

Università degli studi di Bergamo

Scuola di Ingegneria (Dolmine)

CCS Ingegneria Edile

LM-24 Ingegneria delle Costruzioni Edili

Dinamica, Instabilità e Anelasticità delle Strutture

(ICAR/08 - SdC ; 6 CFU)

A.A. 2022/2023

prof. Egidio RIZZI

egidio.rizzi@unibg.it

SOMMARI DELLE LEZIONI-II

SOMMARIO (Lec. 16)

- Dalle Dinamica all'Instabilità delle strutture \Rightarrow criterio dinamico di stabilità secondo LIAPUNOV.
- Carico critico: valore caratteristico che segnala le perdite di stabilità del sistema (piccole perturbazioni non restano più confinate a risposta limitata).
- Transizione dinamica (verso il collasso).

Instabilità delle strutture

- Approssimazione statica: scrittura dell'equilibrio nelle configurazioni deformate (perdite di unicità della soluzione).
- Non-linearità geometrica carico/spostamento.
- Carico critico: p.t. di biforcazione nelle mappe dei percorsi di equilibrio.
- Analisi per spostamenti "geometricamente flessibili" (esso stesso P_{cr}).

Next step: Approssimazione energetico per indagare la natura (stabile/instabile) delle configurazioni di equilibrio.

SOMMARIO (Lec. 17)

- Approssimazione energetica ai problemi di instabilità delle strutture \Rightarrow EPT(V).
- Th. di Dirichlet (CS di stabilità \Rightarrow EPT min. rel.).
mentre CN di equil. \Rightarrow EPT stazionario.
- Teoria del 2° ordine $\Rightarrow V \simeq V_2$:
 - Eq. di equil., di stazionarietà, linearizzate.
 - Segno variazione seconda ($\alpha > 0 \Rightarrow$ stabile).
- Esempio SDOF:
 - Scrittura dell'EPT.
 - Equil. per condiz. di stazionarietà.
 - Analisi di stabilità per studio segno variaz. 2^a funzione

"glom."	"grandi"	"piccoli"
spost. non-lineari	lineari	
		inst.

Next step: Cenno all'instabilità di sistemi reali (con imperfezioni)
 \Rightarrow transizione continua, senza p.t. di biforcazione.

SOMMARIO (Lec. 18)

- Instabilità di sistemi reali (con imperfezioni) [vs. sistemi ideali: privi di imp.]
 - transitione continua vs. ramo bifurcati
 - bifurcazione per $P = P_{cr}$ del sistema ideale.
- Approccio statico per spost. "geom. grandi" e mappe dei percorsi di equilibrio.
 - validità delle stime di P_{cr} .
- " " " " " piccoli" \Rightarrow tendenza asintotica per P_{cr} .
 - P_{cr} trovato solo trend asintotico di sist. reale resto di signif. ingegnerist.
- Approccio energetico, per spost. di entità come sopra (grandi/piccoli).
 - Individua, oltre alle stesse confini di equilibrio, le notare V_1 e V_2 stabile o non stabile di esse (stabile per il ramo primario deviato dalla parte dell'imperfezione).

Next step: pb. euleriani di stabilità - Quadro generale ed esempi discreti MDOF.

SOMMARIO (Lec. 19)

- Pb. euleriani di stabilità secondo teoria del 2°ordine, sistemi discreti MDOF.
- Condizione di perdita di stabilità ($\frac{1}{2}\delta^T \nabla = 0$) \Rightarrow corichi critici.
- Matrice di rigidità elastica e geometrica: $K = K_E - p K_G$ (lin. int. p, cost. int. q).
- Rapporto di Rayleigh e pb. agli autovariori generalizzati \leftrightarrow analogie con Dinamica.
- Esempio 3-DOF:
 - Scrittura dell'EPT (per spost. "geometricamente grandi").
 - Valutazione derivate prime e seconde.
 - Scrittura dell'EPT al 1°ord. ("piccoli") $\sim q_i^2$.
 - Conseguenti valutaz. derivate prime ($\sim q_i^1$ lin.) e seconde ($\sim q_i^0 = 1$ cost.).
 - Calcolo dei corichi critici che condit. di singolarità di K (det $K=0$).

Next step: Deformate critiche; approccio statico (equil. nelle conf. ne deformate).
Sistemi continui (resta di Euler).

SOMMARIO (Lec. 20)

- Deformate critiche esempio 3DOF ("modi di instabilità").
- Approssimazione statica: scrittura dirette delle eq.ni di equilibrio nella configurazione deformata.
 - non-lineari per spost. finiti.
 - lineari per spost. geometricamente piccoli ($\sin \theta_i \approx v_i$).
 - Eq.ni risultano comb. lineare di quelle de stat. di EPT₂, con matrice di rigidezze \bar{K} con stesse proprietà algebriche.
- Sistemi continui (deformabilità elastica distribuita).
- Asta di Euler (con approssimazione statica) [eq.ni LE nelle conf. ne deform.].
- Carichi critici, deformate critiche, lunghezza di libera inflessione.

Next step: Generalizzazione ad altre condizioni di vincolo, come si tesi, formule di Newmark, verifica di stabilità.

SOMMARIO (Lec. 21)

- Aste incastrate e generalizzazione ad altre condizioni di vincolo.
- Coefficiente di vincolo, lunghezze di libera inflessione.
- Telei e nodi fissi: effetto flessionale delle travi condensato in molle rotazionali (elementi a seform. elastico concentrato).
- Formule di Newmark per travi appoggiate (errori contenuti).
- Verifica di stabilità (può essere interpretata come verifica di resistenza con carico amplificato di fattore $\omega \rightarrow$ "Metodo omega").
- Fine Instabilità delle Strutture - (2^a parte).

Next step: Anelasticità (plasticità) delle Strutture (3^a parte).
Comportamento elastoplastico del materiale.