

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

**Semestre de inverno 2018-2019**

**Trabalho Prático - Módulo 1 (1 de outubro de 2018)**

**Data Limite de Entrega: 12 de novembro de 2018**

**Objetivos:**

- Desenvolvimento de programas/aplicações em MATLAB/OCTAVE.
- Manipulação de sinais e sistemas em MATLAB/OCTAVE.
- Análise de indicadores e de propriedades sobre sinais.
- Estudo de conceitos sobre sinais, sistemas e operações.

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

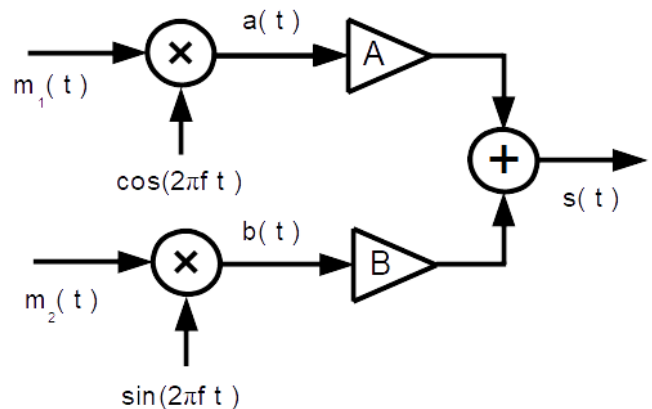
*A apresentação dos vários exercícios decorrerá em aula prática, a definir em cada turma.*

1. As seguintes questões referem-se a alguns aspetos específicos do guia da primeira aula prática.

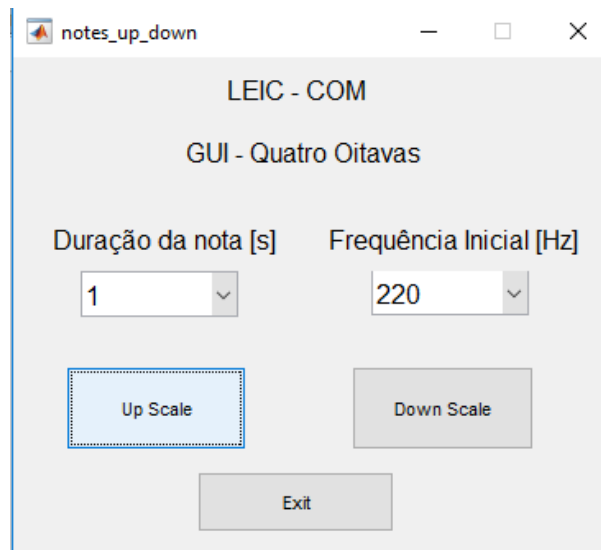
- (a) Parte 1. Ponto 4. Apresente todos os resultados obtidos. Explique todas as situações de erro encontradas.
- (b) Parte 1. Ponto 6. Explique o significado dos operadores  $\wedge 2$  e  $\cdot *$ , indicando as diferenças relativamente aos operadores definidos por  $\wedge 2$  e por  $*$ .
- (c) Parte 1. Ponto 7. Realize o mesmo cálculo de energia através de outra sintaxe à sua escolha. Apresente essa forma de cálculo e o resultado obtido.
- (d) Parte 1. Ponto 13. Apresente todos os resultados obtidos. Explique o significado da sintaxe de cada uma das instruções apresentadas.
- (e) Parte 2. Ponto 1. Modifique o *script* `plot_periodic`, para que este exiba também quatro períodos fundamentais dos sinais  $z(t) = x(4t)$  e  $w(t) = 3y(t) - 2$ , em duas janelas distintas. Apresente os resultados obtidos.
- (f) Parte 3. Ponto 1. Modifique a função `my_sinc`, de forma a que esta passe a exibir os sinais  $z(t) = 4x^2(t)$  e  $w(t) = ax(t - b)$ , em que  $a$  e  $b$  são parâmetros de entrada. Apresente os resultados obtidos, para quatro pares de valores de  $a$  e  $b$ , à sua escolha.
- (g) A partir de todos os conceitos explorados no guia, escreva a função `record_audio_to_file`, a qual grava um sinal áudio a partir da placa de som, com frequência de amostragem  $F_s$  e duração  $d$  segundos. A função armazena o sinal áudio em ficheiros de formato WAV e FLAC, cujo nome é passado como parâmetro.

2. Considere o sistema apresentado na figura.

- (a) Apresente a expressão do sinal  $s(t)$ , em função dos sinais de entrada  $m_1(t)$  e  $m_2(t)$  e das constantes  $A$  e  $B$ .
- (b) Considere  $m_1(t) = m_2(t) = 1$ . Classifique os sinais  $a(t)$  e  $b(t)$  quanto à simetria e à periodicidade. Classifique o sinal  $s(t)$  quanto à simetria e periodicidade para as seguintes situações:
  - (i)  $A = B = 1$ ;
  - (ii)  $A = 0, B = 1$ ;
  - (iii)  $A = 1, B = 0$ ;
  - (iv)  $A = 2, B = 4$ .
- (c) Escreva em MATLAB a função `signal_IQ`, a qual realiza o sistema apresentado na figura. Como parâmetros de entrada deverá receber os sinais  $m_1(t)$  e  $m_2(t)$  bem como as constantes  $A$  e  $B$ . A função deverá retornar o sinal  $s(t)$  e as componentes par e ímpar dos sinais  $a(t)$ ,  $b(t)$  e  $s(t)$ .



3. Considere o sistema misturador o qual realiza a combinação linear de  $N$  sinais, definida por  $x(t) = \sum_{k=1}^N a_k s_k(t)$ .
- Escreva a função `signal_mixer`, a qual implementa de forma genérica, o sistema misturador tal como definido acima. A função deverá apresentar o gráfico do sinal  $x(t)$  e retornar um vetor com as respectivas amostras.
  - Recorrendo à função `signal_mixer`, apresente os gráficos dos sinais
    - $x_1(t) = 5 \cos(2\pi 100t) + 10 \cos(2\pi 300t)$ , para  $-30 \text{ ms} < t < 30 \text{ ms}$ .
    - $x_2(t) = 2 + 4 \cos(2\pi 100t) + 10 \cos(2\pi 250t)$ , para  $-30 \text{ ms} < t < 30 \text{ ms}$ .
 Indique a amplitude mínima, a amplitude máxima, a amplitude média, a frequência fundamental e a largura de banda destes sinais. Apresente os resultados obtidos pela aplicação da função `analysis` sobre  $x_1(t)$  e  $x_2(t)$ . Comente os resultados.
  - Seja o sinal  $x_3(t) = A_0 + \sum_{k=1}^N d \text{sinc}(kd) \cos(2\pi k f_o t)$ , em que  $A_0$ ,  $N$ ,  $d$  e  $f_o$  são parâmetros genéricos.
    - Usando a função `signal_mixer`, gere o sinal  $x_3(t)$  com os parâmetros:  $A_0 = 5$ ,  $N = 5$ ,  $d = 0,5$  e  $f_o = 500$ ;  $A_0 = 3$ ,  $N = 15$ ,  $d = 0,25$  e  $f_o = 1000$ . Apresente os sinais resultantes destas duas configurações de parâmetros.
    - Comente o efeito de cada parâmetro na formação do sinal  $x_3(t)$ . Relacione a evolução do valor médio, da largura de banda e da potência de  $x_3(t)$ , com a variação dos valores de  $A_0$  e  $N$ .
  - Aplicando a função `signal_mixer`, escreva a função `mobile_ring_tones`, a qual gera três sinais distintos para serem usados como toques de chamada de telefone. Estes sinais, que podem conter fala digitalizada através da função `record_audio_to_file`, devem ser armazenados em ficheiros áudio de formato WAV e FLAC.
4. A figura abaixo apresenta uma GUI realizada no MATLAB designada por `notes_up_down`. Recorra ao ficheiro executável fornecido na plataforma MOODLE para testar esta GUI e analisar o seu funcionamento.



- Altere a função `notes.m` (do guia da primeira aula prática) para que esta receba como parâmetros de entrada a frequência inicial da oitava, duração da nota e o sentido de reprodução da escala de notas musicais: ascendente ou descendente.
- Recorra à aplicação GUIDE do MATLAB para desenvolver uma GUI semelhante à apresentada.

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

---

- (1) O relatório deve ser sucinto e organizado em quatro 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 tomadas nesse desenvolvimento.
  - (5) O relatório não deve conter o código. Este deverá ser entregue em formato eletrónico em separado, devidamente comentado e organizado.
-