



Usando MATLAB

Exercícios a seguir devem ser entregues até 12/12, pelo STOA.

A entrega deve ter um relatório em PDF e os arquivos .m (devidamente comentados). Os códigos devem ser referenciados no relatório.

A entrega em DOC ou sem os códigos fonte serão desconsideradas.

Questões teóricas

1. Extraído de [1] : Um sinal analógico de faixa limitada é amostrado a 7500 Hz (suficiente para assegurar que não haja aliasing), e N amostras são coletadas.
 - (A) Qual é a resolução em frequência da DFT em Hz, se $N = 1250$?
 - (B) Para atingir uma resolução em frequência de 4.5 Hz, qual deve ser N ?
2. Extraído de [2] : Um sinal analógico de faixa limitada é amostrado ($N=980$, sem aliasing) a 500 Hz. A DFT destas 980 amostras é calculada. Queremos calcular o valor do espectro do sinal amostrado a 120 Hz.
 - (A) Qual índice k da DFT está mais próximo de 120 Hz, e qual é a sua frequência em hertz?
 - (B) Qual é o número mínimo de zeros que devemos preencher além das 980 amostras para obter um valor da DFT exatamente a 120 Hz? Qual é o índice k da DFT correspondente a 120 Hz?

Questões sobre filtro

Neste item, você deverá produzir, no Matlab, um código para leitura, amostragem, e reprodução de som.

1. Escolha uma música de sua preferência, amostre à taxa adequada para evitar aliasing e depois diminua a taxa até que o som fique claramente distorcido.
2. Aplique um filtro anti-aliasing e repita o procedimento anterior, com as mesmas frequências de amostragem.

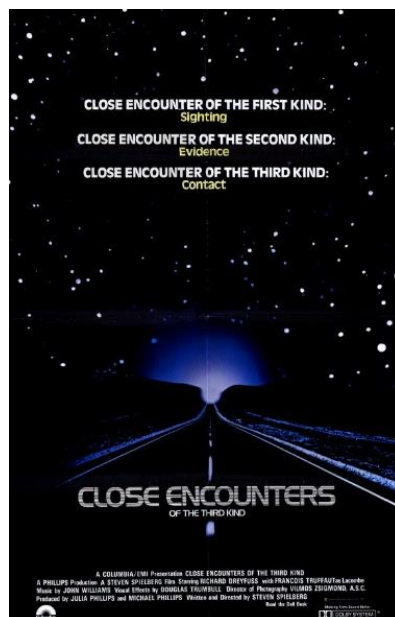
Desafio

Adaptado de [3]

O filme **Contatos Imediatos do 3º grau** (em inglês Close Encounters of the Third Kind, algumas vezes abreviado como CE3K ou simplesmente Close Encounters), de 1977, foi escrito e dirigido por Steven Spielberg. O título é tirado da *classificação de contatos imediatos com alienígenas* criada pelo ufologista J. Allen Hynek, em que o terceiro grau indica observações humanas de verdadeiros alienígenas ou *seres animados*.

<https://www.youtube.com/watch?v=m2JL0xABlrQ>

A comunicação entre os humanos e a raça alienígena era feita através de uma sequência de tons que os cientistas acreditavam ser reconhecida pelos alienígenas. Esta sequência era composta por 5 tons nas frequências **493,9Hz, 554,4Hz, 440Hz, 220Hz e 329,6Hz**.



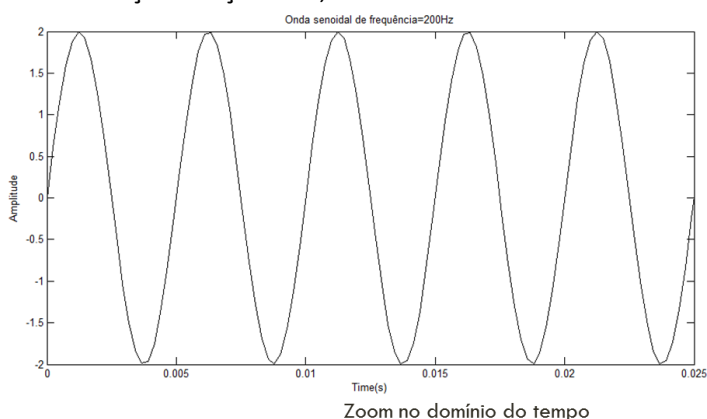
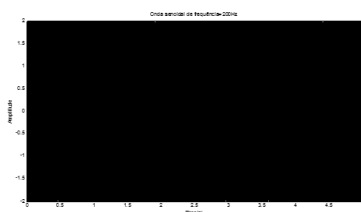
Sua tarefa consiste em criar um programa Matlab® que gere esta sequência de tons **no domínio da frequência**, considerando todos com a mesma duração. Mais precisamente você deve criar uma função `contatos (T)` onde `T` é a duração de cada tom da sequência. Por exemplo, ao digitar:

```
>> contatos(5)
```

deverá ser gerada a sequência de tons nos alto-falantes do PC com duração total de 25s. Você pode usar quase todas as ferramentas do Matlab **exceto qualquer forma de loop**. Além disso, o **comando sound pode ser utilizado uma única vez**.

Os seguintes passos irão ajudá-lo:

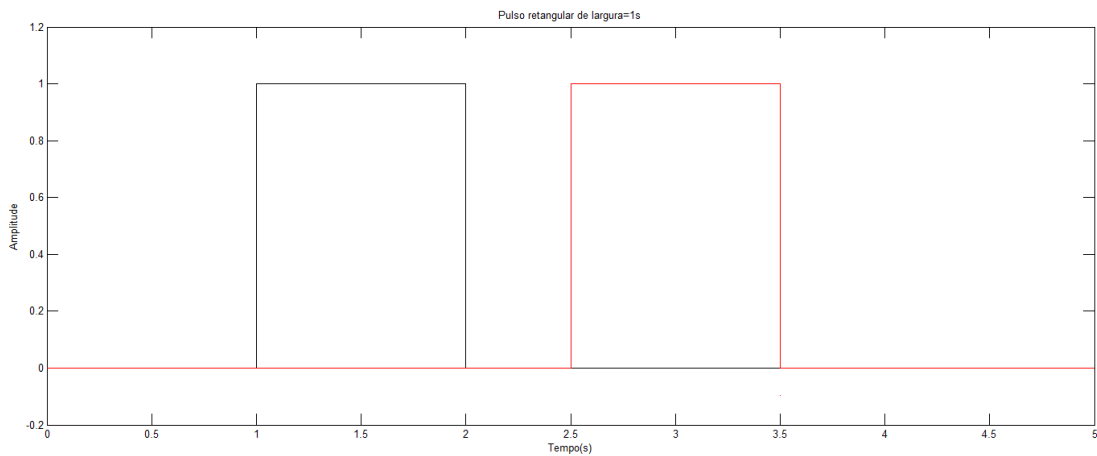
- FFT seno:** Utilizando o Matlab, a partir de uma frequência de aquisição de 4096 Hz, crie um seno de 200Hz com 5 segundos de duração e faça a FFT;



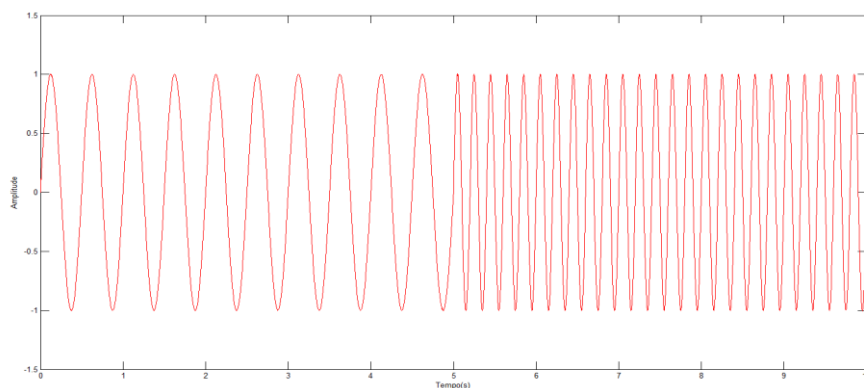
- FFT janela deslocada:**

- Utilizando o Matlab® e a mesma frequência de aquisição do item anterior, faça a FFT do pulso retangular, entre os instantes 1-2s especificado no desenho; e, propague o sinal no tempo.

- ii. Utilizando a propriedade de time shift de um pulso retangular vista em aula, desloque o sinal de 1.5s e faça a transformada inversa da FFT de modo a reproduzir a figura abaixo.



- c) **Convolução:** Faça a multiplicação do sinal senoidal e o pulso retangular no tempo e faça a FFT. Compare com a FFT obtida da convolução das respostas dos itens (a) e (b.i).
- d) **Princípio da linearidade:** SEM USAR A FUNÇÃO LOOP, crie um sinal com frequência de aquisição de 400Hz de 0 a 10 segundos, no qual entre 0 e 5 segundos há um seno de 2Hz e entre 5 e 10 segundos um seno de 5Hz.



```
clear all;close all; clc

intervalo=5;          % Intervalo de duração de cada onda
numOndas=2;
Tmax=intervalo*numOndas;
Amplit=1;
fs=400;              % Frequência de amostragem
t=[0:(1/fs):Tmax];  % Amostragem no tempo
f1=2;                % Frequência do sinal senoidal 1
f2=5;                % Frequência do sinal senoidal 2
seno1=Amplit*sin(2*pi*f1*t); % Geração da onda senoidal
seno2=Amplit*sin(2*pi*f2*t); % Geração da onda senoidal

L=length(t);

% Pulso retangular
T0=0;                % Instante de início do pulso retangular
T=intervalo;         % Duração do pulso retangular

L_ini=length([0:(1/fs):T0]);
L_pulse=length([0:(1/fs):T]);
L_fin=L-L_ini-L_pulse;

win = rectwin(L_pulse);
wRect1 = [zeros(L_ini,1); win;zeros(L_fin,1)]';
```

```
freq=linspace(-1,1,L)*(fs/2);
F=fft(wRect1);
Fshifted=(fftshift(F));

theta=(2*pi*freq*intervalo);
time_shifted=Fshifted.*exp(-1i*theta);

wRect2=ifft(fftshift(time_shifted));

OndaFinal=seno1.*wRect1+seno2.*wRect2;

figure(1)
plot(t,OndaFinal,'r');
xlabel('Tempo (s)');
ylabel('Amplitude');
```

Referências

- [1] Mitra, S. K. *Digital Signal Processing*, New York: McGraw Hill, 2001.
- [2] Porat, B. *A Course in Digital Signal Processing*. New York: John Wiley & Sons, 1997.
- [3] <http://professor.ufabc.edu.br/marcio.eisencraft/pds/EN2610-Aula11.pdf>