

Práctico Nº 4: Codificación de señales - Nyquist y Shannon

Fórmulas a utilizar en los próximos ejercicios:

- $f_i = fc + (2i - 1 - M)fd$

Donde:

fc = frecuencia de la portadora.

fd = diferencia de frecuencias.

M = número de elementos de señalización diferentes.

L = número de bits por elemento de señalización.

- $Baudrate = 2 \Delta F \text{ (Hz)} = \text{baudios}$

A ΔF se lo conoce como B (ancho de banda), y tanto B como ΔF , se miden en Hz (Nyquist).

- $Bitrate \text{ teórico} = C = \Delta F \text{ (KHz)} \times \log_2(1 + S/N) = Kbps$

Es el límite teórico de un canal (Shannon).

- $M_{\max} = \sqrt{1 + S/N}$

M es el número de tensión por cada elemento de la señal.

- $Bitrate \text{ real} = 2\Delta F \times \log_2 M$, donde $M \leq M_{\max}$ y $M = 2^L$

M : cantidad de estados modulados, L : cantidad de bits que transporta cada símbolo.

- Fórmula para cambio de base en logaritmos:

$$\log_a X = \frac{\log_b X}{\log_b a}$$

Ejercicio Nº 1

Dado el siguiente tren de bits 01100011110101 (1 es positivo).

Module usando:

- FSK binario.
- ASK (ninguna de las 2 amplitudes puede ser 0).
- PSK binario.

Ejercicio Nº 2

a) Calcule las F_i con los siguientes datos: $fc = 500 \text{ KHz}$, $fd = 30 \text{ KHz}$, $M = 8$. b) ¿Cuál es la velocidad de transmisión? c) ¿Qué ancho de banda requiere el modulador?

Rta: a) $F_1 = 290 \text{ KHz}$, $F_2 = 350 \text{ KHz}$, ..., $F_8 = 710 \text{ KHz}$

b) 60 Kbps

c) 480 KHz

Ejercicio Nº 3

¿Cuáles serán las F_i si tengo que la F_c es 700 KHz, el ancho de banda Wd es 400 KHz y se tiene que codificar 2 bits?

Rta: $F_1 = 550 \text{ KHz}$, $F_2 = 650 \text{ KHz}$, $F_3 = 750 \text{ KHz}$, $F_4 = 850 \text{ KHz}$

¿Cuál es la velocidad de transmisión del sistema de comunicación?

Rta: 100Kbps

Ejercicio N° 4

Calcular el baudrate y el bitrate teórico que puede alcanzar como máximo un enlace que pretende utilizar un canal de ancho de banda de 4 KHz y de S/N de 35 dB.

Rta: Baudrate = 8 KBaudios, Bitrate teórico = 46,5 Kbps

Ejercicio N° 5

Determinar el máximo bitrate real que puede desarrollar un módem 32-PSK sobre un canal con los parámetros del punto anterior.

Rta: 40 Kbps

Ejercicio N° 6

Un módem trabaja en modo 4-PSK logrando velocidades de 64 Kbps. Calcular cuál será el ancho de banda necesario considerando al canal ideal.

Rta: 16 KHz

Ejercicio N° 7

Determinar la máxima velocidad binaria en Kbps con que transmitirá un módem 64-QAM sobre un canal de 50 KHz de ancho de banda que tiene una relación señal a ruido de $5,2 \times 10^4$ veces.

Rta: El módem puede operar como máximo al Bitrate real = 600 Kbps (Bitrate real < Bitrate teórico)

Ejercicio N° 8

Determinar para el problema anterior cuál es la relación S/N suficiente en dB.

Rta: 36 dB

Ejercicio N° 9

Un módem tiene la capacidad de reconfigurarse si las condiciones de la línea lo requieren, usando 64-QAM; 32-QAM; 16-PSK y 8-PSK, todas sin compresión, y trabaja sobre una línea de 4 KHz con una tasa S/N de 37 dB. Determinar cuál será la configuración que adoptará el modem si el ruido en la línea se duplica.

Rta: 32-QAM

Ejercicio N° 10

Los canales de televisión tienen 8 MHz de ancho de banda. ¿Cuántos bps se podrían enviar a través de ellos si se utilizan señales digitales codificadas de modo que por cada baudio tenemos 4 bps ($L=4$)?

Rta: 64 Mbps