circ\text{C}$ (293°K).

Con el objetivo de aumentar la distancia máxima a la que se puede transmitir la señal, se introduce un repetidor en la mitad del canal. Se supondrá que el repetidor está contruido igual al receptor y se encuentra operando a temperatura T_{Rp} .

- (c) Hallar la nueva expresión de la SNR_R en función de la temperatura del receptor T_{Rx} , del repetidor T_{Rp} y el largo de canal l .
- (d) Calcular la máxima distancia a la que se puede transmitir, si tanto el repetidor como el transmisor se encuentran operando a temperatura $T = 20^\circ\text{C}$.

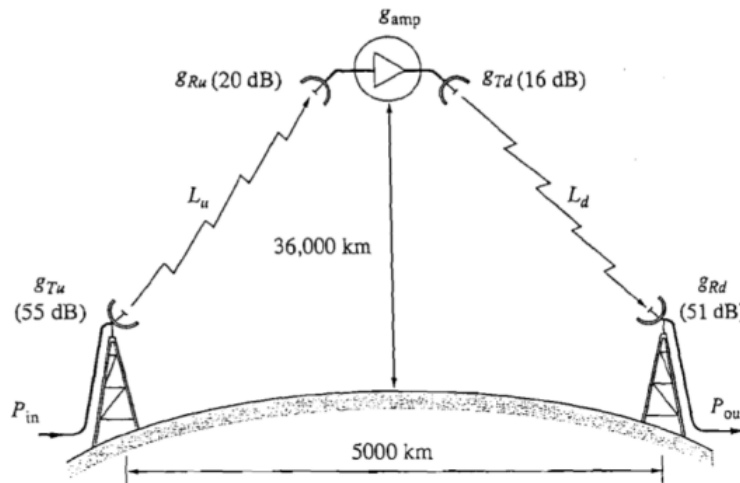
★ Ejercicio 4 (3.3-8 [Car])

El enlace inalámbrico de la figura opera a frecuencia 1 GHz y se utiliza para transmitir una señal de TV hacia una empresa de cable rural situada a 50 km. Suponer que se agrega un repetidor en la mitad del camino con ganancia g_{rpt} (incluyendo antenas y amplificador). Obtener la ganancia del repetidor g_{rpt} que genera un incremento en la potencia P_{out} del 20%.



★Ejercicio 5 (3.3-9 [Car])

Un sistema DBS (*direct broadcast satellite*) utiliza la frecuencia 17 GHz para el *uplink* y 12 GHz para el *downlink*. Usando los valores de las ganancias de los amplificadores del ejemplo 3.3-1 del libro (ver figura, $g_{amp} = 162$ dB), encontrar P_{out} asumiendo $P_{in} = 30$ dBW.



★Ejercicio 6

Se desea comparar el modelo de pérdida en espacio libre con el modelo de atenuación de un cable coaxial de 1 cm de diámetro.

La atenuación del cable es:

Frec. (MHz)	1	3	10	100	200	500	700	900	1000
L máx. (dB/100m)	1.5	2	2.5	4.5	9	12	17	20	24

- Comparar con los valores correspondientes al modelo de espacio libre.
- Comparar la relación entre ambos a frecuencia 500 MHz cuando la distancia es de 200 m. ¿Aumenta o disminuye la relación entre ambos al aumentar la frecuencia?

★Ejercicio 7

Usando el modelo de atenuación para oficinas ($\gamma = 3$, $L(1) = 0$ dB), determinar la potencia de transmisión necesaria para obtener una potencia de recepción $P_r = -110$ dBm para una transmisión de 100m que atraviesa tres pisos, con atenuaciones 15 dB, 10 dB y 6 dB, respectivamente, así como dos paredes de yeso (3.4 dB c/u).