

Ejercicio 1

Dada una señal digital con tasa de 19.200 bits por segundo que modula una portadora en BPSK. Se pide:

- Calcular los anchos de banda mínimos necesarios para transmitir la señal en banda base y en BPSK.
- Si quisiera utilizar un canal de 8 KHz de ancho de banda. ¿Es suficiente para enviar esta señal BPSK? De no serlo proponga otra modulación de fase que lo permita.
- ¿Cuál es la relación entre tasas de bits y de baudios según la modulación utilizada en b)?

a)

La frecuencia máxima se da cuando se envía una secuencia de datos alternando unos y ceros. Por lo tanto:

$$f_{max} = \frac{\text{tasa de símbolos}}{2} = \frac{19200}{2} [Hz]$$

El ancho de banda mínimo para transmitir la señal en banda base y en BPSK se calcula como 2 veces la frecuencia máxima para cumplir con Nyquist. Entonces, el ancho de banda queda:

$$B_{min} = 2 \cdot f_{max} = 2 \cdot \frac{19200}{2} = 19200 [Hz]$$

b)

Si se quisiera utilizar un canal de 8 KHz de ancho de banda, BPSK no será suficiente, ya que $B_{min} = 19,2 KHz$.

$$B_{min} = \frac{R}{l}$$

Donde:

- R es la tasa de bits
- l es la cantidad de dígitos binarios transmitidos por cada símbolo.

No alcanza con QPSK ya que, para este tipo de modulación, $l = 2$, entonces quedaría:

$$B_{min} = \frac{19200}{2} = 9600 Hz$$

Suponiendo que se utilizará una modulación de tipo MQAM, donde M es la cantidad de niveles, se puede plantear la expresión del ancho de banda para este tipo de modulación y definir M a partir de allí.

$$l = \frac{R}{B_{min}} = \frac{19200}{8000} = 2,4$$

Redondeando el resultado, $l = 3$

La cantidad de niveles es se calcula como:

$$M = 2^l = 2^3 = 8$$

Por lo tanto, se puede utilizar modulación 8QAM para utilizar un canal de $8KHz$ de ancho de banda.

c)

En 8QAM, cada símbolo representa 3 bits. Por lo tanto, la relación entre la tasa de bits y la tasa de baudios es de 3 bits por símbolo.