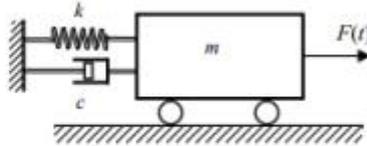


## PME 3380

Aluno: Luiz Ricardo de Sousa Cruz

Nº USP: 10334961

Obtenha as equações de estado e a função de transferência do seguinte sistema, e simule para uma entrada  $F(t)$  do tipo degrau (experimente outros tipos de entrada também), considerando a deformação  $x(t)$  da mola como saída:



Simule o sistema para diferentes valores de  $m$ ,  $c$  e  $k$ , de tal forma que se tenha uma simulação para cada um dos três casos a seguir:  $\zeta = \frac{b}{2\sqrt{km}} < 1$ ,  $\zeta = \frac{b}{2\sqrt{km}} = 1$ ,  $\zeta = \frac{b}{2\sqrt{km}} > 1$

### 1. Simulação do Sistema

Sendo  $x$  a coordenada que ao ser determinada a deformação da mola, temos a equação pelo teorema do movimento do baricentro:

$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F(t) \quad (1)$$

Sendo  $x = x_1$  e  $\dot{x} = x_2$ :

$$m\dot{x}_2 + bx_2 + kx_1 = F(t) \quad (2)$$

$$\dot{x}_1 = x_2 \quad (3)$$

Aplicando a transformada de Laplace:

$sX_2 = -\frac{b}{m}X_2 - \frac{k}{m}X_1 + \frac{F}{m}$	(4)
---	-----

$sX_1 = X_2$	(5)
--------------	-----

Resolvendo o sistema temos:

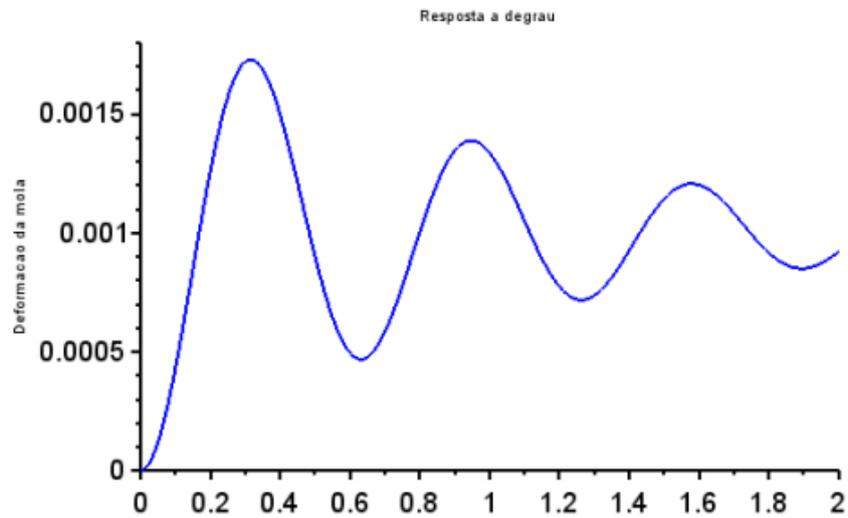
$X_1 = \frac{1}{ms^2 + bs + k} F$	(6)
-----------------------------------	-----

A saída desejada é a deformação da mola  $X_1 = Y$ :

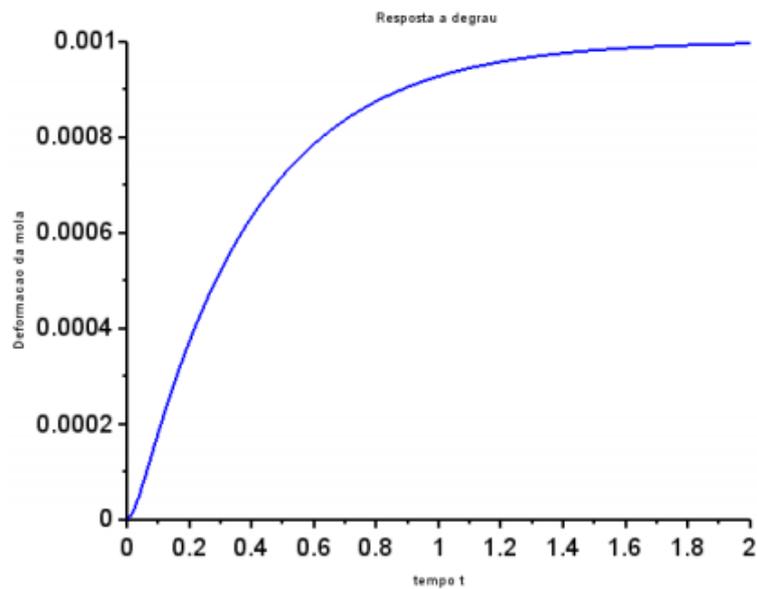
$Y = \frac{1}{ms^2 + bs + k} F$	(7)
---------------------------------	-----

Simulando a equação para F sendo um degrau unitário, para os parâmetros:  $m = 10kg$ ,  $k = 1000 \frac{N}{m}$  e  $b = 2\zeta\sqrt{km}$ , foram obtidos os resultados para  $\zeta=0,1$ ,  $\zeta=1$  e  $\zeta=2$ :

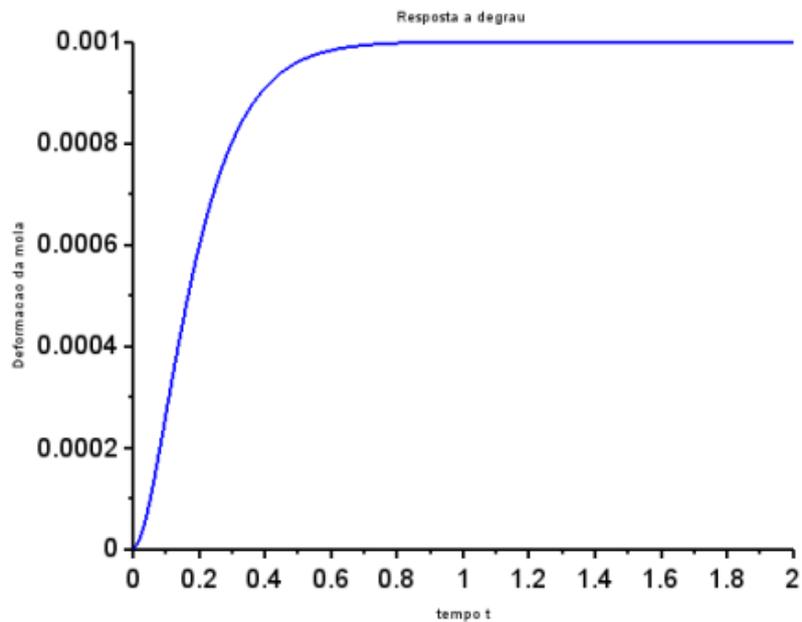
$\zeta = 0,1$ :



$\zeta = 1,0$ :



$-\zeta = 2,0$ :



O código em Scilab que fez as simulações está explicitado abaixo:

```
1 clear();
2 winsid(xdel());
3 //Constantes
4 m=10;
5 k=1000;
6 //Definição do caso analisado
7 zet=1;
8 b=2*zet*sqrt(k*m);
9 //Condição inicial
10 x0=[0;0];
11 //Polinômios da função de transferência
12 //numerador
13 n=1;
14 //Denominador
15 d=poly([k b m], 's', 'coeff');
16 G=syslin('c',n/d);
17 //Degrau unitário
18 t=0:0.001:2;
19 //Entrada
20 u=ones(t);
21 //Realizando a simulação utilizando o comando csim:
22 [y]=csim(u,t,G,x0);
23 xset('window',1)
24 xset('thickness',2)
25 xset('font-size',4)
26 plot2d(t,y,2)
27 xtitle('Resposta a degrau','tempo t','Deformacao da mola')
```