

## ***Lista 02 – transformada de Fourier e correlação.***

- 1) Crie um sinal composto pela soma de três cossenoides (cosseno) de frequências distintas (45 Hz, 60 Hz e 92 Hz) cada um com uma amplitude característica (2, 5 e 10). Faça a transformada de Fourier desse sinal e plote a parte real, imaginaria e sua magnitude e espectro de energia. A duração do sinal é de 5 segundos e  $f_s = 500$  Hz.
- 2) Crie um sinal senoidal composto da soma das seguintes funções  $x_1$  e  $x_2$ . O sinal é corrompido por um ruído aleatório ( $N(t)$ ) (função *randn* do numpy). Considere que o sinal é amostrado na frequência de 1000 Hz. A duração do sinal é de 7 segundos.

$$X_1 = 0.7 * \text{sen}(2\pi 65t)$$

$$X_2 = 2 * \text{sen}(2\pi 125t + 0,5 * \pi)$$

$$N(t) = 0.5 * \text{randn}(\text{size}(t))$$

- A) Determine a FFT do sinal corrompido e esboce a sua magnitude e espectro de energia.
  - B) Faça a transformada inversa do sinal de tal forma que se remova o ruído do sinal.
- 
- 3) O arquivo *sombaleia1.mat* contém dados de áudio de uma vocalização de baleia azul do Pacífico gravada por microfones submarinos ao longo da costa da Califórnia. O arquivo *sombaleia2.mat* contém 2 trechos de áudio de vocalização de uma baleia gravada na região da costa do Japão. Os cientistas suspeitam que o som contido no arquivo *sombaleia2.mat* é proveniente da baleia azul. Dentro do módulo *scipy* há uma função para leitura de arquivos *.mat* (matlab datafile). <https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/generated/scipy.io.loadmat.html>
    - 1) Plote o gráfico do sinal em função do tempo do áudio proveniente do arquivo *sombaleia1.mat* e *sombaleia2.mat*.
    - 2) Aplique a transformada de Fourier de cada som. plote os gráficos de magnitude em KHz para o intervalo de 0 até 8 kHz. Dica: utilize o comando `plt.xlim([0 8000])`.
    - 3) Separe os sons encontrados em novas variáveis  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , .... e  $j_1$ ,  $j_2$  e Faça a transformada de Fourier de cada som separadamente. gere um gráfico de subplot com suas magnitudes.
    - 4) Discuta se os sons registrados na costa do Japão são provenientes da espécie baleia azul encontrada na Califórnia.

## **Desafio (não precisa entregar)**

4) O ultrassom é uma técnica de imageamento amplamente utilizada na área médica. Resumidamente, o equipamento consiste em um transdutor que emite pulso de ondas sonoras e faz o registro dos ecos provenientes deste pulso. O número de camadas existentes na região analisada é determinado a partir do número de ecos registrados. Considerando que a velocidade de propagação do ultrassom no tecido humano é 15.40 cm/s, é possível determinar a profundidade na qual está ocorrendo a reflexão. A reflexão ocorre quando a onda passa de uma estrutura para outra. Exemplo: pele para musculo.

A figura abaixo possui um esquema do funcionamento de um ultrassom.



Contudo durante aquisição dos ecos podem ocorrer artefatos na qual pode haver a adição de ecos levando a interpretação de estrutura adicionais. Para transpor essa problemática é realizada a coleta de diversos ecos proveniente de vários pulsos não sobrepostos.

Exemplo: foi realizado a coleta de 50 ecos provenientes de 50 pulsos e observou que 45 ecos foram encontrados 4 reflexões e nos outros 5 foram encontradas 7 reflexões. Portanto neste caso temos 45 ecos coletados corretamente e 5 contendo artefatos.

70 arquivo `eco_ultrasson.mat` possui dados coletados de 70 ecos proveniente de 70 pulsos. O tempo entre pulso foi cálculo de tal forma a não haver sobreposição de ecos.

Dentro deste arquivo temos uma matriz chamada `ecos(70x100001)` onde cada linha são os ecos de cada pulso. A variável `pulse` possui o formato do pulso gerado pelo equipamento de Ultrasson. Sabemos que dentro deste set alguns ecos possuem alguns artefatos.

Dica: para determinar o número de reflexões em cada eco utilize a função `scipy.signal.find_peaks` com valor do parâmetro `height=15`.

- Calcule a correlação entre o pulso e cada eco.
- Determine o número de reflexões reais (camadas) que possuem neste conjunto de ecos.
- Determine o número de ecos que foram corretamente coletados.
- Determine a profundidade na qual os ecos foram refletidos.