



Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Electrónica\

CURSO

CODIFICACION DE FUENTE Y CANAL

PROYECTO

DISEÑO DE UN RADIOENLACE WI-FI CON CODIFICADOR DE BLOQUE BHC PARA TRASMITIR HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO DE RAYOS X

INTEGRANTES Y CÓDIGO

Pazos Gaspar, Alessandro Francisco u201726358

PROFESOR

Dr. Valdéz Velásquez López, Carlos Rafael

SECCIÓN

LOGRO	DIMENSIONES	Cumple con las expectativas (C)	En desarrollo (D)	Insatisfactorio (I)	Puntaje
El estudiante analiza con sentido crítico un sistema de telecomunicaciones digitales en lo que corresponde a la probabilidad de error de bit de diferentes tipos de codificación de bloque	Desarrolla la explicación teórica de la codificación de bloque	Analiza y comenta los argumentos teóricos aplicables a la codificación de bloque	Explica con claridad los argumentos teóricos aplicables a la codificación de bloque	No desarrolla la explicación teórica en forma clara, sus conceptos son confusos.	5
		5.5 a 6 puntos	2 a 5 puntos	0 a 1.5 puntos	
	Grafica las curvas teóricas de la probabilidad de error de bit del sistema codificado y sin codificar, y calcula la ganancia de codificación	Grafica todas las curvas teóricas y calcula la ganancia de codificación en forma correcta	Grafica las curvas teóricas del sistema codificado y calcula la ganancia de codificación en forma correcta	Grafica las curvas teóricas del sistema codificado y calcula la ganancia de codificación en forma errada.	8.5
		9.5 a 10 puntos	8.5 a 9 puntos	0 a 8 puntos	
	Analiza y comenta los resultados obtenidos	Analiza los resultados obtenidos con el debido sustento teórico.	Comenta los resultados obtenidos con el debido sustento teórico.	Comenta los resultados obtenidos sin el debido sustento.	2.5
		3 a 4 puntos	2.5 a 3 puntos	0 a 2.5 puntos	
			TOTAL	16	

1. Explicación teórica

En el departamento de Huánuco en la provincia de Yanas, se presentan problemas para la conectividad Wifi para la transmisión de diagnóstico médico de rayos X. Estos datos contienen mucha información la cual se desea proteger ya que en la provincia no se cuenta con especialistas para analizar estos datos, con lo cual se envían por medio de un radioenlace Wi-Fi hacia la ciudad de Huánuco ya que es la ciudad más cercana con varios especialistas capacitados para estos diagnósticos, así como también una mejor conectividad.

2. Diseño de la solución

2.1. Codificador BHC (31,11), t = 2

Nuestro primer codificador tiene un mensaje que consta de 11 bits y se agregaron 20 bits de redundancia, este sistema detecta y corrige errores simples y dobles, en base a estos valores calculamos la probabilidad de error de bits decodificados.

$$n=31, k=11$$
$$R_c = \frac{k}{n} \approx 31.43\%$$

Sabes que la probabilidad de error de bit codificador tiene la siguiente expresión

$$P_b \approx \binom{n-1}{t} \alpha^t$$

En donde α es la probabilidad de error por bit a la salida del demodulador y lo calculamos con las siguientes ecuaciones

$$\alpha = Q(\sqrt{2\gamma_c}), \quad \gamma_c = R_c \gamma_b, \quad R_c = \frac{k}{n}$$

Para un $P_b = 10^{-6}$ se calcula γ_b

¿por qué calcula así?
podría calcular P_b dando
valores a γ_b

$$\sqrt[t]{\frac{10^{-6}}{\binom{n-1}{t}}} = \alpha$$

$$\alpha = \sqrt[2]{\frac{10^{-6}}{\binom{31-1}{2}}} \approx 4.7946 \times 10^{-5}$$

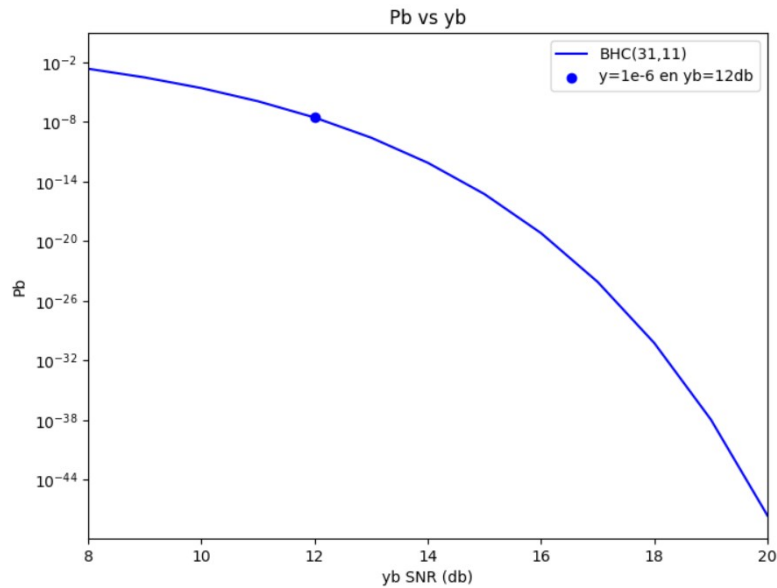
$$\alpha = Q(\sqrt{2R_c\gamma_b}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{\sqrt{2R_c\gamma_b}}{\sqrt{2}}\right) \times \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \operatorname{erfc}(\sqrt{R_c\gamma_b}) \times \frac{1}{2}$$

Con esta expresión se procede a calcular la inversa de la función para poder así hallar el valor de γ_b

$$\operatorname{erfc}^{-1}(2\alpha) = \sqrt{R_c\gamma_b}$$
$$\gamma_b = \frac{[\operatorname{erfc}^{-1}(2\alpha)]^2}{R_c} \approx 13.31 \text{ db}$$

Con estos valores procedemos a graficar la curva teórica P_b vs γ_b de forma aproximada para este primer codificador



En la siguiente gráfica observamos que nuestro modulador posee un $P_b = 10^{-6}$ cuando el sistema tiene un SNR igual a 12 db

2.2. Codificador BHC (63,39), $t = 4$

De la misma forma calculamos para este codificador, el cual presenta una mayor distancia Hamming lo cual nuestro sistema puede detectar y corregir desde errores simples a errores cuádruples.

$$n=63, k=39$$

Calculamos la eficiencia del codificador

$$R_c = \frac{k}{n} \approx 62\%$$

Para un $P_b = 10^{-6}$ se calcula γ_b

el mismo comentario

$$\alpha = \sqrt[t]{\frac{10^{-6}}{\binom{n-1}{t}}} = \alpha$$

$$\alpha = \sqrt[4]{\frac{10^{-6}}{\binom{63-1}{4}}} \approx 1.1571 \times 10^{-3}$$

$$\alpha = Q(\sqrt{2R_c\gamma_b}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{\sqrt{2R_c\gamma_b}}{\sqrt{2}}\right) \times \frac{1}{2}$$

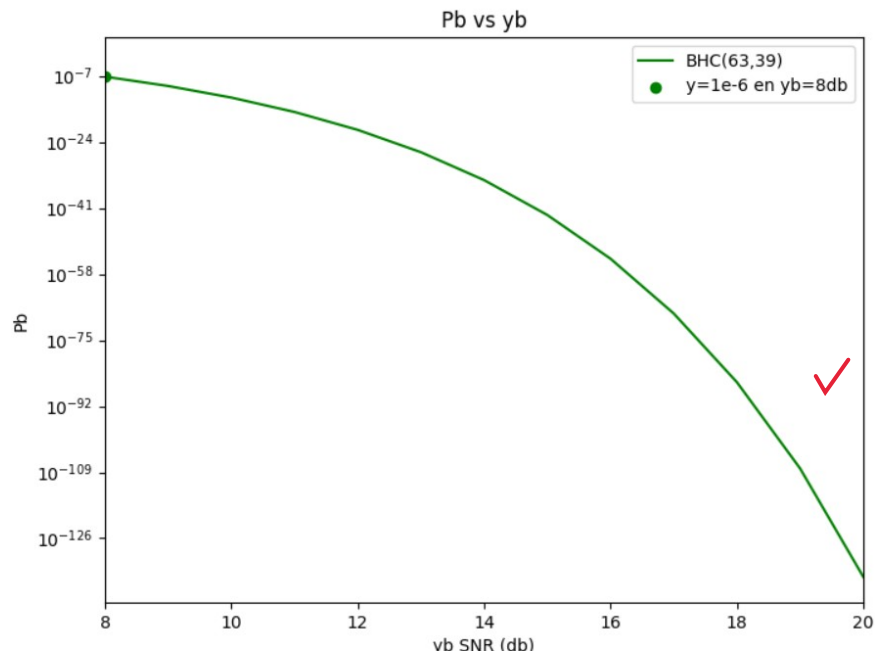
$$\alpha = \operatorname{erfc}(\sqrt{R_c\gamma_b}) \times \frac{1}{2}$$

Con esta expresión se procede a calcular la inversa de la función para poder así hallar el valor de γ_b

$$\operatorname{erfc}^{-1}(2\alpha) = \sqrt{R_c\gamma_b}$$

$$\gamma_b = \frac{\operatorname{erfc}^{-1}(2\alpha)^2}{R_c} \approx 8.75 \text{ db}$$

Procedemos a realizar la gráfica aproximada del codificador en donde γ_b varia de 8 a 20 db. **no se entiende por qué calcula así**



2.3. Comparación de los 2 sistemas y un sistema sin codificar

De la misma forma se calcula γ_b para un $P_b = 10^{-6}$ del sistema sin codificar

el mismo comentario $P_b = \alpha = 10^{-6}$

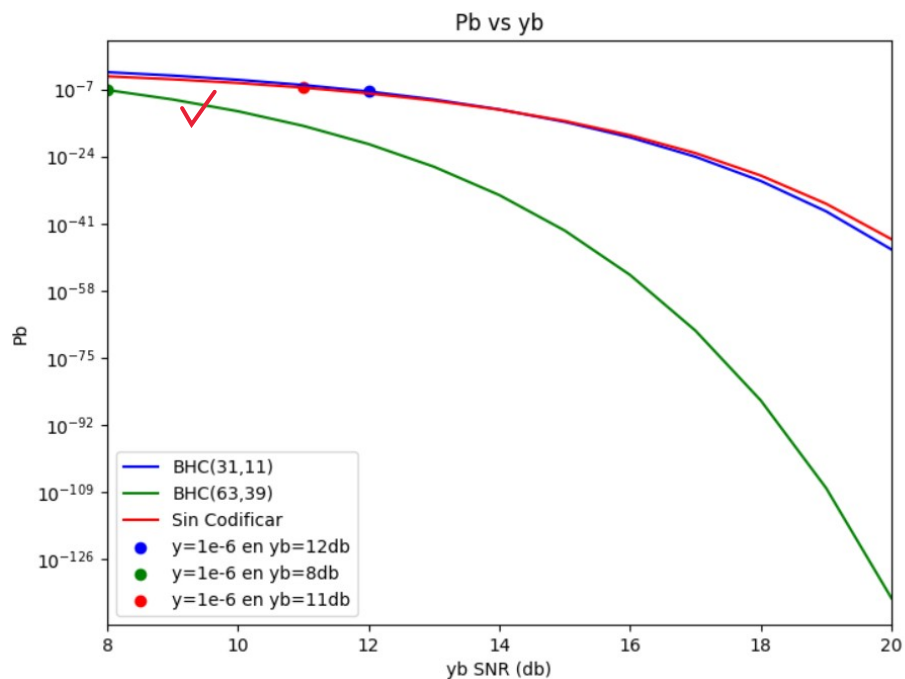
$$\alpha = Q(\sqrt{2\gamma_{ub}}) = \operatorname{erfc}\left(\frac{\sqrt{2\gamma_{ub}}}{\sqrt{2}}\right) \times \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \operatorname{erfc}(\sqrt{\gamma_{ub}}) \times \frac{1}{2}$$

Con esta expresión se procede a calcular la inversa de la función para poder así hallar el valor de γ_b

$$\operatorname{erfc}^{-1}(2\alpha) = \sqrt{\gamma_{ub}}$$

$$\gamma_{ub} = \operatorname{erfc}^{-1}(2\alpha)^2 \approx 10.53 \text{ db}$$



Al observar la grafica observamos que el sistema BHC (31,11) no es tan eficiente, ya que tiene la misma gráfica que el sistema sin codificar, también podemos obtener la ganancia de cada codificador.

- Ganancia del primer codificador BHC (31,11) por simulación

$$A_{BHC(31,11)} = \gamma_{\text{sin codificar}} - \gamma_{BHC(31,11)}$$

$$A_{BHC(31,11)} = 11 \text{ db} - 12 \text{ db} = -1 \text{ db}$$

esto no es simulación, es un cálculo teórico

- Ganancia del segundo codificador BHC (63,39)

$$A_{BHC(63,39)} = \gamma_{\text{sin codificar}} - \gamma_{BHC(63,39)}$$

$$A_{BHC(63,39)} = 11 \text{ db} - 8 \text{ db} = 3 \text{ db}$$

3. Conclusiones

- En base a la gráfica anterior y a los cálculos previos se logra demostrar que el sistema de codificación con una mayor distancia de Hamming[?] presenta una menor probabilidad de error de bit a la salida del decodificador. no en todo el rango de Yb
- Se demostró que un codificador BHC con una menor distancia de ~~X~~ Hamming llega ser ineficiente, al punto que su gráfica Pb vs γ_b está por encima de un sistema sin codificar.

4. Anexo código en Python

```
1 from scipy.special import erfc
2 from scipy.special import comb
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 import numpy as np
5
6
7 # Codificador BHC(31,11) t=2
8 n1 = 31
9 k1 = 11
10 t1 = 2
11 Rc1 = k1/n1
12 yb_db = np.arange(6,21,1)
13 yb = 10**(yb_db/10)
14 yc = Rc1*yb
15 alpha1 = 1/2*erfc((2*yc)**0.5/2**0.5)
16 Pb = comb(n1-1,t1)*(alpha1**(t1+1))
17 indice_yb_db1 = np.where(Pb <= 1e-6)[0][0]
18
19 # Codificador BHC(63,39) t=4
20 n2 = 63
21 k2 = 39
22 t2 = 4
23 Rc2 = k2/n2
24 yc2 = Rc2*yb
25 alpha2 = 1/2*erfc((2*yc2)**0.5/2**0.5)
26 Pb2 = comb(n2-1,t2)*(alpha2**(t2+1))
27 indice_yb_db2 = np.where(Pb2 <= 1e-6)[0][0]
```



```

27 indice_yb_db2 = np.where(Pb2 <= 1e-6)[0][0]
28
29 # Sin Codificador
30 Pub = erfc(yb**0.5)/2
31 indice_yb_db = np.where(Pub <= 1e-6)[0][0]
32 plt.figure(figsize=(8, 6))
33 plt.semilogy(yb_db, Pb, label='BHC(31,11)', color='blue')
34 plt.scatter(yb_db[indice_yb_db1], Pb[indice_yb_db1], color='blue',
35            | | | label=f'y=1e-6 en yb={yb_db[indice_yb_db1]}db') # Marca
36
37 plt.semilogy(yb_db, Pb2, label='BHC(63,39)', color='green')
38 plt.scatter(yb_db[indice_yb_db2], Pb2[indice_yb_db2], color='green',
39            | | | label=f'y=1e-6 en yb={yb_db[indice_yb_db2]}db')
40
41 plt.semilogy(yb_db, Pub, label='Sin Codificar', color='red')
42 plt.scatter(yb_db[indice_yb_db], Pub[indice_yb_db], color='red',
43            | | | label=f'y=1e-6 en yb={yb_db[indice_yb_db]}db')
44 #plt.xscale("log")
45 plt.xlim(8,20)
46 plt.xlabel('yb SNR (db)')
47 plt.ylabel('Pb')
48 plt.title('Pb vs yb')
49 plt.legend()
50 plt.show()

```

