

## PROBLEMAS DEL TEMA 2

**1. En un canal sin ruido, con  $W=3$  kHz, y usando PSK con una fase cada  $45^\circ$ , se desea transmitir un fichero de 1 KB. ¿Cuánto tiempo dura la operación?**

$$C = 2W \log_2 N$$
$$C = 2 \cdot 3000 \cdot \log_2 8 = 18000 \quad \text{bits / seg}$$
$$T = \frac{n^\circ \text{ bits}}{V} = \frac{1024 \cdot 8}{18000} = 0.455 \quad \text{seg.}$$

Nota:  $N=8$  porque PSK es "Phase shift keying", o sea modulación en fase. Si cada estado de señal se separa del anterior en  $45$  grados, y la fase puede ser un ángulo entre  $0$  y  $360$  grados, el número de estados de señal posibles es  $360/45=8$ .

**2. Si en el canal anterior tengo una SNR (relación señal/ruido) de 400:1 (en W) ¿Cuál sería el tiempo mínimo?**

$$C = W \log_2 (1 + [S / R]_W)$$
$$C = 3000 \log_2 (1 + 400 / 1) = 3000 \frac{\log_{10} 401}{\log_{10} 2} = 25944.1 \quad \text{bits / seg}$$
$$T = \frac{n^\circ \text{ bits}}{V} = \frac{1024 \cdot 8}{25944.1} = 0.3158 \quad \text{seg.}$$

Nota: La relación señal ruido se refiere siempre la relación medida en el receptor, y puede venir expresada en dB ( $10 \log[s/N]$ ), o en W (s/N) como en este caso.

**3. Si ahora se retransmite la señal anterior, con la misma potencia con la que se recibe, por un cable de 6 km con unas pérdidas de 2 dB por cada 300 m, existiendo el mismo ruido ambiental. ¿Cuál será la SNR al otro extremo de dicho cable?**

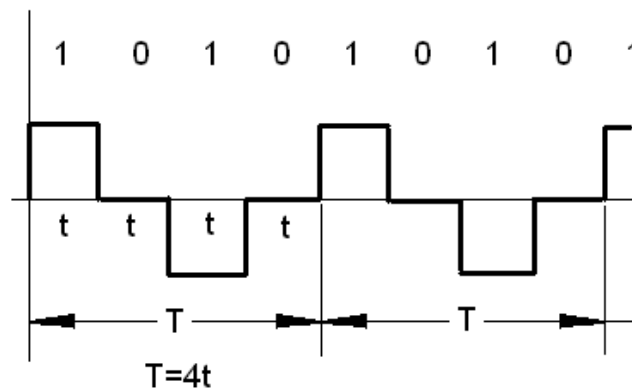
$$\text{Pérdida} = 6000 \cdot \frac{2}{300} = 40 \text{ dB}$$
$$(S / N)_{dB} = 10 \log([S / R]_W) = 10 \log(400 / 1) = 26.02 \text{ dB}$$
$$S / N = 26.02 - 40 = -13.98 \text{ dB}$$

Nota: Se asume que el ruido, causado por fuentes ambientales, no se atenúa, mientras que la señal sí.

**4. En un canal se recibe con una SNR de 86 dB, la potencia de la señal recibida es de -6 dBW y la del ruido no térmico -93 dBW, en la banda de 20 GHz. ¿A qué temperatura está el medio?**

$$S_{dB} = 10 \log(S_W) = -6$$
$$(S / R)_{dB} = 86 = 10 \log(S_W / N_W) = 10 \log(S_W) - 10 \log(N_W) = -6 - 10 \log(N_W)$$
$$N_{dB} = 10 \log(N_W) = -6 - 86 = -92 \text{ dB}$$
$$N_{total} = -92 \text{ dB} = 10^{-92/10} W = 6.30957 \cdot 10^{-10} W$$
$$N_{no\_termico} = -93 \text{ dB} = 10^{-93/10} W = 5.01187 \cdot 10^{-10} W$$
$$N_{ter} = N_{total} - N_{no\_termico} = 6.30957 \cdot 10^{-10} - 5.01187 \cdot 10^{-10} = 1.2977 \cdot 10^{-10} W$$
$$N_{ter} = KTW = 1.38 \cdot 10^{-23} \cdot T \cdot 20 \cdot 10^9 = 1.2977 \cdot 10^{-10}$$
$$T = 470.12 K = 197.2^\circ C$$

5. Se desea transmitir la señal periódica ...01010101... usando Bipolar AMI sobre un cable ethernet con un ancho de banda de 10 MHz. Para que la señal llegue con claridad se precisan al menos los 16 primeros armónicos. ¿Cuánto tiempo dura la descarga de 50 MB sabiendo que entre cabeceras y colas se añade un 8% de información?



En la figura anterior se muestra el esquema Bipolar AMI.  $t$  es el tiempo que tarda en transmitirse un bit y  $T$  es el periodo de la frecuencia fundamental ( $f_1$ ) de la señal transmitida.

Si han de llegar los 16 primeros armónicos, entonces el  $f_{16}$  ha de estar dentro del ancho de banda. Para utilizarlo al máximo  $W=f_{16}$

$$W = 10 \cdot 10^6 = f_{16} = 16 \cdot f_1$$

$$f_1 = \frac{10 \cdot 10^6}{16} = 625 \cdot 10^3 \text{ Hz} = 625 \text{ kHz}$$

$$T = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{625 \cdot 10^3} = 1.6 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 1.6 \mu\text{s}$$

$$v = \frac{n^\circ \text{ bits}}{\text{tiempo}} = \frac{4}{1.6 \cdot 10^{-6}} = 2.5 \cdot 10^6 \text{ bits / s} = 2.5 \text{ Mbps}$$

El tamaño de trama a transmitir es de 50 MB más un 8% sobre esta cantidad, o sea, un total de 1.08 veces dicha cantidad.

$$\text{Trama} = 50 \cdot 10^6 \cdot 8 \cdot 1.08 = 432 \cdot 10^6 = 432 \text{ Mb}$$

$$\text{tiempo} = \frac{\text{Trama}}{v} = \frac{432}{2.5} = 172.8 \text{ s}$$