



Área Departamental de Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e  
de Computadores

## Módulo 2

Autores: N°49469      Joana Chuço  
             N°49512      Nuno Aguiar

Relatório para a Unidade Curricular de Programação da Licenciatura em  
Engenharia Informática e de Computadores

Professor: Artur Ferreira

17 – 06 – 2023

# Exercício 1

(a)

(i) Para chegarmos ao resultado pretendido utilizámos a função bsc retirada do módulo anterior com algumas alterações.

(ii) Para fazer o código de repetição tivemos de, para cada bit, repeti-lo de forma a que ficassem 3 bits iguais seguidos. Para a descodificação, para cada 3 bits foi verificado o número bits com valor '0' e bits com valor '1'. O bit descodificado ficaria com o valor do bit que se repetisse mais vezes nessa sequência de 3 bits.

(iii) Para fazer a aplicação do código de Hamming, a cada 4 bits, realizou-se as equações de paridade. Para realizar a descodificação calculámos os síndromas. Caso os mesmos fossem '0' não iríamos acusar erro, caso houvesse erro, obtíamos os valores dos padrões de erro associados ao síndrome, somávamos os mesmos à palavra e retirávamos os bits de paridade.

```
File: file4.txt with BER: 10^-2 without interleaving
```

```
- BER1, entre a entrada e a saída do BSC, sem controlo de erros:
```

```
BSC
```

```
The p value is 0.01
```

```
The BER value is 0.01
```

```
BSC
```

```
Number of different symbols: 68
```

```
- BER2, após a aplicação de código de repetição (3, 1) sobre o BSC, em modo de correção:
```

```
BSC
```

```
The p value is 0.01
```

```
The BER value is 0.01
```

```
BSC
```

```
Number of different symbols: 3
```

```
The value of BER is 0.0004501800720288115
```

```
- BER3, após a aplicação de código de Hamming (7, 4) sobre o BSC, em modo de correção:
```

```
BSC
```

```
The p value is 0.01
```

```
The BER value is 0.01
```

```
BSC
```

```
Number of different symbols: 3
```

```
The value of BER is 0.0006002400960384153
```

```
File: file4.txt with BER: 10^-5 without interleaving

- BER1, entre a entrada e a saída do BSC, sem controlo de erros:
BSC
The p value is 1e-05
The BER value is 1e-05
BSC
Number of different symbols: 0

- BER2, após a aplicação de código de repetição (3, 1) sobre o BSC, em modo de correção:
BSC
The p value is 1e-05
The BER value is 1e-05
BSC
Number of different symbols: 0
The value of BER is 0.0

- BER3, após a aplicação de código de Hamming (7, 4) sobre o BSC, em modo de correção:
BSC
The p value is 1e-05
The BER value is 1e-05
BSC
Number of different symbols: 0
The value of BER is 0.0
```

Olhando para estes dois outputs do código podemos afirmar que:

- O BER1 é sempre mais elevado que os outros graças a não haver controlo de erros;
- Por vezes o BER2 e BER3 são 0, pois é efetuado um controlo de erros;
- Os símbolos errados são superiores onde não existe controlo de erros.

(b) Para realizar este exercício utilizámos as funções do exercício anterior, e a função interleaving do módulo anterior.

File: file4.txt with BER:  $10^{-2}$  with interleaving

- BER1, entre a entrada e a saída do BSC, sem controlo de erros:

BSC

The p value is 0.01

The BER value is 0.01

BSC

Number of different symbols: 67

- BER2, após a aplicação de código de repetição (3, 1) sobre o BSC, em modo de correção:

BSC

The p value is 0.01

The BER value is 0.01

BSC

The value of BER is 0.00030012004801920766

Number of different symbols: 2

- BER3, após a aplicação de código de Hamming (7, 4) sobre o BSC, em modo de correção:

BSC

The p value is 0.01

The BER value is 0.01

BSC

The value of BER is 0.0006002400960384153

Number of different symbols: 2

File: file4.txt with BER:  $10^{-5}$  with interleaving

- BER1, entre a entrada e a saída do BSC, sem controlo de erros:

BSC

The p value is 1e-05

The BER value is 1e-05

BSC

Number of different symbols: 0

- BER2, após a aplicação de código de repetição (3, 1) sobre o BSC, em modo de correção:

BSC

The p value is 1e-05

The BER value is 1e-05

BSC

The value of BER is 0.0

Number of different symbols: 0

- BER3, após a aplicação de código de Hamming (7, 4) sobre o BSC, em modo de correção:

BSC

The p value is 1e-05

The BER value is 1e-05

BSC

The value of BER is 0.0

Number of different symbols: 0

Olhando para estes dois outputs do código podemos afirmar que:

- O BER1 é sempre mais elevado que os outros graças a não haver controlo de erros;
- Por vezes o BER2 e BER3 são 0, pois é efetuado um controlo de erros;
- Os símbolos errados são superiores onde não existe controlo de erros.

## Exercício 2

(a)Tendo em conta o código realizado obtivemos o seguinte resultado:

```
1 1237153163127255511
```

Este ficheiro é formado no intellij com a informação recebida a partir do arduíno que neste caso é uma progressão geométrica que tem como retorno os seguintes valores: 1,2,3,7,15,31,63,127,255,511.

Este código espera até algo estar conectado via USB ao arduíno. Do momento em que é estabelecida uma conexão, este envia um número de cada vez.

Essa informação chega ao computador e é recebida através do uso de bibliotecas apropriadas de python denominando qual é a porta USB que está conectada ao arduíno. Dessa forma, é efetuado um print para o ficheiro guardando os valores enviados pelo arduíno.

(b)

```
checksum Arduino: 1DD0  
{'Fletcher16_dec': 58745, 'Fletcher16_hex': '0xe579'}
```

Após receber a informação enviada pelo arduíno, colocamos erros isolados manualmente, de cada 10 em 10 bits. Após utilizar a fletcher checksum verificamos que o seu resultado vai variar do que foi enviado pelo arduíno.

(c)

```
checksum Arduino: 1DD0  
{'Fletcher16_dec': 60134, 'Fletcher16_hex': '0xae6'}
```

Depois de observar este output podemos afirmar que após inserir erros em rajada, a técnica de detecção de erros Fletcher CheckSum apresenta um desempenho pior porque não é capaz de detetar erros na inversão de bits adjacentes.