

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 x1, x2 e x3, 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 x1 e x2 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 x1 e x2 (tipo, frequência e amplitude).
- iii) [1 val] Ouça os sinais x1 e x2 e relacione o resultado visualizado com a audição que fez dos sinais.
- iv) [1 val] Represente agora o sinal x3 ajustando o eixo das abcissas de forma a visualizar 2 períodos completos do sinal.
- v) [0,5 val] Caracterize o sinal x3 (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 x3 e dos sinais x1 e x2.
- viii) [4 val] Aplique a função fourierSeries.m (disponível no material do laboratório) aos sinais x1 a x3. 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 xR reconstruído a partir da magnitude e fase mediante o número de termos da série de Fourier:

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

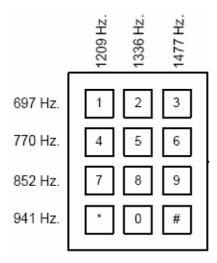


Figura 1: Correspondências entre pares de frequências e caracteres. (http://ptolemy.eecs.berkeley.edu/eecs20/week2/dtmf.html)

- i) [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.
- ii) [2 val] Aplique a função anterior aos sinais que são disponibilizados no laboratório. Indique os valores dos caracteres correspondentes que encontrou.