

Capacidad del Canal - Nyquist y Shannon.

Fórmulas que pueden llegar a utilizar:

$$\text{Baudrate} = 2 \Delta F (\text{KHz}) = \text{Kbaudios}$$

Corresponde a señales con dos niveles de tensión

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

La fórmula anterior considera únicamente el “Ruido Blanco” (Ruido Térmico). Como hay más clases de ruido (Impulsivo, Diafonía, etc), siempre se alcanzan velocidades menores

$$\text{Bitrate real} = 2\Delta F \times \log_2 m \text{ donde } m \leq m_{\max} \text{ y } m = 2^n$$

m = cantidad de estados modulados y n = cantidad de bits que transporta cada símbolo

$$\log_b(x) = \frac{\log_a x}{\log_a b} \quad \text{Cambio de base de un logaritmo}$$

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

$$\text{Constante de Boltzmann} = 1.380649 \cdot 10^{-23} \text{ (J/ºK)}$$

Codificación

$$f_i = f_c + (2i - 1 - M) f_d$$

f_c = Frecuencia de la Portadora

f_d = Diferencias de Frecuencias

M = Número de Elementos de Señalización Diferentes

i = Número de bits por Elemento de Señalización

$$Wd=2*M*f_d$$

Wd = Ancho de Banda

$$V_t = 2*f_d$$

V_t = Velocidad de transmisión

$$E_b/N_0 = (S/V_t)/N_0 = S/(k*T*V_t)$$

k = Constante de Boltzmann

$$V_t = 1/T_b$$

V_t = Velocidad de Transmisión de un bit

T_b = Tiempo del bit

S = Potencia de la Señal

- 1) 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.

Respuesta: Baudrate = 8 Kbaudios ; Bitrate teórico = 46,5088 Kbps.

- 2) Si se desea transmitir a través de un modem digital una señal de voz que se encuentra entre los 4.5 y 5.5 Hz, cuál será la capacidad de transmisión (BitRate Real de trasmisión), si el modem digital transmite, 8 caracteres a la vez.

Respuesta: $C = \underline{2}^6$ bps

- 3) Se tiene un canal de 128 Kbps (ΔF), sobre el cual se transmite una señal con 4 niveles de discretización. Se necesita disminuir el canal a la mitad de su capacidad (64 Kbps), pero manteniendo la velocidad de trasmisión de la señal, constante. Para lograr lo anterior. ¿Cuál será la cantidad de niveles, en los cuales debería ser discretizada la señal, según el teorema de Nyquist ?.

Respuesta: $M = 16$

- 4) ¿Cuál es el SNR, en dB, necesario para un dispositivo periférico (una impresora, por ejemplo), si se supone una capacidad máxima del canal de 4Kbps (BitRate Teórico), con un ancho de banda de 500 Hz?

Respuesta: $SNR_{dB}=24$ dB

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

Respuesta: Bitrate real = 40 Kbps.

- 6) Se transmite una señal digital cuya velocidad de señalización es de 6000 baudios ($2 \times \Delta F$). Calcule la velocidad de transmisión (BitRate Real) si se utilizan pulsos de: a) 2 Niveles b) 4 Niveles c) 8 Niveles

Respuesta: bitrate real = a. $R = 6000$ bps b. $R = 12000$ bps c. $R = 18000$ bps

Codificación

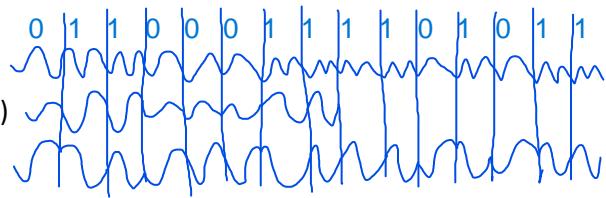
Redes y Comunicaciones de Datos I

Práctica Nº 4 Nyquist, Shannon y Codificación Digital a Analógica:

Marcelo T. Gentile, Franco Cian, Gabriel Filippa y Joaquin Nepotti – Año 2024

- 7) Dado el siguiente tren de bits 011000111101011 (1 es positivo)

Module usando:



- a) FSK binario
- b) ASK (Ninguna de las 2 amplitudes puede ser 0)
- c) PSK binario

- 8) Con los siguientes datos

fc: 500 KHz, fd: 30 KHz, L:3

$$f_i = f_c + (2i - 1 - M) f_d$$

- a) Calcule las f_i y realice la tabla de asignación de bit a frecuencia:

Rta: $F_1 = 290$ KHz, $F_2 = 350$ KHz $F_8 = 710$ KHz

- b) ¿Cuál es la velocidad de transmisión y el ancho de banda?

Rta: 60 Kbps, 480 KHz

preguntar por que se usa la formula y no resto $f_8 - f_1$

- 9)

- a) Cuáles serán las f_i si tengo que la frecuencia de la portadora es 700 KHz, el ancho de banda es 400 KHz y se tiene que codificar 2 bits? $W_d = 2Mf_d$

$$f_i = f_c + (2i - 1 - M) f_d$$

$$f_d = W_d / (2 * M) = 400 \text{ KHz} / (2 * 4) = 50 \text{ KHz}$$

$$f_i = f_c + (2i - 1 - M) f_d$$

Rta: $F_1 = 550$ KHz, $F_2 = 650$ KHz, $F_3 = 750$ KHz, $F_4 = 850$ KHz

- b) Cuál es la velocidad de transmisión del sistema de comunicación?

Rta: 100Kbps

- 10) En una modulación digital binaria PSK, para obtener una tasa de error por bit igual a 10^{-4} (un bit cada 10000), se necesita un cociente de $E_b/N_0 = 6.92$. Si la Temperatura efectiva es de 290 °K (temperatura ambiente) y la velocidad de transmisión es de 2400 bps (Vt). ¿Qué nivel de señal recibida se necesita, en dBW?

Rta: 161.8 dBW