UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

OFICINA DE MODELAGEM E SIMULAÇÃO

Lista de Exercícios 05

Marcone Márcio da Silva Faria

1. **O sistema da Figura 7 é submetido a uma força impulsiva f(t) = f0δ(t), com f0 a amplitude do impulso. Determine a função de transferência do sistema e, usando o Matlab, apresente o deslocamento da massa m em função do tempo. Dados m = 1 kg, c = 10 Ns/m, f0 = 100 N.**

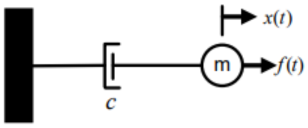
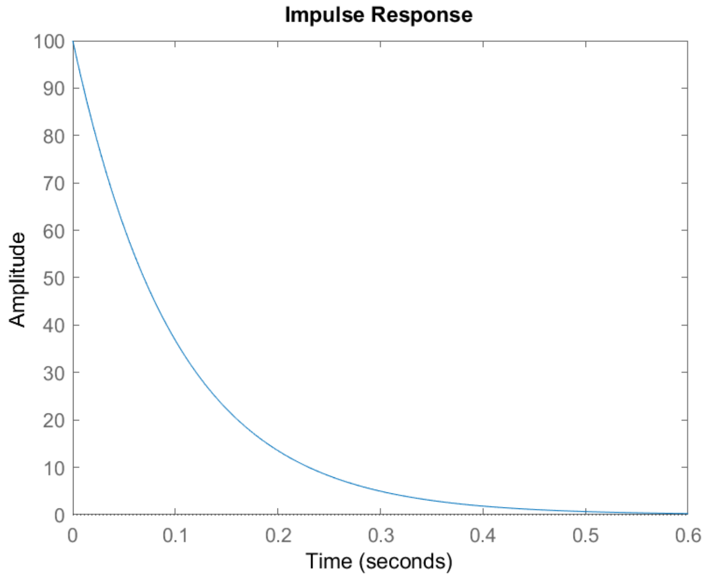


Figura 7: Sistema Massa-Amortecedor.

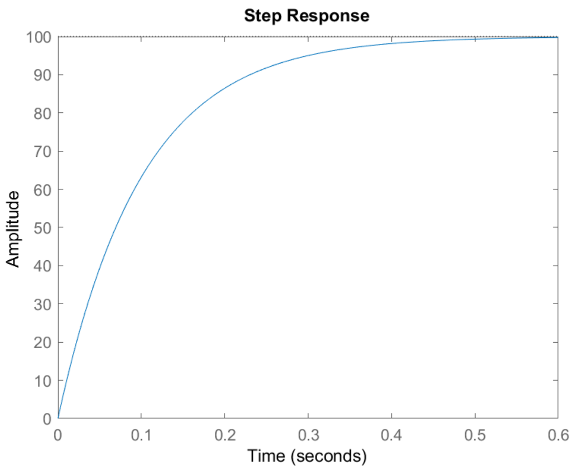
$$f(t) = m \cdot dx + cx$$

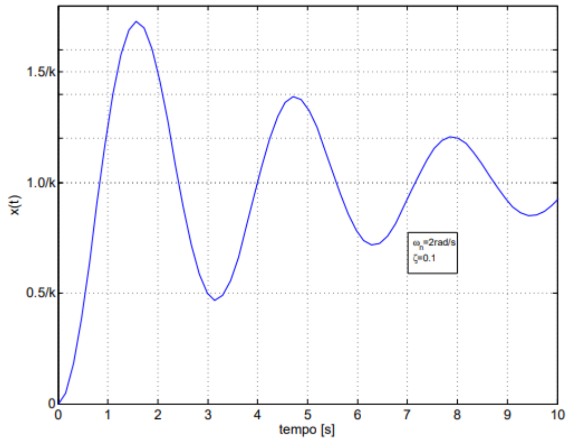
```
m = 1;
c = 10;
G = tf(1, [m/100 c/100]);
impulse(G)
```



2. **Idem exercício 1, porém agora a excitação é uma força constante f(t) = f0u(t). Compare a forma do gráfico com o da Figura 4.**

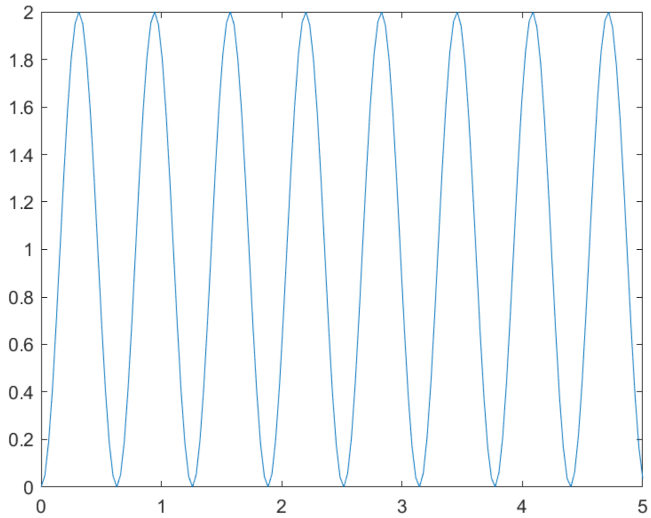
```
m = 1;
c = 10;
G = tf(1, [m/1000 c/1000]);
step(G, 0.6)
```





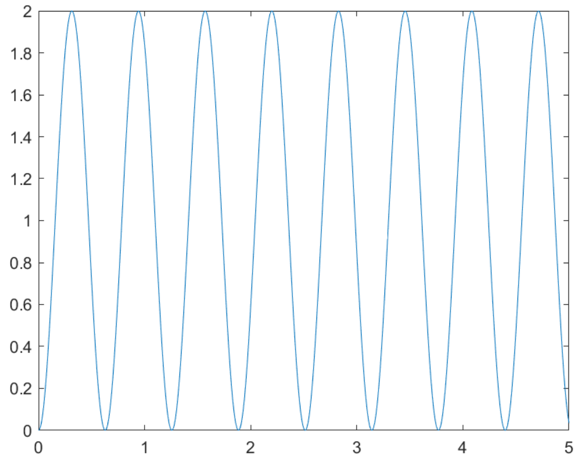
3. **Um sistema mecânico sem amortecimento, com m = 1kg e k = 100N/m, inicialmente em repouso, é submetido a uma força constante com módulo f0 = 10N. Apresente, graficamente, a resposta do sistema.**

```
m = 1;
k = 100;
G = tf(k/10, [m/10 0 k/10]);
[y,time]  = step(G, 5);
plot(time', y)
```



4. **A partir da equação (6), deduzir uma expressão para a resposta do sistema do exercício anterior e graficá-la usando MatLab, comparando-a com o gráfico obtido anteriormente.**

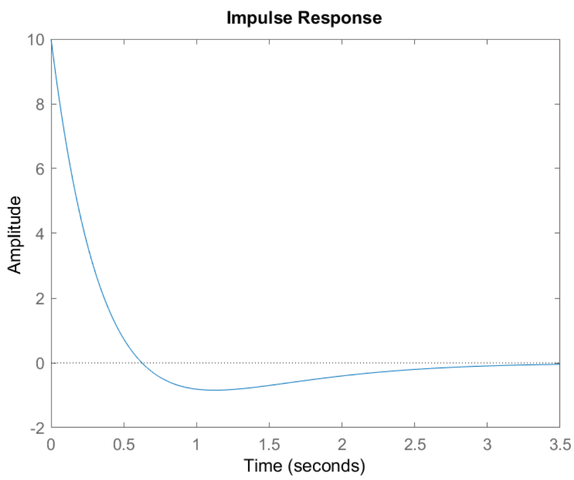
```
zeta = 0;
k = 100;
wn = sqrt(k);
wd = wn*sqrt(1-zeta);
t = 0: 0.01: 5;
fx = (1 - exp(-zeta.*wn.*t) .* (cos(wd.*t) +
(zeta.*wn/wd).*sin(wd.*t)));
plot(t, fx);
```



5. **Seja $G(s) = \frac{10s+4}{s^2+4s+4}$ a função de transferência de um sistema em malha fechada. Usando Matlab, obtenha a resposta y(t) quando é aplicado:**

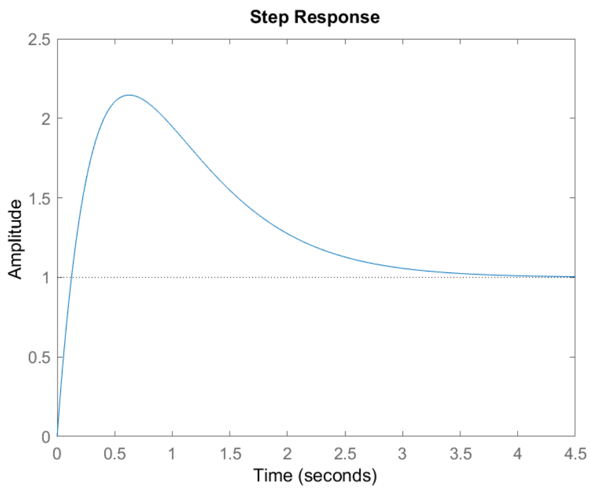
   a. **um impulso unitário de entrada**

```
G = tf([10 4],[1 4 4])
impulse (G)
```



b. **um degrau unitário de entrada**

```
step(G)
```

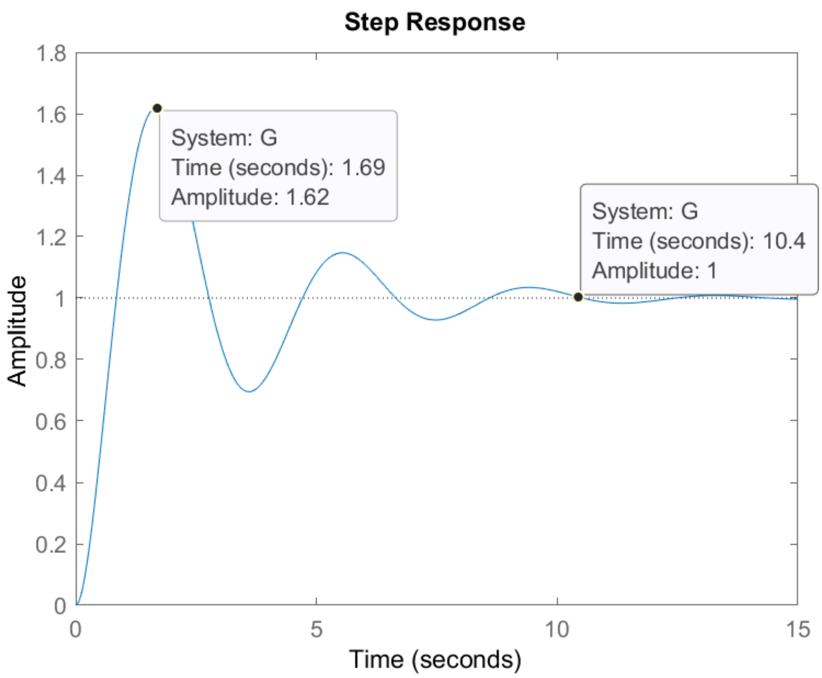


6. Considere o sistema de 4ª ordem definido por:

$$G(s) = \frac{6.32s^2+18s+12.81}{s^4+6s^3+11.32s^2+18s+12.81}$$

Desenhe a curva de resposta ao degrau unitário desse sistema. Obtenha o tempo de subida, tempo de pico, máximo sobressinal e tempo de acomodação.

```
G=tf([6.32 18 12.81],[1 6 11.32 18 12.81]);
step(G)
stepinfo(G)
```



Utilizando a função `stepinfo`, temos:

```
>> Lista05
      ans =
        struct with fields:
           RiseTime: 0.5780
           TransientTime: 10.0348
           SettlingTime: 10.0348
           SettlingMin: 0.6953
           SettlingMax: 1.6184
           Overshoot: 61.8368
           Undershoot: 0
           Peak: 1.6184
           PeakTime: 1.6712
```

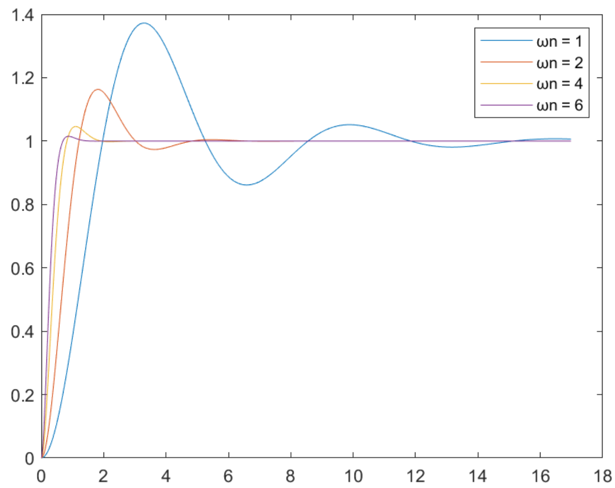
7. Considere o sistema de malha fechada definido por:

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$$

Utilizando um loop for, escreva um programa para obter a resposta ao degrau unitário desse sistema para os seguintes casos:

a. $\zeta = 0.3$ e $\omega n = 1$
b. $\zeta = 0.5$ e $\omega n = 2$
c. $\zeta = 0.7$ e $\omega n = 4$
d. $\zeta = 0.8$ e $\omega n = 6$

```
j = [1, 2, 4 ,6];
k = [0.3, 0.5, 0.7, 0.8];
for i = 1:4
   Gl(i,1) = tf(j(i)^2, [1 2*k(i)*j(i) j(i)^2]);
   [x,t] = step(Gl);
   plot(t,x)
   legend({'ωn = 1', 'ωn = 2', 'ωn = 4', 'ωn = 6'})
end
```



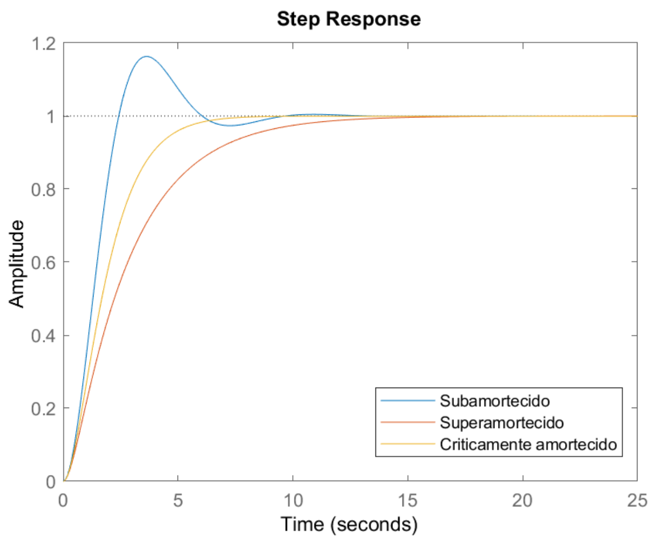
8. **Considerando a mesma função de transferência e entrada do exercício anterior, obtenha as respostas do sistema variando o valor de ζ, para ωn fixo em 1. Para quais valores de ζ o sistema é sub, super e criticamente amortecido?**

Subamortecido: $0 < \zeta < 1$

Superamortecido: $\zeta > 1$

Criticamente amortecido: $\zeta = 1$

```
Gsb = tf([1],[1 1 1]);
Gsp = tf([1],[1 3 1]);
Gca = tf([1],[1 2 1]);
step(Gsb)
step(Gsp)
step(Gca)
legend({'Subamortecido', 'Superamortecido', 'Criticamente
amortecido'})
```



9. **Pesquise e analise os comandos `tf2ss` e `ss2tf`, comentando-os. Mostre um exemplo para um sistema de segunda ordem de como utilizar ambos os comandos.**

`[A,B,C,D] = tf2ss(b,a)` converte uma função de transferência de entrada única em tempo contínuo ou discreto em uma representação equivalente em espaço dos estados.

```
[num, dem] = ord2(2.4, 0.4);
[A,B,C,D] = tf2ss(num, dem)
```

```
>> Lista05
   A =
      -1.9200   -5.7600
       1.0000         0

   B =
        1
        0

   C =
        0     1

   D =
        0
```

`[b,a] = ss2tf (A,B,C,D)` converte uma representação de espaço dos estados de um sistema em uma função de transferência equivalente. retorna a função de transferência para sistemas de tempo contínuo e a função de transferência de transformação Z para sistemas de tempo discreto

```
[a, b] = ord2(2.4, 0.4);
[b,a] = ss2tf (A,B,C,D)
```

```
>> Lista05
   b =
         0     0     1
```

```
a =

    1.0000    1.9200    5.7600
```

10. Analise/Comente o código:

```
>> num = [ 0 2 2 5 ] ;
>> den = [ 1 4 2 5 ] ;
>> [ u , t ] = gensig('square' , 20 , 100 , .01 ) ;
```

Os comandos `impulse`**,** `stepinfo` **e** `ginput` **podem ajudar.**

Gera um sinal periódico com tempo de amostra especificado. Nesse caso:

`'square'`: tipo da onda (quadrada);

`20`: período;

`100`: tempo de simulação;

`0,1`: passo;

`gensig` retorna um vetor de amostras de tempo e o vetor de valores de sinal nessas amostras.