Trabajo Práctico N°1

1)

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:
   - i. Una bola rayada.
   - ii. La bola número 7.
   - iii. Una bola lisa.
   - iv. La bola número 8.

<u>Nota:</u> *el juego de billar bola 8 o pool se juega con una bola blanca y 15 bolas objetivo, numeradas del 1 al 15 en tres grupos: lisas, numeradas del 1 al 7; la bola 8, de color negro y las rayadas, numeradas del 9 al 15.*

$I = log_2 \frac{1}{p}$ En la calculadora: (log a)/(log 2)

P

16 bolas .
- → 7 rayadas ⇒ $\frac{7}{16}$
- → 1 negra ⇒ $\frac{1}{16}$
- → 1 blanca ⇒ $\frac{1}{16}$
- → 7 lisas. ⇒ $\frac{7}{16}$

cant. info.

i) → $I = \log_2 \frac{1}{\frac{7}{16}} = \log_2 \frac{16}{7} \cong 1{,}19$ bits

iv) → $I = \log_2 \frac{16}{1} = 4$ bits.

ii) → $I = \log_2 \frac{1}{\frac{1}{16}} = \log_2 \frac{16}{1} \cong 4.$ bits

iii) → $I = \log_2 \frac{1}{\frac{7}{16}} = \log_2 \frac{16}{7} \cong 1{,}19$ bits.

2)

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:
   - i. El símbolo A.
   - ii. Un mensaje compuesto por dos símbolos.
   - iii. Una palabra formada por cuatro símbolos.
   - iv. Una palabra de seis símbolos, que inicia con 00.

16 símbolos

i) $I = \log_2 \frac{1}{\frac{1}{16}} = \log_2 \frac{16}{1} = 4$ bits

ii) $P(s_1, s_2) = (1/16)^2$

→ $I(s_1, s_2) = \log_2 \frac{1}{(1/16)^2} = 850.41 = 8$ bits

iii) $I(s_1, s_2, s_3, s_4) = \log_2 \frac{1}{(1/16)^4} = \boxed{16 \text{ bits.}}$

iv) $I(\overset{0}{s_1}, \overset{0}{s_2}, s_3, s_4, s_5, s_6) = \log_2 \frac{1}{(1/16)^4} = \boxed{16 \text{ bits}}$

3)

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?

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

$$\text{i) } I = \log_2 \frac{1}{(\underbrace{1/16}_{\text{hexadecimal.}})^2} = \boxed{8 \text{ bits}}$$

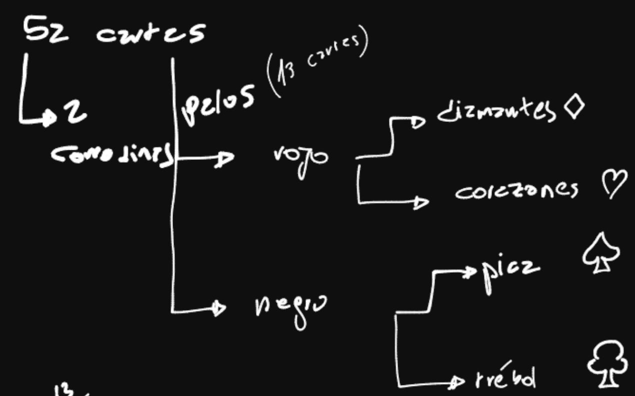
$$\text{ii) } I = \log_2 \frac{1}{(1/16)^6} = \boxed{64 \text{ bits}}$$

4)

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

i) De picas.
ii) Una roja.
iii) Una figura de corazones.
iv) Un comodín.

Nota: *la baraja inglesa está compuesta por 52 cartas divididas en cuatro palos y dos comodines. Dos palos son de color rojo (diamantes y corazones) y dos de color negro (picas y treboles). Cada palo está formado por 13 cartas, de las cuales 9 son numerables y 4 literales. Se ordenan de la siguiente manera: A, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, J, Q, K. Las figuras son el jack (J), la reina (Q) y el rey (K). El as (A) designa a la carta de cada palo con un símbolo.*



$\frac{13}{52}$

i) $I(\text{picas}) = \log_2 \frac{1}{13/52} = \log_2 \frac{52}{13} = 2 \text{ bits.}$

ii) $I(\text{roja}) = \log_2 \frac{1}{26/52} = \log_2 \frac{52}{26} = 1 \text{ bit}$

iii) $I(\text{figura corazones}) = \frac{1}{3/52} = \log_2 \frac{52}{3} \cong 4{,}12 \rightarrow 5 \text{ bits}$

iv) $I(\text{comodín}) = \frac{1}{2/52} = \log_2 \frac{52}{2} \cong 4{,}70 \longrightarrow 5 \text{ bits}$

5)

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 $P(a) = 0.5$; $P(b) = 0.25$; $P(c) = 0.125$; $P(d) = 0.0625$ y $P(a) = 0.0625$. Calcular su entropía.

Respuesta:

5) La entropía fuente es:

$$H(S) = \sum_{i=1}^{5} P(s_i) \cdot I(s_i)$$

$$= P(s_1) \cdot I(s_1) + P(s_2) \cdot I(s_2) + P(s_3) \cdot I(s_3) + P(s_4) \cdot I(s_4) + P(s_5) \cdot I(s_5)$$

$$= \frac{1}{4}\log_2\frac{1}{1/4} + \frac{1}{2}\log_2\frac{1}{1/2} + \frac{1}{16}\log_2\frac{1}{1/16} + \frac{1}{8}\log_2\frac{1}{1/8} + \frac{1}{16}\log_2\frac{1}{1/16}$$

$$= \frac{1}{4}\,2\text{bits} + \frac{1}{2}\,1\text{bits} + \frac{1}{16}\,4\text{bits} + \frac{1}{8}\,3\text{bits} + \frac{1}{16}\,4\text{bits}$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{3}{8} + \frac{1}{4} = 15/8 = 1{,}875 \text{ bits}$$

6)

6. Considerando una fuente que emite símbolos pertenecientes al alfabeto $S = \{s_1, s_2, s_3\}$ con probabilidades $P(s_1) = P(s_2) = 1/4$ y $P(s_3) = 1/2$.

i) Calcular la entropía de la fuente.

ii) Definir las extensiones de segundo y tercer orden y calcular su entropía.

Respuesta:

6)

i) La entropía de la fuente S es:

$$H(S) = \sum_{i=1}^{3} P(s_i) \cdot I(s_i)$$

$$= P(s_1) \cdot I(s_1) + P(s_2) \cdot I(s_2) + P(s_3) \cdot I(s_3)$$

$$= \frac{1}{2}\log_2\frac{1}{1/2} + \frac{1}{4}\log_2\frac{1}{1/4} + \frac{1}{4}\log_2\frac{1}{1/4}$$

$$= \frac{1}{2}\,1\text{bits} + \frac{1}{4}\,2\text{bits} + \frac{1}{4}\,2\text{bits}$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \frac{3}{2} = 1{,}5 \text{ bits}$$

ii)

$$H(S^2) = 2 \cdot H(S) = 2 \cdot 1{,}5 = 3 \text{ bits}$$

$$H(S^3) = 3 \cdot H(S) = 3 \cdot 1{,}5 = 4{,}5 \text{ bits}$$

7)

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

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

Respuesta:

7) La entropía fuente

$$H(S) = \frac{1}{3} \log 2 \frac{1}{1/3} + \frac{2}{3} \log 2 \frac{1}{2/3} = 0{,}91 \text{ bits}$$

La duración media de los símbolos es:

$$\tau = \frac{1}{3} \cdot 0{,}25 + \frac{2}{3} \cdot 0{,}33 = 0{,}30 \text{ seg}$$

La tasa de información es:

$$T = \frac{0{,}91 \text{ bits}}{0{,}30 \text{ seg}} = 3{,}03 \text{ BPS}$$

8)

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.

6. Tasa de Información

Se define como *tasa de información*, expresada en bits por segundo (bps), al cociente entre la entropía de la fuente y la duración media de los símbolos que emite:

$$T = \frac{H(S)}{\tau}$$

La duración media de los símbolos (en segundos) se calcula:

$$\tau = \sum_{i=1}^{n} \tau_i \times p_i$$

Dónde:

τ_i es la duración de cada símbolo (en segundos).

p_i es la probabilidad de ocurrencia de cada símbolo.

$t_i = 2\,ms$

$p_i = 1/16$

$I = \log_2\left(\frac{1}{1/16}\right) = \boxed{4}$

$t = \sum_{i=1}^{16} 2 \times 4 = \boxed{8}$

4. Entropía

Puede calcularse la información media suministrada por una fuente de información de memoria nula:

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

Esta magnitud, cantidad de información por símbolo de la fuente, recibe el nombre de *entropía* de la fuente de información de memoria nula.

$H(S) = \sum_{i=1}^{16} 1/16 \cdot 4 = \boxed{4}$

$T = \frac{4}{8} = 0,5\ b/ms$

Un bloque contiene: $6 * 2 = 12$ bits; $+\ 3 * 2 = 18$ bits/ms

9)

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 el ratio de compresión del código compacto.

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	paso 1	paso 2	paso 3	código
a	0,40	1	1	x	11
n	0,19	1	0	x	10
s	0,17	0	1	1	011
e	0,12	0	1	0	010
b	0,11	0	0	1	001
i	0,01	0	0	0	000

i) Código = {11, 10, 011, 010, 001, 000}

ii) $L = 0{,}4 * 2 + 0{,}19 * 2 + 0{,}17 * 3 + 0{,}12 * 3 + 0{,}11 * 3 + 0{,}01 * 3 = \boxed{2{,}086 \text{ bits.}}$

iii) $I(A) = 1{,}32$ bits

$I(N) = 2{,}39$ bits.

$I(S) = 2{,}55$ bits.

$I(E) = 3{,}05$ bits.

$I(B) = 3{,}18$ bits.

$I(I) = 6{,}64$ bits.

$\boxed{H(S) = 2{,}19 \text{ bits.}}$

IV. $\eta = \frac{H(S)}{L} = \boxed{0{,}9087}$

V. $R_v = \frac{6}{2{,}41 \text{ bits}} = \boxed{1{,}07}$

10)

11. Dada la fuente de memoria nula $S = \{x, y\}$, con $P(a) = 0.67$ y $P(b) = 0.33$ 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?

$$L = \sum P(s) \cdot l(s) = 0{,}67 \cdot 1 + 0{,}33 \cdot 1 = 1$$

entropía

$$H(s) = -[0.67\log_2 0.67+0.33\log_2 0.33] \approx 0.67(-0.57)+0.33(-1.60)=0.382+0.528 \approx 0.91$$

rendimiento

$$\eta = \frac{H(s)}{L} = \frac{0{,}91}{1} = 0{,}91$$

- símbolos: $\{xx, xy, yx, yy\}$

P(xx) = 0.67 . 0.67 = 0.4489
P(xy) = 0.67 . 0.33 = 0.2211
P(yx) = 0.33 . 0.67 = 0.2211
P(yy) = 0.33 . 0.33 = 0.1089

- Longitudes

$$L = \sum P(m) \cdot l(m) = 0{,}4489 \cdot 1 + 0{,}2211 \cdot 2 + 0{,}2211 \cdot 2 + 0{,}2211 \cdot 3 + 0{,}1089 \cdot 3 \cong 1.911$$

- Entropía

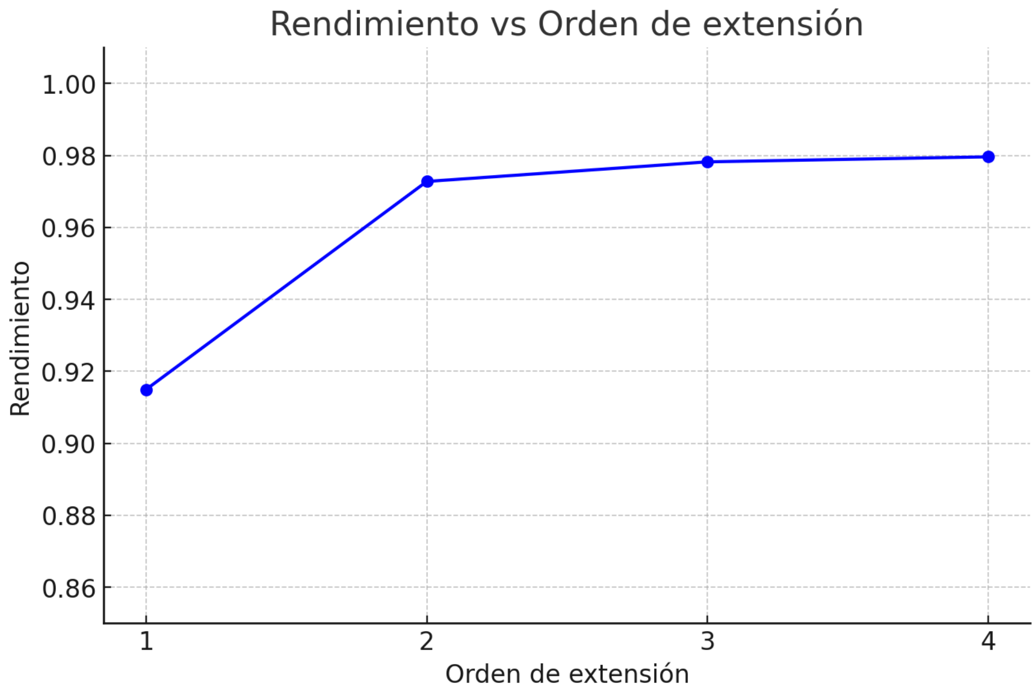
$$H(S^2) = 2 \cdot H(s) = 2 \cdot 0{,}91 = 1{,}82$$

- Rendimiento

$$\eta = \frac{H(S^2)}{L} = \frac{1{,}82}{1.911} \cong 0{,}952$$

- orden 3
  - $L \cong 2{,}806$ bits.
  - $E \cong 2{,}745$ bits.
  - $\eta \cong 0{,}9782$

- orden 4
  - $L \cong 3{,}94$
  - $E \cong 3{,}85$
  - $\eta \cong 0{,}97$



Observaciones:

- A medida que se incrementa el **orden de extensión**, el **rendimiento mejora**.
- El rendimiento se aproxima cada vez más a 1, que es el valor ideal, lo que indica una codificación muy cercana al límite teórico de la compresión (la entropía).
- Esto confirma que las **extensiones de orden superior** permiten un **aprovechamiento más eficiente** de los códigos Huffman al captar mejor la estructura estadística de la fuente.

Trabajo Práctico N°2

Códigos Detectores y Correctores de Errores

1. Calcular la Distancia *Hamming:*

   i. Si se transmite la palabra $c = 0101$ y se recibe la palabra $c' = 0011$.
   ii. Si se transmite la palabra $c = 100110$ y se recibe la palabra $c' = 110101$.

1) i. d(0101,0011)= 2
   ii. d(100110,110101)= 3

   2. Utilizando un código con un bit de paridad par se recibe la palabra $c' = 100$, ¿Cómo se decodifica?

2) La cantidad de unos en la palabra es impar, por lo que la palabra recibida es una palabra no válida

   3. Considerando el $(9,5,3) - \textit{código de Hamming}$:
      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. $u_1 = 10111$,
         ii. $u_2 = 10100$.
      d. Decodifique las palabras código:
         i. $v_1 = 001001100$,
         ii. $v_2 = 111110100$.
         iii. Si se detecta un error, corregir indicando la posición del bit alterado y obtener la palabra de datos originalmente transmitida.

Tabla 1

	b_5	p_4	b_4	b_3	b_2	p_3	b_1	p_2	p_1
s_1									
s_2									
s_3									
s_4									

3) n= 9
   k= 5
   d(C)= 3
   a) La eficiencia del código está dada por k/n= 5/9= 0.5556

b)

$$(1)\begin{cases} p4 = b5 \\ p3 = b2 \oplus b3 \oplus b4 \\ p2 = b1 \oplus b3 \oplus b4 \\ p1 = b1 \oplus b2 \oplus b4 \oplus b5 \end{cases}$$

$$(2)\begin{cases} s4 = b5 \oplus p4 \\ s3 = b2 \oplus b3 \oplus b4 \oplus p3 \\ s2 = b1 \oplus b3 \oplus b4 \oplus p2 \\ s1 = b1 \oplus b2 \oplus b4 \oplus b5 \oplus p1 \end{cases}$$

c) i. u1= 10111 u’1 = 110110101
ii. u2= 10100 u’2= 110101011

d) i. v1 = 001001100 v’1= 01001
ii. v2 = 111110100 v’2 = 11011

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

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

a. Codifique las palabras de datos:
   i. $d_1 = 011$,
   ii. $d_2 = 101$,
   iii. $d_3 = 111$.
b. Construya la tabla estándar considerando todos los patrones correspondientes a un bit y dos bits erróneos.
c. Decodifique las palabras:
   i. $c_1 = 110010$,
   ii. $c_2 = 100011$,
   iii. $c_3 = 101111$.
d. ¿Qué ocurre con la palabra recibida c_3? Escriba sus conclusiones.

a) i. c=d*G= [0*1+1*0+1*0, 0*0+1*1+1*0, 0*0+1*0+1*1, 0*0+1*1+1*1, 0*1+1*0+1*1, 0*1+1*1+1*0] =[0,1,1,0,1,1]= [0, 1, 1, 0, 1, 1]=[0,1,1,0,1,1]
c= 011011

ii. c=[1*1+0*0+1*0, 1*0+0*1+1*0, 1*0+0*0+1*1, 1*0+0*1+1*1, 1*1+0*0+1*1, 1*1+0*1+1*0] = [1, 0, 1, 1, 0, 1]
c= 101101

iii. c=[1*1+1*0+1*0, 1*0+1*1+1*0, 1*0+1*0+1*1, 1*0+1*1+1*1, 1*1+1*0+1*1, 1*1+1*1+1*0] = [1,1,1,0,0,0]
c= 111000

b) Tabla estándar reducida:
La matriz de control de paridad es:
H =

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

Y su traspuesta:

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

lideres(e) síndromes h(e) = e. Ht

000000	000
000001	001
000010	010
000100	100
001000	110
010000	101
100000	011

Con 2 bits erróneos:

000011	011
000101	101
001001	101
010001	100
100001	010
000110	110

001010	100
100010	001
001100	010
010100	001
100100	011
011000	011
101000	101
110000	110

c) Decodificar las palabras:
   i. c1= 110010   c'1= 110
   ii. c2= 100011   c'2= 100
   iii. c3= 101111   c'3= 110
d) Se calcula el síndrome y se busca un vector de error donde el síndrome sea 100, de la tabla estándar en la posición 4 hay un error por lo que se corrige el bit de 0 a 1 .

5. Dadas las matrices I y P:

$$I = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}; P = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}$$

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. $d_4 = 0011$.

a) G= 0

$$\left|\begin{array}{cccc|ccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array}\right|$$

H=

$$\left|\begin{array}{cccc|ccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{array}\right|$$

| 0 1 1 1 | 0 0 1 |

b) Codificar las palabras de datos:
   i. d1= 1011 , la palabra de código es d1= 1011010
   ii. d2= 1101 , la palabra de código es d2= 1101100
   iii. d3= 1110 ,la palabra de código es d3= 1110001
   iv. d4= 0011 ,la palabra de código es d4= 0011100

6. Sea el (7,4,3) − *código* con matriz de control de paridad *H*:

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

Decodificar las palabras:
   a. $c_1 = 1010010$,
   b. $c_2 = 1001100$.

a) c1= 1010010 y su palabra valida es c1= 1011010
b) c2= 1001100 y su palabra valida es c2= 1101100

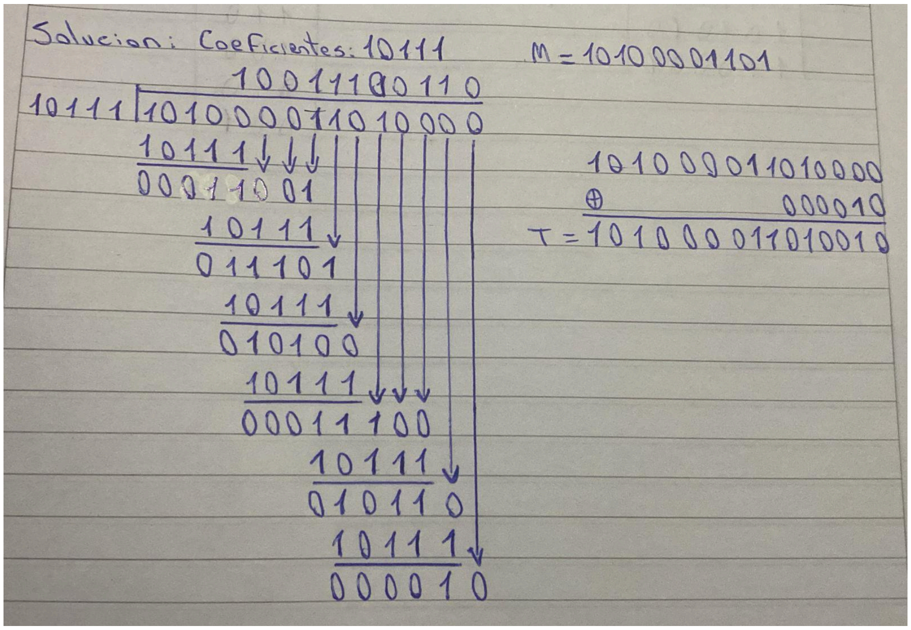
7. Dado el polinomio generador $(x) = x^4 + x + 1$; determinar la secuencia de comprobación de la trama (FCS) y la trama (T) para transmitir el mensaje $M = 1011010001$.

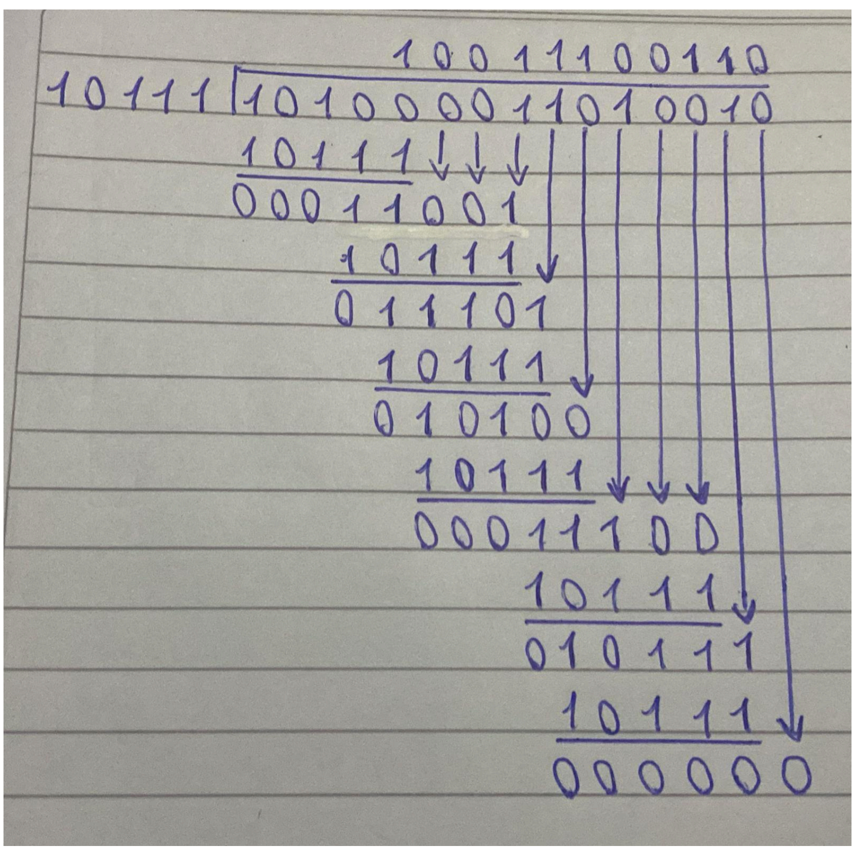
Solucion: $G = x^4 + x + 1$
Los coeficientes son: 10011 M = 10110100010000

```
         101010111
10011 | 10110100010000
        10011
        0010110
          10011
          0010100
            10011
            0011110
              10011
              011010
               10011
               010010
                10011
                000010
```

```
  10110100010000
⊕         000010
T=10110100010010
```

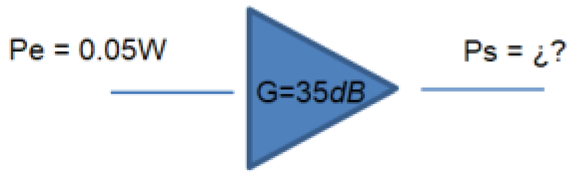
8. Dada la palabra de datos $M = 10100001101$ y el patrón $P = 10111$, determinar en el transmisor la secuencia de comprobación de trama y la trama a transmitir. Asumiendo que la trama se recibió sin error, realice la comprobación en el receptor.





Trabajo Práctico N°3

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



<u>Respuesta:</u>

Datos:

• Potencia de entrada (Pe) = 0,05 W

• Ganancia (G) = 35 dB

La ganancia como relación entre las potencias se expresa:

$$G(dB) = 10 \times \log10(Ps / Pe)$$

Despejando Ps:

$$Ps = 10^{(G(dB)/10)} \times Pe$$

Reemplazando valores:

$$Ps = 10^{(35/10)} \times 0,05$$

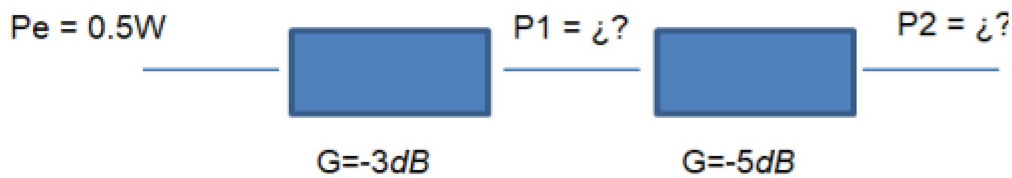
$$Ps = 3162,28 \times 0,05$$

$$Ps \approx 158,11 \text{ W}$$

Resultado final:

$$Ps \approx 158,11 \text{ W}$$

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.



Respuesta:

Se trata de dos atenuadores en cascada. La salida del primero será la entrada del segundo.

La fórmula de ganancia/pérdida es:

$$P_s = 10^{(G/10)} \times P_e$$

Paso 1: Calcular la potencia después del primer atenuador

$$Ps1 = 10^{(-3/10)} \times 0{,}5 \approx 0{,}22 \text{ W}$$

Paso 2: Calcular la potencia después del segundo atenuador

$$Ps2 = 10^{(-5/10)} \times 0{,}22 \approx 0{,}069 \text{ W}$$

Alternativamente, se puede sumar las pérdidas:

$$G_{total} = -3 \text{ dB} + (-5 \text{ dB}) = -8 \text{ dB}$$

$$Ps = 10^{(-8/10)} \times 0{,}5 \approx 0{,}069 \text{ W}$$

Resultado final:

$$Ps \approx 0{,}069 \text{ W}$$

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.

Respuesta:

Un medio de transmisión puede modelarse como un atenuador. Se aplica la fórmula:

$$P(dB) = -G(dB) = 10 \times \log10(Ps / Pe)$$

La pérdida total en el cable es:

$$\text{Pérdida total} = 3 \text{ dB/km} \times 5 \text{ km} = 15 \text{ dB}$$

Potencia de entrada: Pe = 2 mW = 0,002 W

Potencia recibida:

$$Ps = 10^{(-15/10)} \times 0,002$$

$$Ps = 0,0000631 \times 0,002 = 0,0001262 \text{ W} = 0,1262 \text{ mW}$$

Resultado final:

$$Ps \approx 0,126 \text{ mW}$$

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.

<u>Respuesta:</u>

La relación señal a ruido (SNR) en forma adimensional se calcula como:

$$SNR = Ps / Pn$$

$$SNR = 10 \text{ W} / 0,01 \text{ W} = 1000$$

Para expresar la SNR en decibeles (dB):

$$SNR(dB) = 10 \times \log10(SNR)$$

$$SNR(dB) = 10 \times \log10(1000) = 30 \text{ dB}$$

Resultado final:

$$SNR \approx 30 \text{ dB}$$

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

Para un canal sin ruido (ideal), según la fórmula de Nyquist:

$$C = 2 \times W \times \log_2(M)$$

Donde:

• W = ancho de banda del canal = 3 kHz = 3000 Hz

• M = número de niveles distintos (para binario, M = 2)

Aplicando los valores:

$$C = 2 \times 3000 \times \log_2(2) = 2 \times 3000 \times 1 = 6000 \text{ bps}$$

Resultado final:

$$C = 6000 \text{ bps}$$

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.
Respuesta:

Según Shannon, la capacidad máxima de un canal con ruido se calcula como:

$$C = W \times \log_2(1 + SNR)$$

Donde:

• W = ancho de banda = 3000 Hz

• SNR(dB) = 30 dB

Primero se convierte el SNR de dB a forma adimensional:

$$SNR = 10^{(30/10)} = 1000$$

Aplicando la fórmula de Shannon:

$$C = 3000 \times \log_2(1 + 1000) \approx 3000 \times \log_2(1001) \approx 3000 \times 9.97 \approx 29901 \text{ bps}$$

Resultado final:

$$C \approx 29.901 \text{ bps}$$

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.

Respuesta:

Según Shannon, la capacidad máxima del canal con ruido es:

$$C = W \times \log_2(1 + SNR)$$

Despejando SNR:

$$SNR = 2^{(C/W)} - 1$$

Donde:

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

Aplicando los valores:

$$SNR = 2^{(20\times10^6 / 3\times10^6)} - 1 = 2^{6.6667} - 1 \approx 100.59$$

$$SNR(dB) = 10 \times \log10(100.59) \approx 20 \text{ dB}$$

Resultado final:

$$SNR \text{ admisible} \approx 20 \text{ dB}$$

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.

Respuesta:

Según Nyquist:

$$C = 2 \times W \times \log_2(M)$$

Despejando W:

$$W = C / (2 \times \log_2(M))$$

Caso 1: Cada elemento de la señal codifica una palabra de 4 bits

$$M = 2^4 = 16$$

$$W = 9600 / (2 \times \log_2(16)) = 9600 / (2 \times 4) = 9600 / 8 = 1200 \text{ Hz} = 1.2 \text{ kHz}$$

Caso 2: Cada elemento de la señal codifica una palabra de 8 bits

$$M = 2^8 = 256$$

$$W = 9600 / (2 \times \log_2(256)) = 9600 / (2 \times 8) = 9600 / 16 = 600 \text{ Hz}$$

Resultado final:

• Para palabras de 4 bits: W = 1.2 kHz

• Para palabras de 8 bits: W = 600 Hz

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.

Respuesta:

Según Shannon, la capacidad máxima del canal con ruido es:

$$C = W \times \log_2(1 + SNR)$$

Despejando W:

$$W = C / \log_2(1 + SNR)$$

SNR(dB) = 30 dB → SNR = 10^(30/10) = 1000

Para velocidades de 10 Mbps:

$$W = 10 \times 10^6 / \log_2(1 + 1000) \approx 10 \times 10^6 / 9.97 \approx 1.003 \times 10^6 \text{ Hz} = 1 \text{ MHz}$$

Para velocidades de 100 Mbps:

$$W = 100 \times 10^6 / \log_2(1 + 1000) \approx 100 \times 10^6 / 9.97 \approx 10.03 \times 10^6 \text{ Hz} = 10 \text{ MHz}$$

Resultado final:

- Para 10 Mbps: $W \approx 1$ MHz
- Para 100 Mbps: $W \approx 10$ MHz

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.
Respuesta:

La modulación 32-PSK utiliza 32 fases distintas, por lo tanto M = 32.

En un canal sin ruido, según Nyquist:

$$C = 2 \times W \times \log_2(M)$$

Con W = 4 kHz = 4000 Hz y M = 32:

$$C = 2 \times 4000 \times \log_2(32) = 2 \times 4000 \times 5 = 40000 \text{ bps} = 40 \text{ kbps}$$

Resultado final:

$$C = 40 \text{ kbps}$$

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.

Respuesta:

Según Shannon, la capacidad máxima de un canal con ruido es:

$$C = W \times \log_2(1 + SNR)$$

Datos:

- $W = 50$ kHz $= 50 \times 10^3$ Hz
- $SNR = 5.2 \times 10^3 = 5200$

Aplicando la fórmula:

$$C = 50 \times 10^3 \times \log_2(1 + 5200)$$

$$\approx 50 \times 10^3 \times \log_2(5201) \approx 50 \times 10^3 \times 12.35 = 617500 \text{ bps} = 617.5 \text{ kbps}$$

Resultado final:

$$C \approx 617.5 \text{ kbps}$$

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.

Respuesta:

La modulación 32-QAM utiliza 32 niveles de señal, pero para este caso se usa la fórmula de Shannon:

$$C = W \times \log_2(1 + SNR)$$

Despejando SNR:

$$SNR = 2^{(C/W)} - 1$$

Datos:

- C = 56 kbps = 56000 bps
- W = 4 kHz = 4000 Hz

SNR = 2^(56000 / 4000) - 1 = 2^14 - 1 = 16384 - 1 = 16383

En decibeles:

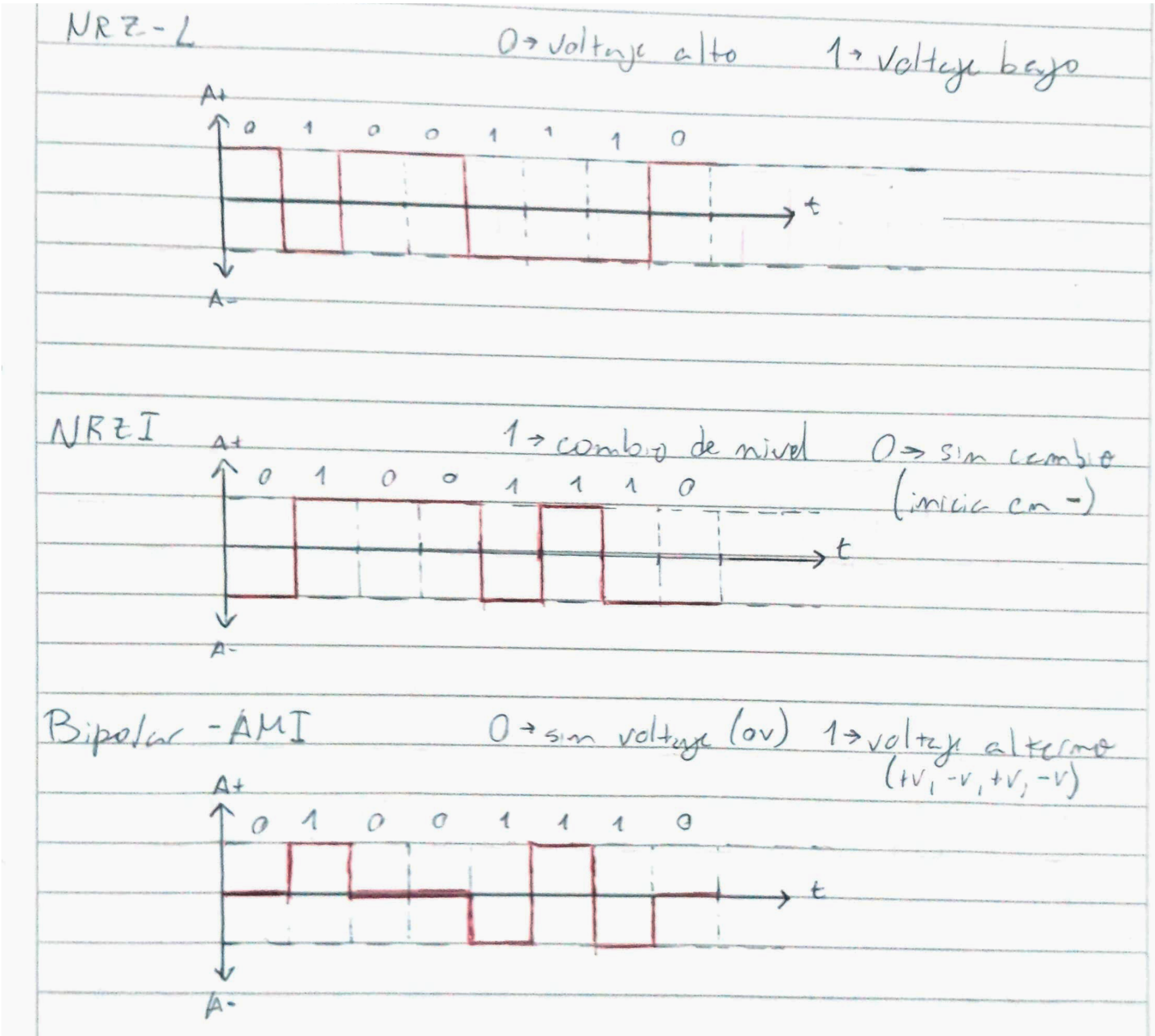
SNR(dB) = 10 × log10(16383) ≈ 42.14 dB

Resultado final:

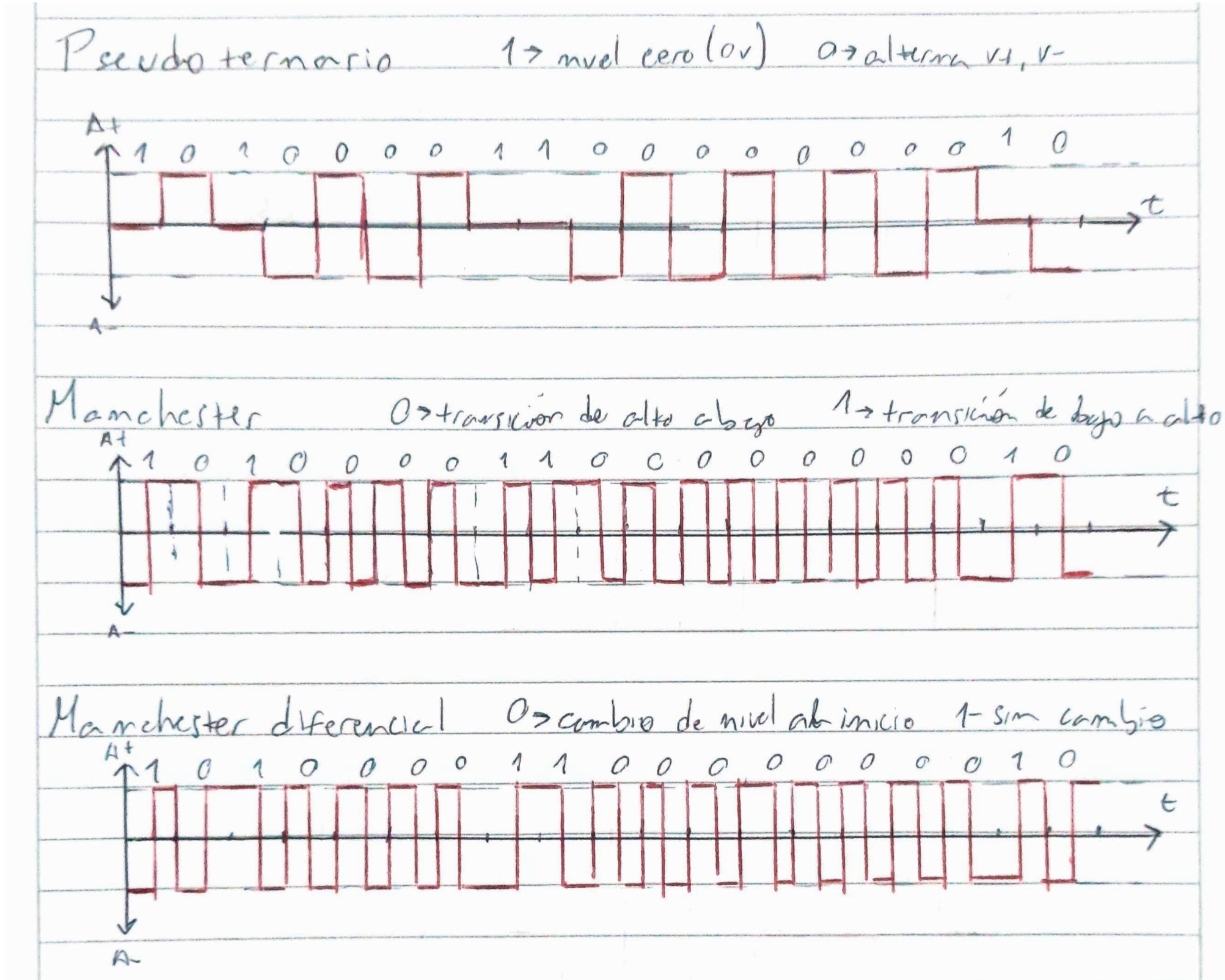
SNR mínima ≈ 42.14 dB

Trabajo Práctico N°4

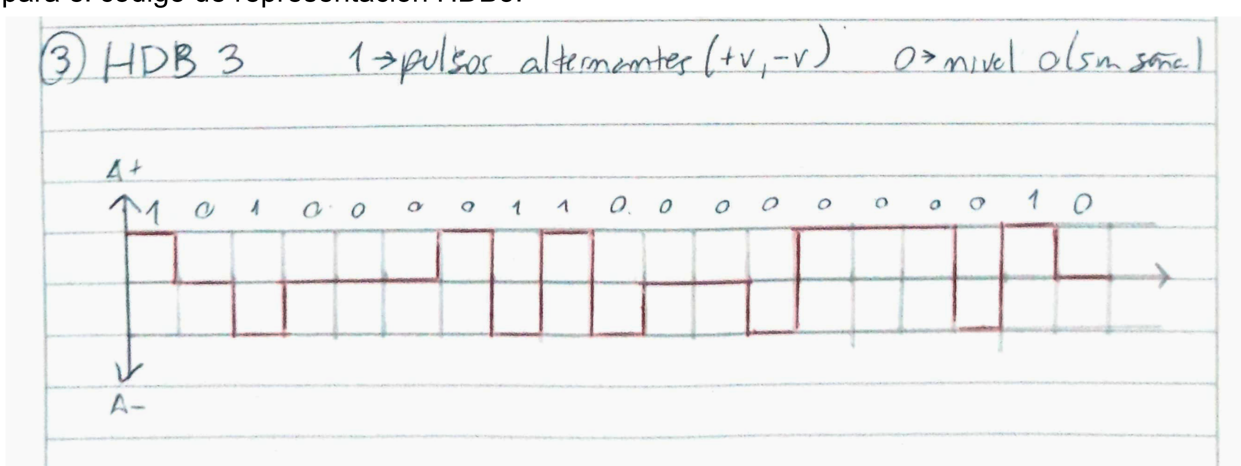
1. Para la cadena de bits 01001110, representar las formas de onda en cada uno de los siguientes códigos: NRZ-L, NRZI y Bipolar-AMI.



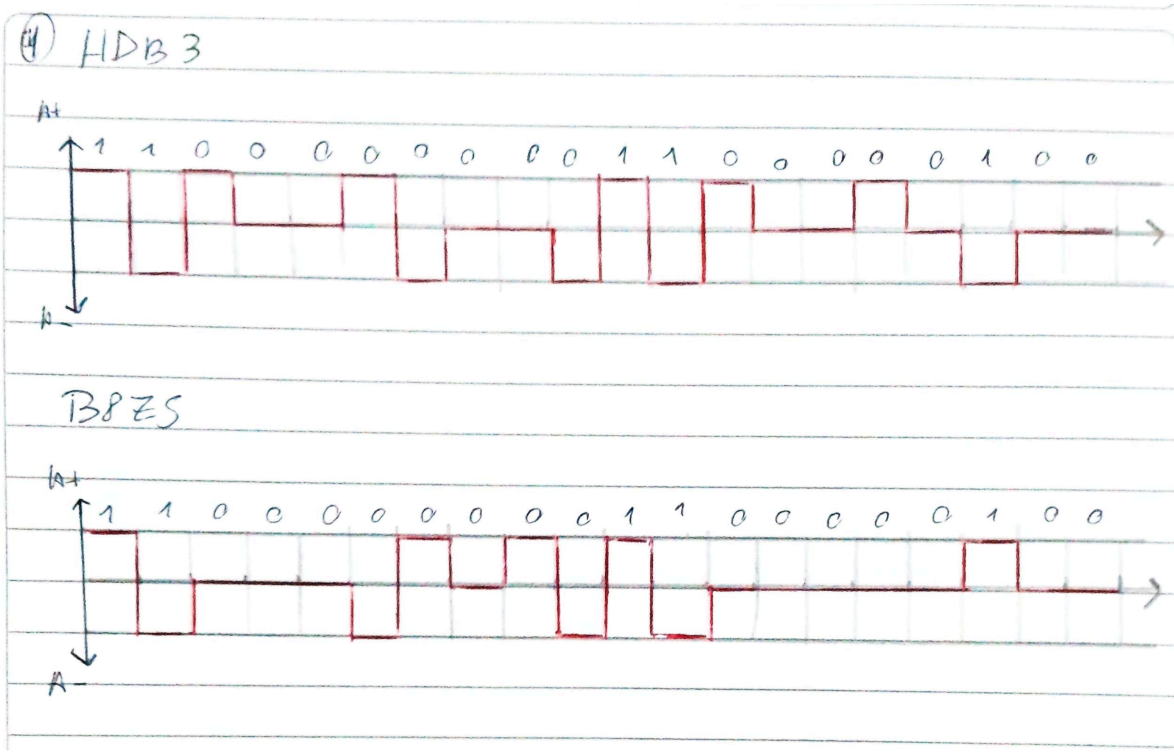
2. Dada la siguiente secuencia de bits 1010000110000000010, representar la forma de onda para los siguientes códigos Pseudoternario, Manchester y Manchester diferencial.



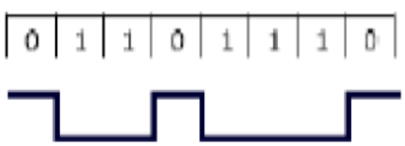
3. Dado la siguiente secuencia de bits 1010000110000000010 represente la forma de onda para el código de representación HDB3.



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.

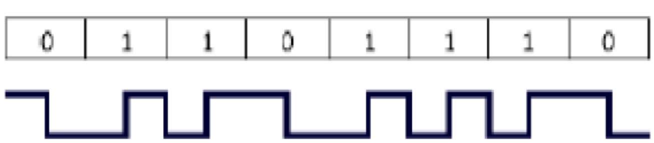


5. Dada la siguiente representación, indique la técnica de Modulación utilizada sabiendo la secuencia de bits utilizada.



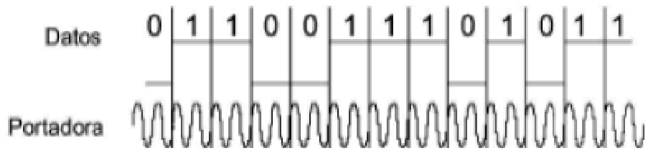
Respuesta: La técnica usada es NRZ-L

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



Respuesta: La técnica utilizada es Manchester.

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).



Respuesta: