



Ejemplos resueltos Transmisión de Datos

- 1) Para un sistema de transmisión de 8 Mhz de ancho de banda y 48 Mbps de capacidad ¿Hasta cuántos niveles de tensión se puede transmitir?

$$C = 2B \log_2 M$$
$$48000000 = 2 * 8000000 * \log_2(M)$$
$$3 = \log_2(M)$$
$$M = 2^3 = 8$$

- 2) Se tiene un canal de 10.200 Hz y una SNR = 20dB, con un sistema que puede codificar utilizando 16 niveles de tensión. ¿Cuál es la capacidad máxima de dicho canal?

$$B = 10200 \text{ Hz}$$
$$M = 16$$
$$SNR_{dB} = 20 \text{ dB} \Rightarrow SNR = 100$$

Nyquist

$$C = 2B \log_2 M$$
$$C = 2 * 10200 * \log_2(16)$$
$$C = 20400 * 4$$
$$C = 81600 \text{ bps}$$

Shannon

$$C = B * \log_2(1 + SNR)$$
$$C = 10200 * \log_2(1 + 100)$$
$$C = 10200 * 6,658$$
$$C = 67911,6 \text{ bps}$$

La capacidad máxima el menor entre los 2 cálculos: 67,911 Kbps

- 3) Para operar a 9600 bps se utiliza un sistema de señalización digital. ¿Cuál es el ancho de banda mínimo necesario si cada elemento de señal codifica una palabra de 4 bits?

$$\text{Usando Nyquist: } 9600 = 2 \times B \times 8, \text{ luego } B = 1200 \text{ Hz}$$

- 4) Se requiere implementar un enlace de 16 Mbps utilizando un ancho de banda de 1 Mhz. Con el medio utilizado, la SNR es de 24 dB. ¿Se puede implementar el proyecto? De no ser posible ¿Cómo se puede resolver el problema?

$$\text{Por Shannon, } SNR = 24 \text{ dB} = 10^{24/10} = 251.19$$

$$C_{\max} = B \times \log_2(1 + SNR) = 10^6 \log_2(1 + 251.19) = 7,98 \times 10^6 \text{ bps} = 7,98 \text{ Mbps}$$

NO se puede implementar. Soluciones: Mejorar SNR o aumentar B (cualquiera de ellas o la que se pueda).



- 5) Se cuenta con un canal de TV de 40 MHz de ancho de banda. ¿Qué tasa se puede alcanzar si se utiliza una señal de 4 niveles y el canal no tiene ruido. Si el canal tiene ruido: ¿Qué SNR es aceptable para obtener las mismas prestaciones?

$$\begin{aligned}C &= 2B \log_2(M) \\C &= 2 * 40000000 * \log_2(4) \\C &= 80000000 * 2 \\C &= 160000000 = 160 \text{ Mbps}\end{aligned}$$

Si el canal no tiene ruido y se utiliza una señal de 4 niveles se puede alcanzar una tasa de 160 Mbps.

$$\begin{aligned}C &= B \log_2(1+SNR) \rightarrow 160000000 \leq 40000000 * \log_2(1+SNR) \\4 &\leq \log_2(1+SNR) \\2^4 &\leq 1+SNR \\16-1 &\leq SNR \\15 &\leq SNR\end{aligned}$$

Para obtener las mismas prestaciones el SNR debe ser igual o mayor a 15.

- 6) ¿Cuál es la velocidad de transmisión (V_t) de un enlace de 500 Hz de ancho de banda y 16 estados significativos? En este enlace ¿Cuánto tiempo demora la transmisión asincrónica de un carácter?

$$\begin{aligned}C &= 2 * B * \log_2(M) & C &= 2 * 500 * \log_2(16) \\C &= 1000 * 4 & C &= 4000\end{aligned}$$

- a) La V_t es 4000 bps
b) Velocidad de transmisión de 1 byte: $11/4000 = 2,75$ ms

- 7) ¿Qué nivel de ruido máximo es aceptable para transmitir sobre un canal de 3 KHz a una tasa de 56 Kbps?

$$\begin{aligned}C &= B * \log_2(1+SNR) \\56 &\leq 3 * \log_2(1+SNR) \\18,67 &\leq \log_2(1+SNR) \\SNR &= 2^{18,67} & SNR &= 416126,66\end{aligned}$$

- 8) Suponiendo que la red de telefonía pública provee un ancho de banda de 3000 Hz y una SNR = 20dB ¿Qué capacidad máxima (teórica) se puede alcanzar?

$$\begin{aligned}C &= B * \log_2(1+SNR) \\SNR &= 20\text{dB} & SNR &= 10^{20/10} = 100 \\C &= 3000 * \log_2(1+100) & C &= 3000 * 6,66 \\C &= 19974 \text{ bps}\end{aligned}$$