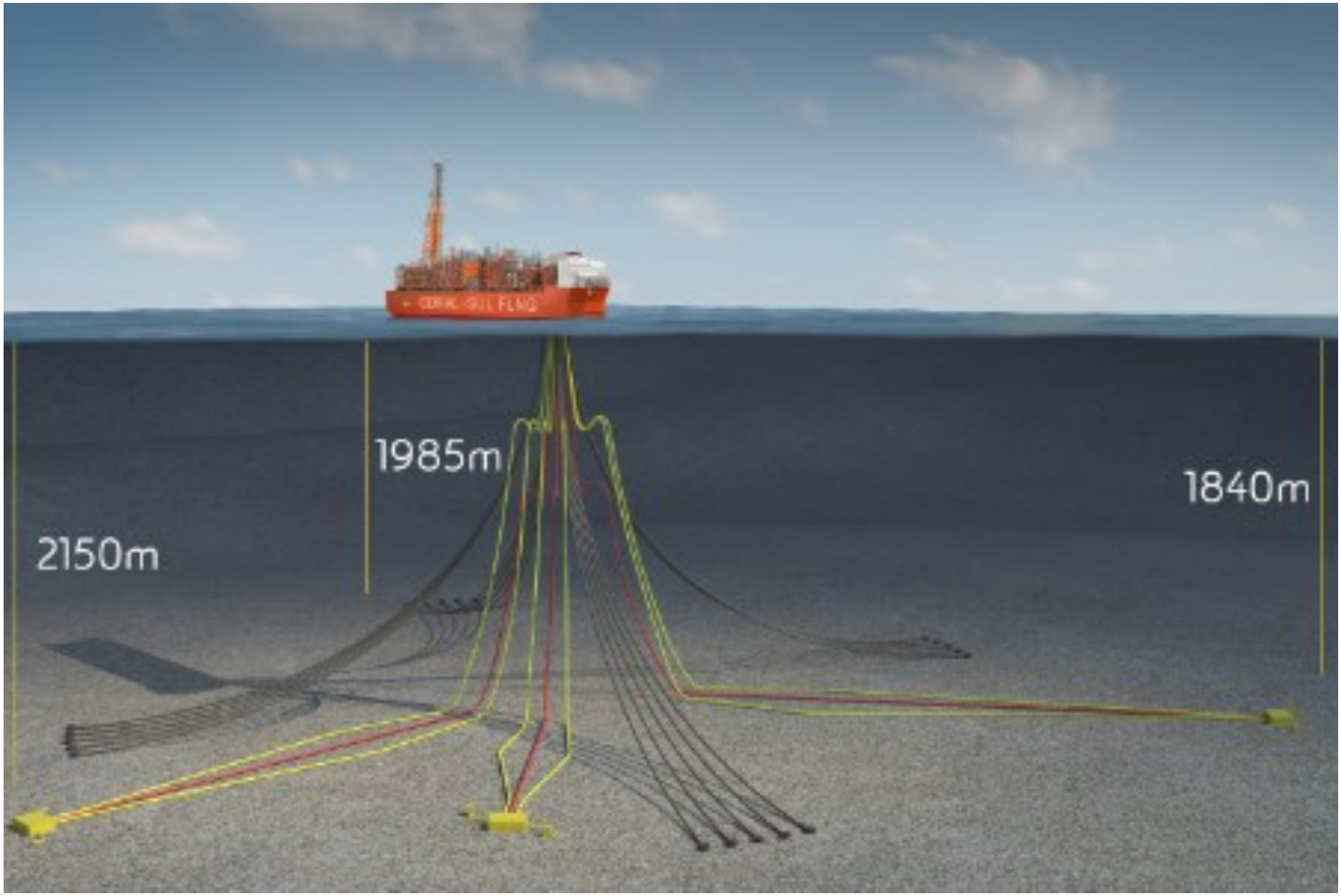
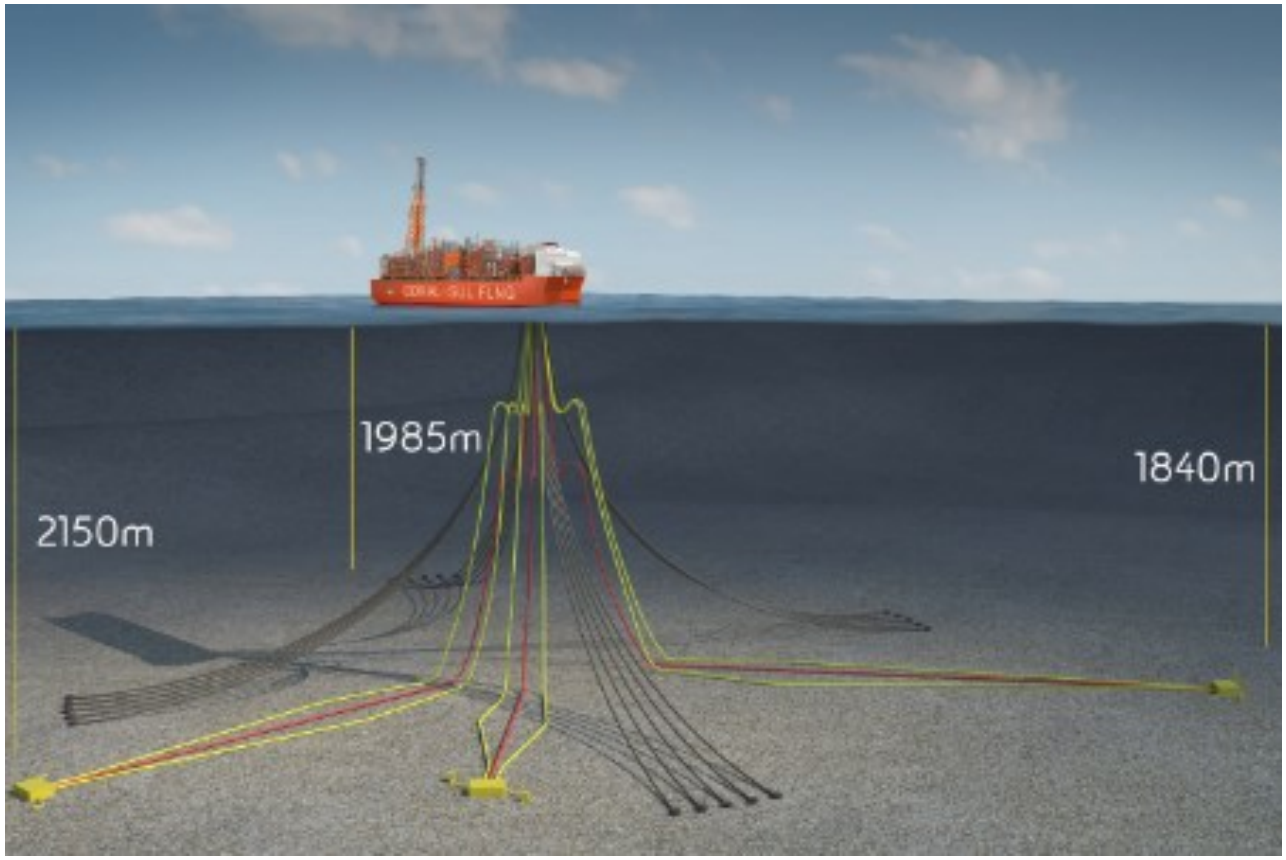
Dinâmica de Sistemas Navais e Oceânicos

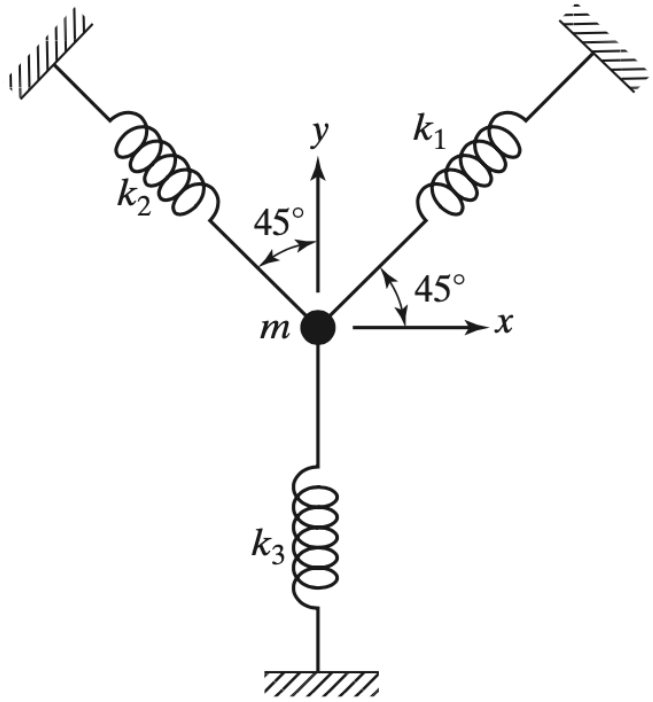
PNV3314 Dinâmica de Sistemas

Aula 20

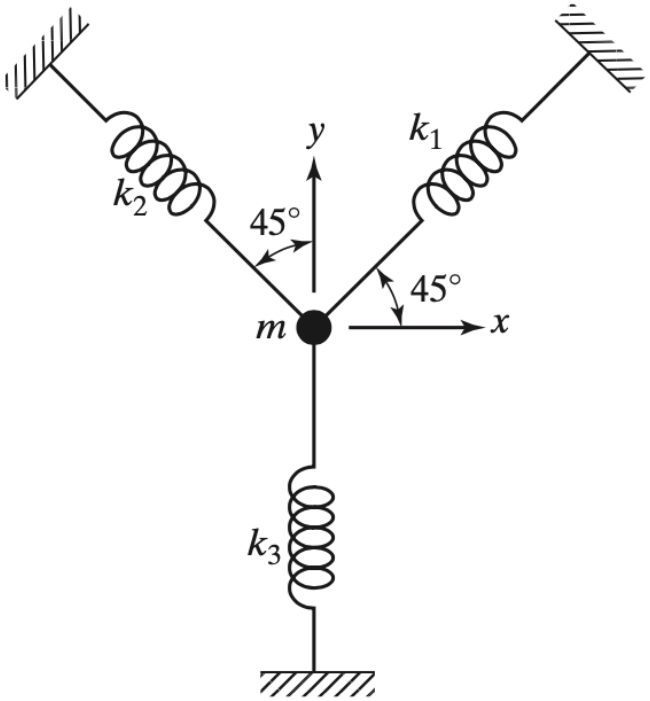

2150m
1985m
1840m

Ancoragem e linhas de amarração





Considerando pequena oscilação livre no plano da superfície do mar.



As equações do movimento em cada direção serão

$$m\ddot{x} = \sum R_i \cos \alpha_i$$

$$m\ddot{y} = \sum R_i \sin \alpha_i$$

Onde R é a resultante das forças em cada direção.

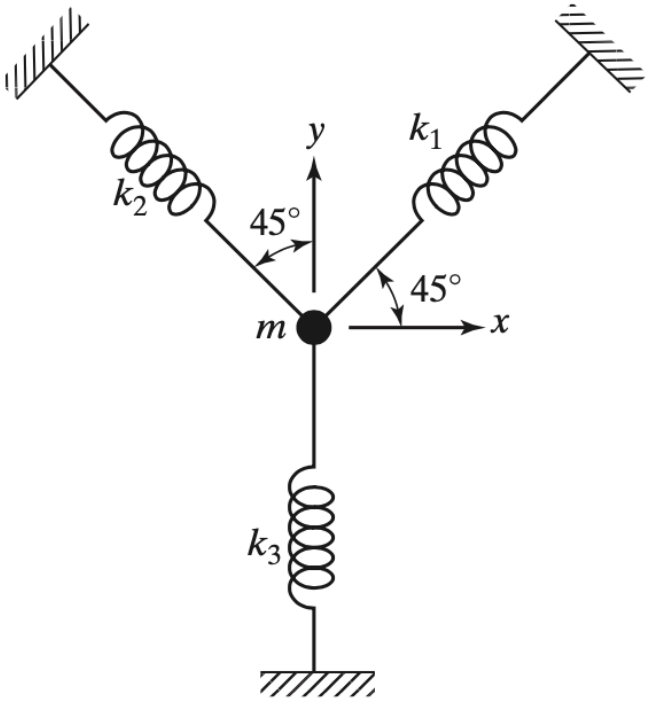
$$R_i = -k_i(x \cos \alpha_i + y \sin \alpha_i)$$

Substituindo, reescrevemos as eq. generalizadas.

$$m\ddot{x} + \sum k_i(x \cos^2 \alpha_i + y \sin \alpha_i \cos \alpha_i) = 0$$

$$m\ddot{y} + \sum k_i(x \sin \alpha_i \cos \alpha_i + y \sin^2 \alpha_i) = 0$$

Considerando pequena oscilação livre no plano da superfície do mar.



$$m\ddot{x} + \sum k_i(x\cos^2\alpha_i + y\sin\alpha_i\cos\alpha_i) = 0$$

$$m\ddot{y} + \sum k_i(x\sin\alpha_i\cos\alpha_i + y\sin^2\alpha_i) = 0$$

Pare este arranjo, em que

$\alpha_1 = 45°$

$\alpha_2 = 135°$

$\alpha_3 = 270°$

$k_1 = k_2 = k_3 = k$

As eq. se reduzem a...

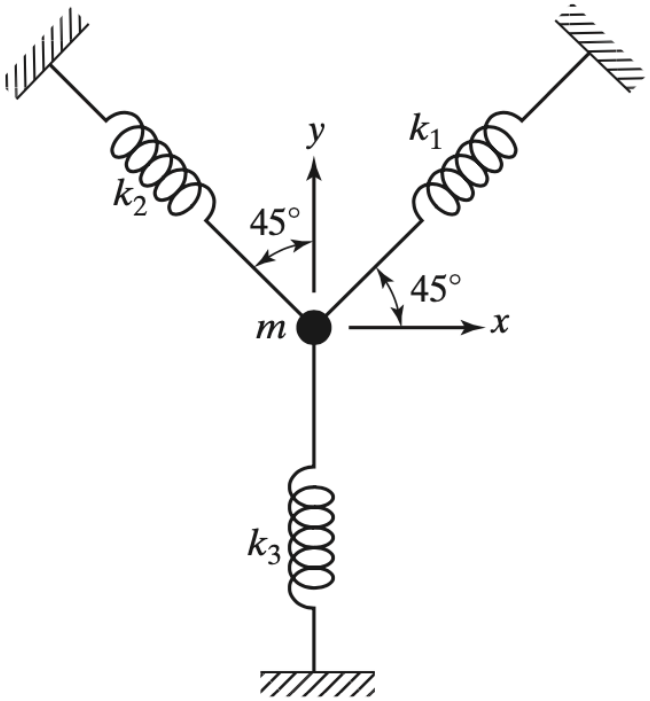
$$m\ddot{x} + kx = 0$$

$$m\ddot{y} + 2ky = 0$$

Ou...

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & 2k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ y \end{Bmatrix} = 0$$

Considerando pequena oscilação livre no plano da superfície do mar.



$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x} \\ \ddot{y} \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} k & 0 \\ 0 & 2k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x \\ y \end{Bmatrix} = 0$$

O sistema é estática e dinamicamente desacoplado.

As frequências naturais são...

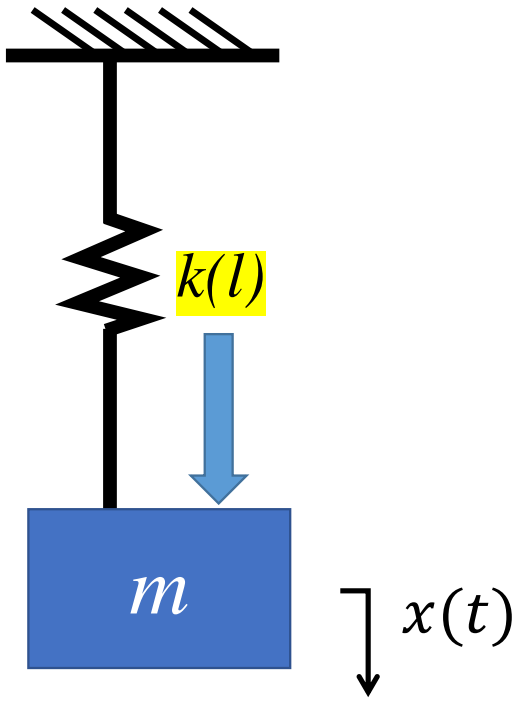
$$\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$ Para movimentos em x

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$ Para movimentos em y

Simulação

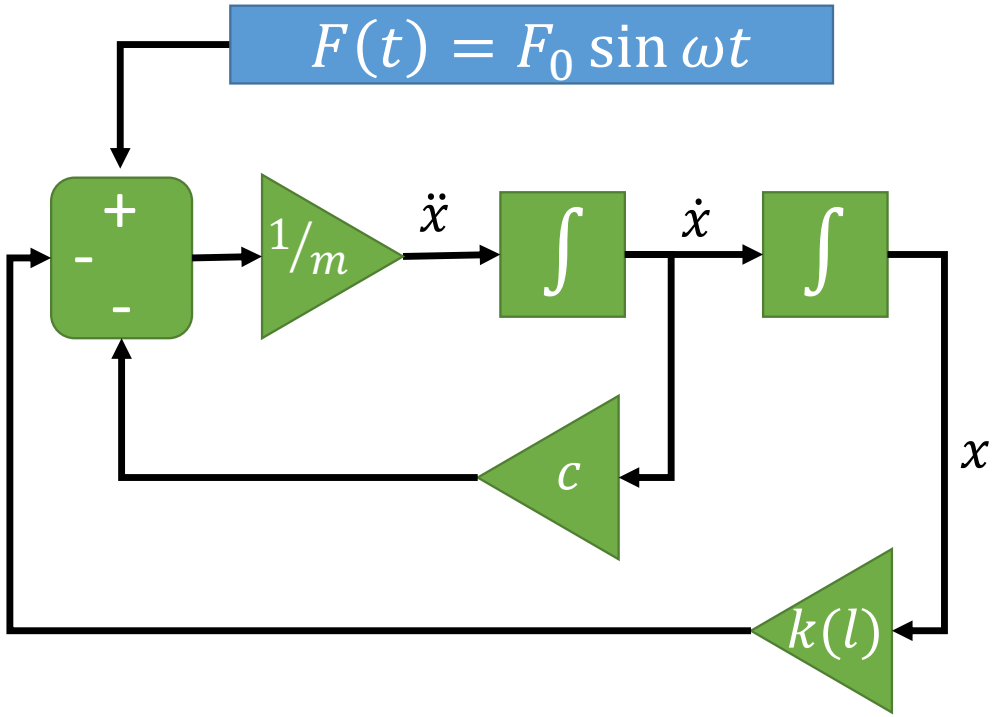
- https://www.myphysicslab.com/springs/chain-of-springs-en.html

Simulação com parametrização

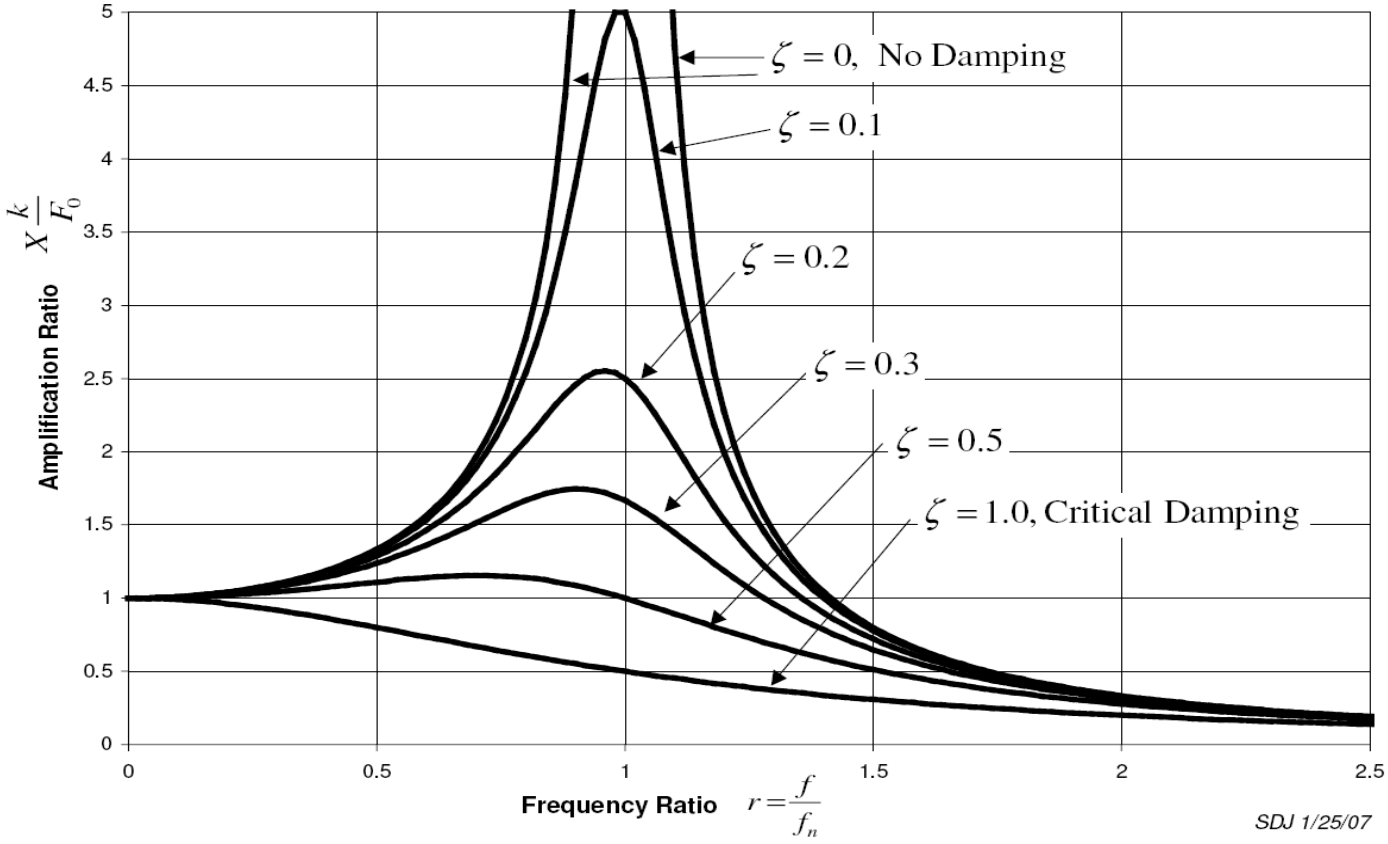


$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = F_0 \sin \omega t$$

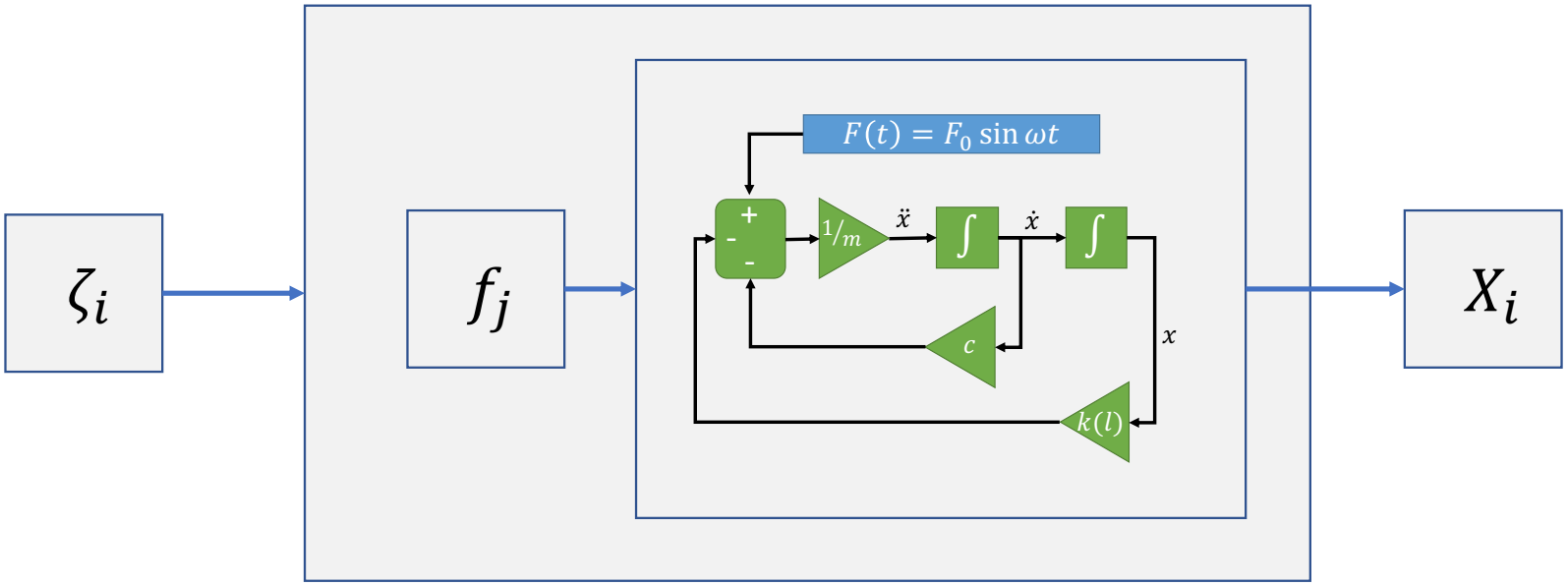
$$\ddot{x} = \frac{1}{m}([F_0 \sin \omega t] - c\dot{x} - kx)$$



Variação da frequência de excitação e amortecimento



Variação da frequência de excitação e amortecimento



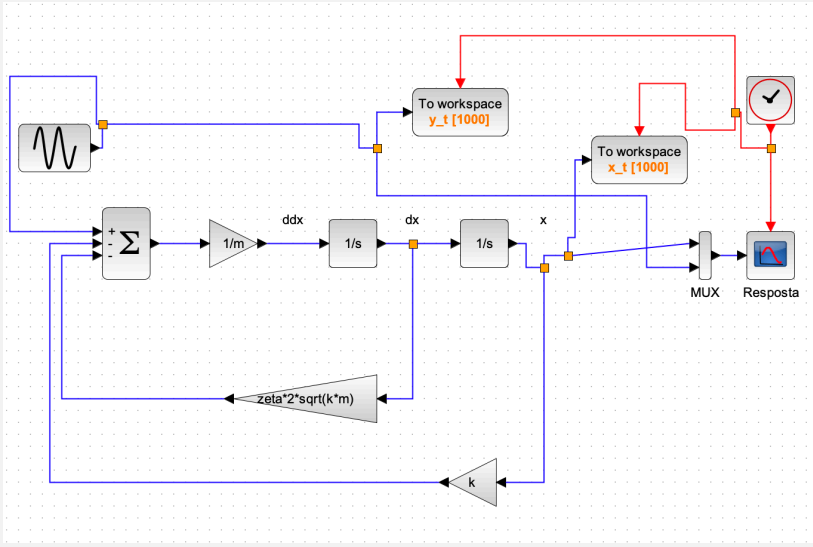
Batch code

*call_batch.sce

```
38
39 //·Loop·de·zeta
40 for m = 1:size(zeta,2);
41
42     //·Loop·de·f1
43     for n = 1:size(f1,2);
44         m
45         n
46
47         //·Atribui·as·variáveis·ao·contexto
48         Context.zeta = zeta(m);
49         Context.f1 = f1(n);
50
51         //·Executa·a·simulação·com·o·contexto
52         scicos_simulate(scs_m,Context);
53
54         //·Recebe·as·variáveis·de·resposta·enviadas·ao·"workspace"
55         t(:,n) = x_t.time;
56         x(:,n) = x_t.values;
57
58         //·Calcula·a·amplitude·da·resposta·a·aprtir·do·RMS·do·sinal·
59         //·multiplicado·por·raiz·de·2·(amplitude·harmônica).
60         Ax(m,n) = sqrt(2)*sqrt(sum(x_t.values.*conj(x_t.values))/size(x_t.values,1));
61         Ay(m,n) = sqrt(2)*sqrt(sum(y_t.values.*conj(y_t.values))/size(y_t.values,1));
62
63     end
64 end
65
66 //·Calcula·o·fator·de·amplificação
67 AMP = Ax./(Ay/39.47);
68
69 //·fecha·as·janelas·abertas
70 close();
```

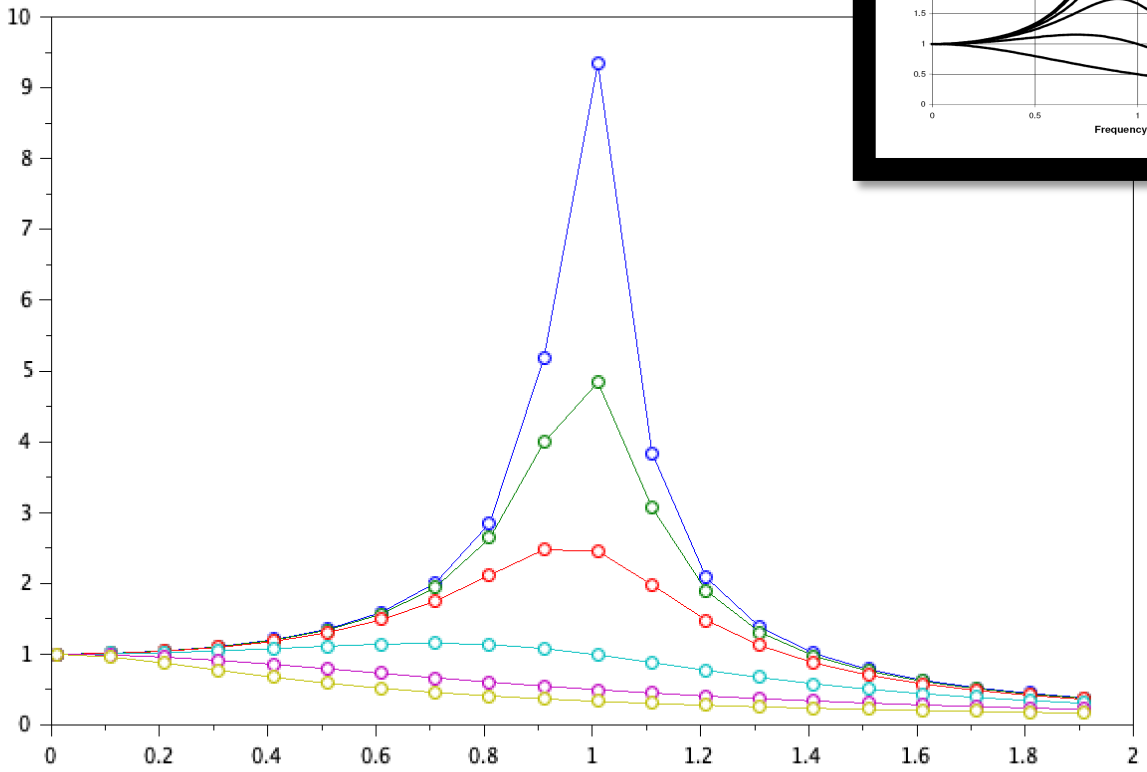
SIM_batch_mck_aula20.sce

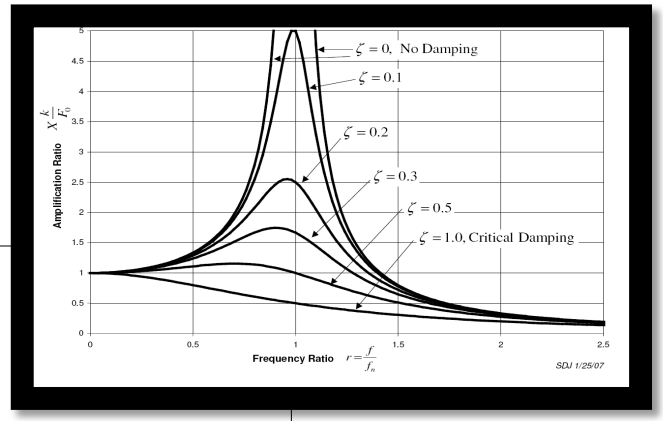
Simulação XCOS



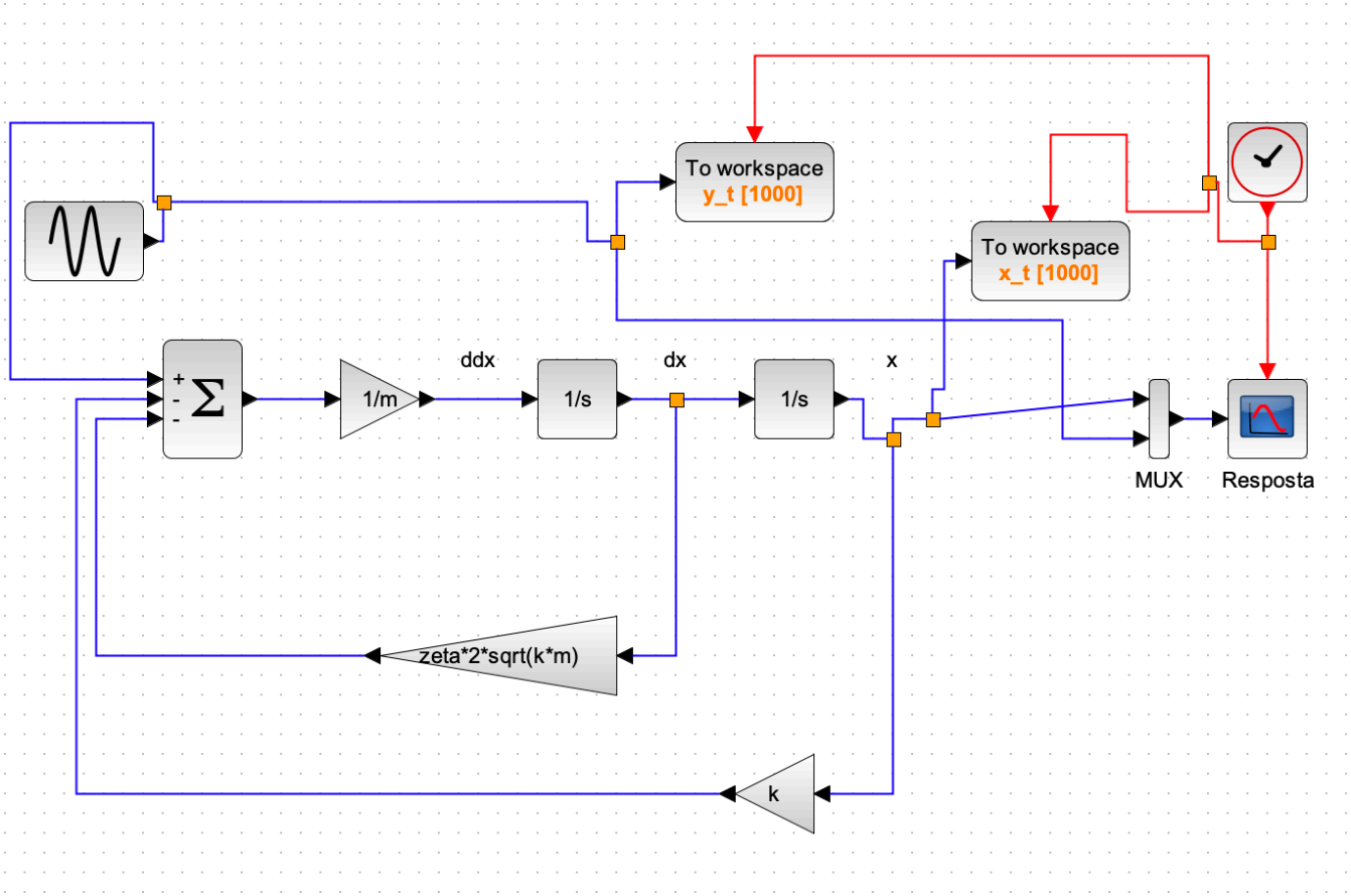
mck_aula20_batch.sce

Saída do programa

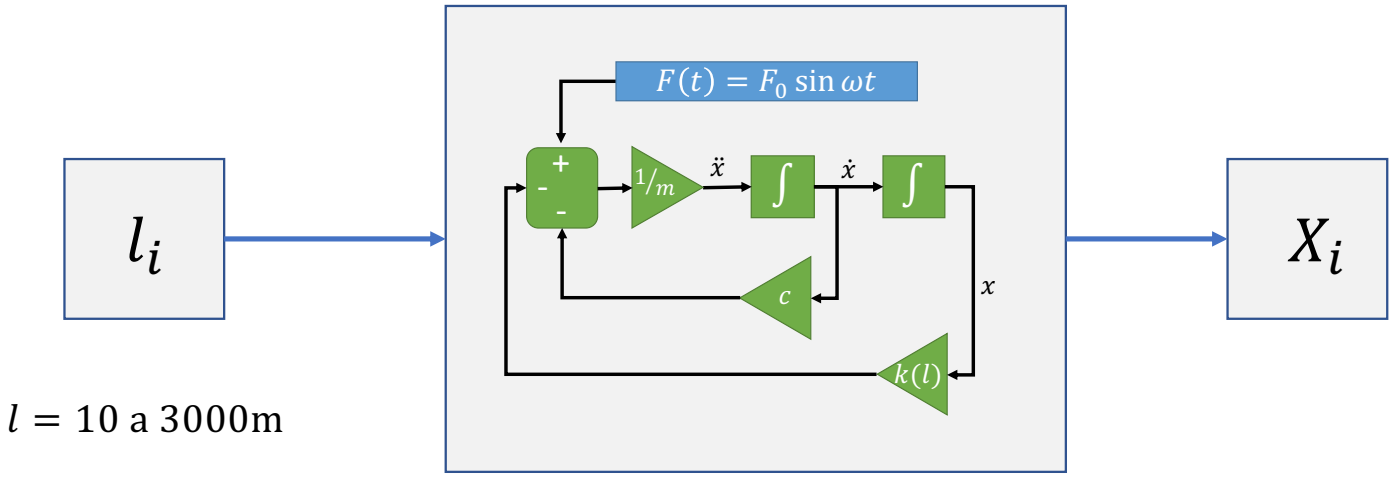




Simulação no XCOS



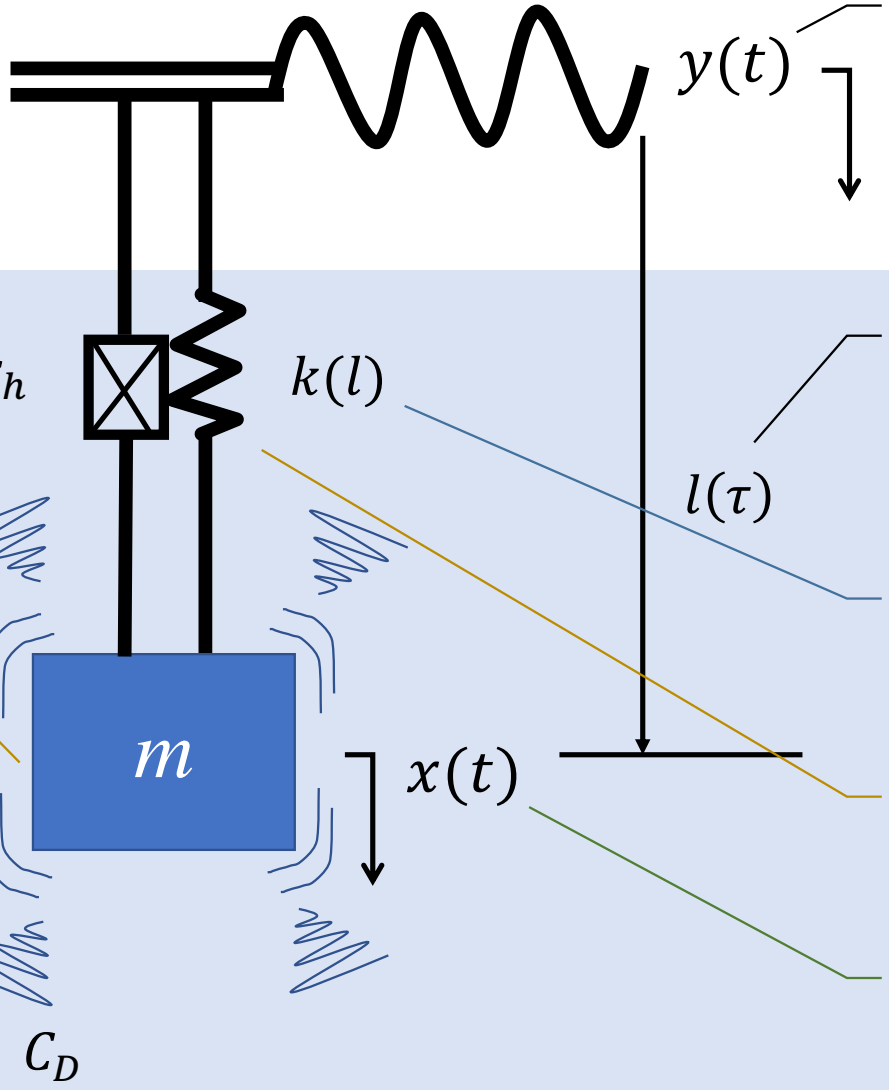
Variação do parâmetro de comprimento do cabo: simulação estacionária



$l = 10$ a 3000m

Simulação do manifold com parametrização do comprimento do cabo

1 grau de liberdade



Amortecimento histerético do cabo

Massa do corpo

Massa adicional de água

Dissipação por arrasto

Movimento da base

Descida lenta do cabo

Rigidez do cabo

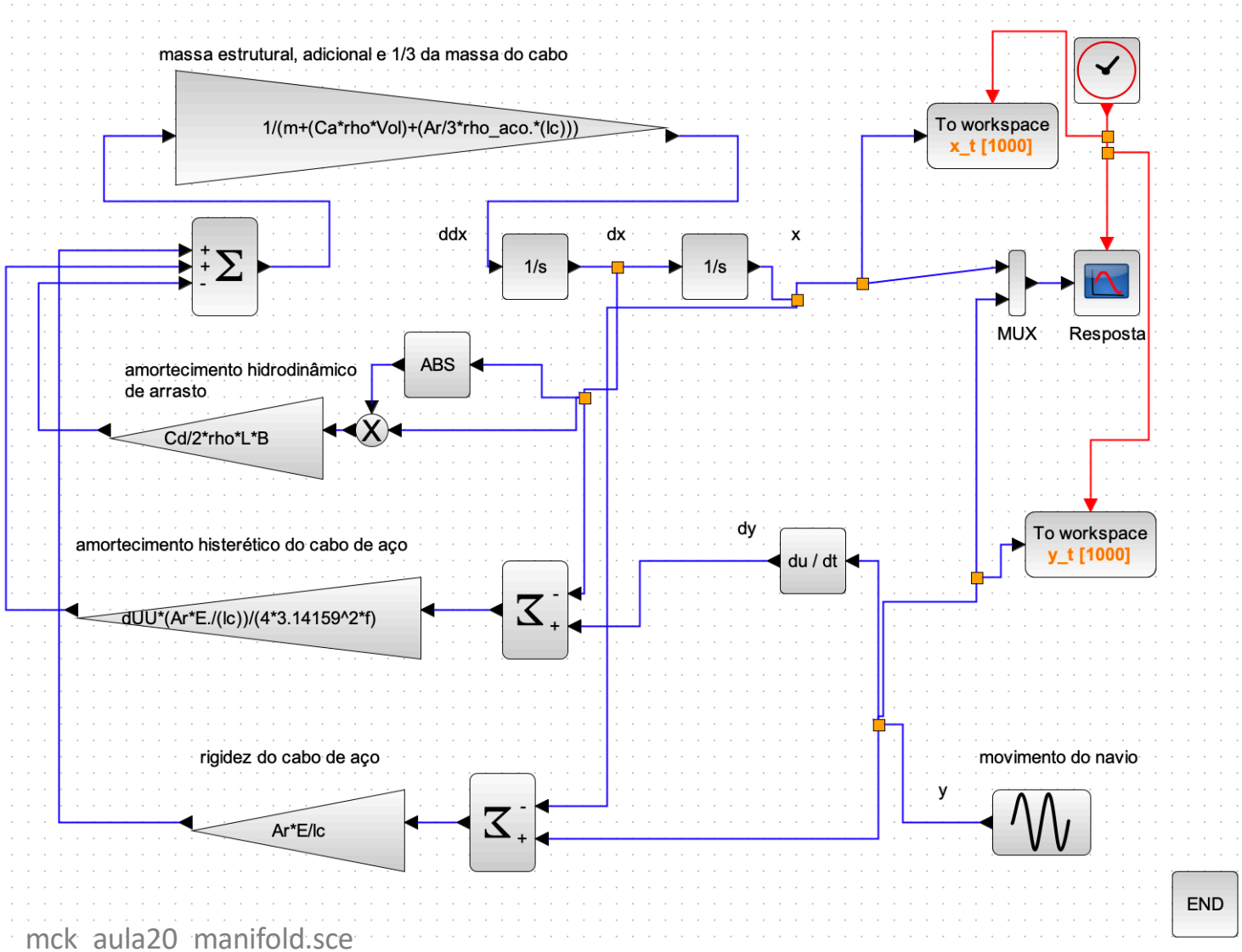
Massa do cabo

Resposta dinâmica

SIM_batch_aula20_manifold.sce | SIM_batch_mck_aula20.sce

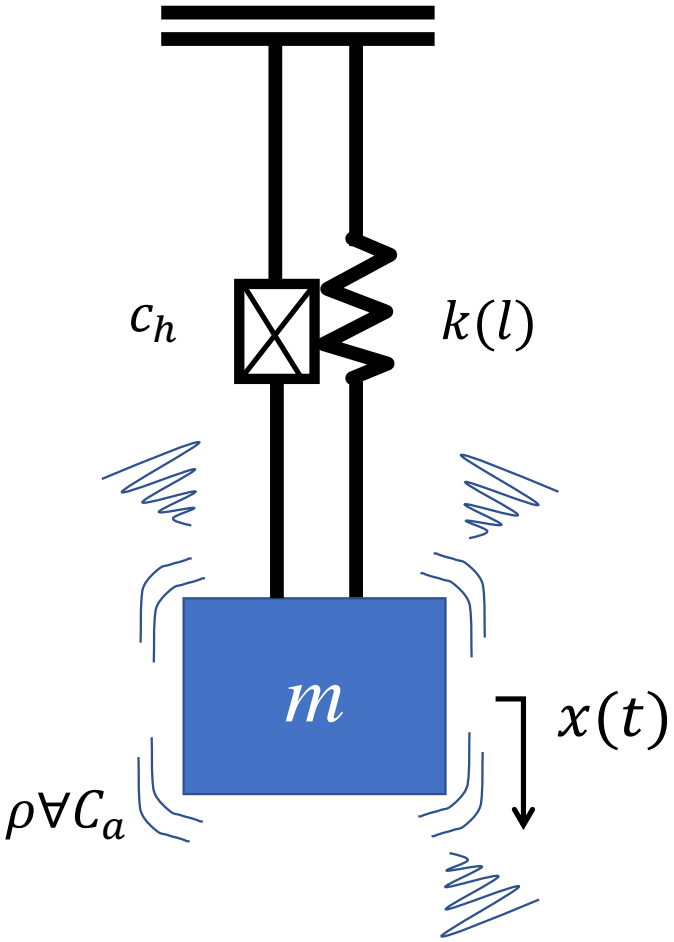
```
// Defina o intervalo de T (período do movimento da base em s)
T = [5,7,9];

// Defina o valor de Y (amplitude do movimento da base em m)
Y = 1;

// Defgine o comprimento do cabo em m
lc = 100:200:3000;

// Atribua as constantes ao contexto
//Context.Tf=100;
Context.Y = Y;

// Loop de T
for m = 1:size(T,2);

    // Loop de lc
    for n = 1:size(lc,2);

        // Atribui as variáveis ao contexto
        Context.f = 1./T(m);
        Context.lc = lc(n);

        // Executa a simulação com o contexto
        scicos_simulate(scs_m,Context);

        // Recebe as variáveis de resposta enviadas ao "workspace"
        t(:,n) = x_t.time;
        x(:,n) = x_t.values;

        // Calcula a amplitude da resposta a aprtir do RMS do sinal
        // multiplicado por raiz de 2 (amplitude harmônica).
        Ax(m,n) = sqrt(2)*sqrt(sum(x_t.values.*conj(x_t.values))/size(x_t.values,1));
        Ay(m,n) = sqrt(2)*sqrt(sum(y_t.values.*conj(y_t.values))/size(y_t.values,1));

    end
end

// Calcula o fator de amplificação
AMP = Ax./Ay;
```

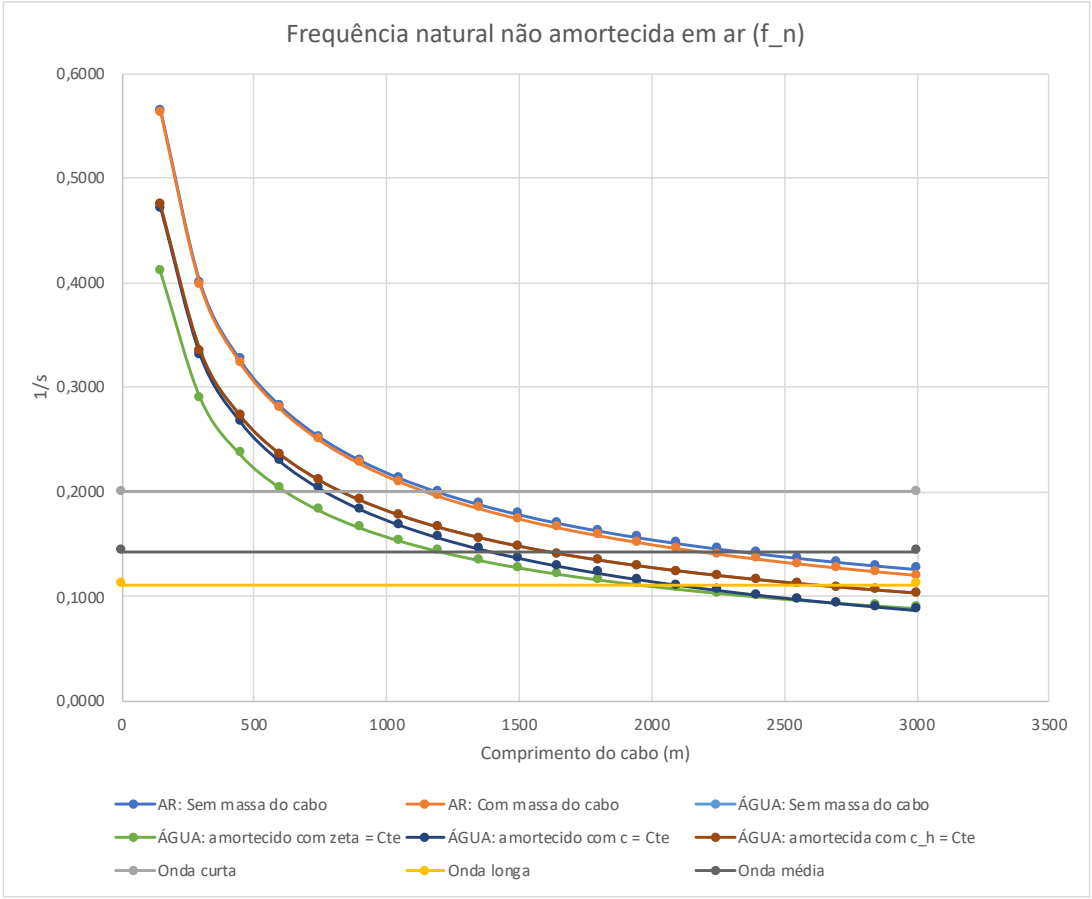
SIM_batch_aula20_manifold.sce



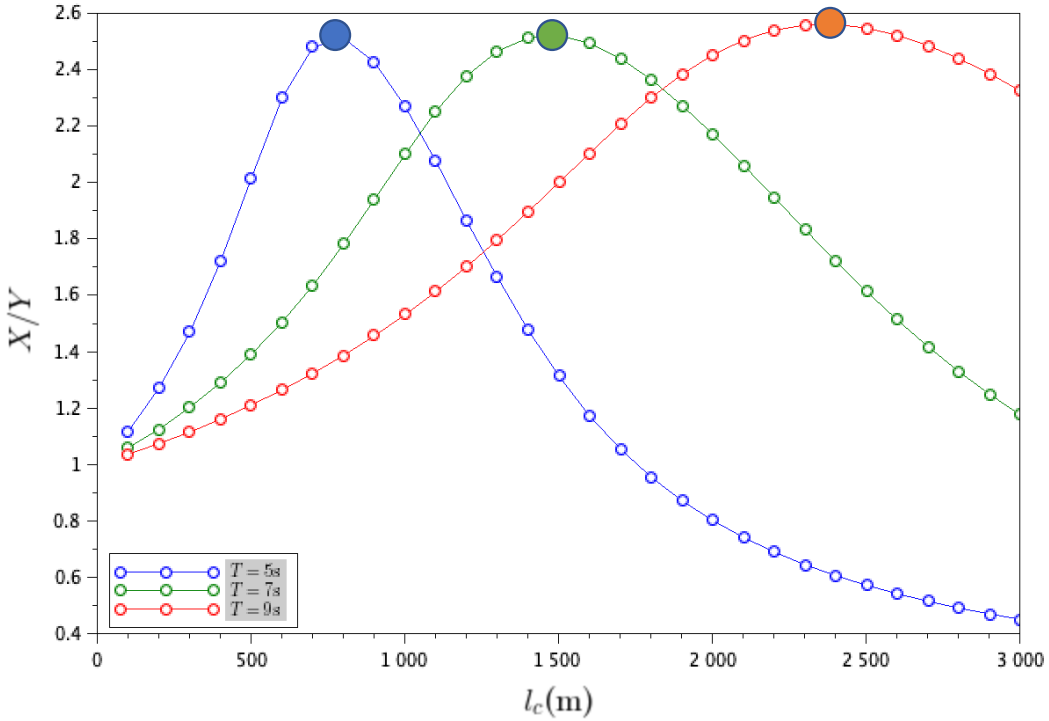
mck_aula20_manifold.sce

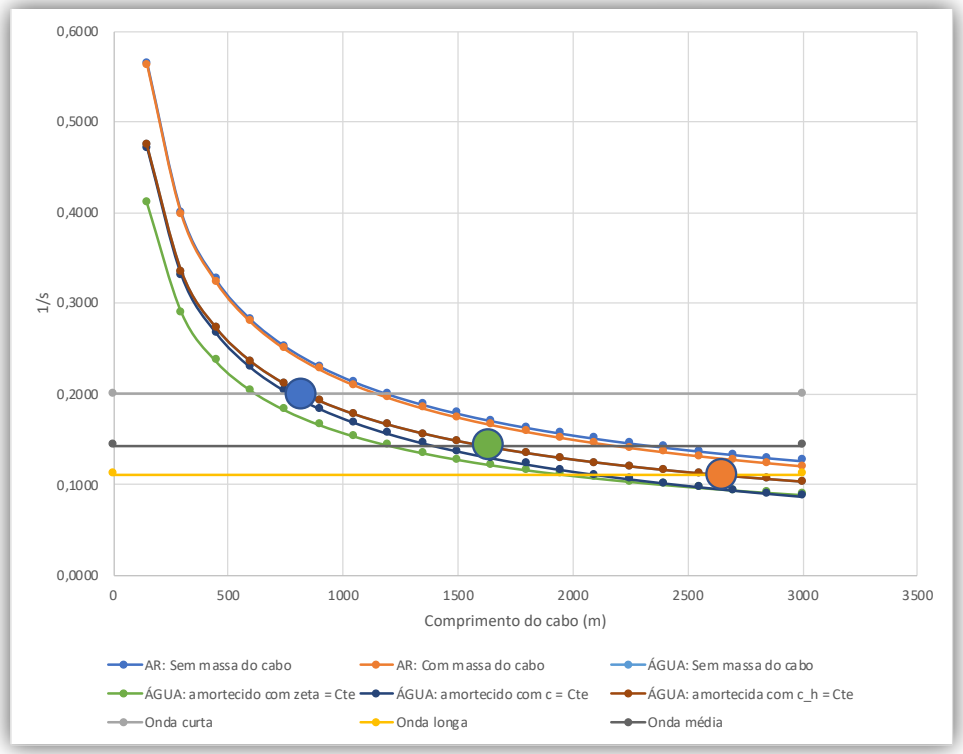
Verificação de ressonância ao longo da descida





Resposta


X/Y
l_c(m)
$T = 5s$
$T = 7s$
$T = 9s$


1/s
Comprimento do cabo (m)
AR: Sem massa do cabo
AR: Com massa do cabo
ÁGUA: Sem massa do cabo
ÁGUA: amortecido com zeta = Cte
ÁGUA: amortecido com c = Cte
ÁGUA: amortecida com c_h = Cte
Onda curta
Onda longa
Onda média

Trabalho de Dinâmica – Parte 2

Implemente a simulação do manifold no XCOS, com os dados do problema, obtendo a resposta de oscilação do manifold em função do comprimento do cabo.

- Movimento de heave da barcaça de Y=1m.
- Períodos de ondas entre 5s e 9s.
- Considere:
  - Massa do manifold.
  - Massa adicional.
  - Massa do cabo.
  - Amortecimento histerético no cabo.
  - Dissipação de arrasto no manifold.
  - Rigidez do cabo
- Apresente as curvas de respostas em função do comprimento do cabo e compare com os cálculos preliminares de ressonância.