

Carpeta de trabajos prácticos

Nombres: Makula, Franco Nahuel

DNI: 43066507

Legajo: 13302

Materia: Comunicaciones

Profesor Adjunto: Esp. Lic. Federico Rosenzvaig

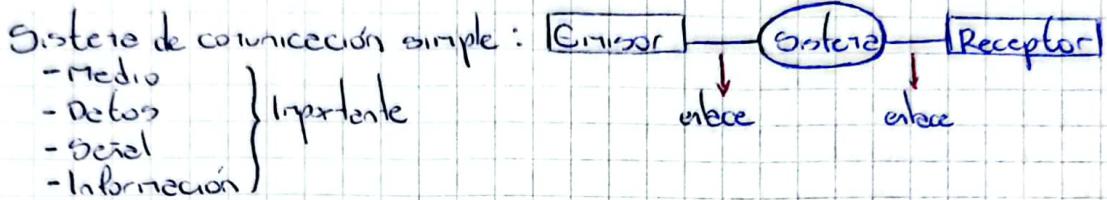
JTP: Lic. Stella Maris Gerzel

Año: 2025

Comunicaciones clase 1 7/4

Prof: Gercel, Stello Maris

Modelo de referencia para el estudio OSI



Para medir la información utilizamos la fórmula de la comunicación. Util para medir el volumen, a la hora de comprimir y descomprimir la información.

Cuanto menos probable un suceso, más información se pierde. Varía entre 0 y 1.

Cantidad de información $I = \log_2\left(\frac{1}{p}\right)$ → si log₂ los diferentes bits, log₁₀ mts y log₁₀ Hartley

Ejercicios prácticos

$$1) P(O) = \frac{1}{2} \rightarrow I = \log_2 \frac{1}{1/2} = 1$$

$$2) P(O, O, O) = P(O) \cdot P(O) \cdot P(O) = I(O) + I(O) + I(O)$$

$$P(O) \cdot P(O) \cdot P(O) = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{8}$$

$$I = \log_2 \frac{1}{1/8} = 3$$

$$3) P(A) = \frac{1}{2} \quad I_A = \log_2 \frac{1}{1/2} = 1 \quad I_{(C)} = \log_2 \frac{1}{1/8} = 3$$

$$P(B) = \frac{1}{4} \quad I_B = \log_2 \frac{1}{1/4} = 2 \quad I_{(D)} = \log_2 \frac{1}{1/8} = 3$$

$$P(C) = \frac{1}{8} \quad P(D) = \frac{1}{8}$$

$$\text{B. ts para el mensaje CADABRA} = I(C) + I(A) + I(D) + I(A) + I(E) + I(W) = 11$$

$$4) H = \sum_{i=1}^n P(i) \cdot \log_2 \left(\frac{1}{P(i)} \right) \quad i = \text{suceso}$$

$$H = \frac{1}{2} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{1/2} \right) + \frac{1}{4} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{1/4} \right) + \frac{1}{8} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{1/8} \right) + \frac{1}{16} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{1/16} \right) + \frac{1}{16} \cdot \log_2 \left(\frac{1}{1/16} \right) = 1,875$$

$$5) Tasa de información: R = \frac{I(\text{total})}{T(\text{total})}$$

$$R = \frac{\overset{10}{\underset{6 \text{ ms}}{\sum}} \log_2 \left(\frac{1}{1} \right) + 5 \log_2 \left(\frac{1}{10} \right)}{6 \text{ ms}} = \frac{17 \text{ bits}}{6 \text{ ms}} = 2,83 \frac{\text{bits}}{\text{ms}}$$

$$6) a) I_{(J)} = \log_2 \frac{1}{0,001} = 9,96 \approx 10 \text{ bits} \quad I_{(a)} = \log_2 \frac{1}{0,001} = 9,96 \approx 10 \text{ bits}$$

$$b) I_{(e)} = \log_2 \frac{1}{0,120} = 3,058 \approx 4 \text{ bits}$$

$$c) H = 0,083 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,083} \right) + 0,016 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,016} \right) + 0,032 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,032} \right) + 0,030 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,030} \right) + 0,120 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,120} \right) + 0,016 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,016} \right) + 0,013 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,013} \right) + 0,002 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,002} \right) + 0,032 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,032} \right) + 0,001 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,001} \right) + 0,005 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,005} \right) + 0,039 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,039} \right) + 0,022 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,022} \right) + 0,010 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,010} \right) + 0,079 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,079} \right) + 0,023 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,023} \right) + 0,001 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,001} \right) + 0,000 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,000} \right) + 0,053 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,053} \right) + 0,009 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,009} \right) + 0,020 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,020} \right) + 0,002 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,002} \right) + 0,019 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,019} \right) + 0,035 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,035} \right) + 0,002 \cdot \log_2 \left(\frac{1}{0,002} \right) = 4,70$$

$$d) C = \log_2(1/0,032) = 4,916 \approx 5 \text{ bits} \quad E = \log_2(1/0,120) = 3,05 \approx 4 \quad R = \log_2(1/0,060) = 4,06 \approx 5$$

$$F = \log_2(1/0,053) = 4,24 \approx 5 \quad N = \log_2(1/0,083) = 3,59 \approx 4 \quad M = \log_2(1/0,072) = 3,80 \approx 4$$

$$E = \log_2(1/0,120) = 3,06 \approx 4 \quad N = \log_2(1/0,076) = 3,72 \approx 4 \quad \text{CERTAMEN} = 35 \text{ bits}$$

$$7) a) H = \frac{1}{3} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{1}{3}} + \frac{2}{3} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{2}{3}} = 0,918 \approx 1 \text{ bits}$$

$$b) P(00) = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{1}{9}$$

$$P(10) = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} = \frac{2}{9}$$

$$P(01) = \frac{1}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{2}{9}$$

$$P(11) = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{9}$$

$$H = \frac{1}{9} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{1}{9}} + \frac{2}{9} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{2}{9}} + \frac{2}{9} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{2}{9}} + \frac{4}{9} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{4}{9}} = 1,83 \approx 2 \text{ bits}$$

$$c) P(000) = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} = \frac{1}{27}$$

$$P(001) = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \frac{3}{27}$$

$$P(010) = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \frac{3}{27}$$

$$P(100) = \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \frac{3}{27}$$

$$P(011) = \frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{4}{27}$$

$$P(110) = \frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{4}{27}$$

$$P(101) = \frac{1}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{4}{27}$$

$$P(111) = \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} = \frac{6}{27}$$

$$H = \frac{1}{27} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{1}{27}} + 3 \left(\frac{2}{27} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{2}{27}} \right) + 3 \left(\frac{4}{27} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{4}{27}} \right) + \frac{8}{27} \cdot \log_2 \frac{1}{\frac{6}{27}} =$$

$$8) I = \log_2 \frac{1}{\frac{1}{8}} = 3 \text{ bits por bloque} \rightarrow 6 \text{ bits para dos bloques}$$

$$6 \text{ bits} \cdot 1000 \text{ bloques} = 6000 \text{ bits}$$

$$R = \frac{6000 \text{ bits}}{1 \text{ seg}} = \frac{6000 \text{ bits}}{sec}$$

Palabra: Combinación de símbolos

Palabro código: Combinación válida de símbolos

Símbolos Fuente Corrección de datos a transmitir

001
010
100
011
101
110
111

 $\begin{matrix} a & b & c & x & y & z \end{matrix}$

0 0 1 0 0 1
0 1 0 0 1 0
1 0 0 1 0 0

Redundancia para detección de errores (1 par)

Recordar: longitud = No bits = m

Dimensión =Cantidad palabras código = K o tamaño

Código bloque: Todos los palabras bloques con la misma longitud

Distancia entre dos palabras: Si se pone considerar en hoy error

Códigos Hamming, Corrige un error a la vez.

La corrección de error las hacemos con funciones

1) $C = 0001 \quad r = 0011$

distancia = 0001 \rightarrow 1 bit. Cuantos cambios tengo que hacer para llegar la palabra entera
 $\underline{0011}$
 $\nabla \nabla \nabla \nabla$

$C = 100110 \quad 100110$

$r = 110100 \quad \underline{110100} = 1 \text{ bit}$
 $\nabla \nabla \nabla \nabla \nabla \nabla$

2) $c = 101$

$\begin{matrix} 100 \\ 101 \\ \nabla \nabla \nabla \end{matrix} = 1 \text{ bit}$

$\begin{matrix} 111 \\ 101 \\ \nabla \nabla \nabla \end{matrix} = 1 \text{ bit}$

Reemplaze por cualquiera de los dos

3) Los sistemas generan una matriz generatrix para la detección de errores $m \times K$
 $m=4 \quad K=7 \rightarrow (7,4)$

4) $G \cdot u^t = c \quad u^t = u \text{ transpuesto} \quad u = 1010 \quad u^t = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$

$$\left| \begin{array}{cccc|c} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right| = \left| \begin{array}{c|c} 0 & \\ 0 & \\ 1 & \\ 1 & \end{array} \right| \quad C = 0011101$$

7x4 4x1 7x1

5) Del libro de informática usamos la matriz G generatrix y del libro del receptor la matriz H para detectar y corregir el error. Para corregir el error utilizaremos tablas sintéticas

El número posible de sintonías es p^{m-k}

$p^{6-3} = p^3 = 2^3 = 8$

p=número de símbolos Como usamos binario es $p=2$
8=representaciones sintonías

Representantes	Síndromes
000 001	001
000 010	010
000 100 P-1	100
001 000	011
010 000	101
100 000	110
100 001 P+2	111
-	-

- Representaciones = solo 5 de 7 en vez de 7 posibles
 • Representante $\times H^t \neq 0$
 • No hay al menos 2 síndromes iguales

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

1000 0011.	$H^t = 001$	10000111. $H^t = 011$	\times se ha elegido síndrome igual
1000 0101.	$H^t = 010$	1100 0011. $H^t = 111$	
1000 1001.	$H^t = 100$		
1001 0001.	$H^t = 011$		
1010 0001.	$H^t = 101$		
1100 0001.	$H^t = 110$		

$r = 101000$ El síndrome no se ha elegido correcto, por lo que la multiplicación por H^t , buscando el resultado en la tabla síndrome y si se encuentra, sumaremos el representante y el resultado $101000 \cdot H^t = 101$ se encuentra en la tabla síndrome

$$\begin{array}{r} + 010000 \\ \hline 101 = 010101 \\ 010101 \end{array}$$

6) $p^{5-3} = 2^2 = 4$ Cuando el síndrome de todo 000 no puede ser porque ya es una palabra código
 Según el peso es el número de bits que se puede corregir

Representantes	Síndrome	$H^t = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$	$1000011 \cdot H^t = 000$	\times
0000 01	No representante = 0	001	$1000101 \cdot H^t = 011$	
000 010	011	101	$1001001 \cdot H^t = 101$	
00 100	101	011	$1010001 \cdot H^t = 001$	
0 1000	001	000	$1100001 \cdot H^t = 110$	
1000 0	110			

$$\text{b). } 01001 \cdot H^t = 001 \quad \checkmark \quad + 01000 \quad 10101 \cdot H^t = 011 \quad \checkmark \quad + 00010$$

$$\begin{array}{r} 00001 \\ \hline 01001 \cdot H^t = 000 \end{array} \quad \begin{array}{r} 00011 \\ \hline 00101 \cdot H^t = 000 \end{array}$$

$$I = 01001 \quad II = 00100$$

$$\begin{array}{l} 7) \quad r = 0110001 \quad r \cdot 001 \\ \quad \quad \quad 010 = 110 = 6 \\ \quad \quad \quad 011 \\ \quad \quad \quad 100 \\ \quad \quad \quad 101 \\ \quad \quad \quad 110 \\ \quad \quad \quad 111 \end{array}$$

Multiplicación cada elemento col de r por cada elemento fila de H^t . Luego sumaremos y de un valor.

8)

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \\ 1110 \\ 0111 \\ 1101 \end{array} \cdot \begin{array}{r} | \\ 1 \\ | \\ 1 \\ 0 \\ | \\ 1 \end{array} = 1101001 = C_1$$

$$\begin{array}{r} 1000 \\ 0100 \\ 0010 \\ 0001 \\ 1110 \\ 0111 \\ 1101 \end{array} \cdot \begin{array}{r} | \\ 1 \\ | \\ 0 \\ 0 \\ | \\ 0 \end{array} = 1000101 = C_2$$

Trabajo Práctico 3

$$P_S = P_e \cdot 10^{\frac{dB}{10}}$$

Canal ideal

$$C_{max} = 2 \cdot B \cdot \log_2 M$$

Canal con ruido

$$C_{max} = B \cdot \log_2 (1 + SNR) \rightarrow SNR = 10 \log_{10} \frac{G[dB]}{ciclos} = ciclos$$



Componente Amplificador



Componente Atenuador

(Mayor salida que entrada)

(Mayor entrada que salida)

G[dB] - Generación
P_S = Potencia.

P_e = Potencia entrada

SNR: Relación señal ruido

Cmax: Capacidad máxima de un canal de comunicación

B = Ancho de Bande Hz

M = Cantidad de bits por unidad de información.

$$B = \frac{C_{max}}{2 \log_2 M}$$

$$B = \frac{C_{max}}{\log_2 (1 + SNR)}$$

$$SNR = 2^{\frac{C_{max}}{B}} - 1 = dB$$

C = Información final.
Máxima capacidad canal

Ejercicios

1)

$$P_S = 0,05 \text{ Watt} \cdot 10^{\frac{35 \text{ dB}}{10}} = 158,11 \text{ Watt}$$

2)

$$P_1 = 0,05 \text{ Watt} \cdot 10^{\frac{-3 \text{ dB}}{10}} = 0,025 \quad P_2 = 0,025 \cdot 10^{\frac{-5 \text{ dB}}{10}} = 0,0079 \text{ Watt}$$

3)

$$C_{max} = B \cdot 3000 \text{ Hz} \cdot \log_2 2 = 6000 \frac{\text{bit/s}}{\text{seg}}$$

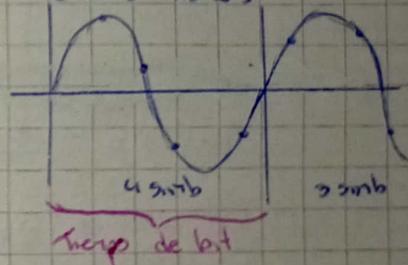
4) - $SNR = 10 \log_{10} \frac{30 \text{ dB}}{10} = 4,77 \text{ ciclos}$

$$C_{max} = 3000 \text{ Hz} \cdot \log_2 (1 + 4,77 \text{ ciclos}) = 7585,71$$

5) $SNR = 2^{\frac{dB}{2}} - 1 = 100,59 \text{ dB}$

Si SNR = 100, es 100 veces mayor señal que el ruido.

Durante un tiempo de bit: píndole + o - simbolos



$$6) C_{max} = 9600 \text{ bps} \quad M = 2^4 = 16 \text{ simbolos} \quad M = 2^8 = 256 \text{ simbolos}$$

$$B = \frac{9600 \text{ bps}}{2 \log_2 16} = 1200 \text{ Hz}$$

$$B = \frac{9600 \text{ bps}}{2 \log_2 256} = 600 \text{ Hz}$$

$$7) \text{SNR}_{(dB)} = 10 \log \text{SNR}_{(ciclos)} \rightarrow \text{SNR}_{(ciclos)} = 10^{\frac{30 \text{ dB}}{10}} = 1000 \text{ ciclos}$$

$$B = \frac{10 \text{ Mbt/s}}{\log_2 (1 + 1000 \text{ ciclos})} = 1,0032 \text{ MHz}$$

$$B = \frac{100 \text{ Mbt/s}}{\log_2 (1 + 1000 \text{ ciclos})} = 10,03 \text{ MHz}$$

8)

$$C_{max} = 2 \cdot 4 \text{ KHz} \cdot \log_2 (32) = 40 \text{ Kbps}$$

9)

$$C_{max} = 50 \text{ KHz} \cdot \log_2 (1 + 9,2 \cdot 10^3 \text{ ciclos}) = 617,22 \text{ Kbps}$$

$$10) \quad M = 32 \quad B = 4 \text{ KHz} \quad \sqrt{M} = 56 \text{ Kbps}$$

$$C_{max} = 2 \cdot 4 \text{ KHz} \cdot \log_2 32 = 40 \text{ Kbps}$$

$$\text{SNR} = 2^{\frac{10 \text{ Kbps}}{4 \text{ KHz}}} - 1 = 102,3 \text{ ciclos}$$

$$\text{SNR} = 10 \log 102,3 = 30,09 \text{ dB}$$

Taller Práctico 4 Codificación de datos

No retorno a cero (NRZ-L): 0 Nivel alto
1 Nivel bajo

sin cero = sin señal

No retorno a cero invertido (NRZ-I): 0: No hay transición al inicio del intervalo
1: Hay transición al inicio del intervalo

Bipolar

Bipolar_AMI: 0: No hay señal
1: Nivel + o - alternante

VC: No puede haber dos pulsos + seguidos, ni preceder alternar

Bipolar

Manchester: 0: De alto a bajo
1: De bajo a alto

VC = Violación de código

Pseudoternaria: 1: No hay señal
0: Nivel + o - alternante

Bipolar

Manchester diferenciado: Siempre hay transición a mitad del intervalo
0: Transición al inicio del intervalo

HDB3

Polaridad del pulso anterior	1	0
-	Impar	Par
+	000-	+00+

se utiliza D-AMI
de normal hasta
llegar al VC

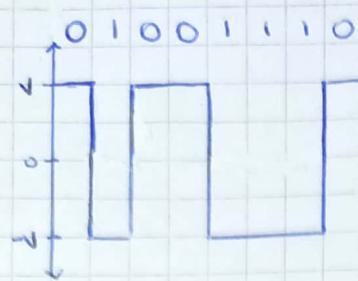
4 ceros seguidos
para la VC

B8Z3: +: 000+-0-+
-: 000-+0+-

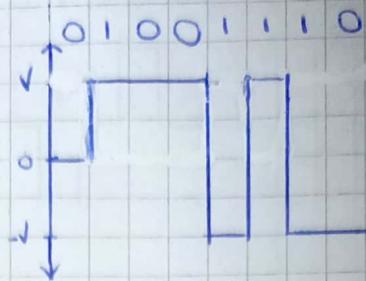
} Ambas
Bipolar_AMI
hasta la
VC

8 ceros seguidos
para la VC

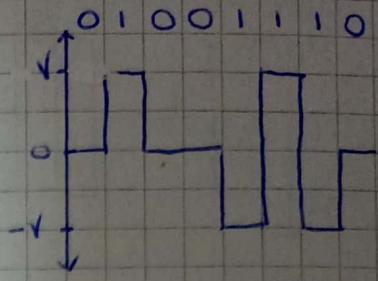
1) NRZ-L



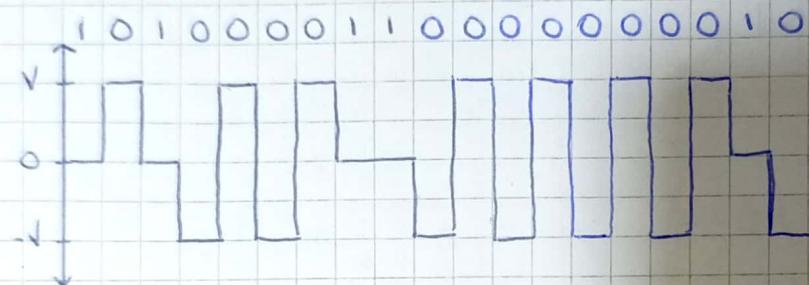
NRZ-I



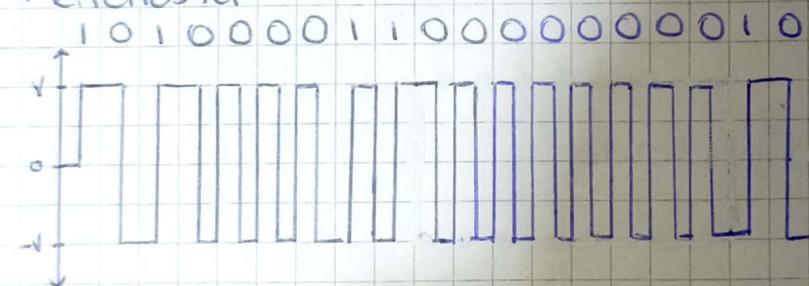
Bipolar-AMI



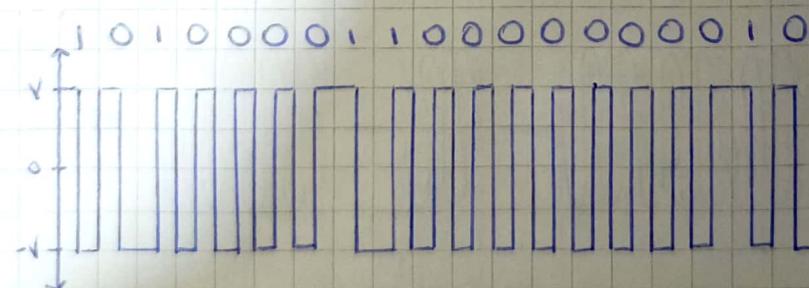
2)- Pseudoternario



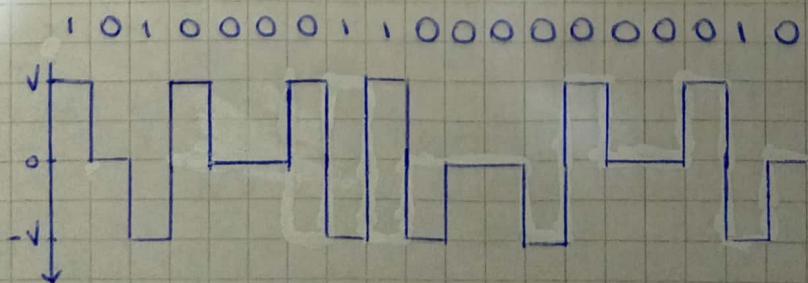
Manchester



Manchester diferencial

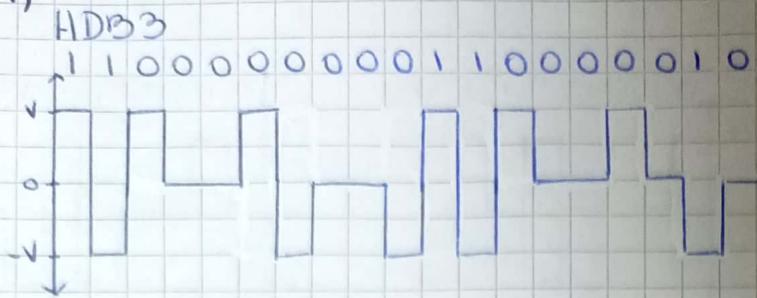


3) HDB3

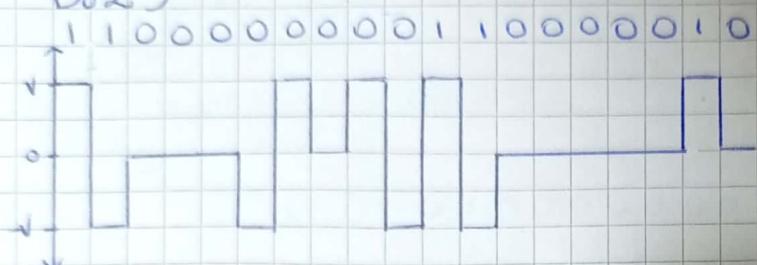


4)

HDB3



B8Z3



5)

01101110

NRZ-L



6)

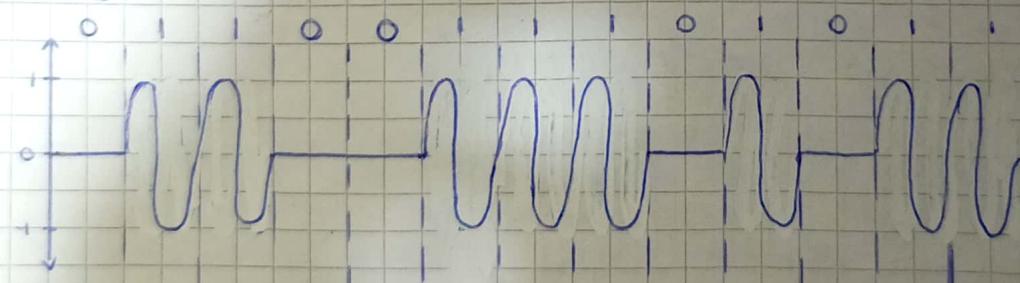
01101110

Manchester



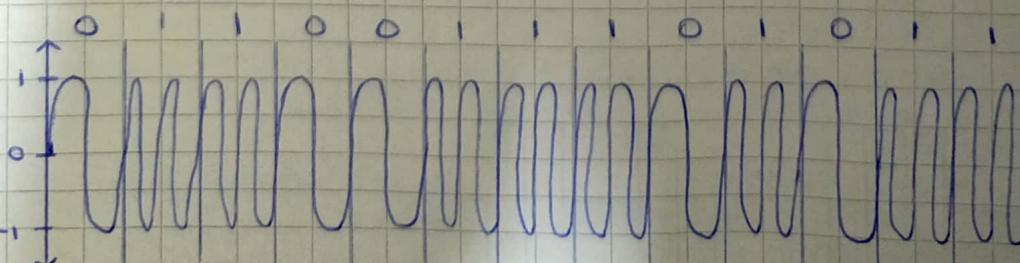
7)

ASK



1 - se runter
0 - konstante
0 - se erneut

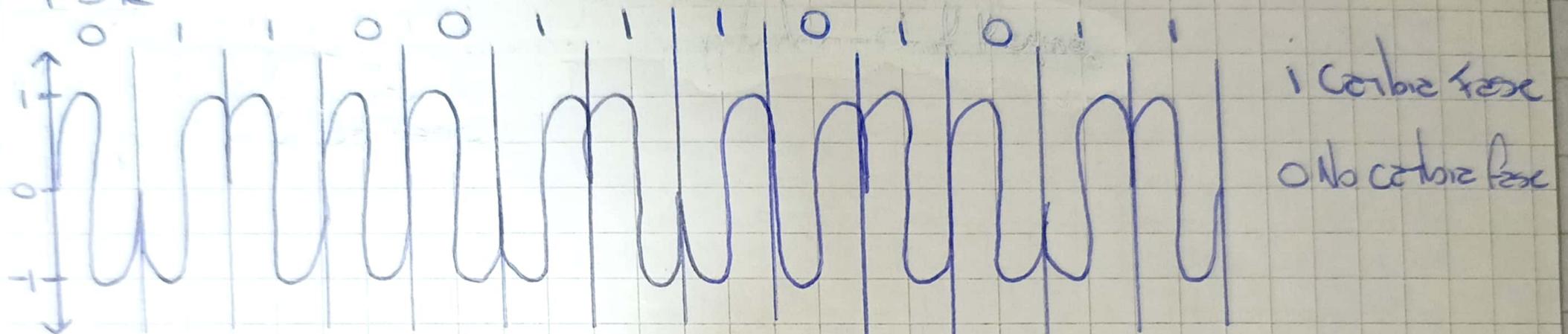
FSK



FSK

1 = f1 = hochfrequenz
0 = f2 = niedrigfrequenz

PSK



$$1) - r = 3,57 \sqrt{100} = 35,7 \text{ Km}$$

$$2) \text{a) Generación en potencia} = 7 \cdot \frac{7,06}{0,025^2} = 79072 \text{ Watts}$$

$$\text{b) } D = 7,14 \left(\frac{4}{3} \cdot 120 \text{ m} \right)^{1/2} = 90,31 \text{ m}$$

$$3) f = \frac{4 \text{ GHz} \cdot 1000,000,000 \text{ Hz}}{1 \text{ GHz}} = 4 \times 10^9 \text{ Hz}$$

$$d = \frac{40 \text{ km} \cdot 1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 40000 \text{ m}$$

$$L_{dB} = 20 \log(4 \times 10^9 \text{ Hz}) + 20 \log(40000) - 147,56 \text{ dB} = 136,52 \text{ dB}$$

$$4) \text{Potencia transmitida} = 140 \text{ W} \rightarrow E_t = 10 \log \frac{140 \text{ W}}{0,001 \text{ mW}} = 51,46 \text{ dB}$$

$$\text{Generación de la antena de transmisión} = 120 \text{ dB}$$

$$\text{Atenuación} = 1,4 \text{ dB}$$

Calcular energía irradiada = Transmisión de la formula de enlace

$$\text{Transmisión} = 51,46 \text{ dB} - 1,4 \text{ dB} + 12 \text{ dB} = 62,06$$

$$5) - \text{Atenuación } L = 10 \log \left(\frac{(4\pi D)}{\lambda} \right)^2 \text{ dB}$$

$$\text{a) } D = 70 \text{ KM} \rightarrow 70000 \text{ m}$$

$$\lambda = 2 \text{ m}$$

$$L = 10 \log \left(\frac{(4\pi \cdot 70000 \text{ m})}{2 \text{ m}} \right)^2 \text{ dB}$$

$$L = 112,86 \text{ dB}$$

$$\text{b) } D = 100 \text{ KM} \rightarrow 100000 \text{ m}$$

$$\lambda = 10 \text{ cm} \rightarrow 0,1 \text{ m}$$

$$L = 10 \log \left(\frac{(4\pi \cdot 100000 \text{ m})}{0,1 \text{ m}} \right)^2 \text{ dB}$$

$$L = 141,98 \text{ dB}$$

$$\text{c) } D = 80 \text{ KM} \rightarrow 80000 \text{ m}$$

$$\lambda = 10 \text{ m}$$

$$L = 10 \log \left(\frac{(4\pi \cdot 80000 \text{ m})}{10 \text{ m}} \right)^2 \text{ dB}$$

- $$6)$$
- o Potencia Access Point = 52 mWatts $\rightarrow 10 \log_{10} \left(\frac{52 \text{ mW}}{1 \text{ mW}} \right) = 17,16 \text{ dB}$
 - o Perdida (A) = 15 m. 0,7 dB = 10,50 dB
 - o Perdida (B) = 9 m. 0,6 dB = 1,8 dB
 - o Generación (A) = 15 dB
 - o Generación (B) = 12 dB

$$\text{Transmisión} = 17,16 \text{ dB} - 10,50 \text{ dB} + 15 \text{ dB} = 21,66 \text{ dB}$$

$$\text{Recepción} = 12 \text{ dB} - 1,8 - (-8) = 9,2 \text{ dB}$$

$$\text{Enlace} = 21,66 \text{ dB} - 11,5 \text{ dB} + 9,2 \text{ dB} = 1,86 > 0 \therefore \text{Enlace Posible}$$

$$A = \pi \cdot (1,5)^2 = 7,06 \text{ m}^2$$

$$f = 12 \rightarrow 1,2 \times 10^{10} \text{ Hz}$$

$$\lambda = 3 \times 10^8 / 1,2 \times 10^{10} = 0,025$$

$$40 \text{ km} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 40000 \text{ m}$$

$$1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

b) Debido a que el enlace es fechile no es necesario aplicar mejoras

c) Perdida (η) = $31 \cdot 1,5 \text{ dB} = 4,5 \text{ dB}$

$$\text{Recepción} = 12 \text{ dB} - 4,5 \text{ dB} - (-85 \text{ dB}) = 92,5 \text{ dB}$$

$$\text{Enlace} = 21,66 - 115 \text{ dB} + 92,5 \text{ dB} = -0,84 \text{ dB} < 0$$

El enlace no es fechile. Para corregir esto podríamos aumentar la potencia del access point, utilizar una antena parabólica de mayor diámetro, utilizar piezas de red inalámbricas de mayor cobertura o cambiar cables y conectores por otros de menor perdida