Lista 5 - Sistemas de Comunicações Móveis

① O limite de probabilidade é dado por: $\boxed{P_e < e^{1-n.E(R)}}$, logo

dado que $E(R) = 1$, $n = 4$ $P_e < e^{1-4.1}$

$\Rightarrow$ $P_e < 0{,}049$.

Ou seja, a probabilidade de erro é limitada a 4.9%

Caso o número de dígitos da palavra for igual a $n = 8$, $P_e < 0{,}09\%$.

Quanto maior a palavra do código, menor é a probabilidade de erro.

② Usando a mesma relação anterior,

$0{,}01 < e^{1-8.E(R)} \Rightarrow -4{,}6 < 1 - 8.E(R)$,

Resolvendo a inequação, $E(R) < 0{,}7$

Por exemplo, se $E(R) = 10^{-9} R^2$,

$10^{-9} R^2 < 0{,}7 \Rightarrow R < \sqrt{10^9 . 0{,}7}$.

Como $R < C$, $C > 26{,}46$ Kbps

③ $\boxed{\varepsilon = k/n}$, onde $k \equiv$ nº de dígitos de informação; $n \equiv$ nº total de dígitos. Logo,

$\varepsilon = 3/8 = 37{,}5\%$

Aumenta-se a probabilidade de acerto na detecção, pois se aumenta o nº de dígitos de redundância.

CONT.

④ Convertendo para binário:

a :	0111 1011
b :	1011 0011
c :	0000 0000
d :	1111 1111

$d[a,b] = 3$

$a \oplus b = 1100\ 1000$

De modo similar, $d[a,c] = 6$, $d[a,d] = 2$, $d[b,c] = 5$, $d[b,d] = 3$, $d[c,d] = 8$.

Como a distância de Hamming é dada acima, a distância do código é a menor distância entre suas palavras.

$\boxed{D = 2}$

⑤ Dada a sequência [011 110 101 011 001]

b4 b3 b2 b1 b0

	k1	k2	k3	c1	c2	c3	c4
b0	0	0	1	0	1	1	1
b1	0	1	1	1	0	1	0
b2	1	0	1	1	1	0	0
b3	1	1	0	0	1	1	0
b4	0	1	1	1	0	1	0

Caso seja recebida a sequencia [1010 0111] relativa a 1 bloco,

$$\begin{cases} c_1 = 0, & \text{mas } k_1 \oplus k_2 = 1 \\ c_2 = 1, & k_2 \oplus k_3 = 1 \\ c_3 = 1, & \text{mas } k_1 \oplus k_3 = 0 \\ c_4 = 1, & \text{mas } k_1 \oplus k_2 \oplus k_3 = 0 \end{cases}$$

CONT.

O receptor pode corrigir o erro em k_0, ou seja $\boxed{k_0 = 0.}$

⑥ Um código de distância de Hamming d permite detectar $\boxed{d-1 \text{ erros}}$, logo $d-1 = 3 \Rightarrow d \geq 4$

Para corrigir t erros, o código de distância d deve satisfazer $\boxed{2t+1 \leq d}$, logo, $t=2$, $d \geq 5$

⑦ Para corrigir pelo menos 2 bits, $d \geq 5$. considerando código de repetição

k	c1	c2	c3	c4
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

Portanto, a transmissão de BE seria
$B \equiv 001$, $E \equiv 100 \Rightarrow$
[00000 00000 11111 . . .]

⑧ ABC $\Rightarrow$ $\underbrace{000}_{A}$ $\underbrace{001}_{B}$ $\underbrace{010}_{C}$

Incluindo o bit de paridade (paridade ímpar), [0001 0010 0100]

CONT.

(9) $c_1 \; c_2 \; k_3 \; c_4 \; k_5$, $n = 5$, sendo

$$\left.\begin{array}{l} k_3 = f(c_1, c_2) \\ k_5 = f(c_1, c_4) \end{array}\right\} \quad \begin{array}{c} k_3\, k_5\, c_1 \\ k_3\, c_1\, c_2 \\ k_5\, c_1\, c_4 \end{array}$$

logo

$k_3 = k_5 = 00 \Rightarrow c_1 = 1 \,,\; c_2 = 0 \,,\; c_4 = 0$

$k_3 = 0 \,,\; k_5 = 1 \Rightarrow c_1 = 0 \,,\; c_2 = 1 \,,\; c_4 = 0$

$k_3 = 1 \,,\; k_5 = 0 \Rightarrow c_1 = 0 \,,\; c_2 = 0 \,,\; c_4 = 1$

$k_3 = 1 \,,\; k_5 = 1 \Rightarrow c_1 = 1 \,,\; c_2 = 1 \,,\; c_4 = 1$

k_3	k_5	c_1	c_2	c_4
0	0	1	0	0
0	1	0	1	0
1	0	0	0	1
1	1	1	1	1