



Nome: _____

INSTRUÇÕES:

1. Os arquivos contendo funções em Matlab são salvos com a extensão .m;
2. Para obter ajuda no Matlab digite o comando help e nome da função. Caso queira ler o script de uma função digite type e o nome da mesma;
3. Objetivo: Introduzir o ambiente Matlab no curso e aplicar conceitos básicos de processamento digital de sinais e sistemas discretos.

Questão 01 - Análise no Tempo de um Sinal Periódico Discreto (em radianos/se-gundo)

Para a análise, utilizaremos um sinal composto de três senóides: $(0.05\pi, 0.15\pi$ e $0.25\pi)$.

```
N=350; % Número de Amostra
fs=2; % Frequência de amostragem
n=[0:1/fs:N];
w1=0.05;
y1=sin(w1*pi*n);
subplot(2,2,1);
stem(n(1:100),y1(1:100));
title(['Senoide w1 = ',num2str(w1)]);
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');

w2=0.15;
y2=sin(w2*pi*n);
subplot(2,2,2);
stem(n(1:100),y2(1:100));
title(['Senoide w2 = ',num2str(w2)]);
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');

w3=0.25;
y3=sin(w3*pi*n);
subplot(2,2,3);
stem(n(1:100),y3(1:100));
title(['Senoide w3 = ',num2str(w3)]);
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');

y4=y1+y2+y3;
subplot(2,2,4);
stem(n(1:100),y4(1:100));
title('Soma dos Sinais ');
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');
```

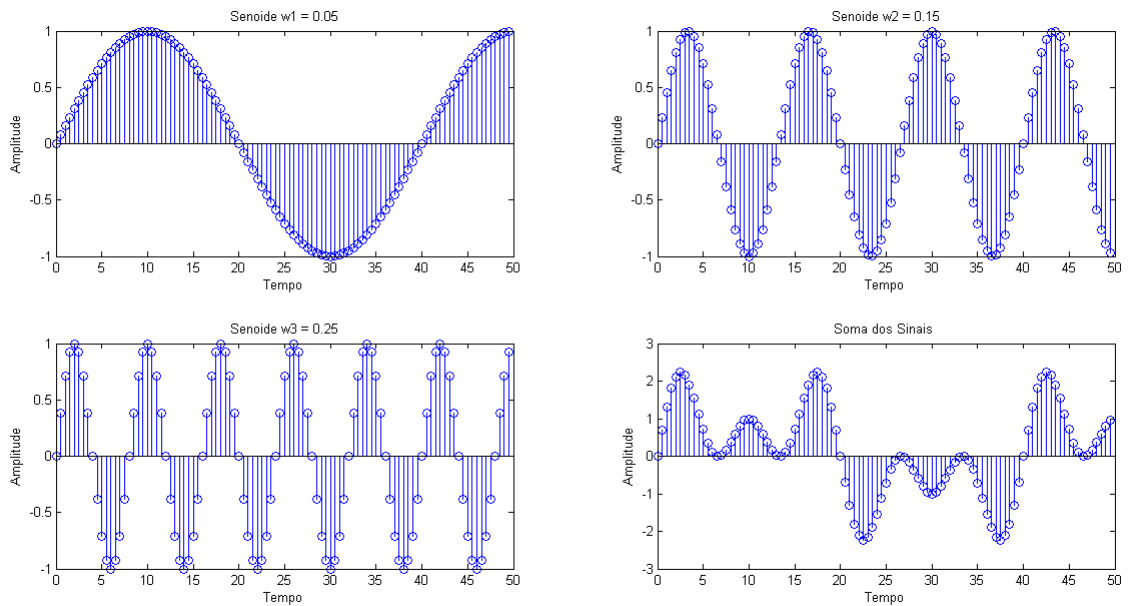


Figure 1: Geração de Senóides

Questão 02 - Modulação de um Sinal Periódico Discreto (em radianos/segundo)

Para a análise, utilizaremos um sinal obtido através da multiplicação de duas senóides: $(0.1\pi$ e 0.01π).

```
N=350; % Número de Amostra
fs=2; % Frequência de amostragem
n=[0:1/fs:N];
w1=0.1; %Portadora
y1=sin(w1*pi*n);
subplot(3,1,1);
stem(n,y1);
title(['Portadora = ',num2str(w1)]);
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');

w2=0.01; % Sinal de Informação
y2=sin(w2*pi*n);
subplot(3,1,2);
stem(n,y2);
title(['Sinal de Informação = ',num2str(w2)]);
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');

y3=y1.*y2;
subplot(3,1,3);
stem(n,y3);
title('Sinal Modulado');
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');
hold on;
subplot(3,1,3);
plot(n,y2,'k--');
ydefasado=sin(w2*pi*n+pi);
```

```
hold on;
subplot(3,1,3);
plot(n, ydefasado, 'k--');
```

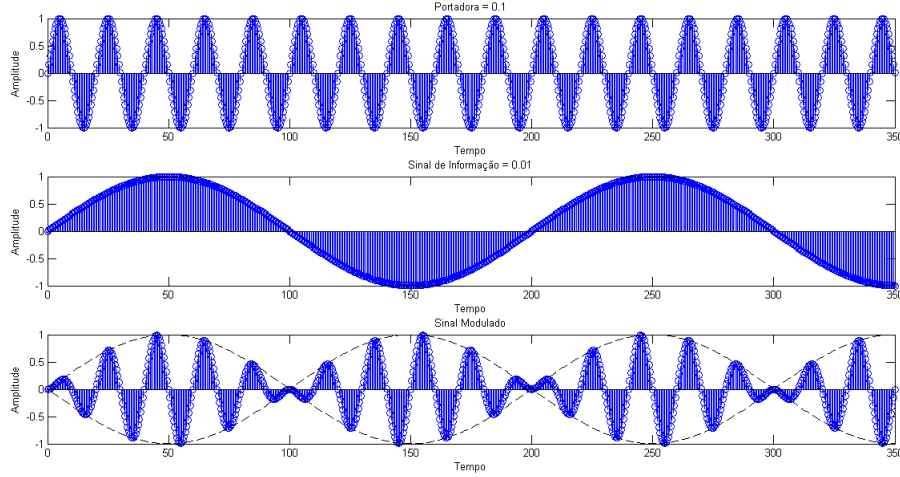


Figure 2: Modulação de Sinais

Questão 03 - Amostragem de um sinal de contínuo e Efeito Aliasing

Uma sequência de tempo discreto $x[n]$ é obtida através da amostragem de um sinal contínuo $x_a(t)$ em intervalos de tempo regulares:

$$x[n] = x_a(t)|_{t=nT} = x_a(nT), \quad n = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

A relação entre um sinal discreto e contínuo é dada pela equação 1, onde a variável de tempo t do sinal contínuo está relacionada com a variável n do sinal de tempo discreto a cada t_n instantes de tempo:

$$t_n = nT = \frac{n}{F_T} = \frac{2\pi n}{\Omega_T}, \quad (2)$$

onde $F_t = 1/T$ referindo-se a frequência de amostragem e $\Omega_T = 2\pi F_T$ representando a frequência angular. Exemplificando:

$$x_a(t) = A\cos(2\pi f_0 t + \phi) = A\cos(\Omega_0 t + \phi), \quad (3)$$

o correspondente sinal no tempo discreto é dado por:

$$x_a[n] = A\cos(\Omega_0 nT + \phi) = A\cos\left(\frac{2\pi\Omega_0 n}{\Omega_T} + \phi\right) = A\cos(w_0 n + \phi), \quad (4)$$

onde:

$$w_0 = \frac{2\pi\Omega_0}{\Omega_T} = \Omega_0 T. \quad (5)$$

Ambiguidade na representação de um sinal de tempo discreto a partir de sinais de tempo contínuo:

Considere as três sequências geradas pelas seguintes funções: $g_1(t) = \cos(6\pi t)$, $g_2(t) = \cos(14\pi t)$, $g_3(t) = \cos(26\pi t)$, sendo amostradas por uma frequência de amostragem igual a 10 Hz ($T = 0,1s$). Os sinais discretos obtidos são:

$$g_1[n] = \cos(0,6\pi n), \quad g_2[n] = \cos(1,4\pi n), \quad g_3[n] = \cos(2,6\pi n). \quad (6)$$

Pode-se verificar que:

$$g_2[n] = \cos(1, 4\pi n) = \cos((2\pi - 0, 6\pi)n) = \cos(0, 6\pi n) \quad (7)$$

é a mesma expressão que:

$$g_3[n] = \cos(2, 6\pi n) = \cos((2\pi + 0, 6\pi)n) = \cos(0, 6\pi n) \quad (8)$$

Podemos notar que todos os resultados acima $g_1[n]$, $g_2[n]$ e $g_3[n]$ são idênticos, sendo difícil associar uma única função de tempo contínuo com qualquer uma destas sequências. Este fenômeno é chamado de aliasing.

```
N=500; % Número de Amostra
fs=20; % Frequência de amostragem
n=[0:1/fs:N];
w1=0.6;
y1=cos(w1*pi*n);
plot(n(1:200),y1(1:200));
title('g1(t), g2(t), g3(t)');
xlabel('Tempo');
ylabel('Amplitude');
w2=1.4;
y2=cos(w2*pi*n);
hold on;
plot(n(1:200),y2(1:200), 'b: ');
w3=2.6;
y3=cos(w3*pi*n);
hold on;
plot(n(1:200),y3(1:200), 'b--');
y1=roundn(y1,-4); % Arredondar 4 casa decimais
y2=roundn(y2,-4);
y3=roundn(y3,-4);
[i,j]=find(y1==y2 & y1==y3 & y2==y3);
for aux=1:length(j)
    indy(aux)=y1(j(aux));
    indx(aux)=n(j(aux));
end
hold on;
plot(indx(1:13),indy(1:13),'ko ','MarkerFaceColor','k');
```

Exemplo de Amostragem e Aliasing:

Determine o sinal discreto $x[n]$ obtido através da amostragem de um sinal contínuo $x(t)$ composto por cinco sinais senoidais com as respectivas frequências de 30 Hz, 150 Hz, 170 Hz, 250 Hz e 330 Hz utilizando uma taxa de amostragem de 200 Hz.

$$x(t) = 6\cos(60\pi t) + 3\sin(300\pi t) + 2\cos(340\pi t) + 4\cos(500\pi t) + 10\sin(660\pi t). \quad (9)$$

O período de amostragem é $T = 1/200 = 0.005$ segundos. Sendo assim, $x[n]$ é dado por:

$$x[n] = 6\cos(0.3\pi n) + 3\sin(1.5\pi n) + 2\cos(1.7\pi n) + 4\cos(2.5\pi n) + 10\sin(3.3\pi n), \quad (10)$$

$$x[n] = 6\cos(0.3\pi n) + 3\sin((2\pi - 0.5\pi)n) + 2\cos((2\pi - 0.3\pi)n) + 4\cos((2\pi + 0.5\pi)n) + 10\sin((4\pi - 0.7\pi)n), \quad (11)$$

$$x[n] = 6\cos(0.3\pi n) - 3\sin(0.5\pi n) + 2\cos(0.3\pi n) + 4\cos(0.5\pi n) - 10\sin(0.7\pi n), \quad (12)$$

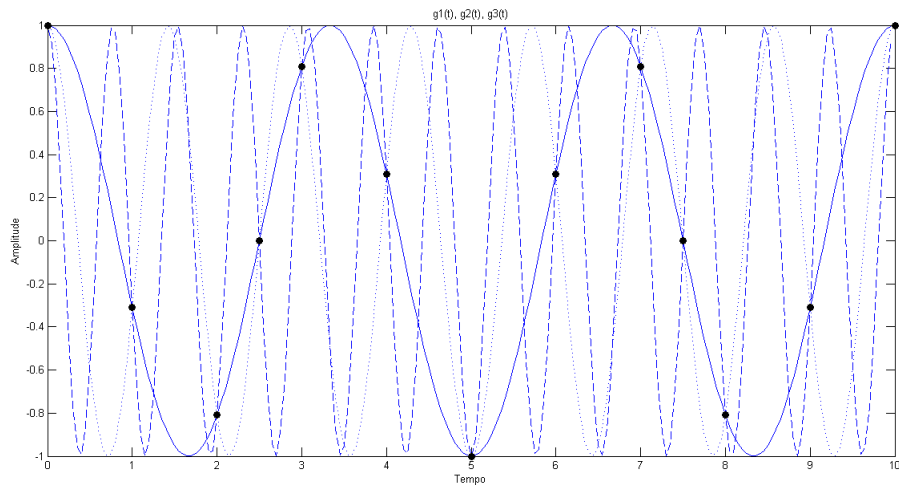


Figure 3: Ambiguidade na representação em tempo discreto de um sinal de tempo contínuo.

Como verificado na equação acima 12 ocorre aliasing, o sinal amostrado possui apenas 3 componentes senoidais: 0.3π , 0.5π e 0.7π .

Exercícios

- 1) Escreva um programa em Matlab que plote um sinal contínuo contendo três senóides: 80 Hz, 250 Hz e 850 Hz.
- 2) Amostre e determine o sinal da questão anterior usando uma frequência de amostragem de 500 Hz. Ocorre aliasing? Se sim, indique em quais componentes do sinal ocorre o efeito aliasing. Escreva um programa em Matlab para plotar o sinal amostrado.
- 3) Amostre e determine o sinal da questão anterior usando uma frequência de amostragem de 2000 Hz. Ocorre aliasing? Se sim, indique em quais componentes do sinal ocorre o efeito aliasing. Escreva um programa em Matlab para plotar o sinal amostrado.