

15.1.3

$$\begin{cases} n=18 \\ k=7 \\ m=11 \end{cases}$$

$$\sum_{j=0}^3 \binom{j}{18} = \binom{0}{18} + \binom{1}{18} + \binom{2}{18} + \binom{3}{18} = 1 + 18 + \frac{18 \cdot 17 \cdot 16}{3 \cdot 2 \cdot 1} + \frac{18 \cdot 17 \cdot 16}{3 \cdot 2 \cdot 1}$$

$$= 1 + 18 + 153 + 816 = 988 < 2^{10} \text{ pode corrigir 3 em 4}$$

OK!

$$= 1 + 23 + 253 + 1771 = 2048 = 2^{11}$$

$$= 1 + 23 + \frac{23 \cdot 22}{2} + \frac{23 \cdot 22 \cdot 21}{3 \cdot 2 \cdot 1}$$

$$\sum_{j=0}^3 \binom{j}{23} = \binom{0}{23} + \binom{1}{23} + \binom{2}{23} + \binom{3}{23} =$$

$$\begin{cases} n=23 \\ k=12 \\ m=11 \end{cases}$$

15.1.1

Alo 12

1

15.2.2

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

$$\bar{C} = \bar{d} = \frac{1 \times n}{K \times n}$$

$$\left[\begin{array}{c|ccc} \bar{d} & 0 & 0 & 0 \\ \hline d & 1 & 1 & 1 \end{array} \right] d_{min} = 3 = 2t + 1 \Rightarrow \boxed{t=1}$$

Código consegue corrigir 1 erro. Consiste na repetição do símbolo 3 vezes. Decodificação consiste em escolher o símbolo que aparece o maior número de vezes.

Não é possível que ele corrija 4 erros!!

$$\sum_{j=0}^4 \binom{4}{j} \begin{pmatrix} 10 \\ j \end{pmatrix} = 300 + \binom{4}{10} = 300 + 10 \cdot 17 \cdot 16 \cdot 15 = 4040 > 2^{2040}$$

15.2-3

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

(3)

$$\begin{matrix} 1 \times n & 1 \times n & 1 \times n \\ \bar{C} & = & \bar{D} \cdot \bar{G} \end{matrix}$$

$$Ent_{\text{cod}} = k-1, n=5$$

$\bar{D}$	$\bar{C}$
0	0 0 0 0 0
1	1 1 1 1 1

$$d_{\min} = 5 = 2t + 1 \Rightarrow t = 2$$

Código consegue corrigir $t=2$ erros.

Repetição do dígito 5 vezes. Para decodificar, a correção consiste em escolher o símbolo que apareça mais vezes.

15.3-1

Código cíclico sistemático $(7,4)$

$$g(x) = x^3 + x + 1$$

$\bar{D}$	$\bar{C}$
0000	1000
0001	1001
0010	1010
0011	1011
0100	1100
0101	1101
0110	1110
0111	1111

Para $\bar{d} = 0000$ $\bar{c}(x) = 0 \Rightarrow \bar{c} = [0000000]$

$$C(x) = x^3 d(x) + R_{em} \left\{ \frac{g(x)}{x^3 d(x)} \right\} - f(x)$$

Para $\bar{d} = 0001$ $d(x) = 1$

$$\frac{x^3}{x^3 + x + 1} \quad \frac{(x+1)}{x^3 + x + 1} \quad 1$$

$C(x) = x^3 + x + 1$

$\bar{c} = [0001011]$

Com des lo camemb

descobermos 7 polvrs
diferents

Para $\bar{d} = 0100$ $d(x) = x^2$

$$\frac{x^5}{x^5 + x^3 + x^2} \quad \frac{x^3 + x^2}{x^3 + x + 1} \quad \frac{x^2 + x + 1}{x^2 + x + 1} \quad f(x)$$

$\bar{c} = [0100111]$

$C(x) = x^5 + x^2 + x + 1$

5) Como o código é cíclico, a única palavra possível é 11111111

$$\bar{p} = [11111111] \text{ e } c = [11111111]$$

6) $d_{\min}$ entre todas as palavras decodigo é 3

$$d_{\min} = 3 = 2t + 1 \Rightarrow t = 1$$

$$c) \lambda(x) = \text{rem}(e(x)) = \text{rem}\left(\frac{g(x)}{g(x)}\right)$$

7 possíveis $e(x)$ nos valores:

$$e(x) = 1$$

$$\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ x^3 + x + 1 \end{pmatrix}$$

$$\bar{\lambda} = [0 \ 0 \ 0 \ 1]$$

$$e(x) = x$$

$$\begin{pmatrix} x \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 \\ x^3 + x + 1 \end{pmatrix}$$

$$\bar{\lambda} = [0 \ 1 \ 0]$$

$$e(x) = x^2 \neq \bar{\lambda} = [1 \ 0 \ 0]$$

$$\varrho(x) = x^3$$

$$\begin{array}{r} x^3 \\ \hline x^3 + x + 1 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\overline{A} = [0 \ 1 \ 1]$$

$$\varrho(x) = x^4$$

$$\begin{array}{r} x^4 \\ \hline x^4 + x^2 + x \\ \hline x^2 + x \end{array}$$

$$\overline{A} = [1 \ 1 \ 0]$$

$$\varrho(x) = x^5$$

$$\begin{array}{r} x^5 \\ \hline x^5 + x^3 + x^2 + 1 \\ \hline x^3 + x^2 \\ \hline x^3 + x^2 + 1 \end{array}$$

$$\overline{A} = [1 \ 1 \ 1 \ 1]$$

$$\varrho(x) = x^6$$

$$\begin{array}{r} x^6 \\ \hline x^6 + x^4 + x^3 \\ \hline x^4 + x^2 + x \\ \hline x^4 + x^3 \\ \hline x^3 + x^2 + x \\ \hline x^3 + x + 1 \end{array}$$

$$\overline{A} = [1 \ 0 \ 1]$$

$$[00110100] = \bar{5} \rightarrow [01001] = \bar{p}$$

$$[000000100000] = \bar{e}$$

$$[101] = \bar{2}$$

$$\begin{array}{r} x^4 + x^3 \\ \hline x^5 + x^4 + x^3 + x^2 \\ \hline x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + x^2 \\ \hline x^6 + x^4 + x^3 \\ \hline x^6 + x^5 + x^3 + x^2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x^4 + x^2 + x \\ \hline x^3 + x^2 + x \\ \hline x^3 + x + 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} x^3 + x^2 + x + 1 \\ \hline x^3 + x + 1 \end{array}$$

$$r(x) = x^6 + x^5 + x^3 + x^2$$

$$\textcircled{p} \quad \bar{5} = [1101100]$$

1000000	101
0100000	11
0010000	110
0001000	011
0000100	100
0000010	010
0000001	001
$\bar{e}$	$\bar{2}$

procuramos $\bar{e}$ na tabela

Assim, dado $\bar{5}$, calculamos $\bar{2}(x) = \text{Rem } r(x) \text{ e } g(x)$

$\textcircled{7}$

⑧

$$15.4.2 \quad \frac{P_{5k}}{P_{5l}} = 9 \quad \frac{E_5}{N} = 9$$

$$(23, 12) \rightarrow 10 \rightarrow 7 = 3$$

⑨

$$\frac{E_{5l}}{N} = \frac{n}{k} \cdot \frac{E_b}{N} = \frac{12}{23} \cdot 9 = \frac{108}{23}$$

$$P_{\bar{e}_u} = \alpha \left(\sqrt{2 \frac{E_b}{N}} \right) = \alpha \left(\sqrt{2 \cdot 9} \right) = \alpha(3\sqrt{2}) = 1,104 \cdot 10^{-5}$$

$$P_{ec} = \binom{n}{t+1} \left[\alpha \left(\sqrt{2 \cdot \frac{108}{23}} \right) \right]^{t+1} =$$

$$= \binom{23}{4} \left[\alpha \left(\sqrt{2 \cdot \frac{108}{23}} \right) \right]^4 =$$

$$= \frac{23 \cdot 22 \cdot 21 \cdot 20}{4!} \alpha \left(\sqrt{2 \cdot \frac{108}{23}} \right) = 4.321$$

$$= 1,250 \cdot 10^{-8}$$

$$P_{E_u} \approx k P_{e_u} = 1,32 \cdot 10^{-4}$$

⑩ $k \cdot \alpha \left(\sqrt{2 \frac{E_b}{N}} \right) = 1,25 \cdot 10^{-8}$

$$\sqrt{\frac{N}{2E_b}} \approx 6 \Rightarrow \frac{N}{2E_b} \approx 36 \Rightarrow \left| \frac{N}{E_b} \right| \approx 72$$

$\Downarrow$

$$Q\left(\sqrt{\frac{N}{2E_b}}\right) = 1.041 \cdot 10^{-3}$$

⑥

⑦

