UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL NORDESTE

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

Licenciatura en Sistemas de Información.

Comunicaciones de Datos

Año: 2025

Asselborn, Santiago José.

Gerber, Federico Augusto.

Larroza, Lautaro Nahuel.

Luque Tourn, Manuel Emmanuel.

Pereira Da Ponte, Oscar Nair Rojas.

Entrega TP 1, 2, 3, 4

1. De una caja que contiene bolas de billar, se elige una al azar. Calcular la cantidad de información contenida en el mensaje si la bola extraída es:

Datos:
- Bolas **lisas**: 1 a 7 => 7 bolas
- Bola **8**: negra => 1 bola
- Bolas **rayadas**: 9 a 15 => 7 bolas
- Total de bolas objetivo = 15

Utilizamos la fórmula de Shannon para la cantidad de información:

i. Una bola rayada.

Hay 7 bolas rayadas de 15 ⇒ p = $\frac{7}{15}$

I = $\log_2\left(\frac{1}{\frac{7}{15}}\right) = \log_2\left(\frac{15}{7}\right) = \log_2(2.14) = \mathbf{1.10bits}$

ii. La bola número 7.

Hay solo una bola 7⇒ p = $\frac{1}{15}$

I = $\log_2(15) = \mathbf{3.91bits}$

iii. Una bola lisa.

Las lisas son del 1 al 7, es decir 7 de 15 ⇒ p = $\frac{7}{15}$

I = $\log_2\left(\frac{1}{\frac{7}{15}}\right) = \log_2\left(\frac{15}{7}\right) = \log_2(2.14) = \mathbf{1.10bits}$

iv. La bola número 8.

Hay solo una bola 8 ⇒ p = $\frac{1}{15}$

I = $\log_2(15) = \mathbf{3.91bits}$

2. Dado el alfabeto cuyos símbolos son 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E y F todos equiprobables, calcular la cantidad de información obtenida al presentarse:

Total de símbolos:

Hay 16 símbolos (del 0 al 9 y de la A a la F)

Como **todos son equiprobables**, la probabilidad de cada símbolo es:

$$P = \frac{1}{16}$$

i. El símbolo A.

$I = \log_2\left(\frac{1}{p}\right) = \log_2(16) = \mathbf{4bits\ por\ simbolo}$

ii. Un mensaje compuesto por dos símbolos

Teniendo en cuenta que cada símbolo aporta 4bits ⇒ 2 x 4 = **8bits**

iii. Una palabra formada por cuatro símbolos.

4bits por letra x 4 = **16bits**

iv. Una palabra de seis símbolos, que inicia con 00.

00 ya fija 2 símbolos por lo cual quedan los 4 restantes

I = 4 símbolos x 4bits = **16bits**

3. En hexadecimal, los colores HTML se especifican mediante una cadena de caracteres o código hexadecimal con la forma #RRGGBB, donde RR, GG y BB especifican la intensidad de los colores rojo (red), verde (green) y azul (blue).

i. ¿Cuál es la cantidad de información necesaria para especificar la intensidad de cada uno de los colores?

Cada color primario (rojo, verde, azul) se representa con dos dígitos hexadecimales.

16 × 16=256 valores posibles

$$P = \frac{1}{256}$$

$$I = \log_2 (256) = \mathbf{8bits}$$

ii. ¿Cuál es la cantidad de información necesaria para representar un color?

Hay 16 valores posibles, es decir:

$I = \log_2 (16) = \mathbf{4bits}$

I = 6 dígitos x 4bits = **24bits**

4.De una baraja inglesa, se elige una al azar. Calcular la cantidad de información obtenida cuando se conoce que la carta es:

La baraja inglesa tiene 52 cartas comunes y 2 comodines → 54 cartas en total
Está dividida en 4 palos:

- 2 rojos: diamantes ♦ y corazones ♥
- 2 negros: tréboles ♣ y picas ♠

Cada palo tiene 13 cartas:

- Números: A, 2 al 10
- Figuras: J, Q, K → 3 por palo × 4 palos = 12 figuras

i) De picas.

$$P = \frac{13}{54}$$

Hay 13 cartas de picas

I = $\log_2\left(\frac{13}{54}\right) = \log_2(4.15) = \mathbf{2.05bits}$

ii) Una roja.

Existen 2 palos rojos (cada uno de 13 cartas, es decir 26 rojas en total).

P = $\frac{26}{54} \Rightarrow$ I = $\log_2\left(\frac{54}{26}\right) = \log_2(2.08) = \mathbf{1.06bits}$

iii) Una figura de corazones.

Hay 3 figuras con corazones: J, Q, K

P = $\frac{3}{54} \Rightarrow$ I = $\log_2\left(\frac{54}{3}\right) = \log_2(18) = \mathbf{4.17bits}$

iv) Un comodín.

P = $\frac{2}{54} \Rightarrow$ I = $\log_2\left(\frac{54}{2}\right) = \log_2(27) = \mathbf{4.75bits}$

5. Una fuente de memoria nula produce cinco símbolos pertenecientes al alfabeto
S = {a, b, c, d, e} de acuerdo a la siguiente ley de probabilidades
P(a) = 0.5;
P(b) = 0.25;
P(c) = 0.125;
P(d) = 0.0625;

P(e) = 0.0625;
Calcular su entropía.

Formula de la entropía

$$H(S) = \sum_{i=1}^{q} P(s_i) \times I(s_i)$$

a) I(a) = $\log_2\left(\frac{1}{0.5}\right) = \log_2(2) = 1 \Rightarrow 0.5\ x\ 1 = 0.5$
b) I(b) = $\log_2\left(\frac{1}{0.25}\right) = \log_2(4) = 2 \Rightarrow 0.25\ x\ 2 = 0.5$
c) I(c) = $\log_2\left(\frac{1}{0.125}\right) = \log_2(8) = 3 \Rightarrow 0.125\ x\ 3 = 0.375$
d) I(d) = $\log_2\left(\frac{1}{0.0625}\right) = \log_2(16) = 4 \Rightarrow 0.0625\ x\ 4 = 0.25$
e) I(e) $= 4 \Rightarrow 0.0625\ x\ 4 = 0.25$

H(S) = 0.5+0.5+0.375+0.25+0.25=**1.875 bits**

6. Considerando una fuente que emite símbolos pertenecientes al alfabeto S = $\{s_1, s_2, s_3\}$ con probabilidades P(s_1) = P(s_2) = ¼ y P(s_3) = ½.

i) Calcular la entropía de la fuente

Para S1 Y S2:

P = $\frac{1}{4},\ I = log_2\left(\frac{1}{\frac{1}{4}}\right) = log_2(4) = 2$

0.25 x 2 = **0.5 cada uno**

Para S3:

P = $\frac{1}{2},\ I = log_2(2) = 1$

0.5 x 1 = **0.5**

H(S) = 0.5 + 0.5 + 0.5 = **1.5bits**

ii) Definir las extensiones de orden 2 y 3, y calcular su entropía

Orden 2:
H(S_2) $=$ 2 x 1.5 = **3bits**

Orden 3:
H(S_3) $=$ 3 x 1.5 = **4.5bits**

7. Calcular la tasa de información de un sistema de transmisión donde:

- $P(A)$=0.5
- $P(B)$=0.3;
- $P(C)$=0.2;
- τ(A)=0.1 seg.
-τ(B)=0.3 seg.
-τ(C)=0.2 seg.

A: $\mathrm{P} = 0.5 \Rightarrow log_2(2) = 1 \Rightarrow 0.5 \times 1 = 0.5$

B: $\mathrm{P} = 0.3 \Rightarrow log_2(1/0.3) = log_2(3.33) = 1.736 \Rightarrow 0.3 \times 1.736 = 0.5208$

C: $\mathrm{P} = 0.2 \Rightarrow log_2(1/0.2) = log_2(5) = 2.322 \Rightarrow 0.2 \times 2.322 = 0.4644$

$\mathrm{H(S)} = 0.5 + 0.5208 + 0.4644 =$ **1.4852bits**

t= $0.5 \cdot 0.1 + 0.3 \cdot 0.3 + 0.2 \cdot 0.2 = 0.05 + 0.09 + 0.04 =$ **0.18Seg duracion media**

$\mathrm{T} = \frac{1.4852bits}{0{,}18Seg} =$ **8.25bps (Tasa de información)**

8. Se tiene una fuente de 16 símbolos equiprobables con una duración de 2 milisegundos. La información se transmite en bloques de 6 símbolos, delimitados por un símbolo con una duración de 3 milisegundos. Calcular la tasa de información del sistema.

P = $\frac{1}{16}$, $I = log_2(16) = 4bits\ por\ simbolo$ = H(S) = 4bits

Si cada bloque tiene 6 símbolos y cada uno aporta 4bits, entonces:
Información total por bloque = 6 x 4 = 24bits

Cada bloque dura 2ms = 6 x 2 = 12ms + 3ms = 15ms = 0.015seg

T = $\frac{INFORMACION\ DEL\ BLOQUE}{DURACION\ DEL\ BLOQUE}$ = $\frac{24bits}{0.015seg} = 1600bits\ por\ segundo$

9. Considerando la fuente de memoria nula S= {i, a, n, s, b, e}, con probabilidades P = {0.01, 0.40, 0.19, 0.17, 0.11, 0.12}
a) Obtener un código compacto binario para la fuente dada utilizando el algoritmo de Shannon-Fano.
i) Calcular la longitud media del código obtenido.
ii) Calcular la entropía de la fuente.
iii) Calcular el rendimiento del código.
iv) Calcular la ratio de compresión del código compacto.

Símbolo	Probabilidad	Código Shannon-Fano
i	0.40	0
a	0.19	10
n	0.17	11
B	0.12	110
S	0.11	111
e	0.01	1110

L = (0.40·2) + (0.19·2) + (0.17·3) + (0.12·3) + (0.11·3) + (0.01·3)

L=0.80+0.38+0.51+0.36+0.33+0.03=**2.41 bits longitud media**

H(S)=0.5288+0.4552+0.4346+0.3671+0.3506+0.0664=**2.20bits Entropia**

$\mathrm{N} = \frac{H(S)}{L} = \frac{2.20bits}{2.41\ bits} =$ **0.91 de Rendimiento**

R = $\frac{\log_2(q)}{L}$

$log_2(6) = 2.58496$

R = $\frac{2.58496}{2.41} = 1.073$ Ratio de comprensión

b) Obtener un código compacto binario para la fuente dada utilizando el algoritmo de Huffman.
i) Calcular la longitud media del código obtenido.
ii) Calcular la entropía de la fuente.
iii) Calcular el rendimiento del código.
iv) Calcular el ratio de compresión del código compacto.

Símbolo	Probabilidad	Código Huffman
i	0.40	0
a	0.19	100
n	0.17	101
B	0.12	110
S	0.11	1110
e	0.01	1111

L=(0.40·1)+(0.19·3)+(0.17·3)+(0.12·3)+(0.11·4)+(0.01·4)
L=0.40+0.57+0.51+0.36+0.44+0.04=**2.32 bits Longitud**

H(S)=0.5288+0.4552+0.4346+0.3671+0.3506+0.0664=**2.20bits Entropia**

$$\mathrm{N} = \frac{H(S)}{L} = \frac{2.20bits}{2.32\ bits} = \mathbf{0.94\ de\ Rendimiento}$$

$$\log_2 (6) = 2.58496$$

$$\mathrm{R} = \frac{2.58496}{2.32} = \mathbf{1.1142\ Ratio\ de\ comprensión}$$

10. Dada la fuente de memoria nula S={ x,y } P(a)=0.67 P(b)=0.33 obtener un código compacto binario (utilizar el algoritmo de Huffman) y calcular su rendimiento. Codificar las extensiones de segundo, tercer y cuarto orden y calcular sus respectivos rendimientos. Representar gráficamente el rendimiento en un par de ejes cartesianos ¿Qué observa?

Símbolo	Probabilidad	Código
x	0.67	0
y	0.33	1

$$\frac{H(S)}{L} = \frac{0.9099}{1} = \mathbf{0.91\ de\ Rendimiento}$$

1. Calcular la Distancia *Hamming:*

i. Si se transmite la palabra $c = 1001$ y se recibe la palabra $c' = 0011$.

ii. Si se transmite la palabra $c = 101010$ y se recibe la palabra $c' = 110100$.

1)

i. c = 1001 y c' = 0011

1001
<u>0011</u>
1010

d(1001, 0011) = **2**.

ii. c = 101010 y c' = 110100

101010
<u>110100</u>
011110

d(101010, 110100) = **4**.

2. Se utiliza un código de triple repetición, decodificar las palabras recibidas $c_1 = 101$; $c_2 = 001$; $c_3 = 111$.

2) Aplicamos regla de mayoría (decodificamos cada palabra)

c1 = 101 = 1   c2 = 001 = 0   c3= 111 = 1

Por lo tanto, el resultado final es de **101**.

3. Determinar si los códigos dados son códigos de bloques lineales.

a. $C_1 = \{000,\ 101,\ 011,\ 110\}$

b. $C_2 = \{0000, 1011,\ 0111,\ 1110\}$

3) Condiciones para considerar que los códigos sean códigos de bloques lineales:

* Debe existir 000 o 0000.
* Debe ser cerrado bajo la suma binaria.

a) Podemos observar que existe 000.

000	000	000	101	101	011
101	011	110	011	110	110
101	011	110	110	011	101

Ya que todos los resultados aparecen en el conjunto de códigos, podemos afirmar que se trata de un código de bloque lineal.

b) Podemos observar que existe 0000.

0000	0000	0000	1011	1011	0111
1011	0111	1110	0111	1110	1110
1011	0111	1110	1100	0101	1001

Ya que podemos observar que hay resultados que no aparecen en el conjunto de códigos, se determina que NO se trata de un código de bloque lineal.

4. Considerando el (7, 4, 3) $-$ *código de Hamming*:

a. Calcule la eficiencia del código.
b. Obtenga las ecuaciones para el cálculo de los bits de paridad y síndromes (Tabla 1).
c. Codifique las palabras de datos:
   i. $u_1 = 1110$,
   ii. $u_2 = 1011$.
d. Decodificar las palabras código:
   i. $v_1 = 1011100$,
   ii. $v_2 = 1111011$.
   iii. Si se detecta un error, corregir indicando la posición del bit alterado y obtener la palabra de datos originalmente transmitida.

Tabla 4

	b_4	b_3	b_2	p_3	b_1	p_2	p_1
s_3	1	1	1	1	0	0	0
s_2	1	0	1	0	1	0	0
s_1	1	0	1	1	1	0	0

4)

a) La eficiencia del código es: $\frac{k}{n}$, donde k = 4 bits y n = 7 bits, por lo tanto $\mathbf{\frac{4}{7}}$.

b) p1 = b1⨁b2⨁b4
p2 = b1⨁b3⨁b4
p3 = b2⨁b3⨁b4

s1 = b1⨁b2⨁b4⨁p1
s2 = b1⨁b3⨁b4⨁p2
s3 = b2⨁b3⨁b4⨁p3

c) i. u1 = 1110
Los bits de la palabra de datos son:
b4 b3 b2 b1
1 1 1 0
Calculamos los bits de paridad:
p3 = 1⨁1⨁1 = 1
p2 = 0⨁1⨁1⨁1 = 1
p1 = 0⨁1⨁1⨁1 = 1
p1 p2 p3 b1 b2 b3 b4
1 1 1 0 1 1 1

ii. u2 = 1011
Los bits de la palabra de datos son:
b4 b3 b2 b1
1 0 1 1
Calculamos los bits de paridad:
p3 = 1⨁0⨁1 = 0
p2 = 1⨁0⨁0 = 0
p1 = 1⨁1⨁1 = 1
p1 p2 p3 b1 b2 b3 b4
1 0 0 1 1 0 1

d) i. v1 = 1 0 1 1 1 0 0
s1 = 1⊕0 = 1
s2 = 0⊕1 = 1
s3 = 1⊕1 = 0
v'1 = **0011**

$$\begin{vmatrix} 011100 \\ 101010 \\ 110001 \end{vmatrix}$$

ii. v2 = 1111011
s1 = 1⊕0 = 1
s2 = 1⊕1 = 0
s3 = 1⊕0 = 1
v'2 = 1111

5. Sea el (6, 3, 3) − $código$ con matriz generatriz G y de control de paridad H.

$$C = \begin{vmatrix} 100011 \\ 010101 \\ 001110 \end{vmatrix} ; H = \begin{vmatrix} 011100 \\ 101010 \\ 110001 \end{vmatrix}$$

a. Codifique las palabras de datos:
   i. d1 = 011,
   ii. d2 = 101.
b. Construya la tabla estándar considerando todos los patrones correspondientes a un bit erróneo.
c. Decodificar las palabras:
   i. c1 = 100110,
   ii. c2 = 100111.
d. Suponga que en la tabla estándar se agregan los patrones 100100; 010010 y 001001 correspondientes a dos bits erróneos.
   i. Obtener el síndrome asociado a cada uno.
   ii. Suponga que se recibe la palabra c3 = 100100. ¿Qué observa?

5)
a) i. d1 = 011

011 * = **011011**

ii. d2 = 101

101 * = **101101**

$$\begin{vmatrix} 100011 \\ 010101 \\ 001110 \end{vmatrix}$$

b) Tabla estándar

Matriz de control de paridad:

$$\begin{vmatrix} 100011 \\ 010101 \\ 001110 \end{vmatrix}$$

Líderes síndromes

000000	011
000001	101
000010	110
000100	100
001000	010
100000	001

c) i. c1 = 100110

Calculamos el síndrome de la palabra recibida: h(r) = r . H T

$$100110 * \begin{vmatrix} 0\,1\,1 \\ 1\,0\,1 \\ 1\,1\,0 \\ 1\,0\,0 \\ 0\,1\,0 \\ 0\,0\,1 \end{vmatrix} = 101$$

c1 = 100110⨁010000 = 110110

La palabra de datos de c’1 = **110**.

ii. c2 = 100111

Calculamos el síndrome de la palabra recibida: h(r) = r . H T

$$100111 * \begin{vmatrix} 0\,1\,1 \\ 1\,0\,1 \\ 1\,1\,0 \\ 1\,0\,0 \\ 0\,1\,0 \\ 0\,0\,1 \end{vmatrix} = 100$$

c2 = 100111⨁000100 = 100011

La palabra de datos es c’2 = **100**.

d) i. Tanto para 100100, 010010 y 001001 el síndrome es 111.

ii. Se recibe la palabra c3 = 100100 el síndrome será el mismo que las anteriores, es decir, 111.

6. Dadas las matrices:

$$I = \begin{vmatrix} 1000 \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \end{vmatrix} ; P = \begin{vmatrix} 110 \\ 101 \\ 011 \\ 111 \end{vmatrix}$$

a. Hallar la matriz que caracteriza al $(7, 4, 3) - código$.
b. Codificar las palabras de datos:
   i. $d_1 = 1011$,
   ii. $d_2 = 1101$,
   iii. $d_3 = 1110$,
   iv. $d_4 = 0011$.

6)

a) La matriz que caracteriza al (7, 4, 3) código es la matriz G = I | P:

$$G = \begin{vmatrix} 1\,0\,0\,0 & 1\,1\,0 \\ 0\,1\,0\,0 & 1\,0\,1 \\ 0\,0\,1\,0 & 0\,1\,1 \\ 0\,0\,0\,1 & 1\,1\,1 \end{vmatrix} \qquad H = \begin{vmatrix} 1\,1\,0\,1 & 1\,0\,0 \\ 1\,0\,1\,1 & 0\,1\,0 \\ 0\,1\,1\,1 & 0\,0\,1 \end{vmatrix}$$

b)

i. d1 = 1011

$$|1\,0\,1\,1| \cdot \begin{vmatrix} 1\,0\,0\,0\,1\,1\,0 \\ 0\,1\,0\,0\,1\,0\,1 \\ 0\,0\,1\,0\,0\,1\,1 \\ 0\,0\,0\,1\,1\,1\,1 \end{vmatrix} = |1\,0\,1\,1\,0\,1\,0|$$

La palabra código es d1 = **10 1 1 0 1 0**

ii. d2 = 1101

$$|1\,1\,0\,1| \cdot \begin{vmatrix} 1\,0\,0\,0\,1\,1\,0 \\ 0\,1\,0\,0\,1\,0\,1 \\ 0\,0\,1\,0\,0\,1\,1 \\ 0\,0\,0\,1\,1\,1\,1 \end{vmatrix} = |1\,1\,0\,1\,1\,0\,0|$$

La palabra código es d2 = **1 1 0 1 1 0 0**

iii.d3 = 1110

$$|1\,1\,1\,0| \cdot \begin{vmatrix} 1\,0\,0\,0\,1\,1\,0 \\ 0\,1\,0\,0\,1\,0\,1 \\ 0\,0\,1\,0\,0\,1\,1 \\ 0\,0\,0\,1\,1\,1\,1 \end{vmatrix} = |1\,1\,1\,0\,0\,0\,1|$$

La palabra código es d3 = **1 1 1 0 0 0 1**

iv. d4 = 0011

$$|0\,0\,1\,1| \cdot \begin{vmatrix} 1\,0\,0\,0\,1\,1\,0 \\ 0\,1\,0\,0\,1\,0\,1 \\ 0\,0\,1\,0\,0\,1\,1 \\ 0\,0\,0\,1\,1\,1\,1 \end{vmatrix} = |0\,0\,1\,1\,1\,0\,0|$$

La palabra código es d4 = **0 0 1 1 1 0 0**

7. Sea el (7, 4, 3) $-$ $código$ con matriz de control de paridad H:

$$H = \begin{vmatrix} 1101100 \\ 1011010 \\ 0111001 \end{vmatrix}$$

Decodificar las palabras:

a. c_1 = 1010010,

b. c_2 = 1001100.

7)

$$\begin{vmatrix} 1\,1\,0 \\ 1\,0\,1 \\ 0\,1\,1 \\ 1\,1\,1 \\ 1\,0\,0 \\ 0\,1\,0 \end{vmatrix}$$

e	h(e)
0 0 0 0 0 0 0	0 0 0
0 0 0 0 0 0 1	0 0 1
0 0 0 0 0 1 0	0 1 0
0 0 0 0 1 0 0	1 0 0
0 0 0 1 0 0 0	1 1 1

Traspuesta de H =

a) c1 = 1010010

$$c1 = 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0 * \begin{vmatrix} 1\ 1\ 0 \\ 1\ 0\ 1 \\ 0\ 1\ 1 \\ 1\ 1\ 1 \\ 1\ 0\ 0 \\ 0\ 1\ 0 \\ 0\ 0\ 1 \end{vmatrix} = 1\ 1\ 1$$

c1 = 1 0 1 0 0 1 0 ⨁ 0 0 0 1 0 0 0 = 1 0 1 1 0 1 0
La palabra válida es c1 = **1 0 1 1 0 1 0**

b) c2 = 1001100

$$c2 = 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0 * \begin{vmatrix} 1\ 1\ 0 \\ 1\ 0\ 1 \\ 0\ 1\ 1 \\ 1\ 1\ 1 \\ 1\ 0\ 0 \\ 0\ 1\ 0 \\ 0\ 0\ 1 \end{vmatrix} = 1\ 0\ 1$$

c2 = 1 0 0 1 1 0 0 ⨁ 0 1 0 0 0 0 0 = 1 1 0 1 1 0 0
La palabra válida es c2 = **1 1 0 1 1 0 0**

8. Dado el polinomio generador $(x) = x^4 + x + 1$; determinar la secuencia de comprobación de la trama (FCS) y la trama (T) para transmitir el mensaje M = 10110101101.

8)
G = $x^4 + x + 1$

```
10011  1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0
  1 0 0 1 1
      0 0 1 0 0
        1 0 0 1 1
          1 0 1 1 0
             1 0 0 1 1
               0 0 1 0 1
                 1 0 0 1 1
                    1 0 1 1 0
```

```
                    1 0 0 1 1
                      0 0 1 0 1
                        1 0 0 1 1
                          1 0 1 1 1
                            1 0 0 1 1
                              0 1 1 0 0
                                1 0 0 1 1
                                  1 0 1 1 1

     1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0
    ⊕                    1 0 1 1 1
T =  1 0 1 1 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 1
```

9. Dada la palabra de datos M = 10100111100 y el patrón P = 10111, determinar en el

Transmisor la secuencia de comprobación de trama y la trama a transmitir. Asumiendo que la trama se recibió sin error, realice la comprobación en el receptor.

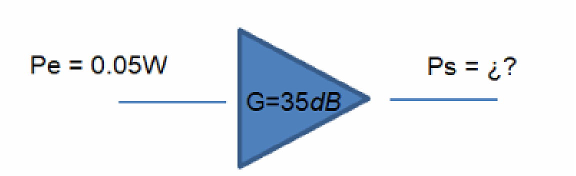
9) M = 10100111100 y P = 10111

```
10111  1 0 1 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
       1 0 1 1 1
         0 0 0 1 1
          1 1
          1 0 1 1 1
          0 1 0 0 1
            0 1 1
            1 0 1 1 1
            1 1 0 0 0
              1 0 0 0 0
              1 0 1 1 1
              0 0 1 1 1
               1 1 1
               1 0 1 1 1
               0 1 0 0 0
                 1 0 0 0 0
                 1 0 1 1 1
                 0 0 1 1 1
                   1 1 1
                   1 0 1 1 1
                   0 1 0 0 0
                     1 0 0 0 0
                     1 0 1 1 1
                     0 0 1 1 1
                       1 1 1
                       1 0 1 1 1
                       0 1 0 0 0
                         0 0 0 0
```

TP3 - Transmisión de Señales y Transmisión de Datos

Ejercicio 1

1. Para el circuito amplificador, cuya ganancia es de 35dB, calcular la potencia de salida si la potencia de entrada es de 0,05W.



G(dB)=10·log10(PePs)

Donde:

- G(dB)=35
- Pe=0,05
- Ps=?

Despejamos la fórmula para Ps: $\frac{Ps}{Pe} = 10^{\frac{G(dB)}{10}} \rightarrow Ps = 10^{\frac{35}{10}} * Pe$

Ps= $10^{3,5} * 0,05$

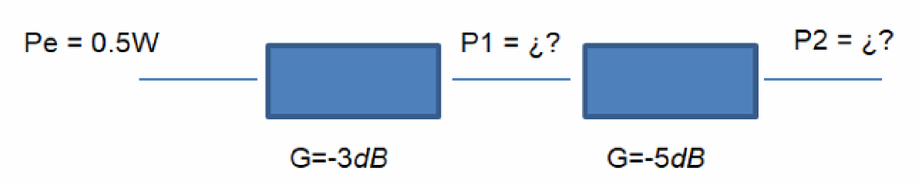
$10^{3,5} \approx 3162,28$

Ps= 3162,28 * 0,05 ≈ 158,11W

Respuesta:
La potencia de salida del amplificador es aproximadamente 158,11 W.

Ejercicio 2

2. Dado el siguiente circuito de conexión, compuesto por dos dispositivos atenuadores, calcular el valor de salida del circuito, siendo la potencia de entrada de 0,5W.



Ps= $10^{\frac{G(dB)}{10}}$ * Pe

P1 = $10^{\frac{-3}{10}} * 0,5 \approx 10^{-0,3} * 0,5 \approx 0,5012 * 0,5 \approx 0,25\ W$

P2 = $10^{\frac{-5}{10}}$ * 0,25 ≈ $10^{-0,5}$ * 0,25 ≈ $0,3162 * 0,25 \approx 0,079\ W$

Respuesta

La potencia de salida final del circuito es aproximadamente 0,079 W.

Ejercicio 3

3. Se trasmite una señal de 2mW a través de un cable de 5km. Sabiendo que la pérdida en el medio es de 3dB/Km, calcular la potencia recibida.

Pérdida total=3dB/km*5km=15dB
Ps= $10^{-1,5} * 2 = 0,0316 * 2 = 0,0632\, mW$

Respuesta
La potencia recibida es aproximadamente 0,0632 mW.

Ejercicio 4

4. Para un amplificador con potencia de señal de salida de 10W y potencia de ruido de salida de 0.01W, determinar la relación de potencia de señal a ruido.

SNR=$\frac{10}{0,01} = 1000$

SNR_{dB}=$10 * log_{10}(1000) = 10 * 3 = 30dB$

Respuesta:

Relación señal a ruido: 1000:1

Relación en decibeles (SNRdB): 30 dB

Ejercicio 5

5. Calcular la velocidad máxima a la que se puede transmitir datos binarios por un canal ideal de 3KHz.

C = 2 * 3000 * 1 = 6000bps

Respuesta:
La velocidad máxima a la que se puede transmitir datos binarios por un canal ideal de 3 kHz es: 6000bps

Ejercicio 6

6. Dado un canal con ancho de banda de 3.000Hz y una SNR de 30dB. Calcular la velocidad máxima a la que se puede transmitir.

SNR= 1000

W = 3000 Hz

C= 3000 * $log_2(1001) \approx 3000 * 9{,}97 \ \approx 29.910bps$

Ejercicio 7

7. Sea un canal con una capacidad de 20Mbps y un ancho de banda de 3MHz; calcule la relación señal-ruido admisible para conseguir la mencionada capacidad.

C = 20Mbps = 20 x $10^6\ bps$
W = 3 MHz = 3 x $10^6 Hz$

SNR = $2^{\frac{20*10^6}{3*10^6}} - 1 = 2^{6.67} - 1$

SNR $\approx 101.59 - 1 = 101.59$

$SNR_{dB} = 10 * log_{10}(100{,}59) \approx 10 * 2{,}0025 = 20{,}03dB$

Ejercicio 8

8. Para operar a 9.600bps se usa un sistema de señalización digital. Si cada elemento de señal codifica una palabra de 4 bits, calcular el ancho de banda mínimo necesario. Ídem para palabras de 8 bits.

Caso 1: Palabras de 4 bits
M=16

W= $\frac{9600}{2*log_2(256)} = \frac{9600}{2*4} = \frac{9600}{8} = 1200HZ = 1.2kHz$

Caso 2: Palabras de 8 bits
M= 256

$$W = \frac{9600}{2 * log_2(256)} = \frac{9600}{2 * 8} = \frac{9600}{16} = 600Hz$$

Ejercicio 9

9. Dado un cable UTP categoría 5, con una relación SNR de 30dB, calcular el ancho de banda necesario para obtener velocidades de 10/100Mbps.

Caso 1: Velocidad de 10 Mbps

$$W = \frac{10 * 10^6}{9{,}97} \approx 1{,}003 * 10^6 Hz = 1MHz$$

Caso 2: Velocidad de 100Mbps

$$W = \frac{100 * 10^6}{9{,}97} \approx 10{,}03 * 10^6 Hz = 10MHz$$

Ejercicio 10

10. Encontrar la máxima velocidad binaria que puede desarrollar un modem 32-PSK trabajando sobre la banda vocal de 4Khz en un canal ideal libre de ruido.

M= 32
W= 4kHz = 4000Hz

C= 2 * 4000 * $log_2 32 = 2 * 4000 * 5 = 40000 bps$

Respuesta
La velocidad binaria máxima es de 40000bps = 40kbps

Ejercicio 11

11. Determinar la máxima velocidad binaria en Kbps con que transmitirá un modem 64-QAM sobre un canal de 50Khz de ancho de banda que tiene una tasa de señal a ruido de 5,2*10^3 veces.

W= 50 kHz = 50000 Hz

SNR = 5,2 * $10^3 = 5200$

$$C \approx 50.000 * log_2(1 + 5200) = 50000 * \ log_2(5201)$$

$$log_2(5201) \approx \frac{log_{10}(5201)}{log_{10}(2)} \approx \frac{3{,}716}{0{,}3010} \approx 12{,}35$$

$$C \approx 50000 * 12{,}35 = 617500\ bps$$

$$C \approx 617{,}5 Kbps$$

Respuesta
Velocidad binaria máxima ≈ 617,5 Kbps

Ejercicio 12

12. De acuerdo a la norma ITU con que fue construido, un módem 32-QAM es capaz de trabajar en la banda vocal de 4Khz realizando un trabajo de compresión y encriptación. Determinar cuál deberá ser la mínima tasa S/N en decibeles para que pueda transmitir a 56Kbps.

C= 56000 bps

W= 4000 Hz

$$\frac{C}{W} = log_2(1 + SNR) \rightarrow 1 + SNR = \ 2^{\frac{C}{W}} \ \rightarrow SNR = 2^{\frac{C}{W}} - 1$$

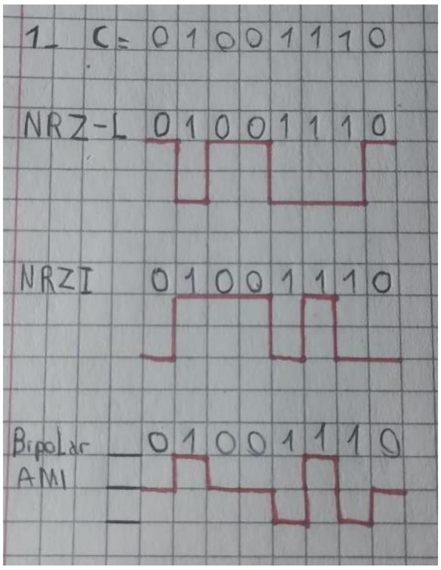
$$\frac{C}{W} = \ \frac{56000}{4000} = 14 \ \rightarrow SNR = \ 2^{14} - 1 = 16384 - 1 = 16383$$

$$SNR(dB) = 10 * log_{10}(16383) \approx 10 * 1{,}214 \ \approx 12{,}14\ dB$$

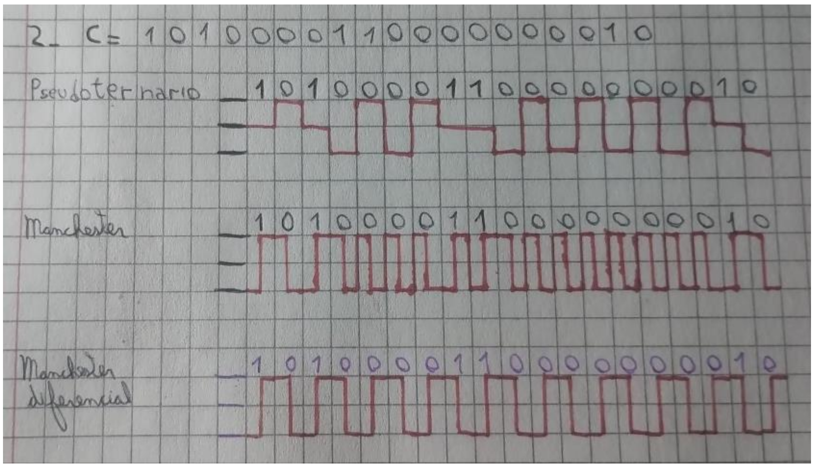
Respuesta
La mínima tasa S/N para transmitir a 56 kbps en 4 kHz es ≈ 12,14 dB

TP4 - Codificación y Modulación

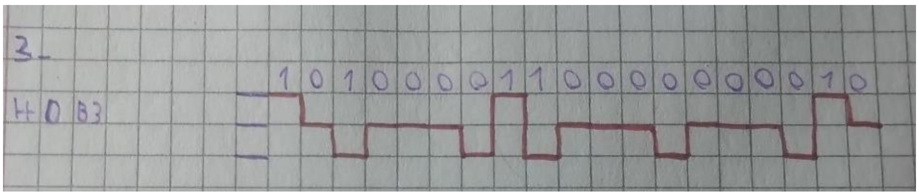
1. Para la cadena de bits 01001110, representar las formas de onda en cada uno de los siguientes códigos: NRZ-L, NRZI y Bipolar-AMI.



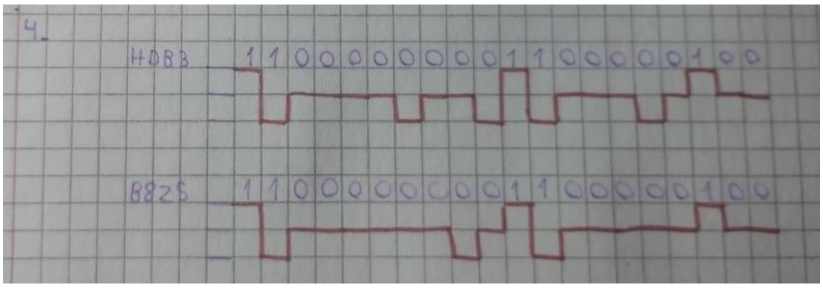
2. Dada la siguiente secuencia de bits 1010000110000000010, representar la forma de onda para los siguientes códigos Pseudoternario, Manchester y Manchester diferencial.



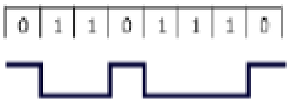
3. Dado la siguiente secuencia de bits 1010000110000000010 represente la forma de onda para el código de representación HDB3.



4. Dada la siguiente secuencia de bits 1100 0000 0011 0000 0100, representar la forma de la onda utilizando el esquema de representación HDB3 y B8ZS.

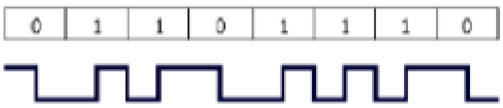


5. Dada la siguiente representación, indique la técnica de Modulación utilizada sabiendo la secuencia de bits utilizada.



La técnica utilizada para la representación de este gráfico es: NRZ-L

6. Dada la siguiente representación, indique la técnica de Modulación utilizada sabiendo la secuencia de bits utilizada.



La técnica utilizada para la representación de este gráfico es: Manchester diferencial

7. Dada la siguiente secuencia binaria y una portadora analógica de frecuencia f , $c = 2\ Hz$ representar gráficamente la forma de onda para cada tipo de modulación (ASK, FSK y PSK).