

Ejercicio 8

Sea una transmisión de video desde un vehículo espacial en Marte compuesto por una secuencia de imágenes de 400x300 pixels, con 32 niveles de gris equiprobables. Que se transmiten con una potencia de 31 Watts y a razón de 10 imágenes por segundo.

La antena transmisora tiene 22 dB de ganancia y la receptora 58 dB. La atenuación (producto de la distancia) es de 268 dB.

Se recibe con un receptor de bajo ruido, con temperatura efectiva de ruido de entrada de 58 grados kelvin.

Conteste las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el tiempo teórico mínimo que se tarda en transmitir una imagen si se utilizan 500 KHz de ancho de banda ?
- Si se aumenta el ancho de banda para la transmisión al doble, ¿baja a la mitad el tiempo para recibir una imagen?
- ¿Cuál sería el ancho de banda mínimo para poder reproducir el video en tiempo real?

$$\# px = 400 \cdot 300 = 120000 px$$

$$l = 32 \rightarrow n = 5 bits$$

$$I = \# px \cdot n = 600000 bits$$

$$P_t = 31W = 14,91dB$$

$$\text{Velocidad de transmisión: } 10 \frac{img}{s}$$

$$G_t = 22dB$$

$$G_r = 58dB$$

$$L_c = 268dB$$

$$T_i = 58K$$

La capacidad del canal se calcula como:

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

$$C = 1,44 \cdot \frac{S}{N_0}$$

$$S = P_{tdB} + G_{tdB} + G_{rdB} - L_{cdB} = 14,91dB + 22dB + 58dB - 268dB = -173,09dB = 4,909 \times 10^{-18}W$$

$$N_0 = k \cdot T_i = 1,38 \times 10^{-23} \cdot 58K = 8 \times 10^{-22}W$$

Entonces:

$$C = 1,44 \cdot \frac{4,909 \times 10^{-18} W}{8 \times 10^{-22} W} = 8827,76 Hz$$

a)

$$\text{Con } B = 500 KHz$$

$$C = 500 KHz \cdot \log_2 \left(1 + \frac{4,909 \times 10^{-18} W}{8 \times 10^{-22} \frac{W}{Hz} \cdot 500 KHz} \right) = 8798,8 Hz$$

$$T_{min} = \frac{600000 \frac{bits}{img}}{8798,8 Hz} = 68,19 \frac{s}{img} |_{B=500 KHz}$$

b)

$$\text{Con } B = 1 MHz$$

$$C = 1 MHz \cdot \log_2 \left(1 + \frac{4,909 \times 10^{-18} W}{8 \times 10^{-22} \frac{W}{Hz} \cdot 1 MHz} \right) = 8825,68 Hz$$

$$T_b |_{B=1 MHz} = \frac{600000 \frac{bits}{img}}{8825,68 Hz} = 67,98 \frac{s}{img} \neq \frac{T_{bB=500 KHz}}{2}$$

c)

$$\text{Con } T = 0,1 s \rightarrow C = 6 MHz \wedge C|_{B \rightarrow \infty} = 8827,76$$

Entonces:

$$\#B/C = 6 MHz$$

Es decir, no se puede transmitir en tiempo real con codificación binaria.

Considerando:

$$\displaystyle B_{\max} = 8827,76 \text{ Hz} = \frac{R}{N} = \frac{600000}{N} \rightarrow N = 67,96 \rightarrow n_{\min} = 6,08 \approx 7$$

Se necesita una señalización multinivel de 128 niveles para que $D < C|_{B \rightarrow \infty}$