



4º Laboratório de Sistemas e Sinais

(LEIC – Alameda – 2011/12)

Data de realização e de entrega: semana de 23/4/2012 a 27/4/2012.

Local da realização: Laboratório de Controlo, Automação e Robótica, localizado no piso 1 (cave) do Pavilhão de Mecânica III.

Relatórios: Os relatórios seguem a estrutura descrita na secção *Aulas de Laboratório* do site de SS no fenix. Os ficheiros resultantes devem ser comprimidos num único ficheiro, cujo nome segue a norma **SS_4_TURNO_GRUPO**. A entrega do ficheiro é feita na própria aula. O laboratório está cotado em 18 valores. A qualidade do relatório e participação dos alunos está cotada em 2 valores.

Exercício 1 (8 valores)

Neste exercício pretende-se analisar o conteúdo em frequência de sinais pela inspecção dos coeficientes da Série de Fourier. Considere três sinais x_1 , x_2 e x_3 , dados por:

```
N = 8000;  
Fs = 8000;  
t = (0:N-1)/Fs;  
x1 = sin(2*pi*200*t);  
x2 = sin(2*pi*300*t);  
x3 = 0.5*x1 + 0.5*x2;
```

- i) [1 val] Represente os sinais x_1 e x_2 em gráficos separados e ajuste o eixo das abcissas de forma a visualizar 2 períodos completos de cada sinal.
- ii) [0,5 val] Caracterize cada um dos sinais x_1 e x_2 (tipo, frequência e amplitude).
- iii) [1 val] Ouça os sinais x_1 e x_2 e relacione o resultado visualizado com a audição que fez dos sinais.
- iv) [1 val] Represente agora o sinal x_3 ajustando o eixo das abcissas de forma a visualizar 2 períodos completos do sinal.
- v) [0,5 val] Caracterize o sinal x_3 (tipo, frequência e amplitude).
- vi) [1 val] Ouça o sinal e relacione o resultado visualizado com a audição que fez do sinal.
- vii) [1 val] Comente a relação que encontra entre as características do sinal x_3 e dos sinais x_1 e x_2 .
- viii) [4 val] Aplique a função `fourierSeries.m` (disponível no material do laboratório) aos sinais x_1 a x_3 . Represente para cada sinal os valores $|A_k|$ em função da gama de frequências (**Nota:** a gama de frequências é dada por `freq = [0:Fs/p:Fs/2]`, onde `p = length(x1)`). Interprete os gráficos resultantes relacionando com as alíneas anteriores.
- ix) [2 val] Escreva uma função em MATLAB, denominada `inverseFourierSeries.m`, que recebe como argumentos dois vectores coluna, um com a magnitude e outro com fase, e o número de termos desses vectores a usar na reconstrução do sinal. A função devolve um sinal x_R reconstruído a partir da magnitude e fase mediante o número de termos da série de Fourier:

```
xR = inverseFourierSeries(mag, fase, termos)
```

Aplique a função que escreveu aos coeficientes magnitude $|A_k|$ e fase ϕ_k calculados na alínea 1.viii) para cada um dos sinais x_1 a x_3 (**Nota:** no caso de x_1 use `termos={100, 201}`, no caso de x_2 use `termos={100, 301}`, no caso de x_3 use `termos={100, 201, 301}`). Represente numa mesma figura os sinais x_{Rk} e x_k , com $k = \{1, 2, 3\}$. Calcule o erro quadrático médio entre os sinais originais e reconstruídos. Comente, justificando, eventuais diferenças entre os sinais x_{Rk} e x_k , com $k = \{1, 2, 3\}$.

Exercício 2 (6 valores)

Com o sistema DTMF (Dual-Tone Multi-Frequency), uma sequência de números é transformada numa sequência de sons compostos pela soma de duas sinusóides com frequências distintas. As frequências das sinusóides associadas a cada tecla são definidas pela respectiva “linha” e “coluna”, tal como se apresenta na Figura 1.

	1209 Hz.	1336 Hz.	1477 Hz.
697 Hz.	1	2	3
770 Hz.	4	5	6
852 Hz.	7	8	9
941 Hz.	*	0	#

Figura 1: Correspondências entre pares de frequências e caracteres.
(<http://ptolemy.eecs.berkeley.edu/eecs20/week2/dtmf.html>)

- [4 val]** Escreva uma função **DTMF2num.m** que recebe como argumento um sinal sonoro com um tom DTMF e devolve o caractere correspondente $\{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, \#\}$. (Sugestão: adapte o código da função `fourierSeries.m`). Teste a sua função utilizando os sinais `dtmf_1.wav` a `dtmf_3.wav`, que são fornecidos com o material do laboratório.
- [2 val]** Aplique a função anterior aos sinais que são disponibilizados no laboratório. Indique os valores dos caracteres correspondentes que encontrou.