Análise e Transformação de Dados

Trabalho Prático nº 1 - Exercícios

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).

Exercícios:

1. Represente no *Matlab* o sinal de tempo contínuo $x_1(t) = 6\cos(3t)\sin(4t)$ para $t \in [-\pi, \pi]s$.
   1.1. Apresente os resultados para vários valores do passo T_s (por exemplo 0.01s, 0.1s e 0.5s).
   1.2. O que pode concluir sobre o melhor passo para a representação do sinal original.
   1.3. Compare com $x(t) = 3\left(\sin(t) + \sin(7t)\right)$. O que conclui? Justifique.
   1.4. Obtenha a expressão do sinal de tempo discreto $x_1[n]$ que resulta de $x_1(t)$ usando $t = nT_s$.

2. Pretende-se calcular a energia de um sinal de tempo contínuo $x(t)$ num intervalo $t \in [t_i, t_f]s$.
   2.1. Escreva funções em *Matlab* que permitam o cálculo da energia pelos métodos de integração numérica, regra dos trapézios e regra de Simpson, e o valor exacto usando o cálculo matemático simbólico. Optimize o código para os métodos de integração, indicando o tempo de cálculo.
   2.2. Utilize essas funções para calcular a energia dos seguintes sinais:
   $x_1(t) = 6\cos(3t)\sin(4t)$ no intervalo $t \in [-\pi, \pi]s$ e no intervalo $t \in [-2\pi, 2\pi]s$;
   $x_2(t) = 6\cos(3t-3)\sin(4t-4)$ no intervalo $t \in [-\pi, \pi]s$;
   $x_3(t) = 3\cos(3t)\sin(4t)$ no intervalo $t \in [-\pi, \pi]s$.
   Apresente todos os resultados obtidos no cálculo do valor da energia para cada caso.
   2.3. Analise, compare e comente os resultados obtidos.
   2.4. Obtenha a expressão de $x_1[n]$ que resulta de $x_1(t)$ com $t = nT_s$ (T_s=0.01s) e calcule a energia num intervalo para n correspondente a $t \in [-\pi, \pi]s$.

3. Implemente um função que receba um sinal $x[n]$ e devolva a resposta do sistema caracterizado pela equação de diferenças $y[n] = 0.1x[n-1] + 0.7x[n-2] + 0.2x[n-3]$.
   3.1. Definindo o sinal $x[n] = 2\sin[0.02\pi n]$ com $-50 \le n < 50$, obtenha e represente graficamente o sinal de entrada $x[n]$ e a resposta do sistema, $y[n]$.
   3.2. Adicione ao sinal $x[n]$, definido em 3.1, ruído uniforme com amplitude no intervalo $[-0.2, 0.2]$. Utilize a função *rand* do *Matlab*. Obtenha e represente graficamente o sinal de entrada $x[n]$ com ruído e a correspondente resposta do sistema, $y[n]$.
   3.3. Compare, analise e comente os resultados obtidos em 3.1 e em 3.2. Indique algumas aplicações para o sistema descrito.

4. Considere o sinal de tempo discreto $x[n] = 2\sin[0.02\pi n]\left(u[n+50] - u[n-50]\right)$.
   4.1. Determine e apresente a resposta dos seguintes sistemas ao sinal de entrada $x[n]$, para $-60 \le n \le 60$:
   $y_1[n] = 0.1x[n-1] - 0.7x[n-2] + 0.2x[n-4]$;
   $y_2[n] = 0.5\left(x[n-2]\right)^2$;
   $y_3[n] = 0.4x[2n-3]$;
   $y_4[n] = (n-1)x[n-2]$.
   4.2. Analise e comente os resultados obtidos. O que conclui quanto à sua linearidade? Justifique.

5. Considere o sistema com resposta a impulso $h[n] = 0.2\delta[n-1] + 0.5\delta[n-2] + 0.3\delta[n-3]$.
   5.1. Com base na convolução, determine a equação que define a saída do sistema $y[n]$, em função do sinal de entrada $x[n]$.
   5.2. Determine a saída do sistema $y[n]$ para $x[n] = 2\sin[0.02\pi n]$ com $-50 \le n < 50$.
   5.3. Determine a função de transferência do sistema, $G(z)$, i.e., a transformada de Z da resposta a impulso do sistema, $H(z)$, com condições iniciais nulas.
   5.4. Considere um sistema dado pela função de transferência $M(z) = \dfrac{kG(z)}{1+kG(z)}$. Determine para que valores do parâmetro $k \in \mathbb{R}$ esse sistema é estável.

6. Considere o sinal $x(t) = \sin(2\pi f_0 t)$.
   6.1. 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 $f_0 \in [200, 18000]Hz$, em intervalos de 100*Hz*.
   6.2. Utilizando um microfone e a função *wavrecord* do *Matlab*, grave os diversos sons produzidos na alínea anterior (use amostras com, por exemplo, 0.5s de duração).
   6.3. Determine a amplitude (média) da resposta das colunas para cada uma das frequências testadas. Apresente o gráfico de variação da amplitude da saída em função da frequência.
   6.4. Analise e comente os resultados. Que conclui sobre a resposta do sistema (colunas altifalantes e microfone) utilizado? O espaço envolvente à gravação (paredes normais, paredes revestidas de material esponjoso, …) poderá ter alguma influência nos resultados?