

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

Setor de Tecnologia

Disciplina: TE912 – Processamento Digital de Sinais II

Professor: Rodrigo Jardim Riella

Lista de Experimentos 1

## Objetivo

Desenvolver rotinas em Octave e/ou Matlab para relembrar e fixar conceitos de sinais e sistemas discretos, análise em frequência e filtros digitais, vistos nas disciplinas de Análise de Sinais (Sinais e Sistemas) e Processamento Digital de Sinais I.

- 1) Gere o sinal  $x$  de acordo com o código abaixo:  
A = 3; % amplitude  
d = -(1/12)+(pi/6)\*i; % decaimento  
n = 0:49; % vetor tempo de 50 posições  
x = A\*exp(d\*n); % sinal
  - a. Mostre o gráfico da parte real e o gráfico da parte imaginária
  - b. Altere o sinal do parâmetro  $d$  para positivo e mostre o gráfico da parte real e da parte imaginária do sinal alterado
  - c. Compare e comente os gráficos gerados
- 2) Gere o sinal  $x = A * \exp(d * n)$ , com  $n = 0:29$ ,  $d = 0,8$  e  $A = 0,5$ 
  - a. Visualize o sinal gerado
  - b. Altere o parâmetro  $d$  para 0,2 e visualize o sinal
  - c. Altere o parâmetro  $d$  para -0,2 e visualize o sinal
  - d. Compare e comente os gráficos gerados
- 3) Gere o sinal  $x = 3 * \cos(2 * \pi * 0.08 * 0:49)$ 
  - a. Visualize o sinal gerado com as funções *stem*, *plot* e *stairs*
  - b. Modifique o tamanho da sequência para 80, a frequência para 0,5 e a amplitude para 1,5
  - c. Visualize o sinal modificado com as funções *stem*, *plot* e *stairs*
  - d. Verifique e comente as diferenças entre as três funções de visualização
- 4) Gere o sinal  $x = 2 * t .* 0.9.^t$  com  $t = 0:49$ 
  - a. Adicione ruído gaussiano no sinal (função *randn*)
  - b. Aplique o filtro de média móvel de 3 pontos no sinal ruidoso
  - c. Visualize o sinal original, o sinal ruidoso e o sinal filtrado
  - d. O filtro aplicado é causal? Justifique sua resposta
- 5) Gere o sinal  $x = [\text{zeros}(1,10) \text{ ones}(1,40) \text{ zeros}(1,10)]$ 
  - a. Gere um sinal  $y$  que seja a convolução de  $x$  com ele mesmo

- b. Gere um sinal  $z$  que seja a convolução de  $x$  com  $y$   
 c. Visualize  $x$ ,  $y$  e  $z$   
 d. Comente os resultados de a e b
- 6) A Transformada Rápida de Fourier (FFT)  $X[k]$  de uma sequência finita  $x[n]$  pode ser computada no Octave / Matlab usando a função *fft*. É possível usar a função na forma *fft(x)*, gerando um sinal do mesmo tamanho de  $x$ , ou na forma *fft(x,L)* computando a DFT em  $L$  pontos. Crie uma sequência  $x = \cos(2\pi \cdot 0.4 \cdot n)$  de tamanho 32. Compute e visualize a DFT desta sequência. Repita a operação com  $L=8$  para a DFT. Visualize usando *stem* a magnitude (*abs*) e a fase (*angle*) dos dois sinais obtidos.
- 7) Gere um sinal  $x$  que seja o somatório de duas senóides de 300 e 3000Hz, com duração de 2 segundos e frequência de amostragem de 8kHz.  
 a. Mostre os gráficos do sinal no domínio do tempo, usando a função *plot* e da frequência, usando a função *stem*.  
 Crie duas variáveis  $H1 = [1, 2.05, 2.05, 1]$  e  $H2 = [1, -2.05, 2.05, -1]$ .  
 b. Gere o sinal  $y1$  que seja a convolução de  $x$  com  $H1$ .  
 c. Gere o sinal  $y2$  que seja a convolução de  $x$  com  $H2$ .  
 d. Mostre os gráficos de  $y1$  e  $y2$  no domínio do tempo e da frequência.  
 e. Comente os resultados
- 8) O padrão DTMF (Dial Tone Multi Frequency) é amplamente utilizado em sistemas de telefonia. O padrão industrial de especificação de frequências para todas as teclas segue o diagrama da Figura 1:

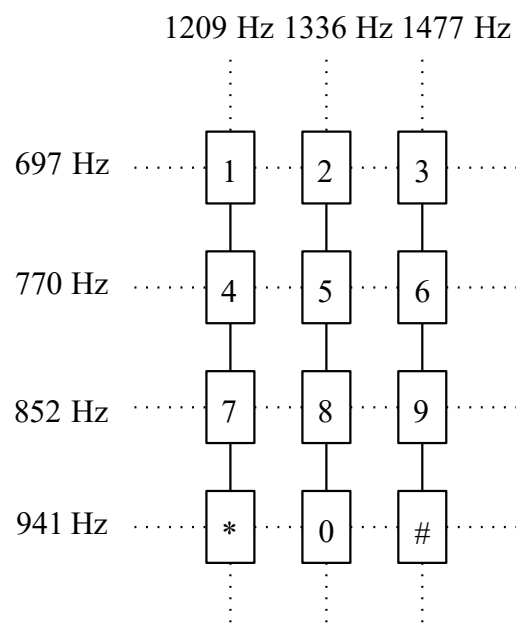


Figura 1 – Especificação dos tons DTMF.

De acordo com a especificação DTMF, desenvolva uma rotina no Matlab que gere cada tom, plotando-os em um gráfico nos domínios do tempo e da frequência. Posteriormente, reproduza-os utilizando o áudio do PC. Para isto, utilize frequência de amostragem de 8kHz e tons com 100ms de duração.

9) Crie uma rotina no Octave/Matlab para abrir o arquivo de áudio DTMF1.wav. Analise o sinal e, através do padrão de frequências DTMF:

a. Identifique a sequência de teclas.

Crie duas variáveis:

```
H1 = [0.00253628299721552, 0.00255348555988337, 0, -0.00863465184119861, -  
0.0210222026271213, -0.0242112092355797, 0, 0.0605565098224690,  
0.144591562515657, 0.219130722316847, 0.248999000983656, 0.219130722316847,  
0.144591562515657, 0.0605565098224690, 0, -0.0242112092355797, -  
0.0210222026271213, -0.00863465184119861, 0, 0.00255348555988337,  
0.00253628299721552]
```

e

```
H2 = [-0.00255268288602145, -0.00256999668237861, 0, 0.00869048446327945,  
0.0211581345345303, 0.0243677616154823, 0, -0.0609480749706223, -  
0.145526507689415, -0.220547646013415, 0.751827168906504, -  
0.220547646013415, -0.145526507689415, -0.0609480749706223, 0,  
0.0243677616154823, 0.0211581345345303, 0.00869048446327945, 0, -  
0.00256999668237861, -0.00255268288602145];
```

b. Gere o sinal y1 que seja a convolução de x com H1.

c. Gere o sinal y2 que seja a convolução de x com H2.

d. Mostre os gráficos de H1 e H2 nos domínios do tempo e da frequência.

e. Comente os resultados.

f. Mostre os gráficos de y1 e y2 no domínio da frequência.

g. Comente os resultados da convolução de x com H1 (y1) e de x com H2 (y2).

10) Construa uma rotina que calcule a DFT de um sinal utilizando a definição. Gere um sinal senoidal com amplitude 1 e frequência igual a soma dos números do seu GRR e frequência de amostragem de 1000Hz. Apresente graficamente (utilizando a função STEM) as frequências componentes deste sinal, resultado da DFT.

**\*É proibido utilizar a função pronta FFT para computar a resposta do exercício, mas pode se utilizar a mesma para validar esta resposta.**