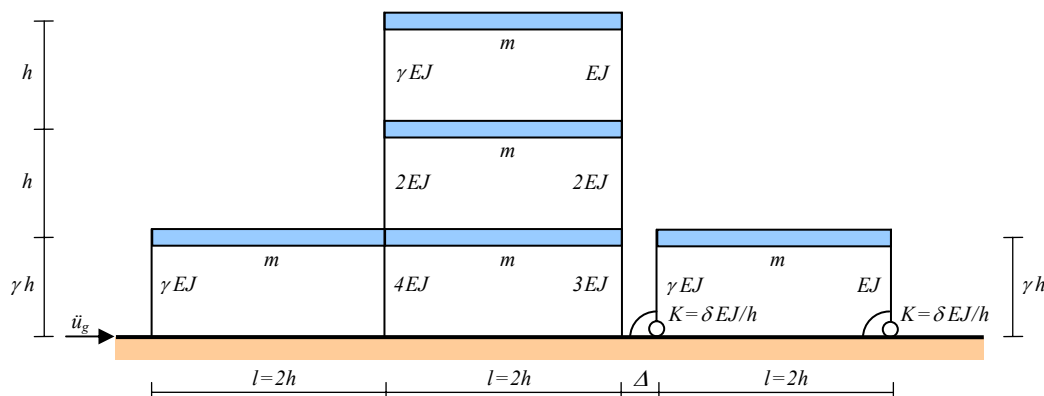


Dinamica, Instabilità e Anelasticità delle Strutture
a.a. 2010/2011

I ELABORATO

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



Dati:

- parametri allievo: $\gamma = \gamma_a = 1 + 0.01 (N - C)$, $\delta_a = 10 + 0.2 (N - C)$; ($N = n$. lettera iniziale nome, $C = n$. lettera iniziale cognome);
- massa degli impalcanti: $m = 50000$ kg;
- momento d'inerzia: $J = J_a = 0.0005 + 0.00001 (N - C) \text{ m}^4$;
- altezza caratteristica delle colonne: $h = 3$ m;
- modulo di elasticità: $E = 32000$ MPa.

Richieste:

- Si consideri inizialmente il solo portale:
 - ♦ 1. Determinare e rappresentare la risposta non forzata del sistema, considerando i valori $\delta = 0$, $\delta = \delta_a$, $\delta \rightarrow \infty$, con condizioni iniziali $u_0 = 4$ cm, $\dot{u}_0 = 8$ cm/s, per i fattori di smorzamento $\zeta = 0\%$, 5% , 10% .
 - ♦ 2. Assumendo $\delta = \delta_a$ e $\zeta = 5\%$, determinare e rappresentare la risposta con c.i. nulle $u_0 = \dot{u}_0 = 0$ dovuta a forzante armonica $F(t) = F \sin \omega t$ di ampiezza $F = 80000$ N e periodo $T = 0.4$ s. Verificare se spostamento e velocità massimi a regime risultano inferiori a 2 cm e 20 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 $F_e = k z$, 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.
 - ♦ 3. **Facoltativo**: determinare altresì la risposta forzata mediante valutazione numerica dell'integrale di Duhamel e confrontare con la soluzione precedentemente ottenuta.
- Si consideri quindi il telaio multipiano:
 - ♦ 1. Si determinino: **a**) matrici di massa e rigidezza M e K della struttura; **b**) modi principali di vibrare, fornendo autovettori ϕ_i , pulsazioni proprie ω_i e periodi propri T_i (utilizzare il metodo numerico dell'iterazione vettoriale inversa e confrontare con 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: $K\Phi = M\Phi\Omega^2$, $\mathcal{M} = \Phi^T M \Phi = \text{diag}[\mathcal{M}_i]$, $\mathcal{K} = \Phi^T K \Phi = \text{diag}[\mathcal{K}_i]$, $\Omega^2 = \mathcal{M}^{-1} \mathcal{K} = \text{diag}[\mathcal{K}_i / \mathcal{M}_i]$); **d**) trasformazioni diretta $q = \Phi p$ ed inversa $p = \Phi^{-1} q$ tra coordinate principali p e lagrangiane q .
 - ♦ 2. Assumendo uno smorzamento strutturale “alla Rayleigh”, $C = \alpha M + \beta K$, con i parametri α , β da calibrare in modo tale che i fattori di smorzamento risultanti per i primi due modi risultino pari a $\zeta_1 = 5\%$, $\zeta_2 = 4\%$, 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 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 impalcanti (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 portale (per $\delta = \delta_a$), determinare il valore minimo della distanza Δ tra i due edifici tale da impedire il “martellamento”.
 - ♦ 3. **Facoltativo**: determinare la risposta sismica in termini di spostamento, velocità ed accelerazione del portale all'accelerogramma sismico scaricabile dalle stesse fonti (intervallo di registrazione: $\Delta t = 0.005$ s), mediante integrazione nel tempo col metodo di Newmark. Confrontare gli esiti con le stime precedenti.