

## **Laboratório 01:**

Sinais e Transformada de Fourier

Disciplina: Bioengenharia

### Atividades:

1. Assuma que um sinal analógico  $x(t)$  para  $t \geq 0$  é definido como:

$$x(t) = e^{-2t}$$

- a. Usando o Matlab, plote  $x(t)$  para  $0 \leq t \leq 10$ .
  - b. Amostre  $x(t)$  com  $T_s = 0.1s$  para formar o sinal  $x_{d1}(t)$  e plote o sinal discreto resultante.
  - c. Aumente a taxa de amostragem para  $T_s = 1s$  para formar o sinal  $x_{d2}(t)$  e plote o sinal discreto resultante.
  - d. Aumente a taxa de amostragem para  $T_s = 4s$  para formar o sinal  $x_{d3}(t)$  e plote o sinal discreto resultante.
  - e. Compare os três sinais discretos gerados nos itens anteriores e decida intuitivamente qual período de amostragem cria a melhor versão discreta do sinal analógico original, ou seja, identifique o período de amostragem que é pequeno o suficiente para preservar a forma de onda do sinal original  $x(t)$  e ao mesmo tempo reduz o número de pontos amostrados.
2. Dos arquivos dados:
    - a) Carregue o sinal “p\_1\_2.mat”, ou seja, digite: `load p_1_2.mat;`
    - b) Obtenha a lista de variáveis no arquivo: `whos`.
    - c) Plote  $x_1(t)$ : `plot(x1);`
    - d) Desconsiderando as variações decorrentes de ruído, o sinal possui uma periodicidade nítida. Meça manualmente o tempo de um período completo de oscilação (isto é, período  $T$ ). Sabendo que a frequência é definida como o recíproco do período, isto é,  $f = 1/T$ , calcule a frequência dominante das variações. Em aplicações práticas, a análise de frequência manual torna-se impossível. As técnicas de processamento de sinais para extrair as frequências dominantes de um sinal (principalmente usando a análise de Fourier) são muito utilizadas no processamento de sinais e serão abordadas nos exercícios seguintes.
    - e) Plote os sinais  $x_2(t)$  e  $x_3(t)$ . Então, calcule manualmente a inclinação média de cada um dos sinais. Para cada sinal, identifique se a inclinação excede 5. O cálculo de declives é uma operação fundamental comumente usada no processamento de sinais e imagens, por exemplo, uma inclinação acentuada da intensidade de pixel em qualquer direção

geralmente identifica a borda entre duas partes de uma imagem representando duas regiões ou objetos separados. Técnicas eficientes de análise de inclinação e gradiente serão discutidas mais à frente.

3. Dos arquivos dados, carregue “p\_2\_9.mat”, que retornará um sinal  $x(n)$  1-D sintético.
  - a) Use o comando `fft` para calcular a DFT do sinal  $x$ .
  - b) Plote a magnitude da DFT.
  - c) Qual a frequência dominante do sinal?
4. Use o comando `imread` no Matlab para ler a imagem “p\_2\_10.jpg”, ou seja, digite: `imread('p_2_10','jpg')`. Esse comando retornará uma imagem  $x$ , que mostra uma intersecção do coração. A imagem possui 3 dimensões, portanto utilize somente as duas primeiras dimensões `x(:,:,1)`.
  - a) Use o comando `fft2` para calcular a DFT da imagem  $x$ .
  - b) Essa imagem possui uma componente DC com valor máximo que mascara as outras componentes.
  - c) Use o comando `image` para mostrar a magnitude da DFT da imagem. Você pode precisar ajustar o mapa de cores da tela usando o comando `colormap`.
  - d) Note que não é possível identificar nada na figura. A imagem possui um pixel com valor muito maior do que as outras componentes, localizada na primeira posição da matriz, portanto zere essa componente `x(1,1) = 0;`
  - e) Após esse procedimento, normalize a figura e faça novamente o plot usando `image`.
  - f) Para ter uma ideia geral de como é o espectro completo da figura use também o comando `surf`.
5. Justifique a necessidade de utilizar os comandos `fft` e `fft2` nas atividades anteriores.
6. Quais as componentes em frequências mais evidentes na figura?

**Atividade Complementar** Usando o MATLAB, projete um filtro Butterworth passa-alta de ordem 9 com frequência de corte de 200 Hz. Plote a resposta em frequência do filtro.