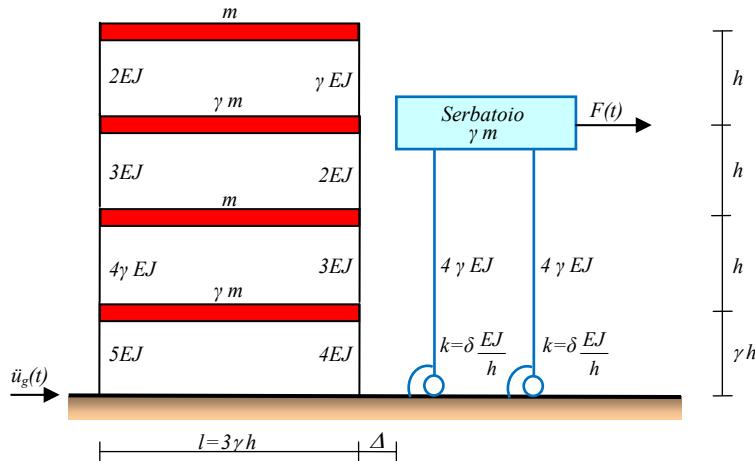


Dinamica, Instabilità e Anelasticità delle Strutture
a.a. 2014/2015

I ELABORATO

Si considerino il telaio multipiano “shear-type” ed il serbatoio in C.A. in figura. Si ritengano le colonne assialmente inestensibili, con rigidezza flessionale indicata e prive di massa; gli impalcati infinitamente rigidi.



Dati:

- parametri allievo: $\gamma = \gamma_a = 1 + 0.015 (N - C)$, $\delta = \delta_a = 9 + 0.1 (N - C)$; (N =n. lettera iniziale nome, C =n. lettera iniziale cognome);
- momento d'inerzia: $J = J_a = 0.00065 + 0.000018 (N - C) \text{ m}^4$;
- massa degli impalcati: $m = 50000 \text{ kg}$;
- altezza caratteristica delle colonne: $h = 3 \text{ m}$;
- modulo di elasticità: $E = 32000 \text{ MPa}$.

Richieste:

- Si consideri inizialmente il solo **serbatoio (sistema SDOF)**:
 - 1. Determinare e rappresentare la risposta non forzata del sistema, considerando i valori $\delta=0$, $\delta=\delta_a$, $\delta\rightarrow\infty$, con condizioni iniziali $u_0=2 \text{ cm}$, $\dot{u}_0=15 \text{ cm/s}$, per i fattori di smorzamento $\zeta=0\%$, 3% , 5% .
 - 2. Assumendo $\delta=\delta_a$ e $\zeta=3\%$, determinare e rappresentare la risposta con c.i. nulle $u_0=\dot{u}_0=0$ dovuta a forzante armonica $F(t)=F \cos(\omega t)$ di ampiezza $F=90000 \text{ N}$ e periodo $T=0.3 \text{ s}$. Verificare se spostamento e velocità massimi a regime risultano inferiori rispettivamente a 0.5 cm e 10 cm/s . Rappresentare il diagramma di Argand delle risposte $z(t)$, $\dot{z}(t)$, $\ddot{z}(t)$ a forzante armonica $F(t)=F e^{i\omega t}$ e delle forze in gioco: forzante $F e^{i\omega t}$, forza elastica $F_e=kz$, forza smorzante $F_d=c\dot{z}$ (F_e e F_d positive se opposte a z e \dot{z}), forza d'inerzia $F_i=-m\ddot{z}$. Indicare lo sfasamento tra risposta e forzante ed il modulo di tutte le forze sopra indicate.
- Si consideri quindi il **telaio multipiano (sistema MDOF)**:
 - 1. Si determinino: **a**) matrici di massa e rigidezza \mathbf{M} e \mathbf{K} della struttura; **b**) modi principali di vibrare, fornendo autovettori ϕ_i , pulsazioni proprie ω_i e periodi propri T_i (utilizzare il metodo dell'iterazione vettoriale inversa o soluzioni alternative; rappresentare graficamente i modi principali di vibrare corrispondenti agli autovettori determinati); **c**) matrici degli autovettori e degli autovalori Φ e Ω (verificare le relazioni matriciali: $\mathbf{K}\Phi=\mathbf{M}\Phi\Omega^2$, $\mathcal{M}=\Phi^T\mathbf{M}\Phi=diag[\mathcal{M}_i]$, $\mathcal{K}=\Phi^T\mathbf{K}\Phi=diag[\mathcal{K}_i]$, $\Omega^2=\mathcal{M}^{-1}\mathcal{K}=diag[\mathcal{K}/\mathcal{M}_i]$); **d**) trasformazioni diretta $\mathbf{q}=\Phi\mathbf{p}$ ed inversa $\mathbf{p}=\Phi^{-1}\mathbf{q}$ tra coordinate principali \mathbf{p} e lagrangiane \mathbf{q} .
 - 2. Assumendo uno smorzamento strutturale “alla Rayleigh”, $\mathbf{C}=\alpha\mathbf{M}+\beta\mathbf{K}$, con i parametri α , β da calibrare in modo tale che i fattori di smorzamento risultanti per i primi due modi risultino pari a $\zeta_1=5\%$, $\zeta_2=3\%$, si valuti la risposta del sistema ad un'eccitazione sismica secondo lo spettro di risposta di accelerazione relativo al terremoto de L'Aquila del 6 aprile 2009, stazione AQV (dati scaricabili dalla pagina web del corso o dal sito dell'Itaca). Considerare la componente orizzontale WE del sisma (periodo proprio in s, $\zeta=5\%$). Per ottenere lo spettro di risposta associato a ζ differenti si moltiplichino le ordinate per il fattore $\eta=\sqrt{[0.10 / (0.05 + \zeta)]}$. In particolare, si determinino: **a**) fattori di partecipazione e masse modali efficaci; **b**) spostamenti massimi attesi degli impalcati (stima SRSS); **c**) forze equivalenti modali ed azioni interne ad esse corrispondenti (rappresentare i diagrammi N,T,M; N esclusa per le travi); **d**) valori massimi attesi delle azioni interne (SRSS) nelle sezioni caratteristiche del telaio; **e**) considerando anche la risposta sismica del serbatoio ($\delta=\delta_a$ e $\zeta=3\%$), determinare il valore minimo della distanza Δ tra i due edifici tale da impedire il fenomeno del “martellamento”.
- Facoltativo 1:** verificare la risposta del serbatoio a forzante armonica ($\delta=\delta_a$ e $\zeta=3\%$) tramite valutazione numerica dell'integrale di Duhamel.
- Facoltativo 2:** determinare la risposta sismica (spostamento, velocità ed accelerazione) del serbatoio ($\delta=\delta_a$ e $\zeta=3\%$) e/o del telaio multipiano all'accelerogramma sismico scaricabile dalle stesse fonti (intervallo di registrazione: $\Delta t = 0.005 \text{ s}$), mediante il metodo di Newmark. Confrontare gli esiti con le stime precedenti.