

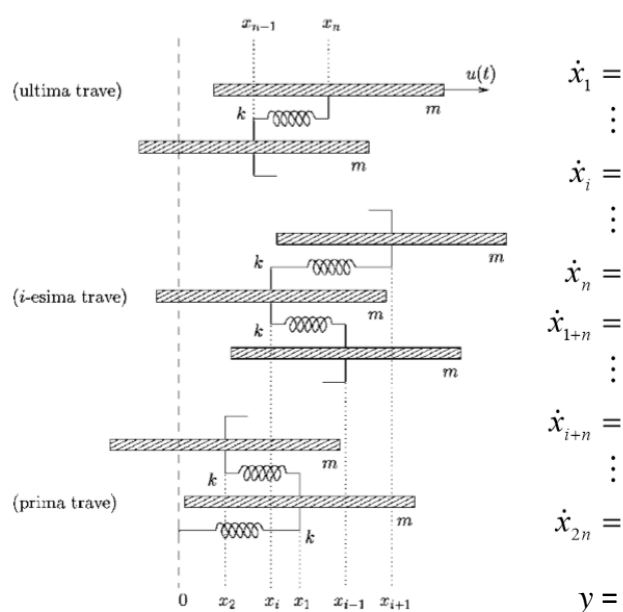
## Controllo attivo delle oscillazioni di un grattacielo

### Problema

La sezione Ricerca e Sviluppo dell'industria elettromeccanica in cui lavori deve effettuare uno studio di fattibilità sul controllo attivo delle oscillazioni dei palazzi (innescate da intense raffiche di vento o scosse telluriche) che, com'è noto, possono essere notevoli e fastidiose. Si tratta di installare sul tetto del palazzo un reattore capace di esercitare una forza di direzione e intensità variabile e di mettere a punto una regola di conduzione del reattore capace di ridurre la durata delle oscillazioni. Tale regola di conduzione deve essere basata su misure effettuate in tempo reale sulla struttura. Per questo potrebbero esserci delle difficoltà poiché è possibile misurare solo la posizione dell'ultimo piano della struttura e trasmetterla istantaneamente a una centrale di elaborazione. Il responsabile della sezione ti ha chiesto di studiare il problema dal punto di vista teorico-concettuale. Egli vuole sapere, in particolare, se è possibile dimezzare la durata delle oscillazioni del palazzo controllando il reattore. Le caratteristiche geometriche e meccaniche della struttura sono dettagliate più avanti.

### Suggerimenti

Si modellizzi il palazzo in termini di sistema dinamico lineare schematizzando l'edificio con  $n$  travi orizzontali (una per ogni piano) di massa  $m$  collegate tra loro (a causa dei pilastri). Si consideri (vedi figura) come ingresso la forza  $u(t)$  esercitata dal reattore. Si indichi con  $x_i(t)$  lo spostamento laterale dell' $i$ -esima trave rispetto alla condizione di riposo e con  $\dot{x}_{i+n}(t)$  la velocità dell' $i$ -esima trave. Indicando con  $h$  il coefficiente di attrito viscoso, si scriva la legge di Newton per ogni trave, tenendo conto che i pilastri esercitano sulle travi delle forze che tendono a riportare l'edificio in posizione verticale e che tali forze sono proporzionali, secondo un coefficiente di elasticità  $k$ , agli scostamenti relativi tra le travi. Sulla base di quanto detto, si completi la figura seguente relativa a un generico palazzo di  $n$  piani:



### Svolgimento

Le caratteristiche geometriche e meccaniche dell'edificio sono:

$$n = 5 \quad m = 0.5 \quad k = 0.6 \quad h = 0.5$$

A partire da questi dati e dalle equazioni di stato  $\dot{x}(t) = Ax(t) + bu(t)$  e di uscita  $y(t) = cx(t)$ , si ricavino (numericamente) la matrice  $A$  e i vettori  $b$  e  $c$ .

$$A = \begin{vmatrix} & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \\ & & & & \end{vmatrix} \quad b = \begin{vmatrix} \\ \\ \\ \\ \end{vmatrix} \quad c = \begin{vmatrix} \\ \\ \\ \\ \end{vmatrix}$$

### Domanda

Asservendo opportunamente la spinta del reattore  $u(t)$  alla stima di tutte le variabili di stato, è possibile, mediante un regolatore asintotico lineare, dimezzare la durata delle oscillazioni del palazzo?

Risposta<sup>(\*)</sup> (sottolineare la risposta esatta)      SÌ      NO

Si giustifichi la risposta.

In caso affermativo determinare<sup>(\*)</sup> un possibile regolatore asintotico lineare che soddisfi le specifiche richieste.

---

<sup>(\*)</sup> Suggerimento: per lo svolgimento dei calcoli si può fare riferimento a Matlab (comandi obsv, ctrb, acker)