

Codificación de señales digitales

baudios = cantidad de cambios en la señal por segundo

bits por segundo = baudios * $\log_2(\text{niveles})$

tasa de datos = $2 * \text{frecuencia} * \log_2(\text{niveles})$

muestras por segundo = $2 * \text{ancho de banda}$

A)

Ejercicio A: ¿Cuál es la tasa de baudios de la Ethernet clásica de 10-Mbps?

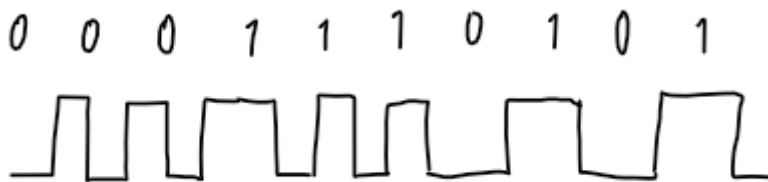
baudios = cantidad de cambios en la señal por segundo

Ethernet usa codificación manchester, así que hay dos cambios por bit

baudios = $2 * 10 \text{ M}$
= 20 000 000

B)

Ejercicio B: Bosquejar la codificación de Manchester en la Ethernet clásica para el stream de bits 0001110101.



Tasa máxima de un canal

Sea:

V la cantidad de niveles

H el ancho de banda (en Hz)

Teorema de Nyquist:

tasa de transferencia $\leq 2H \log_2(V)$ b

Resultado de Shannon:

tasa de transferencia $\leq H * \log_2(1 + S/N)$ b

Relación de señal a ruido = $10 * \log_{10}(S/N)$ dB

2) ~X

Ejercicio 2: un canal sin ruido de 4 kHz es muestreado cada 1 mseg. ¿Cuál es la máxima tasa de datos? ¿Cómo cambia la máxima tasa de datos si el canal es ruidoso, con una relación señal a ruido de 30 dB?

V = cantidad de niveles

H = ancho de banda = 4000 Hz

Muestras por segundo para detectar todo el ancho de banda
= $2 * H = 8000$

No se va a poder detectar todo el ancho de banda, por que se hacen 1000 muestras por segundo

Así que la tasa de datos va a ser:

$$1000 * \log_2(V)$$

3)

Ejercicio 3: Los canales de televisión tienen un ancho de banda de 6 MHz. ¿Cuántos bps pueden ser enviados si se usan señales digitales de 4 niveles? Asumir un canal sin ruido.

tasa de datos

$$= 2 * 6 \text{ MHz} * \log_2(4) \text{ b}$$

$$= 12 * 10^6 * 2 \text{ b/s}$$

$$= 24 \text{ Mb/s}$$

4)

Ejercicio 4: Si una señal binaria es enviada por un canal de 3 kHz cuya relación señal a ruido es de 20 dB. ¿Cuál es la máxima tasa de datos alcanzable?

H = 3 kHz

$$20 = 10 * \log_{10}(S/N)$$

$$S/N = 10^2$$

$$S/N = 100$$

V = niveles de señal = 2

Por Shannon:

máxima tasa de datos

$$\leq H * \log_2(1 + S/N) \text{ b}$$

$$= 3000 \text{ Hz} * \log_2(1 + 100) \text{ b}$$

$$\begin{aligned}
&= 3000 * \log_2(101) \text{ b/s} \\
&\approx 19974.6344483 \text{ b/s} \\
&= 19.9746 \text{ Kb/s}
\end{aligned}$$

Por Nyquist:

máxima tasa de datos

$$\begin{aligned}
&\leq 2H \log_2(V) \text{ b} \\
&= 2 * 3000 \text{ Hz} \log_2(2) \text{ b} \\
&= 2 * 3000 * 1 \text{ b/s} \\
&= 6000 \text{ b/s} \\
&= 6 \text{ Kb/s}
\end{aligned}$$

La limitante es por el teorema de Nyquist. La máxima tasa de datos es 6 Kb/s

5)

Ejercicio 5: ¿Qué relación señal a ruido se necesita para poner una portadora T1 en una línea de 50 kHz?

Tasa de datos de T1 = 1.544 Mb/s

H = 50 KHz

Por Shannon:

tasa de datos = $H * \log_2(1 + S/N)$ b

$$\begin{aligned}
1.544 \text{ Mb/s} &= 50 \text{ KHz} * \log_2(1 + S/N) \text{ b} \\
1544 &= 50 * \log_2(1 + S/N) \\
1544/50 &= \log_2(1 + S/N) \\
S/N &= 2^{30.88} - 1 \\
S/N &= 1976087931.81 \\
10 * \log_{10}(S/N) &= 10 * \log_{10}(1976087931.81) \\
10 * \log_{10}(S/N) &= 92.958
\end{aligned}$$

Se necesitan aproximadamente 92.958 dB de relación señal a ruido

Medios Guiados

8) 🛠️🤔

Ejercicio 8: se desea enviar una secuencia de pantallas de computadora sobre una fibra óptica. La pantalla es de 2560 x 1600 píxeles y cada pixel ocupa 24 bits. Hay 60 imágenes de pantalla por segundo. Asumir que se puede mandar 1 bps por Hz. ¿Cuánto ancho de banda es necesario, y cuántos micrones de longitud de onda son necesarios para esta banda a 1.3 micrones?

tasa de datos

$$\begin{aligned}
&= 2560 * 1600 * 24 * 60 \text{ b/s} \\
&= 5967360000 \text{ b/s} \\
&= 5.96736 \text{ Gb/s}
\end{aligned}$$

6)

Ejercicio 6: ¿Cuáles son las ventajas de la fibra óptica sobre el cobre como medio de transmisión?
¿Hay alguna desventaja por usar fibra óptica en lugar de cobre?

Ventajas: La fibra óptica puede enviar muchos más b/s que el cobre, y además como funciona con luz, no tiene interferencia electromagnética, y tiene mucho más alcance

Desventajas: Es más cara, es unidireccional, se rompe más fácil, y los equipos de codificación y decodificación son más caros

9)

Ejercicio 9: ¿Es el teorema de Nyquist verdadero para fibra óptica mono modo de alta calidad o solo para cable de cobre?

Si es cierto, ya que es algo general para la comunicación mediante ondas

Módems y codecs

22)

Ejercicio 22: El diagrama de constelación de un modem tiene puntos de datos en las siguientes coordenadas: (1,1), (1, -1), (-1, 1) y (-1, -1). ¿Cuántos bps un modem con esos parámetros alcanzar a 1200 símbolos por segundo?

$$1200 * \log_2(4) \text{ b/s} = 2400 \text{ b/s}$$

23)

Ejercicio 23: ¿Cuál es la máxima tasa de bits alcanzable por un modem estándar V.32 si la tasa de baudios es 1200 y no se usa corrección de errores?

$$1200 * \log_2(\text{puntos de la constelación V.32}) \text{ b/s}$$

24) 🛠️🤔

Ejercicio 24: ¿Cuántas frecuencias usa un modem full dúplex QAM-64?

26) 🛠️🤔

Ejercicio 26: ¿Por qué el tiempo de muestreo de PCM ha sido fijado a 125 microsegundos?

28) 🛠️🤔

Ejercicio 28: Comparar la máxima tasa de datos de un canal sin ruido de 4 kHz usando

- (a) Codificación analógica (por ejemplo, QPSk) con 2 bits por muestra.
- (b) El sistema PCM T1.

C)

Ejercicio C: Si en un diagrama de constelación todos los puntos están en un círculo centrado en el origen. ¿Qué tipo de modulación está siendo usada?

Distancia al origen = amplitud

Ángulo = fase (desplazamiento horizontal)

Si todos los puntos están en un círculo significa que tienen todos la misma amplitud, y por ende se está modulando por fase

D)

Ejercicio D: Un modem con diagrama de constelación tiene los puntos con coordenadas (0, 1) y (0, 2). ¿Usa el modem modulación de fase o de amplitud?

La fase (el ángulo) es el mismo, por ende usá modulación por amplitud

Multiplexado

25)

Ejercicio 25: Diez señales, cada una requiere 4000 Hz, son multiplexadas en un canal único usando FDM. ¿Cuál es el mínimo ancho de banda requerido para el canal multiplexado? Asumir que las bandas de guarda son de 400 Hz de ancho.

$$\begin{aligned} 10 * 4000 \text{ Hz} + 9 * 400 \text{ Hz} \\ = 43600 \text{ Hz} \end{aligned}$$

27)

Ejercicio 27: ¿Cuál es el porcentaje de sobrecarga en una portadora T1? O sea, ¿qué porcentaje de los 1,544 Mbps no son entregados al usuario final?

44)

Ejercicio 44: Suponer que A, B, y C están transmitiendo el bit 0 usando un sistema CDMA con secuencias de chip de la figura de abajo. ¿Cuál es la secuencia de chips resultante?

$$A = (-1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1)$$

$$B = (-1 \ -1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1)$$

$$C = (-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1)$$

$$D = (-1 \ +1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ +1 \ -1)$$

$$\bar{A} + \bar{B} + \bar{C} = (+3 \ +1 \ +1 \ -1 \ -3 \ -1 \ -1 \ +1)$$

45)

Ejercicio 45: considerar una manera diferente de mirar la propiedad de ortogonalidad de secuencias de chips de CDMA. Cada bit en un par de secuencias puede o no coincidir. Expresar la propiedad de ortogonalidad en términos de coincidencias y falta de coincidencias.

Dos secuencias de bits son ortogonales si coinciden en exactamente la mitad de los elementos

46)

Ejercicio 46: Un receptor CDMA recibe los siguientes chips: (-1, +1, -3, +1, -1, -3, +1, +1). Asumir que la secuencia de chips definida en la figura de abajo, ¿cuáles estaciones transmitieron, y cuales bits cada una envió?

$$A = (-1 \ -1 \ -1 \ +1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1)$$

$$B = (-1 \ -1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1)$$

$$C = (-1 \ +1 \ -1 \ +1 \ +1 \ +1 \ -1 \ -1)$$

$$D = (-1 \ +1 \ -1 \ -1 \ -1 \ -1 \ +1 \ -1)$$

$$A = (-1, \ -1, \ -1, \ +1, \ +1, \ -1, \ +1, \ +1)$$

$$B = (-1, \ -1, \ +1, \ -1, \ +1, \ +1, \ +1, \ -1)$$

$$C = (-1, \ +1, \ -1, \ +1, \ +1, \ +1, \ -1, \ -1)$$

$$D = (-1, \ +1, \ -1, \ -1, \ -1, \ -1, \ +1, \ -1)$$

$$S = (-1, \ +1, \ -3, \ +1, \ -1, \ -3, \ +1, \ +1)$$

$$(S \cdot A)/8$$

$$= ((-1, \ +1, \ -3, \ +1, \ -1, \ -3, \ +1, \ +1) \cdot (-1, \ -1, \ -1, \ +1, \ +1, \ -1, \ +1, \ +1))/8$$

$$\begin{aligned}
&= (+1 \ -1 \ +3 \ +1 \ -1 \ +3 \ +1 \ +1)/8 \\
&= +8/8 \\
&= +1
\end{aligned}$$

(S·B)/8

$$\begin{aligned}
&= ((-1, +1, -3, +1, -1, -3, +1, +1) \\
&\quad \cdot (-1, -1, +1, -1, +1, +1, +1, -1))/8 \\
&= (+1 \ -1 \ -3 \ -1 \ -1 \ -3 \ +1 \ -1)/8 \\
&= -8/8 \\
&= -1
\end{aligned}$$

(S·D)/8

$$\begin{aligned}
&= ((-1, +1, -3, +1, -1, -3, +1, +1) \\
&\quad \cdot (-1, +1, -1, +1, +1, +1, -1, -1))/8 \\
&= (+1 \ +1 \ +3 \ +1 \ -1 \ -3 \ -1 \ -1)/8 \\
&= 0/8 \\
&= 0
\end{aligned}$$

(S·C)/8

$$\begin{aligned}
&= ((-1, +1, -3, +1, -1, -3, +1, +1) \\
&\quad \cdot (-1, +1, -1, -1, -1, -1, +1, -1))/8 \\
&= (+1 \ +1 \ +3 \ -1 \ +1 \ +3 \ +1 \ -1)/8 \\
&= +8/8 \\
&= +1
\end{aligned}$$

A mandó un 1, B mandó un 0, C no mando nada y D mandó un 1

E)

Ejercicio E: Producir 8 secuencias de chip de largo 8 ortogonales 2 a 2.

(+1, +1, +1, +1, +1, +1, +1, +1)
 (+1, +1, +1, +1, -1, -1, -1, -1)
 (+1, +1, -1, -1, +1, +1, -1, -1)
 (+1, +1, -1, -1, -1, -1, +1, +1)
 (+1, -1, +1, -1, +1, -1, +1, -1)
 (+1, -1, +1, -1, -1, +1, -1, +1)
 (+1, -1, -1, +1, +1, -1, -1, +1)
 (+1, -1, -1, +1, -1, +1, +1, -1)

F)

Ejercicio F: En la discusión acerca de ortogonalidad de secuencias de chips CDMA, se dijo que si $S \cdot T = 0$ entonces $S \cdot \underline{T} = 0$. Pruébalo.

Sea $S \cdot T = 0$

$S \cdot \bar{T}$

$$\begin{aligned} &= \sum_{i=1}^n S_i \cdot (-T_i) / 8 \\ &= \sum_{i=1}^n -(S_i \cdot T_i) / 8 \\ &= -\sum_{i=1}^n (S_i \cdot T_i) / 8 \\ &= -S \cdot T \\ &= -\theta \\ &= 0 \end{aligned}$$

Redes de celulares

40)

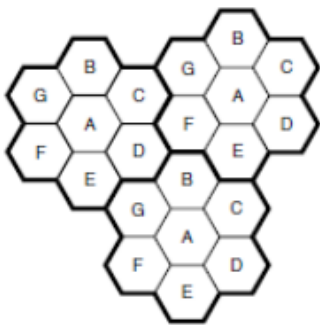
Ejercicio 40: En un sistema telefónico móvil típico con celdas hexagonales está prohibido reutilizar una banda de frecuencia en una celda adyacente. Si 840 frecuencias están disponibles, ¿cuántas pueden ser usadas por una celda dada?

Si una celda usa la frecuencia A, sus 6 vecinos pueden usar B, C, B, C, B, C. Esto son 3 frecuencias en total

$$840/3 = 280$$

41)

Ejercicio 41: la disposición actual de las celdas es rara vez tan regular como se muestra en la figura de abajo. Dar una razón posible de por qué una celda individual puede tener una forma irregular. ¿Cómo estas formas irregulares afectan la asignación de frecuencias para cada celda?



Por que es raro que se puedan poner las antenas de forma tan regular

Con celdas irregulares, la distancia entre celdas que tienen la misma frecuencia es variable

43) 🤔

Ejercicio 43: a veces cuando un usuario móvil cruza una frontera de una celda a otra, la llamada corriente es abruptamente terminada, aun cuando todos los transmisores y receptores están funcionando perfectamente. ¿por qué?

Supongo que puede ser que todos los canales de la nueva celda estén ocupados

Redes de cable

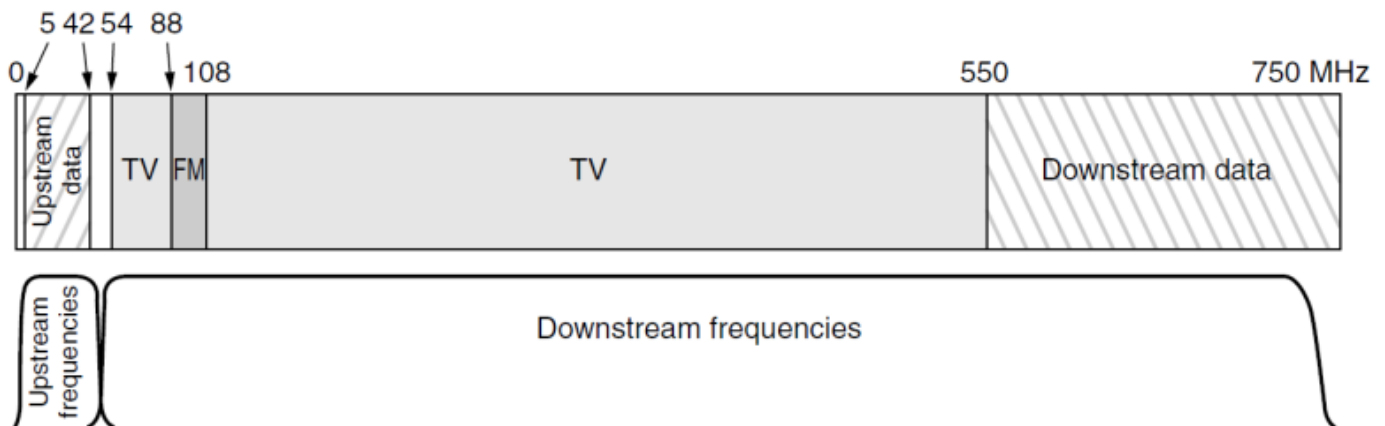
49)

Ejercicio 49: Una compañía de cable decide proveer acceso a internet por un cable en un vecindario consistente de 5000 casas. La compañía usa un cable coaxial y el alojamiento de espectro permite 100 Mbps de bajada por cable. Para atraer clientes la compañía decide garantizar al menos 2 Mbps de bajada para cada casa en todo momento. Describir qué es lo que la compañía necesita hacer para proveer esta garantía.

En cada cable de 100 Mb/s se pueden conectar hasta 50 casas, por lo que van a hacer falta 100 cables

50) 🛠️🤔

Ejercicio 50: Usando el alojamiento de espectro mostrado en la figura de abajo y la información dada en el texto, ¿cuántos Mbps un sistema de cable aloja para subida y cuántos para bajada?



frecuencia de bajada
= $42 - 5$
= 37

frecuencia de subida
= $750 - 550$
= 200