

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA E DE COMPUTADORES
COMUNICAÇÕES

Semestre de verão 2019-2020

Trabalho Prático - Módulo 2 (15 de maio de 2020)

Data Limite de Entrega (sujeita a alteração devido à situação provocada pela COVID-19): 26 de junho de 2020

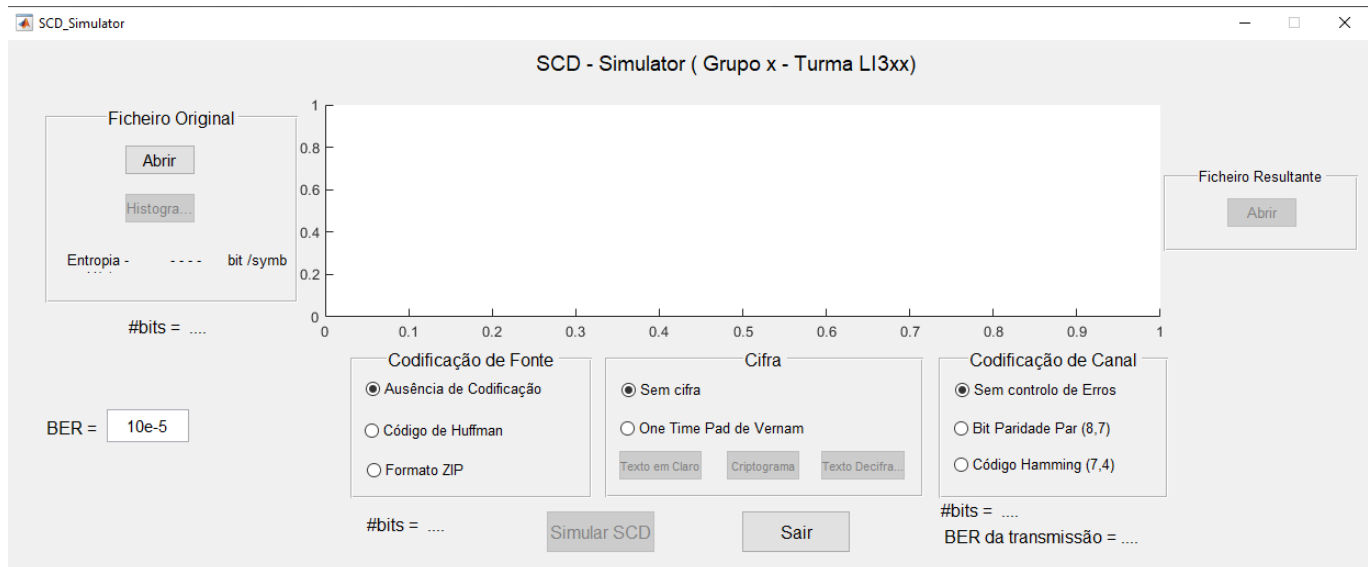
Objetivos:

- Desenvolvimento de programas e aplicações em MATLAB/OCTAVE.
- Estudo e aplicação de conceitos sobre codificação de fonte, cifra e correção de erros.
- Estudo e aplicação de conceitos e desempenho de sistemas de transmissão digital, ao nível físico.

O código desenvolvido e o respetivo relatório deverão ser entregues em formato eletrónico no sistema Moodle.

A apresentação da resolução dos exercícios decorrerá em aula prática, a definir em cada turma.

1. Considere a GUI SCD-Simulator, desenvolvida no terceiro exercício do primeiro módulo do trabalho prático.



Pretende-se adicionar as funcionalidades indicadas a seguir, sobre a GUI. Modifique a implementação do bloco SCD, de forma a que este seja agora constituído por três sub-blocos: *emissor*, *canal* e *recetor*, com as seguintes especificações.

- (i) O *emissor* e o *recetor* deverão suportar os códigos de linha NRZ Bipolar absoluto e NRZ Unipolar Mark, com a técnica de *bit-stuffing*, em blocos de 6 bit, com parâmetros à escolha do utilizador. A GUI deverá apresentar os sinais gerados à saída do emissor e à entrada do recetor.
- (ii) O *emissor* e o *recetor* deverão suportar as modulações digitais OOK e FSK, com parâmetros à escolha do utilizador. A GUI deverá apresentar os sinais gerados à saída do emissor e à entrada do recetor.
- (iii) O *canal* será definido por $y(t) = \alpha x(t) + n(t)$, em que $\alpha \in]0, 1]$ e $n(t)$ é o sinal de ruído; a relação sinal-ruído deverá ser configurável e definida pelo utilizador.

- (a) Explique de forma detalhada como realiza cada uma das funcionalidades indicadas em (i), (ii) e (iii).
- (b) Apresente resultados experimentais que ilustrem o correto funcionamento de cada uma das funcionalidades indicadas em (i), (ii) e (iii). Comente os resultados obtidos.
- (c) Apresente resultados experimentais que ilustrem o correto funcionamento da GUI, na transmissão de: um ficheiro de texto; um ficheiro de imagem. A transmissão deverá aplicar: código de Huffman, sistema de Vernam, código Hamming (7,4) em modo de correção, código NRZ Bipolar absoluto e canal ruidoso (com parâmetros à sua escolha). Comente os resultados obtidos.

2. Considere a transmissão nas condições indicadas no exercício 1, alínea c), nas situações de presença e a ausência do código de Hamming (7,4). Apresente as curvas de BER obtidas na transmissão de conteúdos à sua escolha, nas seguintes situações: ausência de código de Hamming (7,4); presença de código de Hamming (7,4). Comente os resultados obtidos.
3. Recorrendo a uma linguagem de programação à sua escolha, escreva funções que realizem as seguintes ações:
- (i) Os algoritmos de cálculo e verificação do dígito de controlo do Bilhete de Identidade (BI)/Cartão do Cidadão, apresentados de seguida. Considere que o número do BI é dado por $[m_7 m_6 m_5 m_4 m_3 m_2 m_1 m_0]$.

Algoritmo de cálculo do dígito de controlo

O cálculo do dígito de controlo b_0 é dado por

$$a. x = 9m_7 + 8m_6 + 7m_5 + 6m_4 + 5m_3 + 4m_2 + 3m_1 + 2m_0 = \sum_{k=0}^7 (k+2)m_k$$

$$b. b_0 = t - x,$$

em que t é o primeiro múltiplo de 11 superior a x . Verifica-se assim que $b_0 \in \{0, 1, \dots, 10\}$.

Algoritmo de verificação do dígito de controlo

A verificação do dígito de controlo é definida por

$$a. s = \sum_{k=0}^7 (k+2)\hat{m}_k + b_0$$

b. caso s seja múltiplo de 11, não se detetam erros; caso contrário, detetam-se erros.

- (ii) Os algoritmos de cálculo e verificação do ISBN (International Standard Book Number), com 13 dígitos, utilizado na identificação de livros, https://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Book_Number

Apresente resultados experimentais que comprovem que estes algoritmos detetam as situações de troca de ordem de dígitos consecutivos, bem como a introdução errada de um dígito (estes são os erros mais frequentemente introduzidos pelos humanos).

Seguem-se alguns aspetos relevantes sobre o relatório pretendido para este trabalho:

- (1) O relatório deve ser sucinto e organizado em três secções, uma por cada exercício do trabalho prático.
- (2) Cada secção deve estar organizada em sub-secções, uma por cada alínea de cada exercício.
- (3) Para cada alínea, o relatório deve ter resposta clara às questões colocadas no enunciado. Também deve conter todos os resultados experimentais solicitados e os respetivos comentários, análise e explicações consideradas essenciais.
- (4) Nos exercícios em que se solicita a escrita de uma função ou o desenvolvimento de uma aplicação, o relatório deverá apresentar os principais critérios e escolhas efetuadas nesse desenvolvimento.
- (5) O relatório não deve conter o código. Este deverá ser entregue em formato eletrónico em separado, devidamente comentado e organizado.