دانشگاه کردستان
University of Kurdistan
زانکۆی کوردستان

Structural Health Monitoring

Homework-01

By: Kaveh Karami
Associate Prof. of Structural Engineering
https://prof.uok.ac.ir/Ka.Karami

State Space

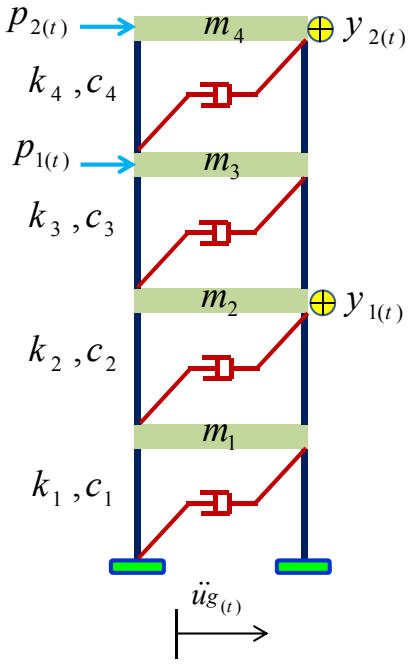
❑ معادلات حرکت در فضای حالت

۱- معادله حرکت سازه نشان داده شده را در فضای حالت بنویسید.

الف- خروجی سیستم جابجایی می‌باشد.

ب- خروجی سیستم سرعت می‌باشد.

ج- خروجی سیستم شتاب می‌باشد.



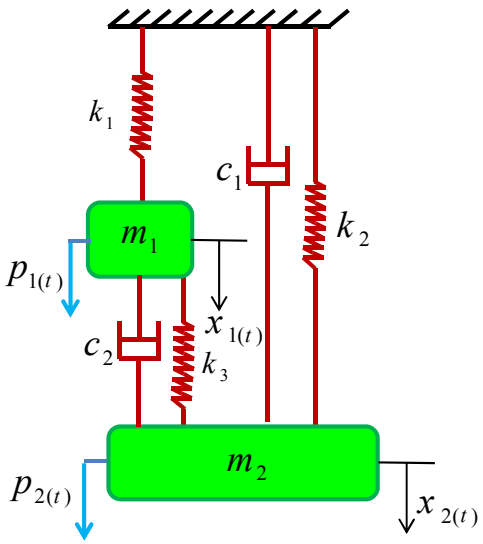
❑معادلات حرکت در فضای حالت

۲- معادله حرکت سازه نشان داده شده را در فضای حالت بنویسید.

الف- خروجی سیستم جابجایی می‌باشد.

ب- خروجی سیستم سرعت می‌باشد.

ج- خروجی سیستم شتاب می‌باشد.



❑معادلات حرکت در فضای حالت

۳- معادلات حرکت زیر را به صورت قطری بنویسید:

$$\dot{\mathbf{q}}_{(t)} = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -5 & -4 \end{bmatrix} \mathbf{q}_{(t)} + \begin{Bmatrix} -1 \\ 2 \end{Bmatrix} \mathbf{u}_{(t)}$$

$$\mathbf{y}_{(t)} = \{1 \quad 0\} \mathbf{q}_{(t)}$$

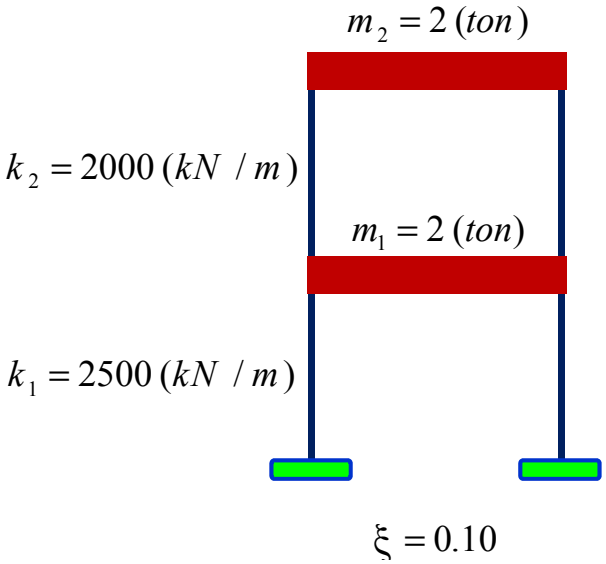
❑ معادلات حرکت در فضای حالت

۴- معادله فضای حالت یک سیستم در زیر آمده است. پاسخ ارتعاش آزاد سیستم مربوطه را به روش قطری کردن محاسبه نمایید.

$$\dot{\mathbf{q}}_{(t)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} \mathbf{q}_{(t)} \quad , \quad \mathbf{y}_{(t)} = \{1 \quad 1\} \mathbf{q}_{(t)} \quad , \quad \mathbf{q}_{(0)} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix}$$

❑ معادلات حرکت در فضای حالت

۵- پاسخ ارتعاش آزاد سازه نشان داده شده در شکل زیر را با توجه به شرایط اولیه آن به روش قطری کردن به دست آورید.



$$\{x_0\} = \begin{Bmatrix} 0.02 \\ 0.030 \end{Bmatrix} \quad (m) \qquad \{\dot{x}_0\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (m/s)$$

❑معادلات حرکت در فضای حالت

۶- معادله فضای حالت یک سیستم در زیر آمده است. پاسخ ارتعاش آزاد سیستم مربوطه را به روش تبدیل لاپلاس محاسبه نمایید.

$$\dot{\mathbf{q}}_{(t)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -4 & -2 \end{bmatrix} \mathbf{q}_{(t)} \quad , \quad \mathbf{y}_{(t)} = \{1 \quad 1\} \mathbf{q}_{(t)} \quad , \quad \mathbf{q}_{(0)} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

❑معادلات حرکت در فضای حالت

۷- معادله فضای حالت یک سیستم در زیر آمده است. پاسخ سیستم مربوطه را به روش محتوای زمانی در دو حالت زیر محاسبه نمایید: الف- $u_{(t)} = t$ ب- $u_{(t)} = 20e^{-2t}\cos(-20t)$

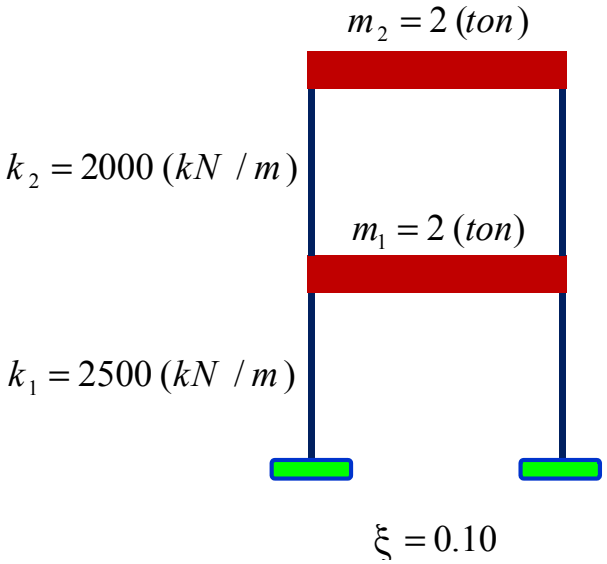
$$\dot{\mathbf{q}}_{(t)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} \mathbf{q}_{(t)} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix} u_{(t)}$$

فرض می‌شود:

$$\mathbf{y}_{(t)} = \{1 \quad 1\} \mathbf{q}_{(t)} \quad , \quad \mathbf{q}_{(0)} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

❑معادلات حرکت در فضای حالت

۸- پاسخ سازه نشان داده شده تحت اثر تحریک پایه $u_{(t)} = 20e^{-2t}\cos(-20t)$ را به روش محتوای زمانی به دست آورید.



$$\{x_0\} = \begin{Bmatrix} 0.02 \\ 0.030 \end{Bmatrix} \quad (m) \qquad \{\dot{x}_0\} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix} \quad (m/s)$$

❑معادلات حرکت در فضای حالت

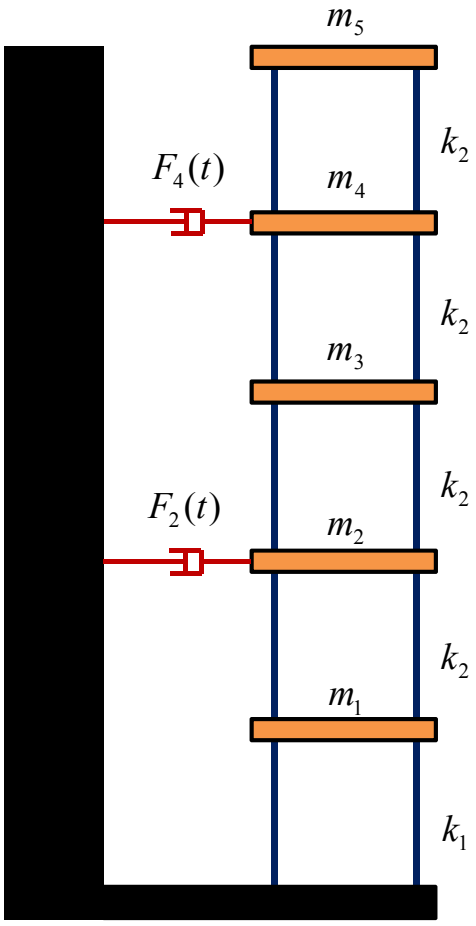
۹- معادله فضای حالت یک سیستم در زیر آمده است. پاسخ سیستم مربوطه را به روش محتوای فرکانسی در دو حالت زیر محاسبه نمایید: الف- $u_{(t)} = t$ ب- $u_{(t)} = 20e^{-2t}\cos(-20t)$

$$\dot{\mathbf{q}}_{(t)} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}\mathbf{q}_{(t)} + \begin{Bmatrix} 0 \\ 1 \end{Bmatrix} u_{(t)}$$

فرض می‌شود:

$$\mathbf{y}_{(t)} = \{1 \quad 1\}\mathbf{q}_{(t)} \quad , \quad \mathbf{q}_{(0)} = \begin{Bmatrix} 1 \\ 0 \end{Bmatrix}$$

❑معادلات حرکت در فضای حالت



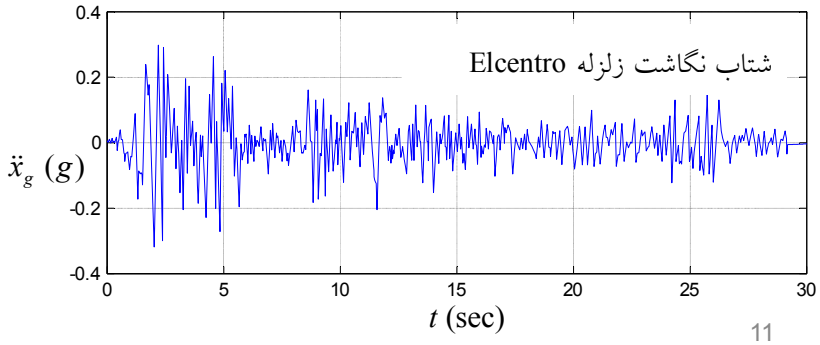
۱۰- شکل مقابل یک ساختمان پنج طبقه را نشان می‌دهد که در طبقات دوم و چهارم توسط محرک نیروهای کنترلی به آن وارد می‌شود. در صورتی که این سازه تحت اثر زلزله Elcentro واقع شود مطلوب است مقایسه پاسخ‌های جابجایی، سرعت و شتاب طبقات سوم و پنجم در دو حالت سازه کنترل شده و سازه کنترل نشده.

$$\{\mathbf{m}\} = \{215.2 \quad 209.2 \quad 207 \quad 204.8 \quad 266.1\} \times 10^3 \ (kg)$$

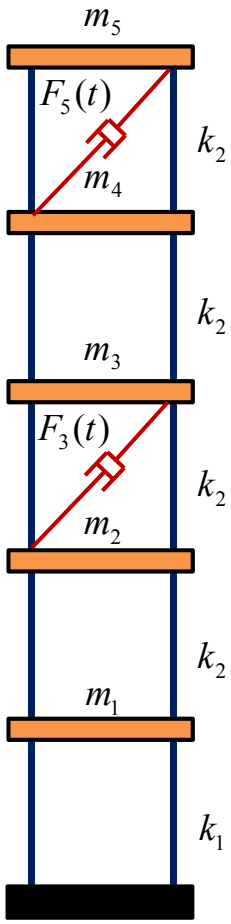
$$\{\mathbf{k}\} = \{147 \quad 113 \quad 99 \quad 89 \quad 84\} \times 10^6 \ (N/m)$$

$$\xi = 2\%$$

$$F_i(t) = 0.1 k_i x_i(t) + 0.1 c_i \dot{x}_i(t)$$



❑معادلات حرکت در فضای حالت



۱۱- شکل مقابل یک ساختمان پنج طبقه را نشان می‌دهد که در طبقات سوم و پنجم توسط محرک نیروهای کنترلی به آن وارد می‌شود. در صورتی که این سازه تحت اثر زلزله Elcentro واقع شود مطلوب است مقایسه پاسخ‌های جابجایی، سرعت و شتاب طبقات سوم و پنجم در دو حالت سازه کنترل شده و سازه کنترل نشده.

$$\{\mathbf{m}\} = \{215.2 \quad 209.2 \quad 207 \quad 204.8 \quad 266.1\} \times 10^3 \ (kg)$$

$$\{\mathbf{k}\} = \{147 \quad 113 \quad 99 \quad 89 \quad 84\} \times 10^6 \ (N/m)$$

$$\xi = 2\%$$

$$F_i(t) = -3 m_i \ddot{x}_g(t)$$