

Problema PTC0003-40

Comprobar si un canal telefónico de 2.400 Hz de ancho de banda efectivo puede albergar transmisiones con módem según,

- a) V.23
- b) V.26
- c) V.27
- d) V.29

Solución PTC0003-40

Apartado a) V.23

El módem V.23 tiene las siguientes características

- Semiduplex a 2 hilos
- Modulación: FSK
 - Frecuencia del “1”: 1.300 Hz
 - Frecuencia del “0”: 2.100 Hz
- Velocidad de transmisión: 1.200 bps

La frecuencia central es pues

$$f_c = \frac{f_1 + f_0}{2} = \frac{1300 + 2100}{2} = 1.700 \text{ Hz}$$

y la desviación de frecuencia

$$\Delta f = \left| \frac{f_1 - f_0}{2} \right| = \left| \frac{1300 - 2100}{2} \right| = 400 \text{ Hz}$$

El ancho de banda de una señal modulada en FSK es

$$B_G = 2B_F + 2\Delta f$$

y el ancho de banda de la modulante, en condiciones ideales, es

$$B_F = \frac{v_s}{2}$$

Por otra parte, en banda base cada símbolo lleva un solo bit por lo que

$$B_F = \frac{v_s}{2} = \frac{v_b}{2}$$

y, finalmente, podemos escribir

$$B_G = 2 \frac{v_b}{2} + 2\Delta f = v_b + 2\Delta f = 1.200 + 2 \cdot 400 = 2.000 \leq 2.400$$

por lo que sí puede ser albergada en un canal telefónico de 2.400 Hz.

Apartado b) V.26

El módem V.26 tiene las siguientes características

- Semiduplex a 2 hilos
- Modulación: QPSK
- Velocidad de transmisión: 2.400 bps

El ancho de banda de una señal modulada en nPSK es

$$B_G = \frac{2B_F}{n}$$

y el ancho de banda de la modulante, en condiciones ideales, es

$$B_F = \frac{v_s}{2} = \frac{v_b}{2}$$

Por otra parte, en QPSK cada símbolo (de la señal modulada, no de la modulante) lleva 2 bits por lo que, finalmente, podemos escribir

$$B_G = \frac{2 \frac{v_b}{2}}{n} = \frac{v_b}{n} = \frac{2.400}{2} = 1.200 \leq 2.400$$

por lo que sí puede ser albergada en un canal telefónico de 2.400 Hz.

Apartado c) V.27

El módem V.27 tiene las siguientes características

- Semiduplex a 2 hilos
- Modulación: 8DPSK
- Velocidad de transmisión: 4.800 bps

El ancho de banda de una señal modulada en nPSK es

$$B_G = \frac{2B_F}{n}$$

y el ancho de banda de la modulante, en condiciones ideales, es

$$B_F = \frac{v_s}{2} = \frac{v_b}{2}$$

Por otra parte, en 8DPSK cada símbolo (de la señal modulada, no de la modulante) lleva 3 bits por lo que, finalmente, podemos escribir

$$B_G = \frac{2 \frac{v_b}{2}}{n} = \frac{v_b}{n} = \frac{4.800}{3} = 1.600 \leq 2.400$$

por lo que sí puede ser albergada en un canal telefónico de 2.400 Hz.

Apartado d) V.29

El módem V.29 tiene las siguientes características

- Semiduplex a 2 hilos
- Modulación: 16QAM
- Velocidad de transmisión: 9.600 bps

El ancho de banda de una señal modulada en nQAM es

$$B_G = \frac{2B_F}{n}$$

y el ancho de banda de la modulante, en condiciones ideales, es

$$B_F = \frac{v_s}{2} = \frac{v_b}{2}$$

Por otra parte, en 16QAM cada símbolo (de la señal modulada, no de la modulante) lleva 4 bits por lo que, finalmente, podemos escribir

$$B_G = \frac{2 \frac{v_b}{2}}{n} = \frac{v_b}{n} = \frac{9.600}{4} = 2.400$$

Vemos que, en este caso, el ancho de banda de la señal modulada es, en condiciones ideales, igual al del canal telefónico por lo que, aunque teóricamente se cumple la condición (al límite), en condiciones reales la señal no puede ser albergada en un canal telefónico de 2.400 Hz.