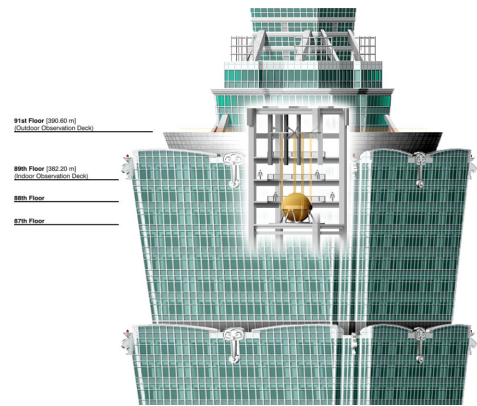


Taipei 101 (Taiwan)



Mass damper: Ammortizzatore che controbilancia le inclinazioni suscitate da forti venti o terremoti

Simuliamo l'effetto del mass damper sulla dinamica dell'edificio a seguito di un terremoto partendo dal modello dei palazzi (vedi ultima pagina). L'azione della massa viene modellizzata mediante uno smorzatore posto al penultimo piano del palazzo. Lo smorzatore genera una forza che si oppone al moto proporzionale alla velocità del penultimo piano. Le equazioni sono le stesse che si avevano per il modello dei palazzi, tranne quanto segue:

- . la variabile di ingresso $u(t)$ è ora la forza applicata alla base del palazzo (simula l'effetto del terremoto);
- . all'equazione di stato della derivata della velocità del penultimo piano ($\dot{x}_{2n-1} = \dots$) va aggiunto il termine $-qx_{2n-1}$ che corrisponde all'azione dello smorzatore (la massa) (q è il coefficiente di attrito dello smorzatore).

Il file comandiMatlab_risonanza_palazzi.m viene utilizzato per visualizzare l'effetto di un terremoto sul palazzo senza la massa ($q=0$) e con la massa (ponendo, per esempio, $q=2$).

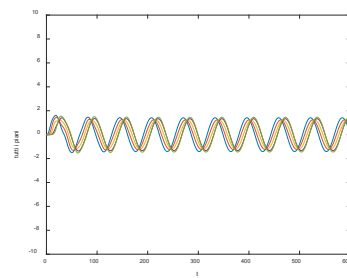
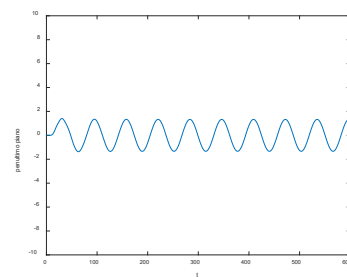
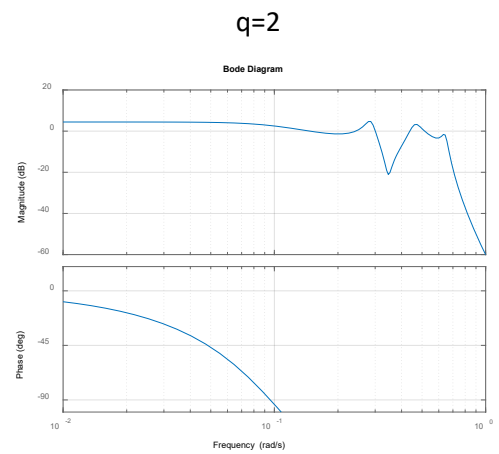
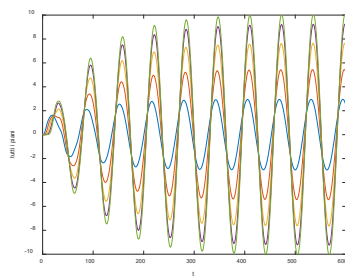
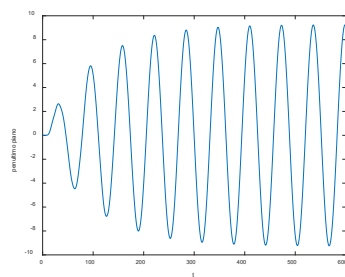
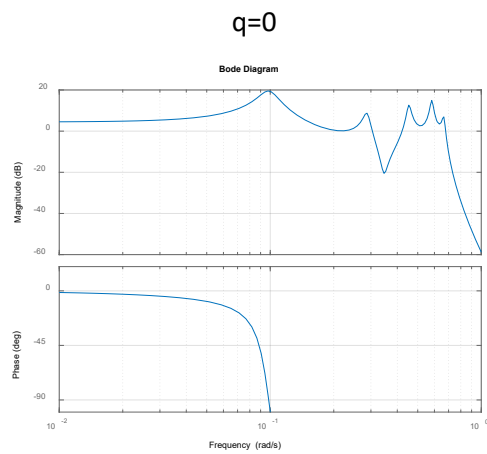
- . Con la massa il diagramma di Bode del modulo si "abbassa": il sistema risponde a sollecitazioni in ingresso periodiche (terremoti) con uscite periodiche di minore ampiezza (su tutti i piani).
- . La simulazione "stilizzata" del movimento del palazzo a seguito di un terremoto mostra oscillazioni decisamente meno ampie se si è in presenza della massa.

Approfondimenti:

<https://youtu.be/VCxm3vTWgvU> dal minuto 12.00 (modello fisico con e senza massa)

<https://youtu.be/Tkz6b7Q3dRk> movimento della sfera durante un terremoto

https://www.youtube.com/watch?v=3m_bs-uVFmQ dal minuto 3.33 (oscillazioni in controllo)



Simulazioni “stilizzate” con e senza massa: con la massa (simulazione a destra) il palazzo oscilla molto meno!

Modello di un palazzo di n piani soggetto a una scossa di terremoto

Il palazzo è modellizzato 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).

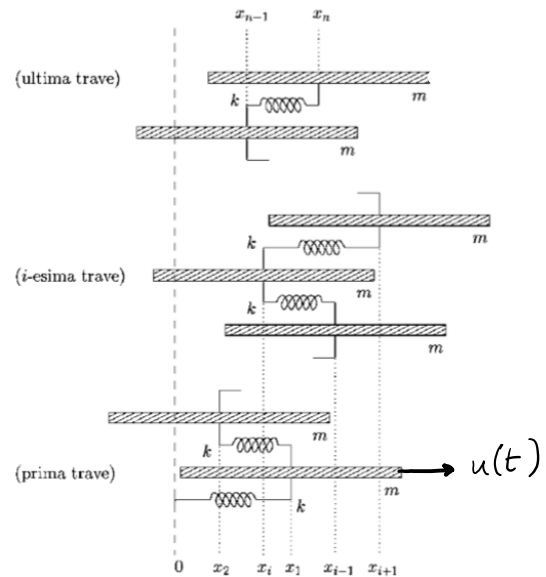
$u(t)$ (scossa di terremoto) = forza esercitata sulla prima trave

$x_i(t)$ = spostamento laterale dell' i -esima trave rispetto alla condizione di riposo

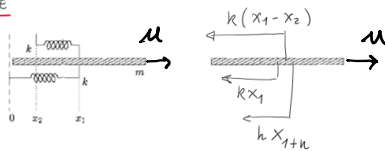
$\dot{x}_{i+n}(t)$ = velocità dell' i -esima trave

h = coefficiente di attrito viscoso

Si scrive 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.

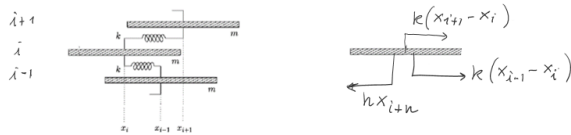


PRIMA TRAVE



$$\ddot{x}_{1+n} = \frac{1}{m} [-kx_1 - h\dot{x}_{1+n} - k(x_1 - x_2) + u]$$

i-esima TRAVE



$$\ddot{x}_{i+n} = \frac{1}{m} [k(x_{i+1} - x_i) + k(x_{i-1} - x_i) - h\dot{x}_{i+n}]$$

ULTIMA TRAVE



$$\ddot{x}_{2n} = \frac{1}{m} [u - k(x_n - x_{n-1}) - h\dot{x}_{2n}]$$

$$\dot{x}_1 = x_{1+n}$$

$$\vdots$$

$$\dot{x}_i = \dot{x}_{i+n}$$

$$\vdots$$

$$\dot{x}_n = x_{2n}$$

$$\dot{x}_{1+n} = \frac{1}{m} [-2kx_1 - kx_2 - h\dot{x}_{1+n} + u]$$

$$\vdots$$

$$\dot{x}_{i+n} = \frac{1}{m} [kx_{i-1} - 2kx_i + kx_{i+1} - h\dot{x}_{i+n}]$$

$$\vdots$$

$$\dot{x}_{2n} = \frac{1}{m} [kx_{n-1} - kx_n - h\dot{x}_{2n}]$$

$$y = x_n$$