

**ISEL**  
**Codificação de Sinais Multimédia**  
2º Semestre Lectivo 2018/19  
Exame 1ª Época (25/06/2019)

**Ex 01**

1. Considere mensagem com 6 símbolos (A; B; E; L; O; R): “BOLABOLAREBOLABOLABOLA”.
- a) (2 val) Codifique esta mensagem usando o código LZW. Assuma o dicionário inicial [1-”A”; 2-”B”; 3-”E”; 4-”L”; 5-”O”; 6-”R”].
  - b) (2 val) Calcule a eficiência do código e a taxa de compressão. Explícite todos os pressupostos assumidos.
  - c) (2 val) Codifique a mensagem usando o algoritmo de Huffman.
  - d) (2 val) Calcule a entropia associada aos símbolos e compare com o número médio de bits por símbolo usando os dois codificadores.
  - e) (2 val) Escolha uma das opções:  
O número médio de bits por símbolo usado por um codificador sem perdas é:
    - e1) sempre maior ou igual ao valor da entropia para o conjunto de símbolos da fonte
    - e2) sempre inferior ao valor da entropia para o conjunto de símbolos da fonte
    - e3) nenhuma das anteriores

2. Considere a matriz representada.

- a) (2 val) Diga justificando o que realiza o código seguinte e o que representa o seu resultado.

```
import cv2
print(cv2.idct(z))
```

0	512	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

- b) (2 val) Admitindo que a matriz representa os valores da DCT de um bloco de 8 x 8 após quantificação, a codificação desta segunda a norma JPEG é:

- b1) 0011010100001010
- b2) 0011111111000001110000000001010
- b3) 00100001010
- b4) 0011111110110100001010

3. Considere as norma de compressão de vídeo:.

- a) (2 val) O valor da entropia de uma P-frame com compensação de movimento é:
  - a1) igual ou inferior à entropia da mesma P-frame codificada sem compensação de movimento
  - a2) igual ou superior à entropia da mesma P-frame codificada sem compensação de movimento
  - a3) igual à entropia da mesma P-frame codificada sem compensação de movimento
- b) (2 val) Represente o diagrama de blocos do modo SNR escalável da norma MPEG2 e apresente as suas vantagens.
- c) (2 val) Admita que pretende transmitir um vídeo em UHD 4K (3840x2160). Considere que o fator de compressão é de 100 e 80 para a luminância e crominância respetivamente, que se usa um subsampling de cor 4:2:2, 8 bits por amostra. Determine qual o débito binário assumindo que uma taxa de 30 frames por segundo.

## Tabelas da norma JPEG

$$\mathbf{K}_1 = \begin{bmatrix} 16 & 11 & 10 & 16 & 24 & 40 & 51 & 61 \\ 12 & 12 & 14 & 19 & 26 & 58 & 60 & 55 \\ 14 & 13 & 16 & 24 & 40 & 57 & 69 & 56 \\ 14 & 17 & 22 & 29 & 51 & 87 & 80 & 62 \\ 18 & 22 & 37 & 56 & 68 & 109 & 103 & 77 \\ 24 & 35 & 55 & 64 & 81 & 104 & 113 & 92 \\ 49 & 64 & 78 & 87 & 103 & 121 & 120 & 101 \\ 72 & 92 & 95 & 98 & 112 & 100 & 103 & 99 \end{bmatrix}$$

SIZE	AMPLITUDE
1	-1,1
2	-3,-2,2,3
3	-7,-4,4,7
4	-15,-8,8,15
5	-31,-16,16,31
6	-63,-32,32,63
7	-127,-64,64,127
8	-255,-128,128,255
9	-511,-256,256,511
10	-1023,-512,512,1023

size	code
$K_3(0)$	"00"
$K_3(1)$	"010"
$K_3(2)$	"011"
$K_3(3)$	"100"
$K_3(4)$	"101"
$K_3(5)$	"110"
$K_3(6)$	"1110"
$K_3(7)$	"11110"
$K_3(8)$	"111110"
$K_3(9)$	"1111110"
$K_3(10)$	"11111110"
$K_3(11)$	"111111110"

ZRL size	code	ZRL size	code	ZRL size	code	ZRL size	code
$K_5(0, 0)$	"1010"	$K_5(4, 1)$	"111011"	$K_5(8, 1)$	"111111000"	$K_5(12, 1)$	"1111111010"
$K_5(0, 1)$	"00"	$K_5(4, 2)$	"1111111000"	$K_5(8, 2)$	"11111111000000"	$K_5(12, 2)$	"111111111011001"
$K_5(0, 2)$	"01"	$K_5(4, 3)$	"111111110010110"	$K_5(8, 3)$	"1111111110110110"	$K_5(12, 3)$	"1111111111011010"
$K_5(0, 3)$	"100"	$K_5(4, 4)$	"1111111110010111"	$K_5(8, 4)$	"11111111110110111"	$K_5(12, 4)$	"11111111111011011"
$K_5(0, 4)$	"1011"	$K_5(4, 5)$	"11111111110011000"	$K_5(8, 5)$	"111111111110111000"	$K_5(12, 5)$	"111111111111011100"
$K_5(0, 5)$	"11010"	$K_5(4, 6)$	"11111111110011001"	$K_5(8, 6)$	"111111111110111001"	$K_5(12, 6)$	"111111111111011101"
$K_5(0, 6)$	"1111000"	$K_5(4, 7)$	"11111111110011010"	$K_5(8, 7)$	"111111111110111010"	$K_5(12, 7)$	"111111111111011110"
$K_5(0, 7)$	"11111000"	$K_5(4, 8)$	"11111111110011011"	$K_5(8, 8)$	"111111111110111011"	$K_5(12, 8)$	"111111111111011111"
$K_5(0, 8)$	"1111110110"	$K_5(4, 9)$	"11111111110011100"	$K_5(8, 9)$	"111111111110111100"	$K_5(12, 9)$	"111111111111000000"
$K_5(0, 9)$	"1111111110000010"	$K_5(4, 10)$	"11111111110011101"	$K_5(8, 10)$	"111111111110111101"	$K_5(12, 10)$	"111111111111000001"
$K_5(0, 10)$	"1111111110000011"	$K_5(5, 1)$	"1111010"	$K_5(9, 1)$	"1111111001"	$K_5(13, 1)$	"111111110000"
$K_5(1, 1)$	"1100"	$K_5(5, 2)$	"11111110111"	$K_5(9, 2)$	"1111111110111110"	$K_5(13, 2)$	"1111111111000010"
$K_5(1, 2)$	"11011"	$K_5(5, 3)$	"1111111110011110"	$K_5(9, 3)$	"11111111110111111"	$K_5(13, 3)$	"11111111111000011"
$K_5(1, 3)$	"1111001"	$K_5(5, 4)$	"1111111110011111"	$K_5(9, 4)$	"11111111111000000"	$K_5(13, 4)$	"11111111111100100"
$K_5(1, 4)$	"111110110"	$K_5(5, 5)$	"11111111110100000"	$K_5(9, 5)$	"111111111110000001"	$K_5(13, 5)$	"11111111111100101"
$K_5(1, 5)$	"11111110110"	$K_5(5, 6)$	"11111111110100001"	$K_5(9, 6)$	"111111111110000010"	$K_5(13, 6)$	"11111111111100110"
$K_5(1, 6)$	"1111111110000100"	$K_5(5, 7)$	"111111111101000010"	$K_5(9, 7)$	"111111111110000011"	$K_5(13, 7)$	"11111111111100111"
$K_5(1, 7)$	"1111111110000101"	$K_5(5, 8)$	"111111111101000011"	$K_5(9, 8)$	"111111111110000100"	$K_5(13, 8)$	"11111111111101000"
$K_5(1, 8)$	"1111111110000110"	$K_5(5, 9)$	"11111111110100100"	$K_5(9, 9)$	"111111111110000101"	$K_5(13, 9)$	"11111111111101001"
$K_5(1, 9)$	"1111111110000111"	$K_5(5, 10)$	"11111111110100101"	$K_5(9, 10)$	"111111111110000110"	$K_5(13, 10)$	"11111111111101010"
$K_5(1, 10)$	"1111111110001000"	$K_5(6, 1)$	"1111011"	$K_5(10, 1)$	"1111111010"	$K_5(14, 1)$	"111111111101011"
$K_5(2, 1)$	"11100"	$K_5(6, 2)$	"111111110110"	$K_5(10, 2)$	"1111111111000111"	$K_5(14, 2)$	"1111111111101100"
$K_5(2, 2)$	"11111001"	$K_5(6, 3)$	"11111111110100110"	$K_5(10, 3)$	"11111111111001000"	$K_5(14, 3)$	"11111111111101101"
$K_5(2, 3)$	"11111110111"	$K_5(6, 4)$	"11111111110100111"	$K_5(10, 4)$	"111111111111001001"	$K_5(14, 4)$	"11111111111101110"
$K_5(2, 4)$	"111111110100"	$K_5(6, 5)$	"11111111110101000"	$K_5(10, 5)$	"111111111111001010"	$K_5(14, 5)$	"11111111111101111"
$K_5(2, 5)$	"1111111110001001"	$K_5(6, 6)$	"11111111110101001"	$K_5(10, 6)$	"111111111111001011"	$K_5(14, 6)$	"1111111111110000"
$K_5(2, 6)$	"1111111110001010"	$K_5(6, 7)$	"11111111110101010"	$K_5(10, 7)$	"111111111111001100"	$K_5(14, 7)$	"11111111111100001"
$K_5(2, 7)$	"1111111110001011"	$K_5(6, 8)$	"11111111110101011"	$K_5(10, 8)$	"111111111111001101"	$K_5(14, 8)$	"1111111111110010"
$K_5(2, 8)$	"1111111110001100"	$K_5(6, 9)$	"11111111110101100"	$K_5(10, 9)$	"111111111111001110"	$K_5(14, 9)$	"11111111111100111"
$K_5(2, 9)$	"1111111110001101"	$K_5(6, 10)$	"11111111110101101"	$K_5(10, 10)$	"111111111111001111"	$K_5(14, 10)$	"1111111111110100"
$K_5(2, 10)$	"1111111110001110"	$K_5(7, 1)$	"11111010"	$K_5(11, 1)$	"1111111001"	$K_5(15, 0)$	"11111111001"
$K_5(3, 1)$	"111010"	$K_5(7, 2)$	"111111110111"	$K_5(11, 2)$	"1111111111010000"	$K_5(15, 1)$	"111111111110101"
$K_5(3, 2)$	"111110111"	$K_5(7, 3)$	"11111111110101110"	$K_5(11, 3)$	"11111111111010001"	$K_5(15, 2)$	"1111111111110110"
$K_5(3, 3)$	"1111111110101"	$K_5(7, 4)$	"11111111110101111"	$K_5(11, 4)$	"111111111111010010"	$K_5(15, 3)$	"11111111111101111"
$K_5(3, 4)$	"1111111110001111"	$K_5(7, 5)$	"11111111110110000"	$K_5(11, 5)$	"111111111111010011"	$K_5(15, 4)$	"1111111111111000"
$K_5(3, 5)$	"11111111110010000"	$K_5(7, 6)$	"11111111110110001"	$K_5(11, 6)$	"111111111111010100"	$K_5(15, 5)$	"1111111111111001"
$K_5(3, 6)$	"11111111110010001"	$K_5(7, 7)$	"11111111110110010"	$K_5(11, 7)$	"111111111111010101"	$K_5(15, 6)$	"1111111111111010"
$K_5(3, 7)$	"11111111110010010"	$K_5(7, 8)$	"11111111110110011"	$K_5(11, 8)$	"111111111111010110"	$K_5(15, 7)$	"11111111111110111"
$K_5(3, 8)$	"11111111110010011"	$K_5(7, 9)$	"11111111110110100"	$K_5(11, 9)$	"111111111111010111"	$K_5(15, 8)$	"1111111111111100"
$K_5(3, 9)$	"11111111110010100"	$K_5(7, 10)$	"11111111110110101"	$K_5(11, 10)$	"111111111111011000"	$K_5(15, 9)$	"1111111111111101"
$K_5(3, 10)$	"11111111110010101"					$K_5(15, 10)$	"1111111111111110"