



Análise e Transformação de Dados

Trabalho Prático nº 1 – Perguntas para o Relatório

Objectivo: Pretende-se adquirir sensibilidade para as questões fundamentais de sinais e sistemas, em particular propriedades de sinais de tempo contínuo e de tempo discreto, transformações de sinais, energia e potência, sistemas lineares, propriedades de sistemas lineares, convolução, estabilidade, resposta a impulso e resposta em frequência.

Linguagem de Programação: Matlab.

Relatório e Código relativamente a perguntas específicas sobre este trabalho:

- Data de entrega: 5 de Março de 2012.
- Submissão: na plataforma *Nónio* (<https://inforestudante.uc.pt>).

Perguntas:

1. Considere o seguinte sinal de tempo contínuo:

$$x_1(t) = A_1 \sin(\omega_a t) \cos(\omega_b t) + A_2 \cos(\omega_a t) \sin(\omega_b t) + A_3 \cos(\omega_c t)^2 + A_4 \sin(\omega_c t)^2 \text{ em que:}$$

$$A_1 = 2 \bmod(G\#, 2), A_2 = 3 \bmod(1 + G\#, 2), A_3 = 5 \bmod(G\#, 2), A_4 = 4 \bmod(1 + G\#, 2),$$

$$\omega_a = \bmod(G\#, 5) + 2, \omega_b = \bmod(G\#, 7) + 7, \omega_c = \bmod(G\#, 9) + 1,$$

$G\#$ é o número do Grupo de Trabalho.

1.1. Obtenha uma expressão equivalente do sinal na forma $x_1(t) = \sum_i C_i \cos(\omega_i t + \theta_i)$.

1.2. Obtenha a expressão do sinal de tempo discreto $x_1[n]$ que resulta de $x_1(t)$ usando $t = nT_s$.

1.3. Represente no mesmo gráfico o sinal $x_1(t)$ para $t \in [-\pi, \pi]s$, considerando t com 500 elementos e um traçado com linha contínua, e o sinal $x_1[n]$, considerando $T_s = 0.1s$, num intervalo para n correspondente a $t \in [-\pi, \pi]s$ e a representação apenas das amostras.

1.4. Calcule o valor da energia do sinal $x_1(t)$ de uma forma exacta, usando as funções de cálculo matemático simbólico, e de uma forma aproximada com erro inferior a 0.001, aplicando a regra dos trapézios e a regra de Simpson (usando implementações próprias e optimizadas das regras). Deve indicar os valores exacto e aproximados da energia do sinal, uma estimativa dos valores máximos do passo necessário para garantir o erro indicado, em cada uma das regras, e o tempo de cálculo de cada valor aproximado.

1.5. Calcule o valor da energia de $x_1[n]$ num intervalo para n correspondente a $t \in [-\pi, \pi]s$.

2. Considere o sinal de tempo discreto $x[n] = 1.5 \cos[0.025\pi n](u[n+40] - u[n-40])$ e os seguintes sistemas discretos:

$$y_1[n] = b_{11}x[n-1] + b_{12}x[n-2] + b_{13}x[n-3] + b_{14}x[n-4],$$

$$y_2[n] = b_2x[2n-4],$$

$$y_3[n] = b_3x[n-2]x[n-3],$$

$$y_4[n] = (n-2)x[n-3]$$

em que:

$$b_{11} = 0.4 \bmod(G\#, 2), b_{12} = 0.4 \bmod(1 + G\#, 2), b_{13} = 0.3(\bmod(G\#, 3) + 1), b_{14} = -0.1(\bmod(G\#, 4) + 1),$$

$$b_2 = 0.6(\bmod(G\#, 2) + 1), b_3 = 0.5(\bmod(G\#, 2) + 1)$$

$G\#$ é o número do Grupo de Trabalho.

- 2.1. Obtenha e represente graficamente o sinal de entrada $x[n]$ e as respostas dos sistemas $y_1[n]$, $y_2[n]$, $y_3[n]$ e $y_4[n]$, para $-50 \leq n \leq 50$.
- 2.2. Obtenha e represente graficamente o sinal de entrada $x[n]$ adicionado com ruído uniforme com amplitude no intervalo $[-0.2, 0.2]$ e a correspondente resposta do sistema $y_1[n]$ para $-50 \leq n \leq 50$.
- 2.3. Analise a linearidade dos sistemas dados por $y_1[n]$, $y_2[n]$, $y_3[n]$ e $y_4[n]$.
- 2.4. Analise a invariância no tempo dos sistemas dados por $y_1[n]$, $y_2[n]$, $y_3[n]$ e $y_4[n]$.
- 2.5. Determine a expressão e represente graficamente a resposta a impulso do sistema $y_1[n]$.
- 2.6. Determine a função de transferência do sistema $y_1[n]$, $G_1(z)$, i.e., a transformada de Z da resposta a impulso do sistema, $H_1(z)$, com condições iniciais nulas.
- 2.7. Considere um sistema dado pela função de transferência $M(z) = \frac{kG_1(z)}{1 + kG_1(z)}$. Determine para que valores do parâmetro $k \in \mathfrak{R}$ esse sistema é estável.

3. Considere o sinal $x(t) = \sin(2\pi f_0 t)$.

- 3.1. Utilizando a função *wavplay* do *Matlab*, em modo assíncrono e com uma frequência de amostragem adequada, reproduza o som, definindo vários valores para a frequência $f_0 \in [200, 18000] \text{ Hz}$, em intervalos de 100 Hz .
- 3.2. Utilizando um microfone e a função *wavrecord* do *Matlab*, grave os diversos sons produzidos na alínea anterior, com uma duração de, por exemplo, 0.5 s .
- 3.3. Determine a amplitude da resposta do sistema para cada uma das frequências testadas. Apresente o gráfico de variação da amplitude da saída em função da frequência.
- 3.4. Analise as características da resposta do sistema (colunas altifalantes e microfone) ao sinal de entrada na gama de frequência considerada.