Universidade de São Paulo
EESC

SEM0530 - Problemas de Engenharia Mecatrônica II
Prof. Marcelo Areias Trindade

Prática 3 - Solução de sistemas lineares

Aluno: Marcus Vinícius Costa Reis (12549384)

15/06/2022

1 Problema

Calcular os deslocamentos de uma estrutura sujeita a carregamento de forças e/ou deslocamentos usando um modelo discreto de molas em série, no qual as molas tem coeficiente variável representando uma diminuição da área da seção transversal da estrutura.

- Considerando os valores de rigidez das molas, construa a matriz de rigidez do sistema tal que
$$\mathbf{K}\mathbf{u} = \mathbf{F}, \quad \mathbf{u} = \{u_1, \cdots, u_{10}\}$$
- Determine a solução $\mathbf{u} = \{u_1, \cdots, u_{10}\}$ para o caso no qual duas forças são aplicadas simultaneamente: uma de $100\,N$ na extremidade livre (u_{10}) e uma de $-50\,N$ na metade do comprimento (u_5).
- Determine a solução $\mathbf{u} = \{u_1, \cdots, u_{10}\}$ para o caso no qual um deslocamento de $3\,cm$ é imposto à extremidade livre (u_{10}).
- Faça um gráfico (u_n vs n) para cada condição de carregamento e mostre-os na mesma figura.

Dados:

- $k_n = k_{min} + \Delta k e^{-bn}$, $b = 0.2$, $k_{min} = 10\,kN/m$, $\Delta k = (50 + 0.5N)\,kN/m$, onde
$$N = 84 \Rightarrow \Delta k = 92\,kN/m$$

2 Formulações

$$\begin{bmatrix}
k_1+k_2 & -k_2 & & & & & & & & \\
-k_2 & k_2+k_3 & -k_3 & & & & & & & \\
 & -k_3 & k_3+k_4 & -k_4 & & & & & & \\
 & & -k_4 & k_4+k_5 & -k_5 & & & & & \\
 & & & -k_5 & k_5+k_6 & -k_6 & & & & \\
 & & & & -k_6 & k_6+k_7 & -k_7 & & & \\
 & & & & & -k_7 & k_7+k_8 & -k_8 & & \\
 & & & & & & -k_8 & k_8+k_9 & -k_9 & \\
 & & & & & & & -k_9 & k_9+k_{10} & -k_{10} \\
 & & & & & & & & -k_{10} & k_{10}
\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}
k_1+k_2 & -k_2 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\
-k_2 & k_2+k_3 & -k_3 & 0 & \cdots & 0 \\
0 & -k_3 & k_3+k_4 & -k_4 & \cdots & 0 \\
\vdots & \cdots & \ddots & \ddots & \cdots & \vdots \\
0 & \cdots & -k_8 & k_8+k_9 & -k_9 & 0 \\
0 & \cdots & 0 & -k_9 & k_9+k_{10} & -k_{10} \\
0 & 0 & \cdots & 0 & -k_{10} & k_{10}
\end{bmatrix}
\begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ \vdots \\ u_8 \\ u_9 \\ u_{10} \end{bmatrix}
=
\begin{bmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \\ \vdots \\ f_8 \\ f_9 \\ f_{10} \end{bmatrix}$$

$$
\begin{bmatrix}
k_1+k_2 & -k_2 & & & & & & & \\
-k_2 & k_2+k_3 & -k_3 & & & & & & \\
& -k_3 & k_3+k_4 & -k_4 & & & & & \\
& & -k_4 & k_4+k_5 & -k_5 & & & & \\
& & & -k_5 & k_5+k_6 & -k_6 & & & \\
& & & & -k_6 & k_6+k_7 & -k_7 & & \\
& & & & & -k_7 & k_7+k_8 & -k_8 & \\
& & & & & & -k_8 & k_8+k_9 & -k_9 \\
& & & & & & & -k_9 & k_9+k_{10}
\end{bmatrix}
$$

```
function u = deslocs (F)
  for i = 1:10
    kk(i) = 10 + 92*exp(-0.2*i);
  endfor
  k = [kk 0];
  K = zeros(10);
  for i = 1:10
    for j = 1:10
      if j == i
        K(i,j) = k(i) + k(i+1);
      elseif j == i + 1
      K(i,j) = (-1)*k(j);
      K(j,i) = K(i,j);
      endif
    endfor
  endfor
  k
  K
  u = (K\F)';

```

Listing 1: Código utilizado para os resultados obtidos