

$(98,3710/32094)$ $(93,3830/32072)$ -1
 $(V_{c\text{ final}}/U_{F\text{ final}}) / (V_{c\text{ inicial}}/U_{F\text{ inicial}}) - 1$
FORMULARIO

$t = mt \left(\frac{D_{\text{max}} - 1}{2} \right)$ $c = 3 \times 10^8$ [m/s]
 $r_r = 8497$ [km] $P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2}$ $d = \sqrt{(2 \cdot r \cdot h)}$ $I_j = \log_2 \left(\frac{1}{P_j} \right)$ bits

$D_{\text{max}} - 1 = c \cdot t$ $C_i \oplus C_j = C_k$ $H = \sum_{j=1}^m P_j \cdot I_j = \sum_{j=1}^m P_j \cdot \log_2 \left(\frac{1}{P_j} \right)$ bits $R = \frac{H}{T}$ bits/s
 $P(e > R \text{ errores}) = 1 - \sum_{j=0}^e P(j \text{ errores})$

$P(j \text{ errores}) = (P_e)^j (1 - P_e)^{n-j} \cdot C_j$ $\eta = \frac{R}{C}$ $s(t) = \sum_{k=0}^n \prod \left(\frac{t - kT_s}{T} \right)$
 $d < \frac{\sqrt{\frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{S}}}{4\pi}$

$M(x) = m_{k-1} x^{k-1} + \dots + m_1 x + m_0$ $w(t) = A \cdot \cos(\omega_0 \cdot t + \phi_0)$

$P(j \text{ errores}) = (P_e)^j (1 - P_e)^{n-j} \cdot C_j$

$C_j = \frac{n!}{j!(n-j)!} = \binom{n}{j}$ $t = \frac{n-k}{2}$ $C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$

$\lambda = \frac{c}{f_c}$ $n = \sqrt{1 - \frac{81 \cdot N}{f^2}}$ $d^2 + r^2 = (r+h)^2$
 $d^2 = 2rh + h^2$

0,999 - 1

$M = 2^n$ $\left(\frac{S}{N} \right)_{dB} = 6.02n + \alpha$

$\left(\frac{S}{N} \right)_{\text{salida}} = M^2$ $\eta_{\text{max}} = \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$

$\lambda = \frac{c}{f_c}$ $d = \sqrt{(2 \cdot r \cdot h)}$

$\frac{A_j^2}{R_c/R_b} = \frac{A_c^2}{2R_c} = \frac{R_b}{R_c}$ $N = \frac{\delta^2 B}{3f_s} = \frac{4\pi^2 A^2 f_a^2 B}{3f_s^3}$

$r_{\text{tierra corregida}} = 8497 \times 10^3$ m $P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2}$

$B_i = 2\Delta F + (1+r)R$
 $B_i = \left(\frac{1+r}{l} \right) R$ $B = (1+r)R$ $P_i = \left(\frac{1}{2} \right)^k = 2^{-k}$
 $B_i = 2(\beta+1)B$

$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$ $D = \frac{R}{l}$ $D = \frac{2B}{1+r}$

$\text{Mod}_{\text{PCM}} = \frac{A_{\text{max}} - A_{\text{min}}}{2A} \cdot 100 = \frac{\max[m(t)] - \min[m(t)]}{2} \cdot 100$

$B_{\text{PCM}} \geq \frac{1}{2} R = \frac{1}{2} n \cdot f_s$

0,705
0,7405

365 / Rango
1,57

4,3
13301 = 27/36
152

GUÍA DE REPASO SOLEMNE I

AYUDANTE: Iman Jarufe A.

21 de abril de 2024

1. ALTERNATIVAS

1. La medida de la información depende solo de la:
 - (a) Longitud
 - (b) Probabilidad
 - (c) Ninguna de las anteriores
 - (d) Significado
2. La relación de eficiencia R en un código está dado por:
 - (a) n/k
 - (b) k/n
 - (c) $n-k$
 - (d) Ninguna de las demas respuestas.
3. La distancia de Hamming mide:
 - (a) Cuantas palabras distintas útiles tiene un código.
 - (b) Ninguna de las demas respuestas.
 - (c) Cuantos bits son diferentes entre dos palabras de código.
 - (d) Cuantos dígitos 1 tiene una palabra de código.
4. La técnica ARQ implica:
 - (a) Ninguna de las demas respuestas.
 - (b) Repetir los mensajes que no reciben acuse de recibo.
 - (c) Agregar redundancia a los paquetes de datos enviados.
 - (d) Transmitir mensajes modulados en QAM.

5. La propagación terrestre e ionosférica simultaneas se dan en el rango de frecuencias de:
- (a) 3KHz a 300KHz
 - (b) 300KHz a 30MHz
 - (c) Ninguna de las demas respuestas.
 - (d) 30MHz a 300GHz
6. La cantidad de errores detectables es:
- (a) Menor o igual a los corregibles.
 - (b) Mayor o igual a los corregibles.
 - (c) Ninguna de las demas respuestas.
 - (d) Indistinta a la cantidad de corregibles.
7. La longitud de onda de una señal es:
- (a) Inversamente proporcional a la frecuencia de la señal.
 - (b) Ninguna de las demas respuestas.
 - (c) Equivalente al producto de la frecuencia de la señal por la velocidad de la luz.
 - (d) Directamente proporcional a la frecuencia de la señal.
8. La capacidad de un canal depende de:
- (a) La relación señal a ruido y el ancho de banda.
 - (b) La frecuencia de la portadora utilizada.
 - (c) La cantidad de mensajes enviados por unidad de tiempo.
 - (d) Ninguna de las demas respuestas.
9. Una fuente discreta y continua representan:
- (a) Ninguna de las demas respuestas.
 - (b) Capacidad.
 - (c) Información.
 - (d) Velocidad de bit.
10. Los códigos generados por polinomios son:
- (a) BCH y Reed Solomon
 - (b) Hamming y Shannon
 - (c) ARQ y FEQ
 - (d) Ninguna de las demas respuestas

11. La relación de eficiencia (expresada como porcentaje) de un código de 5 bits de datos y 3 bits de redundancia es:

- (a) 60%
- (b) 62,5%
- (c) 37,5%
- (d) 40%

totales $\rightarrow C = (8,5)$

$\rightarrow \frac{5}{8} \cdot 100 = 62,5\%$

12. La relación señal a ruido en la fórmula de capacidad de Shannon:

- (a) Debe estar en Watts.
- (b) Debe estar en Hz.
- (c) Debe estar en dB.
- (d) Es adimensional.

13. Una señal con frecuencia 50 MHz:

- (a) Se puede aprovechar la propagación inosférica.
- (b) El horizonte obstruye su propagación.
- (c) No requiere de la elevación de la antena para transmitir a la larga distancia.
- (d) Se puede propagar paralelamente a la superficie.

14. Los códigos de redundancia cíclica (CRC)

- (a) Se utilizan para detectar errores en canales de comunicación serial.
- (b) Se utilizan para detectar errores en canales de comunicación paralela.
- (c) Utilizan aritmética donde la suma y la resta se ejecutan mediante operaciones OR.
- (d) Un mensaje de k bits se puede representar como un polinomio de orden $k+1$.

15. La codificación por síndrome identifica:

- (a) Ninguna de las demás respuestas.
- (b) El lugar donde el bit se ha modificado.
- (c) Solo sirve como paridad.
- (d) Solamente que ha cambiado un bit sin informar cual de ellos fue.

16. Un radioenlace que aproveche la propagación terrestre tiene que:

- (a) Ninguna de las demás respuestas.
- (b) Utilizar un enlace en línea de vista LOS.
- (c) Utilizar una frecuencia mayor a 30 MHz.
- (d) Utilizar una frecuencia por debajo de los 30 MHz.

17. El síndrome de una palabra recibida en un sistema de comunicación se utiliza para:
- (a) Identificar la cantidad de bits de paridad que usa la palabra.
 - (b) Ninguna de las demás respuestas.
 - (c) Identificar si la palabra llegó con error.
 - (d) Identifica el peso de la palabra.
18. La probabilidad de ocurrencia de los mensajes:
- (a) Ninguna de las demás respuestas.
 - (b) Es una medida de la capacidad del canal.
 - (c) Es una medida de la información del canal.
 - (d) Es una medida de la SNR de un canal.
19. Un código lineal de grupo:
- (a) Ninguna de las anteriores
 - (b) No contiene la palabra nula
 - (c) Contiene la palabra nula
 - (d) Contiene una cantidad infinita de palabras posibles
20. Para lograr una velocidad de información con una tasa de error que se aproxime a cero:
- (a) Debe cumplirse con la fórmula de Nyquist.
 - (b) Ninguna de las anteriores.
 - (c) Debe cumplirse con la fórmula de Harley.
 - (d) Debe cumplirse con la fórmula de capacidad de Shannon.

2. Preguntas de desarrollo

2.1. Pregunta 1

Un radioenlace se debe instalar entre dos estaciones meteorológicas, separadas 80Km entre sí. La primera estación está sobre un cerro a 130 m de altura, mientras que la segunda estación está a 70m de altura. No hay obstáculos entre ellas. Las frecuencias utilizadas pueden ser 1600MHz y 1900MHz. El equipo que utiliza 1600MHz tiene sensibilidad de -80dBm y el equipo que utiliza 1900MHz tiene sensibilidad de -90dBm. La potencia máxima de transmisión de ambos equipos es de 1W. ¿Es posible este radioenlace eligiendo entre las alternativas de equipo de transmisión/recepción?

2.2. Pregunta 2

1. Se tiene un codificador lineal por bloques $C(7, 4)$, cuyo circuito con compuertas XOR es el siguiente:

Determinar: (3 puntos cada ítem)

- Las ecuaciones del codificador.
- La matriz generadora G .
- La matriz corrección de errores H .
- La tabla de síndrome asociada.
- Se recibe la palabra $[1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1]$. Verificar su validez y corregir si tiene error.

2.3. Pregunta 3

Se tiene un código $C(6,3)$ con vector $P=[0\ 1\ 1]$. Se recibe la secuencia de datos $[1\ 0\ 0]$.

- Determine la forma polinomial del vector P y la secuencia de datos.
- Genere la palabra de código polinomial correspondiente.
- Mencione la utilidad de un código de redundancia ciclica y explique el proceso realizado.

Pregunta 1:

datos:

$$d = 80 \text{ km}$$

$$h_1 = 120 \text{ m}; h_2 = 70 \text{ m}$$

$$f_1 = 1600 \text{ MHz}; f_2 = 1900 \text{ MHz.}$$

$$S_1 = -80 \text{ dBm}; S_2 = -90 \text{ dBm}$$

$$P_t = 1 \text{ W}$$

$$G_t = G_r = 12 \text{ dB.}$$

Se debe comparar por LOS primero.

$$d \leq \sqrt{2 \cdot r \cdot h_1} + \sqrt{2 \cdot r \cdot h_2}$$

$$80.000 \leq \sqrt{2 \cdot 130 \cdot 8497000} + \sqrt{2 \cdot 70 \cdot 8497000}$$

$$80.000 \leq 47.002 + 34.490$$

$$80.000 \leq 81.492$$

SI ES POSIBLE REALIZAR EL ENLACE POR LOS.

Ahora comprobar por

$$d = \frac{\sqrt{\frac{P_t \cdot G_t \cdot G_r \cdot \lambda^2}{P_r}}}{4 \cdot \pi}$$

Para d_1 :

$$f_1: 16 \cdot 10^8 \text{ Hz}, S_1 = P_r = -80 \text{ dBm} = 10^{\frac{-80-30}{10}} = 10^{-11} \text{ W}$$

$$P_t = 1 \text{ W}$$

$$G_t = G_r = 12 \text{ dB} = 10^{12/10} = 10^{1,2} = 15,84.$$

$$\lambda_1 = c/f = \frac{3 \cdot 10^8}{16 \cdot 10^8} = 0,1875 \text{ m}$$



Obtenidas las conversiones reemplazamos en la formula:

$$80.000 \leq \frac{\sqrt{\frac{1 \cdot 15,84 \cdot 15,84 \cdot (0,1875)^2}{10^{-11}}}}{4 \cdot \pi}$$

$$80.000 \leq 23.634 \text{ m.}$$

Para d_1 no es posible realizar el enlace en cuanto a los parametros entregados, ya que la distancia es menor a la distancia total entre las estaciones meteorologicas.

Para d_2

$$f_2 = 1900 \text{ MHz} = 19 \cdot 10^8 \text{ Hz}$$
$$S_2 = P_r = -90 \text{ dBm} \longrightarrow 10^{\frac{-90-30}{10}} = 10^{-12} \text{ W}$$
$$P_r = 1 \text{ W}$$
$$G_r = G_t = 12 \text{ dB} = 10^{12/10} = 15,84$$
$$l_2 = \frac{3 \cdot 10^8}{19 \cdot 10^8} = 0,1578 \text{ m}$$

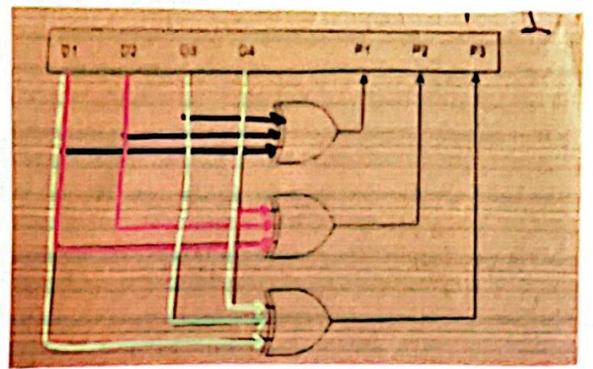
Obtenidas las conversiones reemplazamos en la formula:

$$80.000 \leq \frac{\sqrt{\frac{1 \cdot 15,84 \cdot 15,84 \cdot (0,1578)^2}{10^{-12}}}}{4 \cdot \pi}$$

$$80.000 \leq 62.900$$

Tampoco es posible realizar el enlace.

Pregunta 2:



a) ecuaciones del codificador:

$$P_1 = 1 \cdot D_1 + 1 \cdot D_2 + 1 \cdot D_3 + 0 \cdot D_4$$

$$P_2 = 1 \cdot D_1 + 1 \cdot D_2 + 0 \cdot D_3 + 1 \cdot D_4$$

$$P_3 = 1 \cdot D_1 + 0 \cdot D_2 + 1 \cdot D_3 + 1 \cdot D_4$$

b) matriz G \rightarrow bloque $C(7,4) \rightarrow (I|P)$

$$G = \left(\begin{array}{cccc|ccc} \xrightarrow{I} & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{array} \right) \begin{array}{l} \rightarrow P_1 \\ \rightarrow P_2 \\ \rightarrow P_3 \\ \rightarrow P_4 \end{array}$$

c) matriz H \rightarrow 3 bits de paridad. $(P^t|I)$

$$H = \left(\begin{array}{cccc|ccc} \xrightarrow{P^t} & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right) \xrightarrow{I}$$

d) tabla de síndrome asociada:

Patrón de error

$$\left(\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

tabla síndrome

$$\left(\begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \right)$$

[1001001] palabra transmitida.

verificar con la matriz de paridad:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = (1 \ 0 \ 1)$$

$1+0+0+0+0+0+0$
 $1+0+0+1+0+0+0$
 $1+0+0+1+0+0+1$

buscamos el patron de error asociado al síndrome (1 0 1) ya que no nos dio (0 0 0)

$$\text{patron} = 0010000$$

$$C = R \oplus E$$

$$R = 1001001$$

$$E = 0010000$$

$$C = 1011001$$

Comprobamos con H nuevamente.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = (0 \ 0 \ 0)$$

$1+0+1+0+0+0+0$
 $1+0+0+1+0+0+0$
 $1+0+1+1+0+0+1$

La palabra corregida es [1011001]

pregunta 3:

$$C = (6, 3)$$
$$P = [0 \ 1 \ 1] \rightarrow \text{vector generador.}$$
$$[1 \ 0 \ 0] \rightarrow \text{secuencia de datos.}$$

a) Determinar la forma polinomial:

$$P(x) = [0 \ 1 \ 1] = 0 + 1x + 1x^2 = x + x^2$$

$$D(x) = [1 \ 0 \ 0] = 1 + 0x + 0x^2 = 1.$$

b)

0 11	100	0	0	0
-	11	↓		
0 10				
-	11	↓		
0 10				
-	11	↓		
0 10				
-	11	↓		
	010			

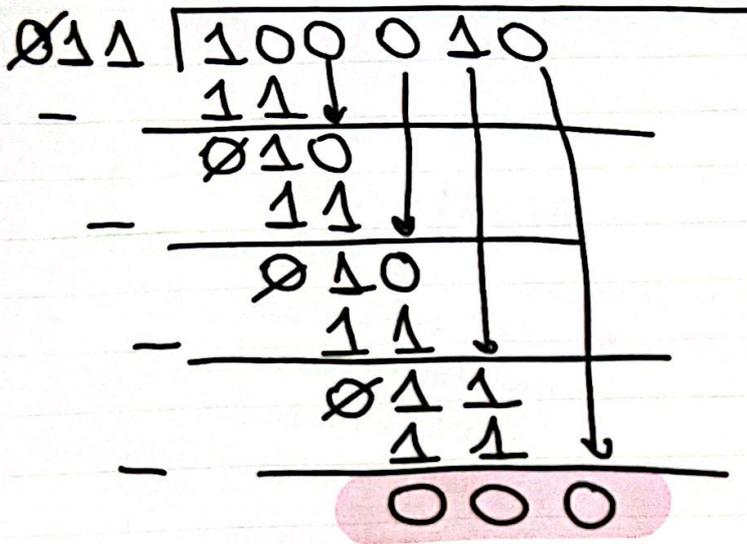
→ bito restantes para la secuencia de palabra.

se agrega a 100 → 100010

→ quedando una palabra de 6 bits.

→

ara verificar si esta bien !!



Pauta!

Sobrado
3 tarde

GUÍA DE REPASO SOLEMNE II

IMAN CATALINA JARUFE ALCANTAR

14 de junio de 2024

1. ALTERNATIVAS

1. Los ejes In-Phase(I) Y Quadrature(Q) definen:

- (a) El plano complejo donde se ubican los símbolos.
- (b) La cantidad de símbolos a utilizar.
- (c) Ninguna de las anteriores.
- (d) La modulación a utilizar.

2. La información de una señal de entrada aumenta sí:

- (a) Se reduce el ancho de banda.
- (b) Ninguna de las demas respuestas.
- (c) Aumenta la SNR.
- (d) Aumenta la capacidad del canal.

3. Aumentar el roll-off:

- (a) Reduce el ancho de banda ocupado.
- (b) Aumenta el ancho de banda ocupado.
- (c) No modifica el ancho de banda ocupado.
- (d) Ninguna de las anteriores.

4. QPSK se genera a partir de:

- (a) Dos portadoras en cuadratura moduladas por las componentes x e y de la señal base.
- (b) Dos portadoras en fase moduladas por las componentes x e y de la señal.
- (c) Dos portadoras en cuadratura moduladas por las componentes x e y en OOK.
- (d) Dos portadoras desfasadas 180 grados generando dos valores de fase distintos.

5. La codificación QPSK utiliza como variable para modular:
- (a) La amplitud de la señal.
 - (b) La fase de la señal.
 - (c) La frecuencia de la señal.
 - (d) Ninguna de las anteriores.
6. Un sistema de modulación 64QAM:
- (a) Tiene 18 símbolos distintos.
 - (b) Usa 5 bits por símbolo.
 - (c) Usa 4 fases distintas solamente.
 - (d) Ninguna de las anteriores.
7. La modulación BPSK:
- (a) Puede detectarse solo de manera no coherente.
 - (b) Puede detectarse con un filtro pasabajo directamente.
 - (c) Puede detectarse solo con un lazo enganchado en fase.
 - (d) Ninguna de las anteriores.
8. La modulación QPSK:
- (a) Utiliza valores de fase en $0, \pi/2, \pi, \pi/2$.
 - (b) Utiliza valores de fase en 0 y π solamente.
 - (c) Puede representarse también como una modulación 4QAM.
 - (d) Ninguna de las anteriores.
9. Una modulación QPSK
- (a) Utiliza 4 símbolos por bit.
 - (b) Utiliza 2 símbolos por bit. corregir \rightarrow bits por símbolo
 - (c) Ninguna de las anteriores.
 - (d) Utiliza solo 2 símbolos.
10. Un sistema genera 40.000 bits por segundo. Si se usan 4 niveles en una modulación ASK:
- (a) Transmite a 10.000 baudios.
 - (b) Transmite a 20.000 baudios.
 - (c) Cada símbolo tarda 0,0001 segundos en ser transmitido.
 - (d) Ninguna de las anteriores.

11. La señalización polar implica:

- (a) Ninguna de las demás respuestas.
- (b) el uso de tensiones positivas y negativas en la señalización.
- (c) el uso solo de tensiones positivas para señalar.
- (d) el uso de tensiones solo negativas para señalar.

12. Una modulación multinivel permite:

- (a) Reducir el ancho de banda ocupado.
- (b) Ninguna de las demás respuestas.
- (c) Reducir la frecuencia de muestreo de la señal de entrada.
- (d) Reducir los niveles de cuantificación de la señal de entrada.

13. Una modulación 64QAM

- (a) Usa 16 símbolos de 4 bits cada uno.
- (b) Ninguna de las demás respuestas.
- (c) Agrupa 6 bits por símbolo.
- (d) Usa 6 símbolos por bit.

14. La velocidad en Baudios que un sistema puede soportar depende:

- (a) del BER y de la frecuencia de portadora.
- (b) de rolloff y el ancho de banda.
- (c) Ninguna de las demás respuestas.
- (d) de la SNR y de la cantidad de símbolos.

15. Una modulación multinivel permite:

- (a) Agrupar bits de símbolos.
- (b) Reducir la frecuencia de muestreo de la señal de entrada.
- (c) Ninguna de las demás respuestas.
- (d) Reducir la amplitud de modulación de la señal de salida.

✓ 1. En un sistema de comunicaciones, una señal analógica con un ancho de banda de 3.200 Hz se convierte en una señal PCM muestreando a 7000 muestras/s, y utilizando un cuantificador uniforme de 64 niveles.

(a) ¿Cuál es el ancho de banda del primer nulo?

(b) ¿Cuál es el nivel de señal a ruido promedio a la salida?

$$64 = 2^A \rightarrow 6$$

$$SNR = 6,02n - 1,76$$

$$\frac{4}{2 \cdot 75} \rightarrow \left(\frac{1}{6000} \right)$$

✓ 2. Un enlace entre la estación meteorológica y la oficina de monitoreo tiene un ancho de banda disponible de 40KHz. Este enlace debe cubrir dos canales de comunicación, cada uno de 20KHz. El bit rate desde la estación a la oficina es de 65Kbps y el enlace desde la oficina a la estación es de 22Kbps. Se requiere un Bit Error Rate no mayor a 10^{-6} . Elija la mejor modulación para ambos sentidos y exprese la velocidad en Baudios. Si hay datos faltantes, debe estimarlos.

3. Un sistema de transmisión 64QAM, que utiliza un pulso tipo coseno realzado, y posee un bit rate de 300 Mbps

(a) Calcule la velocidad en baudios.

(b) Determinar α de roll-off para lograr un ancho de banda de transmisión de 150MHz.

(c) Determine la eficiencia espectral.

(d) Suponga que la eficiencia espectral calculada anteriormente se acerca a la eficiencia espectral máxima, con una diferencia despreciable. Determine el BER del sistema.

Si hay datos faltantes debe estimarlos. No considere la sensibilidad del equipo. Tomen en cuenta la relación señal a ruido $\frac{S}{N} = \frac{R_b \cdot E_b}{B \cdot N_0}$ en veces, establece la proporcionalidad entre la Energía de Bit E_b , la velocidad de bit R_b , el ancho de banda efectivamente utilizado por el flujo de bits B, el ruido equivalente N_0 , la señal S y el ruido N.

4) a) Calcule el ancho de banda del primer nulo:

- El ancho de banda del primer nulo se calcula mediante la fórmula.

$$B_n = \frac{1}{2 \cdot T_s}$$

Donde T_s es el tiempo de muestreo, B es el ancho de banda del primer nulo
sustituyendo en la fórmula, tenemos.

$$B_n = \frac{1}{2 \cdot \left(\frac{1}{7000}\right)} = \frac{\frac{1}{1}}{\frac{2}{7000}} = \frac{7000}{2} = 3500 \text{ Hz}$$

b) Calcular la SNR promedio de salida.

$$\text{SNR} = 6,02 \cdot n + 4,76 \text{ dB}$$

En donde n es el número de bits por muestra. Por ende, para calcular un cuantificador uniforme de 64 niveles, tenemos

$$64 = 2^n, \text{ por ende se tienen } n = 6 \text{ bits por muestra.}$$

$$\text{SNR} = 6,02 \cdot 6 + 4,76.$$

$$\text{SNR} = 37,88 \text{ dB}$$

Por lo tanto, el nivel de señal a ruido promedio a la salida es de 37,88 dB.

2) datos:

$$B_T = 40 \text{ KHz} = 40.000 \text{ Hz.}$$

$$B_1 = 20 \text{ KHz} = 20.000 \text{ Hz}$$

$$B_2 = 20.000 \text{ Hz.}$$

$$R_1 = 65 \text{ kbps} = 65.000 \text{ bps}$$

$$R_2 = 22 \text{ kbps} = 22.000 \text{ bps.}$$

BER no mayor a 10^{-6} , factor de roll-off estimado 0,5.

Por ende, para el canal 1: caso > 0

$$B = 20.000 \text{ Hz}$$

$$R = 65.000 \text{ bps.}$$

Para obtener D, utilizamos $D = \frac{2 \cdot B}{1 + r}$.

$$D = \frac{2 \cdot 20.000}{1 + 0,5} = 26.666 \text{ [baudios]}$$

Para obtener la modulación $D = \frac{R}{l} \Rightarrow l = \frac{R}{D}$.

$$\frac{R}{D} = \frac{65.000}{26.666} = 2,43 \approx 3 \text{ bits por simbolo}$$

Por ende segun el grafico para el canal 1, la modulación adecuada es **8PSK**, y para un BER 10^{-6} su $E_b/N_0 = 14 \text{ dB aprox.}$

Para el canal 2:

$$B = 20.000 \text{ Hz}$$

$$R = 22.000 \text{ bps.}$$

Para obtener D, utilizamos $D = \frac{2 \cdot B}{1 + r}$.

$$D = \frac{2 \cdot 20.000}{1 + 0,5} = 26.666 \text{ [baudios]}$$

Para obtener la modulación $D = R/l$.

$$l = \frac{R}{D} = \frac{22.000}{26.666} = 0,8 = 1 \text{ bits por simbolo}$$

Por ende segun el grafico la modulación es **BPSK** y para un BER 10^{-6} su E_b/N_0 es de **14 dB aprox**

caso = 0

$$D = \frac{2 \cdot 20.000}{1 + 0} = 40.000 \text{ [baudios]}$$

Para obtener la modulación.

$$l = \frac{R}{D} = \frac{65.000}{40.000} = 1,6 \approx 2 \text{ bits por simbolo.}$$

Por ende segun grafico puede ser QPSK y 4QAM, ~~BPSK~~ y ~~BPSK~~, para BER 10^{-6} .

~~BPSK~~ ~~ES~~ ~~NO~~ ~~14~~ ~~dB~~ ~~aprox.~~

~~BPSK~~

Para ambas, es el mismo $E_b/N_0 = 10 \text{ dB}$, por ende, como se comportan igual se puede usar cualquiera.

$$D = \frac{2 \cdot 20.000}{1 + 0} = 40.000 \text{ [baudios]}$$

$$l = \frac{R}{D} = \frac{22.000}{40.000} = 0,55 = 1 \text{ bits por simbolo}$$

Para este caso sería lo mismo.

3) datos:

64QAM $\rightarrow M=64$, $l=6$ bits por símbolo.

$R=300 \text{ Mbps} = 300 \cdot 10^6 \text{ bps}$.

a) Calcule la velocidad en baudios.

$$D = \frac{R}{l} = \frac{300 \cdot 10^6}{6} = 50 \cdot 10^6 = 50 \text{ [Mbaudios]}$$

b) Determinar factor de roll-off para lograr un ancho de banda

$$\frac{B_T}{2} = \left(\frac{1+r}{2} \right) \cdot R \rightarrow \frac{150}{2} = \left(\frac{1+r}{2} \right) \cdot 300$$

~~$\frac{150}{300} = \frac{1+r}{6} \rightarrow r=2$~~

ya que se debe considerar sob la mitad para este caso //

$$r = 0,5$$

c) eficiencia espectral.

$$\eta = \frac{R}{B_T} = \frac{300 \text{ Mbps}}{150 \text{ MHz}} = \frac{300 \cdot 10^6 \text{ bps}}{150 \cdot 10^6 \text{ Hz}} = 2 \text{ [bps/Hz]}$$

d) $n_{\max} = \log_2(1 + \text{SNR})$.

por ende reemplazamos $n=2$.

$$2 = \log_2(1 + S/N) \quad / ()^2$$

$$2^2 = 1 + S/N$$

$$4 = 1 + S/N$$

$3 = S/N$ \rightarrow veces, ya que S/N es adimensional en la fórmula de eficiencia espectral.

luego como nos piden determinar el BER y tenemos la modulación 64QAM, debermos obtener el E_b/N_0 a partir de la sgte fórmula: $\frac{S}{N} = \frac{R_b \cdot E_b}{B_T \cdot N_0}$

Tenemos los datos:

$R=300 \text{ Mbps}$, $B_T=150 \text{ MHz}$, $S/N=3$, obtenemos E_b/N_0 para la modulación ocupada y el BER asociado.

$$3 = \frac{300}{150} \cdot \frac{E_b}{N_0}$$

$$3 = 2 \cdot E_b/N_0$$

$3/2 = E_b/N_0 \rightarrow$ esto se transforma a dB, con la fórmula

$$\text{dB} = 10 \log_{10}(3/2)$$

$$\text{dB} = 1,761 \rightarrow 10^{-1} \rightarrow 64\text{QAM}$$

$$M = 2^n \quad \left(\frac{S}{N}\right)_{dB} = 6.02n + \alpha$$

$$\eta = \frac{R}{B} \left(\frac{W}{Hz}\right)$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{noise} = M^2 \quad \eta_{min} = \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right)$$

$$\lambda = \frac{c}{f_r}$$

$$d = \sqrt{(2 \cdot r \cdot h)}$$

$$\frac{A_1}{R_1/R_0} = \frac{A_1}{2R_1} \quad \frac{R_2}{R_1} \quad N = \frac{\Delta^2 B}{3f_1} = \frac{4\pi^2 A_1^2 f_1^2 B}{3f_1^2}$$

$$r_{min} = 8.07 \times 10^1 m \quad P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2}$$

$$B_1 = 2\Delta F + (1+r)R$$

$$B_1 = \left(\frac{1+r}{1}\right)R$$

$$B = (1+r)R \quad P_r = \left(\frac{1}{2}\right)^n = 2^{-n}$$

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right) \quad D = \frac{R}{f}$$

$$D = \frac{2B}{1+r}$$

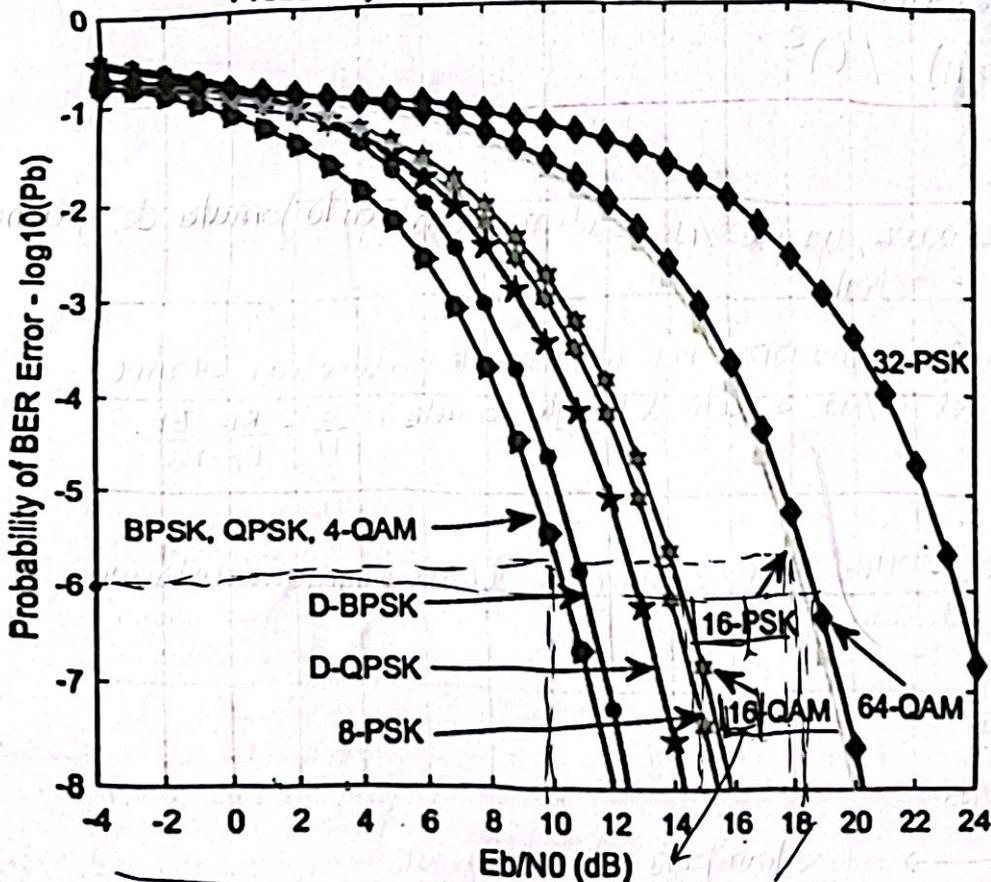
$$\frac{D \cdot (1+r)}{2} = B$$

$$\text{Mod } \eta = \frac{\lambda - \lambda_0}{2 \cdot \lambda} \cdot 100 = \frac{\max(|m(t)|) - \min(|m(t)|)}{2} \cdot 100$$

$$B_{PCM} > \frac{1}{2}R = \frac{1}{2}\pi f$$

$$r = 0 \quad B = (1+r) \cdot R \quad \frac{B}{R} = (1+r)$$

Probability of BER Error $\log_{10}(P_b)$ Vs E_b/N_0



$$B = (1+r) \cdot R = 0.75$$

$$R = \frac{1}{2} \cdot (1+r) \cdot B = 5$$