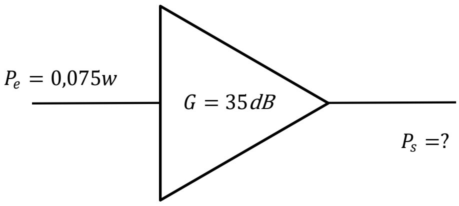
Comunicaciones de Datos

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.
Universidad Nacional del Nordeste

Serie de Trabajos Prácticos Nº 3

Transmisión de Señales. Transmisión de Datos

1. Para el circuito amplificador, cuya ganancia es de 35 dB, calcular la potencia de salida si la potencia de entrada es de 0,075 W.



Solución:

La ganancia como relación entre las potencias se expresa:

$$G(dB) = 10 \,.\log_{10}\left(\frac{P_s}{P_e}\right)$$

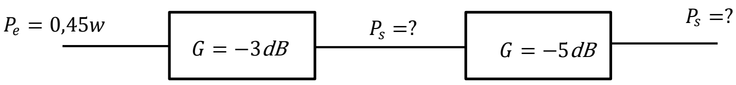
Entonces:

$$P_s = 10^{\frac{G(dB)}{10}} \,.\, P_e$$

Resulta:

$$P_s = 10^{\frac{35dB}{10}} \,.\, 0.075W \cong 237.17W$$

2. Dado el siguiente circuito de conexión, compuesto por dos dispositivos atenuadores, calcular el valor de salida del circuito, siendo la potencia de entrada de 0,45 W.



Solución:

Se trata de dos atenuadores en cascada, donde la potencia de salida P_{s1} del primero será igual a la potencia de entrada P_{s2} del segundo.
La relación de pérdida o pérdida es la menos ganancia

$$P(dB) = -G(dB) = 10 \,.\log_{10}\left(\frac{P_s}{P_e}\right)$$

Entonces:

$$P_s = 10^{\frac{G(dB)}{10}} \,.\, P_e$$

Resulta:

$$P_{s1} = 10^{\frac{-3dB}{10}}\,.\,0.45W \cong 0.22W = P_{e2}$$

$$P_{s2} = 10^{\frac{-5dB}{10}}\,.\,0.22W \cong 0.069W$$

O bien, siendo:

$$P_{s1} = 10^{\frac{-G1(dB)}{10}}\,.\,P_{e1} \cong P_{e2}$$

Resulta:

$$P_{s2} = 10^{\frac{-G2(dB)}{10}}\,.\,P_{e2} = 10^{\frac{-G2(dB)}{10}}\,.\,10^{\frac{-G1(dB)}{10}}\,.\,P_{e1} = 10^{\frac{-[G1(dB)+G2(dB)]}{10}}\,.\,P_{e1}$$

Entonces:

$$P_{s2} = 10^{\frac{-[3dB+5dB]}{10}}\,.\,0.45W = 10^{\frac{-8dB}{10}}\,.\,0.45W \cong 0.069W$$

3. Se trasmite una señal de 2,5 mW a través de un cable de 5km. Sabiendo que la pérdida en el medio es de 2,9 dB/Km, calcular la potencia recibida.

Solución:

Recordando que un circuito atenuador puede ser el mismo medio por el cual transita la señal:

$$P(dB) = -G(dB) = 10\,.\log_{10}\left(\frac{P_s}{P_e}\right)$$

Si la pérdida en el medio es de 2,9dB/km, la pérdida total resulta:

$$P(dB) = 2.9\frac{dB}{km}\,.\,5km = 14.5dB$$

Resulta entonces:

$$P_s = 10^{\frac{-G}{10}}\,.\,P_e \cong 0.088W$$

4. Para un amplificador con potencia de señal de salida de 12 W y potencia de ruido de salida de 0.0015 W, determinar la relación de potencia de señal a ruido.

Solución:

La SNR, en potencia adimensional, se expresa por:

$$SNR = \frac{P_S}{P_N}$$

Resulta entonces:

$$SNR = \frac{12W}{0.0015W} = 8000$$

Recordando que:

$$SNR(dB) = 10 \,.\, \log SNR \Leftrightarrow SNR = 10^{\frac{SNR(dB)}{10}}$$

Podemos expresarla:

$$SNR = 10 \,.\, \log 8000 = 39\text{dB}$$

5. Calcular la velocidad máxima a la que se puede transmitir datos binarios por un canal ideal de 3 MHz.

Solución:

Para un canal sin ruido (ideal), según Nyquist,

$$C = 2 \cdot W \cdot \log_2 M$$

Si las señales a transmitir son binarias (2 niveles de tensión), $M = 2$, la velocidad de transmisión que se puede lograr con un ancho de banda de $W = 3MHz$ es de:

$$C = 2 \cdot 3MHz = 6Mbps = 6000000\ bps$$

6. Dado un canal con ancho de banda de 3 KHz y una SNR de 30 dB. Calcular la velocidad máxima a la que se puede transmitir.

Solución:

Según Shannon, la capacidad máxima del canal con ruido es:

$$C = W \cdot \log_2 (1+SNR)$$

Si $SNR(dB) = 30dB$, resulta:

$$SNR = 10^{\frac{30dB}{10}} = 1000$$

Entonces:

$$C = 3000Hz \,.\, \log_2(1+1000) \cong 29.901\ bps$$

Representa la máxima capacidad de canal.

7. Sea un canal con una capacidad de $20\times10^6 bps$ y un ancho de banda de 3 MHz; calcule la relación señal-ruido admisible para conseguir la mencionada capacidad.

Solución:

Según Shannon, la capacidad máxima del canal con ruido es:

$$C = W \cdot \log_2 (1+SNR)$$

Entonces:

$$SNR = 2^{\frac{C(bps)}{W(Hz)}} - 1$$

Resulta:

$$SNR = 2^{\frac{20.10^6 bps}{3.10^6 Hz}} - 1 \quad \cong 100.59$$

La SNR admisible es de aproximadamente $20db$

8. Para operar a 9.6 Kbps se usa un sistema de señalización digital. Si cada elemento de señal codifica una palabra de 4 bits, calcular el ancho de banda mínimo necesario. Ídem para palabras de 8 bits.

Solución:

Según Nyquist:

$$C = 2\ .\ W.\ \log_2 M$$

Entonces:

$$W = \frac{C(bps)}{2\ .\ \log_2 M}$$

Si cada elemento de la señal codifica una palabra de 4 bits:

$$W = \frac{9600bps}{2\ .\ \log_2 16} = 1200Hz = \ 1.2KHz$$

Si cada elemento de la señal codifica una palabra de 8 bits:

$$W = \frac{9600bps}{2\ .\ \log_2 256} = 600Hz$$

9. Dado un cable UTP categoría 5, con una relación SNR de 32dB, calcular el ancho de banda necesario para obtener velocidades de 10/100 Mbps.

Solución:

Según Shannon, la capacidad máxima del canal con ruido es:

$$C = W.\ \log_2(1+SNR)$$

Entonces:

$$W = \frac{C(bps)}{\log_2(1+SNR)}$$

$$SNR = 10^{\frac{32dB}{10}} = 1584.89$$

Para velocidades de 10Mbps:

$$W = \frac{10\ .\ 10^6 bps}{\log_2(1+1584.89)} \cong 1\ .\ 10^6\ Hz = 1MHz$$

Para velocidades de 100Mbps:

$$W = \frac{100\ .\ 10^6 bps}{\log_2(1+1584.89)} \cong 10\ .\ 10^6\ Hz = 10MHz$$

10. Encontrar la máxima velocidad binaria que puede desarrollar un modem 32-PSK trabajando sobre la banda vocal de 3,2 KHz en un canal ideal libre de ruido.

Solución:

La modulación 32-PSK utiliza 32 fases distintas, M = 32, si el canal está libre de ruido, resulta:

$$C = 2\ .\ (\ 3{,}2\ \ .\ 10^3 Hz)\ .\ \log_2 32 = 32000\ bps = 32 \text{ kbps}$$

11. Determinar la máxima velocidad binaria en Kbps con que transmitirá un modem 64-QAM sobre un canal de 100 KHz de ancho de banda que tiene una tasa de señal a ruido de 5,2*10^3 veces.

Solución:

La modulación 64-QAM utiliza 64 niveles de señal, si la $SNR = 5{,}2 \cdot 10^3$, la máxima velocidad binaria resulta:

$C = 100\ \ .\ 10^3 Hz\ .\ \log_2(1 + 5200) \cong 1234457.33\ bps \cong 1234.45\ kbps$

12. De acuerdo a la norma ITU con que fue construido, un módem 32-QAM es capaz de trabajar en la banda vocal de 4000 Hz realizando un trabajo de compresión y encriptación. Determinar cuál deberá ser las mínimas tasa S/N en decibeles para que pueda transmitir a 56.000 bps.

Solución:

La modulación 32-QAM utiliza 32 niveles de señal, entonces sí::

$C = W\ .\ \log_2(1 + SNR)$

Resulta:

$$SNR = 2^{\frac{56.10^3 bps}{4.10^3 Hz}} - 1\ \ \cong 16.383$$

En decibeles:

$$SNR(dB) = 10\ .\ \log 16.383 = 42{,}14\ dB$$

Bibliografía recomendada

[1] David Luis La Red Martínez. Presentaciones de Clases Teóricas. Comunicaciones de Datos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste.

[2] W. Stallings. *Comunicaciones y Redes de Computadoras*, 6ta. Edición. Prentice Hall, Madrid, 2000.