



1ª Avaliação de Princípios de Comunicações Digitais

Professor: Frederico Pinagé

Nome: Julio Kelo Campos

Matrícula: 20250340

Data: 19/09/24

PROVA

Nota: 10

1. Para um código de bloco linear sistemático (8,4), a palavra de código compreende $m_0m_1m_2p_0p_1p_2p_3$ onde os bits de $p_0p_1p_2p_3$ são formados da seguinte forma: (2,5 pontos)

$$p_0 = m_0 \oplus m_1 \oplus m_2$$

$$p_1 = m_0 \oplus m_2$$

$$p_2 = m_0 \oplus m_2 \oplus m_3$$

$$p_3 = m_0 \oplus m_1 \oplus m_3$$

Encontre:

- A matriz geradora
- A matriz de verificação de paridade
- Distância mínima
- Capacidade de detecção e correção de erros deste código
- Se a sequência recebida for 00011101, calcule a síndrome e decodifique a sequência recebida.

2. Considere um código (6,2) gerado pela matriz G mostrada abaixo. (a) Construa a tabela de códigos para este código; (b) construa a matriz de verificação de paridade e determine a distância mínima entre as palavras-código. (1,5 pontos)

G =

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

3. Construa a tabela de erro padrão com sua respectiva síndrome para um código (9,5) que possui a matriz geradora abaixo. (2,0 pontos)

G =

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

4. Construa a matriz geradora e a matriz de verificação de paridades de um código (6,2). Qual é a distância mínima de Hamming? (1,0 pontos)

5. A capacidade do código de bloco de corrigir erros é uma função de _____ (1,0 pontos)

- Número de bits de paridade
- Número de bits de informação
- Número de bits de código
- ☒ Distância mínima

6. Qual dos seguintes representa o código no qual as palavras-código consistem em bits de mensagem e bits de paridade separadamente? (1,0 pontos)

- Códigos de bloco
- ☒ Códigos Sistemáticos
- Código Taxa
- Distância Hamming

7. Considere um código linear binário com matriz de verificação de paridade H dada abaixo. Qual das seguintes é uma palavra-código válida? (1,0 pontos)

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

- ☒ 100101
- 111101
- 010110
- 110110

$$H_T = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$c) [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1]$$

$$S = c \cdot H^T$$

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

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$+ \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

errado, tem erro!

erro	síndromo
10000000	11 11
01000000	10 01
00100000	11 10
00010000	00 11
00001000	10 00
00000100	01 00
00000010	00 10
00000001	00 01

$$\hat{r} = \hat{r} + e$$

$$\hat{r} = 00011101 + 00100000$$

$$\hat{r} = 00111101$$

$$m = 0011$$

mensagem = código \hat{r} decodificado

$$(2) G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow 5 \text{ b) } H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G(2,6) \quad H(4,6)$$

mensagem	código
00	000000
01	011001
10	101111
11	110110

$$H(P^T | I)$$

$$d_{\min} = 3$$

3-

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$H = (P^T | I) = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Table

erro	sincrono
1000000000	1110
0100000000	1010
0010000000	1001
0001000000	1111
0000100000	1100
0000010000	1000
0000001000	0100
0000000100	0010
0000000001	0001

$$s = e \cdot H^T$$

$$\textcircled{4} - G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \rightarrow 5$$

$$G(2,6) \rightarrow \textcircled{3} \rightarrow d_{\min} = 3$$

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

$$H(P^T | \Sigma)$$

$$H(4,6)$$

$\textcircled{5} - d)$

$\textcircled{6} - b)$

$\textcircled{7} - d)$

$$[110110] \rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{array}{l} 011 \\ 101 \\ 100 \\ 010 \\ \hline (000) \end{array}$$

\rightarrow palavra - código
válida.