Sistemas e Sinais

(LEE & LETI)

Laboratório nº 1: Sinais e Sistemas

Preparado por Isabel Lourtie, Janeiro 2016

Trabalho Experimental

Grupo nº _____ Turno ____

Nº ___________ Nome: ____

Nº ___________ Nome: ____

Nº ___________ Nome: ____

1. Introdução

Este trabalho de laboratório explora conceitos básicos de sinais e de sistemas discretos, nomeadamente, a periodicidade de sinais sinusoidais, a compressão temporal de sinais, e as propriedades de causalidade, estabilidade, linearidade e invariância temporal de sistemas.

A componente experimental deste trabalho de laboratório utiliza, para além deste guia/relatório, os ficheiros `compressao_P.m`, `sinais.mat`, `sistema_A.m` e `sistema_B.m` que deverão ser copiados para a directoria de trabalho no Matlab.

No **final da aula** de laboratório os alunos devem:

1. **entregar o relatório** ao docente;
2. **submeter**, através do sistema Fénix, **um ficheiro .zip (ou .rar) com todas as figuras** (em formato jpg) solicitadas no trabalho.

2. Sinais

A representação dos sinais em computador apenas pode ser efectuada para um intervalo de tempo finito. Nesta secção considera-se que fora desse intervalo os sinais gerados repetem para $-\infty < n < +\infty$ o mesmo padrão de variação.

2.1 Periodicidade

1. (1 val) Gere, para $n = -50, \dots, 50$, o sinal periódico discreto
$$x_1(n) = 2\,\sin\left(\frac{2\pi}{3}n - 1\right) + 3\cos\left(\frac{8\pi}{5}n\right).$$
considerado na secção 2.1 da Preparação Prévia e represente-o graficamente em função de n (ficheiro: ____________________).
Para gerar $x_1(n)$ e o representar graficamente em função de n, pode usar as seguintes instruções:

```
n = [-50:50];
x1 = 2*sin(2*pi*n/3-1) + 3*cos(8*pi*n/5);
stem(n,x1); xlabel('n'); ylabel('x_1(n)');
```

Determine, a partir do gráfico, o período fundamental de $x_1(n)$. Compare com o resultado obtido na Preparação Prévia.

2. (1 val) Gere, para $n = -50, \dots, 50$, o sinal discreto
$$x_2(n) = \cos\left(\frac{\pi}{10}n^2\right)$$
e represente-o graficamente em função de n (ficheiro: ____________________).
Para gerar $x_2(n)$ pode usar a seguinte instrução:

```
x2 = cos(pi*n.^2/10);
```

Verifique que $x_2(n)$ é periódico. Indique o seu período e frequências fundamentais.

2.2 Compressão temporal

Nesta secção irá utilizar a função `compressao_P` fornecida em anexo. Esta função determina a compressão temporal de qualquer sinal discreto periódico, sendo o sinal resultante apresentado no mesmo intervalo de tempo do sinal original. Faça

```
help compressao_P
```

para ver como chamar a função e obter uma explicação sobre os sinais de entrada e de saída.

1. (1 val) Utilize a função `compressao_P` para determinar o sinal $y_1(n) = x_1(2n)$, em que $x_1(n)$ representa o sinal gerado no ponto 1. da secção 2.1, e represente-o graficamente em função do índice n (ficheiro: ___________________). A partir do gráfico verifique que o sinal $y_1(n)$ é periódico e determine o seu período fundamental. Confirme que o resultado experimental é concordante com as conclusões obtidas no ponto 2. da secção 2.2 da Preparação Prévia.

2. (1 val) Repita a alínea anterior com o sinal $x_2(n)$ gerado no ponto 2. da secção 2.1 (ficheiro: ___________________).

3. Sistemas

A representação dos sinais em computador apenas pode ser efectuada para um intervalo de tempo finito. Nesta secção considera-se que para n fora desse intervalo os sinais gerados são nulos.

Antes de iniciar esta secção, faça

```
clear all
```

na janela de comandos do MatLab.

3.1 Propriedades

1. Considere o seguinte sistema discreto definido na secção 3.1 da Preparação Prévia:

$$y(n) = (-1)^n |x(n)|$$

em que $x(n)$ e $y(n)$ representam, respectivamente, os sinais de entrada e de saída.

a) (1 val) Importe n e os sinais discretos $x_1(n)$, $x_2(n)$, $x_3(n)$ e $x_4(n)$ gravados em `sinais.mat` usando o seguinte comando:

```
load('sinais.mat')
```

e represente-os graficamente em função de n (ficheiro: _________________).

Para gerar uma única figura com os 4 sinais pode usar as seguintes instruções:

```
subplot(2,2,1);
stem(n,x1); xlabel('n'); ylabel('x_1(n)');
subplot(2,2,2);
stem(n,x2); xlabel('n'); ylabel('x_2(n)');
subplot(2,2,3);
stem(n,x3); xlabel('n'); ylabel('x_3(n)');
subplot(2,2,4);
stem(n,x4); xlabel('n'); ylabel('x_4(n)');
```

Observe, e explique como conclui, que:

i. $x_1(n) = x_2(n) = x_3(n) = x_4(n)\,,\ \forall n \leq -5$;
ii. $x_2(n) = x_4(n)\,,\ \forall n \leq -1$;
iii. $x_3(n) = 0.5x_1(n) - 0.8x_2(n)\,,\ \forall n$;
iv. $x_4(n) = x_2(n-3)\,,\ \forall n$.

b) (2 val) Obtenha a saída do sistema a cada um dos 4 sinais de entrada dados e, usando o comando `subplot`, represente-os graficamente em função de n numa única figura (ficheiro: __________________). Comente e interprete os resultados obtidos tendo em conta as propriedades do sistema estabelecidas no ponto 1. da secção 3.1 da Preparação Prévia. Explique como tirou as sua conclusões.

2. Considere o sistema discreto definido pela função `sistema_A` fornecida em anexo. Esta função determina a saída de um sistema discreto (sistema A) dados o sinal de entrada e os correspondentes instantes de tempo. Faça

   ```
   help sistema_A
   ```

   para ver como chamar a função e obter uma explicação sobre os sinais de entrada e de saída.

   Obtenha a saída do sistema A a cada um dos 4 sinais de entrada considerados no ponto 1.a) desta secção e, usando o comando `subplot`, represente-os graficamente em função de n numa única figura (ficheiro: __________________).

   a) (0.5 val) O sistema A pode ser causal? Porquê?

   b) (0.5 val) O sistema A pode ser linear? Porquê?

   c) (0.5 val) O sistema A pode ser invariante no tempo? Porquê?

3. Considere agora o sistema discreto definido pela função `sistema_B` fornecida em anexo (sistema B). Obtenha a saída deste sistema a cada um dos 4 sinais de entrada considerados no ponto 1.a) desta secção e, usando o comando `subplot`, represente-os graficamente em função de n numa única figura (ficheiro: __________________).

   a) (0.5 val) O sistema B pode ser causal? Porquê?

   b) (0.5 val) O sistema B pode ser linear? Porquê?

   c) (0.5 val) O sistema B pode ser invariante no tempo? Porquê?