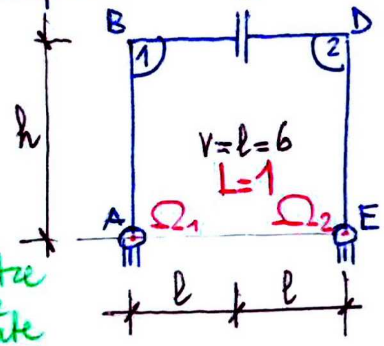
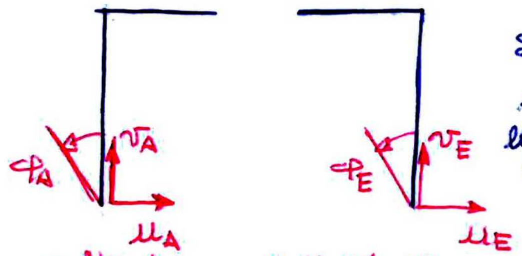
erizzi@unibg.it

Esempio $\rightarrow \Omega_{12}^{\infty,h}$



arco a tre cerniere allineate $\Rightarrow$ labile

rimozione di tutti i vincoli $\Rightarrow$



scelta dei gradi di libertà $\underline{u}$ (in numero pari a $l = 3n$)

scrittura delle eq.ni di vincolo $\Rightarrow$

In numero pari a v:

$$\begin{cases} u_A = 0 \\ v_A = 0 \\ \Delta u_C = u_C^{②} - u_C^{①} = (u_E - \varphi_E h) - (u_A - \varphi_A h) = 0 \\ \Delta\varphi_C = \varphi_C^{②} - \varphi_C^{①} = \varphi_E - \varphi_A = 0 \\ u_E = 0 \\ v_E = 0 \end{cases}$$

SISTEMA DI CONGRUENZA (completo)

- Scrittura matriciale del sistema di congruenza

$$\mathbb{V} = \begin{Bmatrix} u_A \\ v_A \\ \Delta u_C \\ \Delta\varphi_C \\ u_E \\ v_E \end{Bmatrix} = \begin{array}{c} \begin{array}{cccccc} u_A & v_A & \varphi_A & u_E & v_E & \varphi_E \end{array} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & h & 1 & 0 & -h \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \cdot \begin{Bmatrix} u_A \\ v_A \\ \varphi_A \\ u_E \\ v_E \\ \varphi_E \end{Bmatrix} = \bar{\mathbb{V}} = \mathbb{O} \Rightarrow \underset{v\times 1}{\mathbb{V}} = \underset{v\times l}{\mathbb{C}} \cdot \underset{l\times 1}{\underline{u}} = \bar{\mathbb{V}} = \mathbb{O}$$

MATRICE DI CONGRUENZA

vettore degli spostamenti in corrispondenza dei vincoli rimossi

Sistema lineare omogeneo (per vincoli non cedevoli) nelle incognite $\underline{u}$

Ci si chiede se $\exists$no soluzioni non banali ($\underline{u} \neq \mathbb{O}$)

vettore dei gradi di libertà (del sistema privo di vincoli)

$\mathbb{C}$ compilata per colonne, ponendo $u_j = 1$, $u_k = 0$ per $k \neq j$

- Proprietà algebriche di $\mathbb{C}$

grado di labilità (o di indeterminaz. cinematica) $\Rightarrow L = N[\mathbb{C}] = l - r[\mathbb{C}] \geq 0$

$N[\mathbb{C}]$: dimensione del nucleo di $\mathbb{C}$: n.° di vettori linearm. indipendenti $\underline{u}$; soluzioni non banali del sistema

l: n.° di colonne e delle incognite u_j

$r[\mathbb{C}]$: rango della matrice $\mathbb{C}$ (max n.° di righe o di colonne linearm. indip.)

con $\underset{v\times l}{r[\mathbb{C}]} \leq \min\{v, l\}$ (deficiente di rango: $<$; rango pieno: $=$)

- Qui $r[\mathbb{C}] = 5$ (3ª e 6ª colonna lin. dip.)

$L = 6 - 5 = 1$

infatti $\det[\mathbb{C}] = h - h = 0$ ($\mathbb{C}$ singolare)

$\mathbb{C}$: 6×6 quadrata ($v = l = 6$)

SISTEMA LABILE

CN di non labilità

NOTE

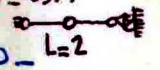
- Per avere $L = 0$ occorre $r = l$, quindi $v \geq l$, infatti
  - Se $v < l$: $r[\mathbb{C}] \leq v < l \Rightarrow L > 0$

    matr. rettang. bassa ($v \times l$)

    $-r[\mathbb{C}] \geq -v \Rightarrow L = l - r \geq l - v$: L almeno pari allo sbilanciamento $l - v$

    $L = l - r + v - v = \underbrace{(l - v)}_{} + \underbrace{(v - r)}_{\geq 0}$

    es.:

    Struttura cinematicamente indeterminata, labile (spesso detta ipodeterminata)
- Se $v = l$: sistema potenzialmente isodeterminato

  quadrata ($v \times l$)

  - Se $\mathbb{C}$ di rango pieno, $r = l = v \Rightarrow L = 0$ (sistema cinematicamente isodeterminato)

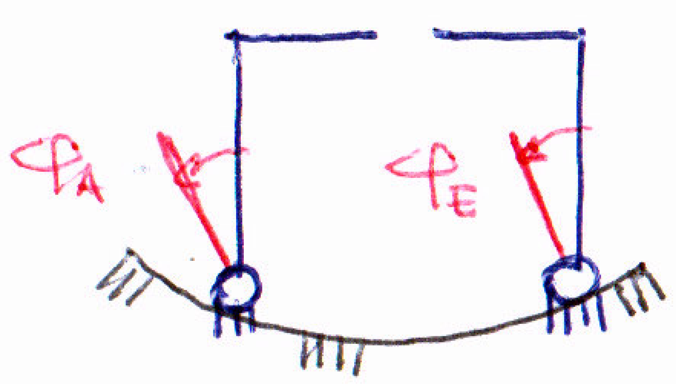
  È possibile analizzare $\det[\mathbb{C}]$. Se $\neq 0 \Rightarrow L = 0$
- Se $v > l$: sistema potenzialmente iperdeterminato

  rettang. alta ($v \times l$)

  - Se $\mathbb{C}$ di rango pieno, $r = l < v \Rightarrow L = 0$ (sistema cinematicamente iperdeterminato)

Se $\mathbb{C}$ deficiente di rango ($r < l$), sistema labile o cinematicamente indeterminato

- **Sistema di congruenza ridotto tramite schema ad albero**: Si rimuovono i soli gdv, in numero minore possibile, tali da aprire tutte le maglie chiuse (incluso quelle event. formate dalla struttura con la terra).



$$\begin{Bmatrix}\Delta u_C\\ \Delta\varphi_C\end{Bmatrix} = \begin{array}{cc} \varphi_A & \varphi_E \end{array}\begin{bmatrix} h & -h\\ -1 & 1\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}\varphi_A\\ \varphi_E\end{Bmatrix} = 0 \Rightarrow \underset{v^\triangledown\times 1}{\mathbb{V}^\triangledown} = \underset{\substack{v^\triangledown\times l^\triangledown\\ 2\times 2}}{\mathbb{C}^\triangledown}\cdot \underset{l^\triangledown\times 1}{\mathbb{U}^\triangledown} = 0$$

Si ha $L = N[\mathbb{C}^\triangledown] = l^\triangledown - r[\mathbb{C}^\triangledown]$

$= 2 - 1 = 1$ Sistema LABILE

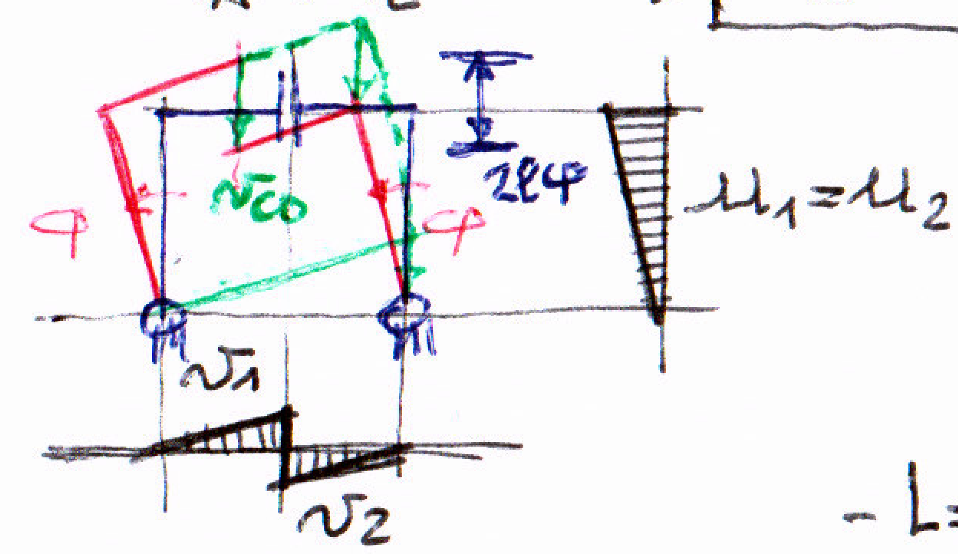
(1 colonne lin. dip.)

Qui $\mathbb{U}^\triangledown$ e $\mathbb{V}^\triangledown$ sottovettori di $\mathbb{U}$ e $\mathbb{V}$, quindi $\mathbb{C}^\triangledown$ sottomatrice di $\mathbb{C}$.

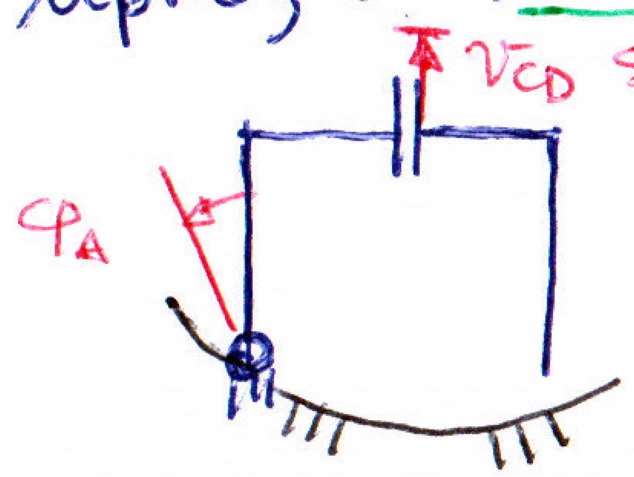
Infatti: $\det[\mathbb{C}^\triangledown] = 0$

$\mathbb{C}^\triangledown$ singolare $\Rightarrow$ denuncia la labilità di sistema potenzialmente iperdeterminato.

- Soluzione del sistema (soluzioni non banali): $-\varphi_A + \varphi_E = 0 \Rightarrow \boxed{\varphi_A = \varphi_E} = \varphi$
- Spostata del sistema labile, con mappe:



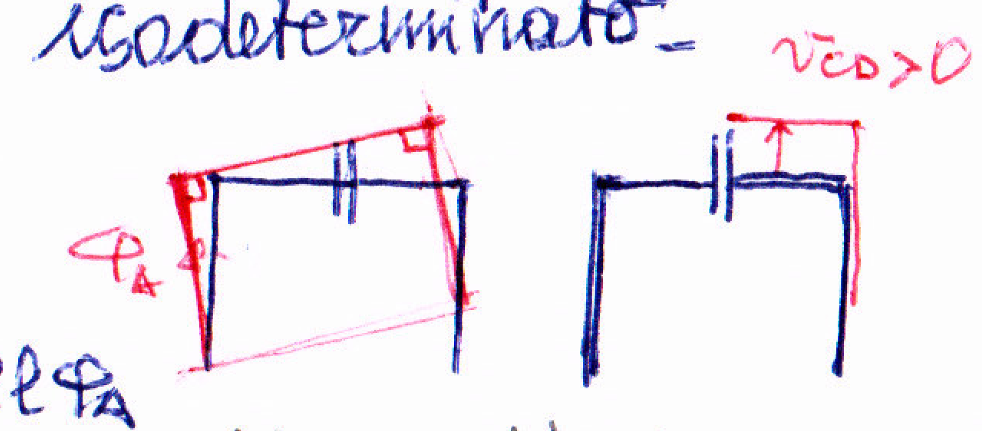
- **Altro schema ad albero** (maggiormente tipico, con un piede solo a terra):



$$\begin{Bmatrix}u_E\\ v_E\end{Bmatrix} = \begin{array}{cc}\varphi_A & v_{CD}\end{array}\begin{bmatrix}0 & 0\\ 2l & 1\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}\varphi_A\\ v_{CD}\end{Bmatrix} = 0 \Rightarrow \mathbb{V}^{\triangledown\triangledown} = \mathbb{C}^{\triangledown\triangledown}\cdot\mathbb{U}^{\triangledown\triangledown} = 0$$

N.B.: qui $\mathbb{C}^{\triangledown\triangledown}$ non sottomatrice di $\mathbb{C}$ (poiché $\mathbb{U}^{\triangledown\triangledown}$ non sottovettore di $\mathbb{U}$)

- $L = 1$ come sopra, $\mathbb{C}^{\triangledown\triangledown}$ singolare.
- Soluzione: $2l\varphi_A + v_{CD} = 0 \Rightarrow v_{CD} = -2l\varphi_A$
- Spostata come sopra, con v_{CD} applicato in seguito a φ_A (rotaz. di ① + ②).



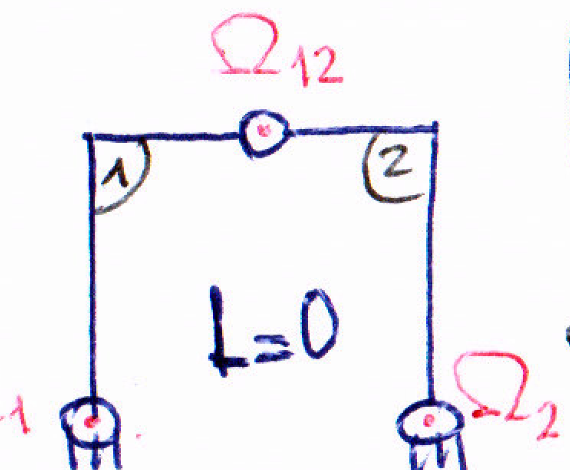
scorrimento relativo negativo (piatto di dx. vs. il basso, rispetto a quello di sx.)

- **Procedura generale di AC analitica**
  - Computo di v e $l = 3n$
  - Analisi di schema completo o di schema ad albero, con scelta di gdl $\mathbb{U}$ o $\mathbb{U}^\triangledown$.
  - Espressione degli spostamenti in corrispondenza dei vincoli rimossi, in f.ne dei gdl scelti: $\mathbb{V} = \mathbb{V}(\mathbb{U})$ oppure $\mathbb{V}^\triangledown = \mathbb{V}^\triangledown(\mathbb{U}^\triangledown)$. Ciò compila $\mathbb{C}$ o $\mathbb{C}^\triangledown$
  - Per cedimenti nulli ($\bar{\mathbb{V}} = 0$ o $\bar{\mathbb{V}}^\triangledown = 0$) il sistema omogeneo ottenuto ammette soluzioni non banali in dipendenza da $L = N[\mathbb{C}^\triangledown] = l^\triangledown - r[\mathbb{C}^\triangledown] \begin{matrix} > 0 & \text{LABILE} \\ = 0 & \text{NON LABILE}\end{matrix}$
  - Se labile, soluzioni (non banali) del sistema.
  - Rappresentazione della spostata (con eventuali mappe di componenti di spostamento).

N.B.: come nell'approccio geometrico, eventuali bielle possono essere inizialmente condensate in carrelli, al fine di dedurre la condizione di labilità.

- **Rendiamo non labile il sistema, modificando il vincolo relativo in C.**

arco a tre cerniere non allineate



qui $\begin{cases}\Delta u_C = 0\\ \Delta v_C = 0\end{cases}$

$$\begin{Bmatrix}u_A\\ v_A\\ \Delta u_C\\ \Delta v_C\\ u_E\\ v_E\end{Bmatrix} = \begin{array}{cccccc} u_A & v_A & \varphi_A & u_E & v_E & \varphi_E\end{array}\begin{bmatrix}1&0&0&0&0&0\\0&1&0&0&0&0\\-1&0&h&1&0&-h\\ \boxed{0} & \boxed{-1} & \boxed{-l} & \boxed{0} & \boxed{1} & \boxed{-l}\\ 0&0&0&1&0&0\\0&0&0&0&1&0\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}u_A\\ v_A\\ \varphi_A\\ u_E\\ v_E\\ \varphi_E\end{Bmatrix} = 0$$

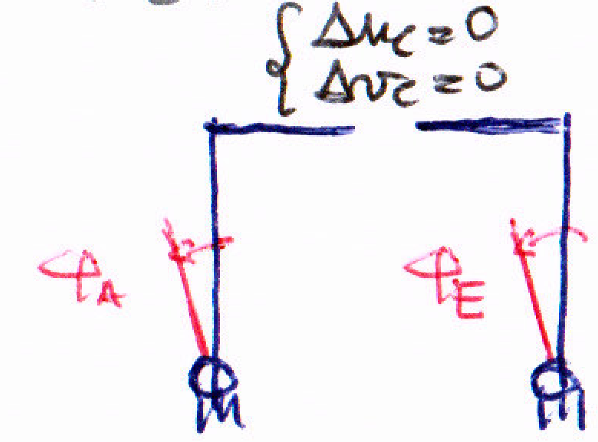
unica riga modificata

$\Delta v_C = v_C^{②} - v_C^{①} = (v_E - \varphi_E l) - (v_A + \varphi_A l)$

ora $\det[\mathbb{C}] = -hl - hl = -2hl \neq 0$

$L = l - r[\mathbb{C}] = 6 - 6 = 0$

- **Schemi ad albero:**

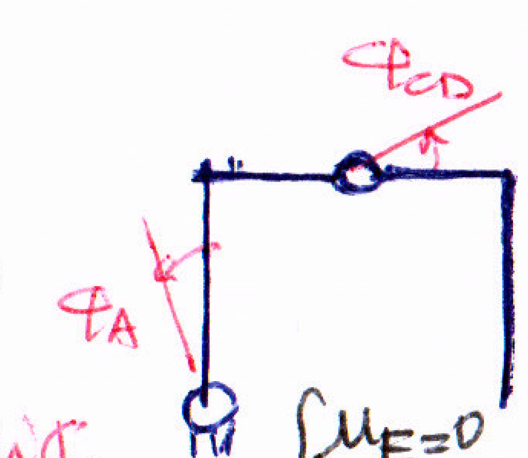


$$\mathbb{V}^\triangledown = \begin{bmatrix} h & -h\\ \boxed{-l} & \boxed{-l}\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}\varphi_A\\ \varphi_E\end{Bmatrix} = 0$$

$\mathbb{C}^\triangledown$ sottomatrice di $\mathbb{C}$

$\det[\mathbb{C}^\triangledown] = -2hl \neq 0$

$L = 0$



$\begin{cases}u_E = 0\\ v_E = 0\end{cases}$

$$\mathbb{V}^{\triangledown\triangledown} = \begin{bmatrix}0 & h\\ 2l & \boxed{l}\end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix}\varphi_A\\ \varphi_{CD}\end{Bmatrix} = 0$$

$\mathbb{C}^{\triangledown\triangledown}$ non sottom.

$\det[\mathbb{C}^{\triangledown\triangledown}] = -2hl \neq 0$

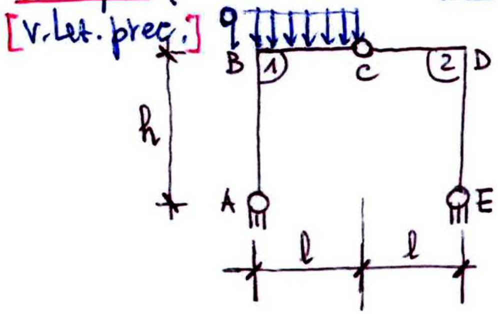
erizzi@unibg.it

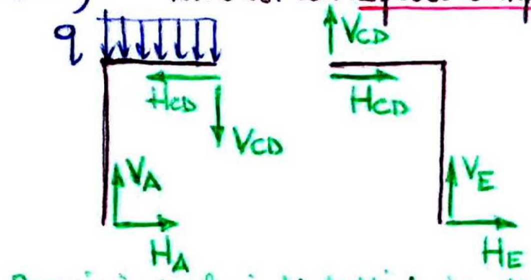
6.a Lezione CdSdC — Statica e dualità statica/cinematica — erizzi@unibg.it

tra eq.ni di equil. nel piano ∀ corpo rigido

Esempio (arco a tre cerniere non allineate) — Analisi con esploso completo. — Scrittura delle eq.ni di equilibrio (in numero pari a $l=3n$) (curando l'analogia/dualità con la scelta operata in AC per $\mathbb{U}$)

[v. Lez. prec.]





Reazioni vincolari di tutti i vincoli rimossi, assoluti e relativi.

$$\mathbb{U}=\begin{Bmatrix} u_A \\ v_A \\ \varphi_A \\ u_E \\ v_E \\ \varphi_E \end{Bmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} \sum F_x^{(1)}=0 \Rightarrow H_A-H_{CD}=0 \\ \sum F_y^{(1)}=0 \Rightarrow V_A-V_{CD}-ql=0 \\ \sum M_A^{(1)}=0 \Rightarrow H_{CD}h-V_{CD}l-\frac{ql^2}{2}=0 \\ \sum F_x^{(2)}=0 \Rightarrow H_E+H_{CD}=0 \\ \sum F_y^{(2)}=0 \Rightarrow V_E+V_{CD}=0 \\ \sum M_E^{(2)}=0 \Rightarrow -H_{CD}h-V_{CD}l=0 \end{cases}$$

$(l=3n\times 1)$ — asta ① (prime tre equazioni), asta ② (ultime tre equazioni)

— **Sistema di equilibrio** (in forma matriciale) — Curando l'analogia $\mathbb{V}\Leftrightarrow\mathbb{r}$, nel vettore $\mathbb{r}$ delle reazioni vincolari incognite:

$$\mathbb{S}=\begin{array}{c} \begin{matrix} H_A & V_A & H_{CD} & V_{CD} & H_E & V_E \end{matrix} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h & -l & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -h & -l & 0 & 0 \end{bmatrix} \end{array} \cdot \begin{Bmatrix} H_A \\ V_A \\ H_{CD} \\ V_{CD} \\ H_E \\ V_E \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} 0 \\ -ql \\ -\frac{ql^2}{2} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix} = \mathbb{0} \Rightarrow \boxed{\mathbb{S}=\mathbb{E}\cdot\mathbb{r}+\mathbb{f}=\mathbb{0}}$$

vettore risultante delle forze; matrice di equilibrio; forze reattive; vettore delle forze attive

$(l=3n\times 1)\ (l=3n\times v)\ (v\times 1)$

sistema di equilibrio, lineare non omogeneo

Equiv.: $\boxed{\mathbb{E}\cdot\mathbb{r}=-\mathbb{f}}$

vettore delle RV incognite

$$\begin{Bmatrix} u_A \\ v_A \\ \Delta u_C \\ \Delta v_C \\ u_E \\ v_E \end{Bmatrix} \Leftrightarrow \begin{Bmatrix} H_A \\ V_A \\ H_{CD} \\ V_{CD} \\ H_E \\ V_E \end{Bmatrix}$$

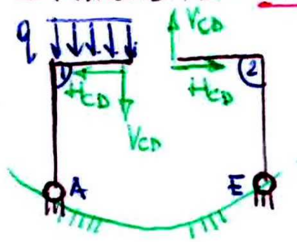
Per ispezione, avendo curato le corrispondenze $\begin{cases}\mathbb{U}\Leftrightarrow \mathbb{S},\mathbb{f} \\ \mathbb{V}\Leftrightarrow\mathbb{r}\end{cases}$

Risulta: Trasposto

DUALITÀ $\boxed{\mathbb{E}=\mathbb{C}^T;\ \mathbb{C}=\mathbb{E}^T}$

degli operatori $\mathbb{E}$ e $\mathbb{C}$.

— **Analisi con schema ad albero**:



$$\begin{cases}\sum M_A^{(1)}=0 \\ \sum M_E^{(2)}=0\end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} h & -l \\ -h & -l \end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix} H_{CD} \\ V_{CD}\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix} -\frac{ql^2}{2} \\ 0 \end{Bmatrix}=\mathbb{0} \Rightarrow \mathbb{S}'=\mathbb{E}'\cdot\mathbb{r}'+\mathbb{f}'=\mathbb{0}$$

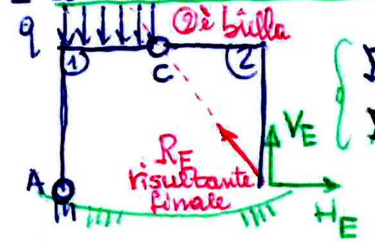
2 sole eq.ni di equilibrio

sistema di equil. ridotto

N.B. — qui $\mathbb{E}'$ sottomatrice di $\mathbb{E}$
— $\mathbb{E}'=\mathbb{C}'^T$
— $\det[\mathbb{E}']=-2hl\neq 0 \Rightarrow \mathbb{r}'=-\mathbb{E}'^{-1}\cdot\mathbb{f}'$

Soluzione: $\begin{cases} -2l\,V_{CD}-\frac{ql^2}{2}=0 \Rightarrow V_{CD}=-\frac{ql}{4} \\ 2h\,H_{CD}-\frac{ql^2}{2}=0 \Rightarrow H_{CD}=\frac{ql^2}{4h}\end{cases}$

— **Schema ad albero alternativo**:



$$\begin{cases}\sum M_A^{(1+2)}=0 \\ \sum M_C^{(2)}=0\end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 2l \\ h & l \end{bmatrix}\cdot\begin{Bmatrix} H_E \\ V_E\end{Bmatrix}+\begin{Bmatrix} -\frac{ql^2}{2} \\ 0 \end{Bmatrix}=\mathbb{0} \Rightarrow \mathbb{S}''=\mathbb{E}''\cdot\mathbb{r}''+\mathbb{f}''=\mathbb{0}$$

sistema di equil. ridotto

N.B. — qui $\mathbb{E}''$ non sottomatrice di $\mathbb{E}$
— $\mathbb{E}''=\mathbb{C}''^T$
— $\det[\mathbb{E}'']=\det[\mathbb{C}'']=-2hl\neq 0$

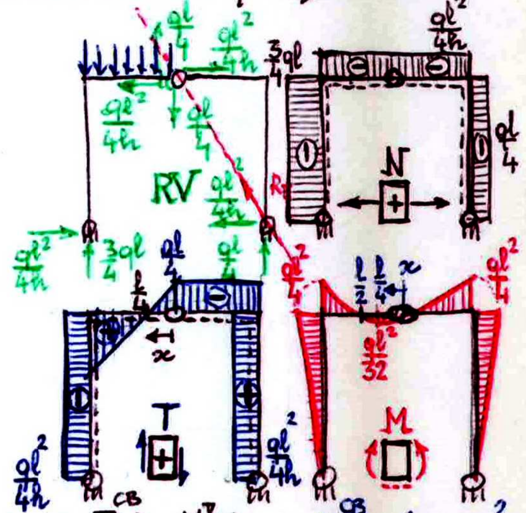
Soluzione: $\begin{cases} 2l\,V_E-\frac{ql^2}{2}=0 \Rightarrow V_E=\frac{ql}{4} \\ h\,H_E+l\,V_E=0 \Rightarrow H_E=-\frac{l}{h}V_E=-\frac{ql^2}{4h}\end{cases}$ $\Rightarrow R_E=\frac{ql}{4}\sqrt{1+\frac{l^2}{h^2}}$

• Qui:
— $\det[\mathbb{E}]=\det[\mathbb{C}]=-2hl\neq 0 \Rightarrow \mathbb{r}=-\mathbb{E}^{-1}\cdot\mathbb{f}$
— Soluzione:

$$\mathbb{r}=\begin{Bmatrix} \frac{ql^2}{4h} \\ \frac{3ql}{4} \\ \frac{ql^2}{4h} \\ -\frac{ql}{4} \\ -\frac{ql^2}{4h} \\ \frac{ql}{4}\end{Bmatrix}$$

$H_A=H_{CD}$; $V_A=V_{CD}+ql$

vettore delle RV



$T(x)=-M'(x)=-\frac{ql}{4}+qx=q\left(x-\frac{l}{4}\right)$

$M(x)=\frac{ql}{4}x-\frac{qx^2}{2}=\frac{qx}{4}(l-2x)$

- **Proprietà del sistema di equilibrio**: $\mathbb{E}\cdot\mathbf{r}=-\mathbf{f}$ – $l=3n$ eq.ni in v incognite

- Sistema coerente ("consistent") se ammette almeno una soluzione (sistema equilibrabile)
- Sistema coerente sse $r[\mathbb{E}]=r[\mathbb{E},-\mathbf{f}]$ (Th. di Rouché-Capelli)
  CNS └ rango ┘ matrice orlata dal termine noto
- Sistema non coerente (non ammette alcuna soluzione) sse $r[\mathbb{E}]<r[\mathbb{E},-\mathbf{f}]$ → grado di indeterminazione statica o di iperstaticità: $I=N[\mathbb{E}]=v-r[\mathbb{E}]\geq 0$ (dimens. del nucleo di $\mathbb{E}$; n° delle incognite; rango di $\mathbb{E}$, $r\leq\min\{l,v\}$)
- Sistema ammette una ed un'unica soluzione sse $r[\mathbb{E}]=r[\mathbb{E},-\mathbf{f}]=v$ ($I=0$) sistema staticamente determinato
- Sistema ammette ∞ soluzioni sse $r[\mathbb{E}]=r[\mathbb{E},-\mathbf{f}]<v$ ($I>0$) sistema staticamente indeterminato

$I=0$: sistema static. determinato.
$I>0$: sistema static. indeterminato

Soluzione somma di soluzione particolare di $\mathbb{E}\cdot\mathbf{r}=-\mathbf{f}$ e
\+ delle ∞ soluzioni del sistema omogeneo $\mathbb{E}\cdot\mathbf{r}=\mathbf{0}$ (det. da I vettori $\mathbf{r}_i$ linearm. indip., costituenti il nucleo di $\mathbb{E}$).
(sistemi autoequilibrati di RV)

- Due punti fondamentali: – esistenza delle soluzione (sistema equilibrabile)
  – soluzione unica o meno (determinaz. vs. indet. statica)

N.B.: – rango pieno $r=\min\{l,v\}\Rightarrow L=0$ o $I=0$
– deficienza di rango di $\mathbb{C}$ $\Rightarrow L>0$ indet. cin.
– deficienza di rango di $\mathbb{E}$ $\Rightarrow I>0$ indet. stat.
– def. di rango di $\mathbb{E}$ o $\mathbb{C}$ $\Rightarrow L>0$ e $I>0$ sist. indet.

- **Classificazione cinematica/statica**

AC: sistema di congruenza $\rightarrow \mathbf{v}=\mathbb{C}\cdot\mathbf{u}=\bar{\mathbf{v}}=\mathbf{0}$,
AS: sistema di equilibrio $\rightarrow \mathbf{s}=\mathbb{E}\cdot\mathbf{r}+\mathbf{f}=\mathbf{0}$,

grado di labilità o di indet. cin.: $L=l-r[\mathbb{C}]$
$I=v-r[\mathbb{E}]$ grado di iperstaticità o di indet. stat.

Con corrisp. ($\mathbf{u}\leftrightarrow\mathbf{s},\mathbf{f}$; $\mathbf{v}\leftrightarrow\mathbf{r}$): $\mathbb{E}=\mathbb{C}^T$, $\mathbb{C}=\mathbb{E}\rightarrow r[\mathbb{C}]=r[\mathbb{E}]=r$ molteplicità dei vincoli efficaci

Quindi $\begin{cases}L=l-r\\ I=v-r\end{cases}$ $\dashrightarrow I-L=v-\cancel{r}-\underbrace{l}_{=3n}+\cancel{r}\rightarrow \boxed{I=L+\underbrace{v-3n}_{\text{diff. tra gdv e gdl}}}$

oppure $L=I+\underbrace{3n-v}_{\text{diff. tra gdl e gdv}}$

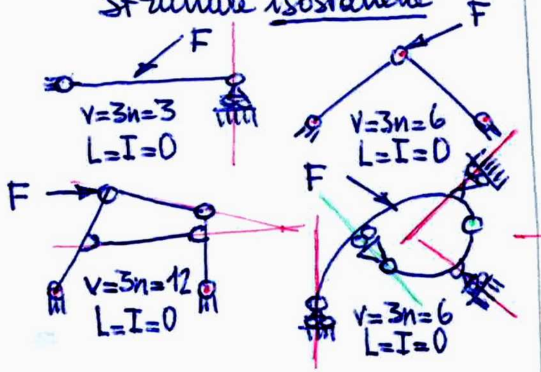
- i gradi di labilità L aggiungono a $v-3n$ dei gradi di indet. stat.
- così come $v<3n$ è CS di indet. cinem. (labilità) (idem per I su L)
  $v>3n$ è CS di indet. stat. (iperstaticità)
- se $v=3n$, $I=L\geq 0$: $=0$ sistema isodeterminato (isostatico)
  >0 sistema indeterminato

Casistica

1) $L=0$, $I=0$ (sistema determ., staticam. e cinem.) Iso determin.

$r=3n=v$; $\mathbb{C}$ e $\mathbb{E}$ quadrate, rango pieno

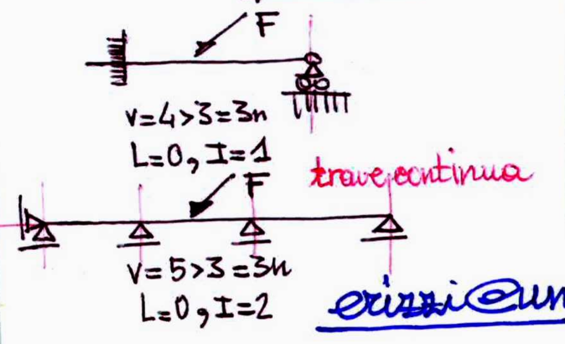
Strutture isostatiche



2) $L=0$, $I>0$ (sistema cinem. det. e staticam. indet.) $=v-3n$

$r=3n<v$ ($I=v-3n$); $\mathbb{C}$ rett. alta e $\mathbb{E}$ bassa, rango pieno

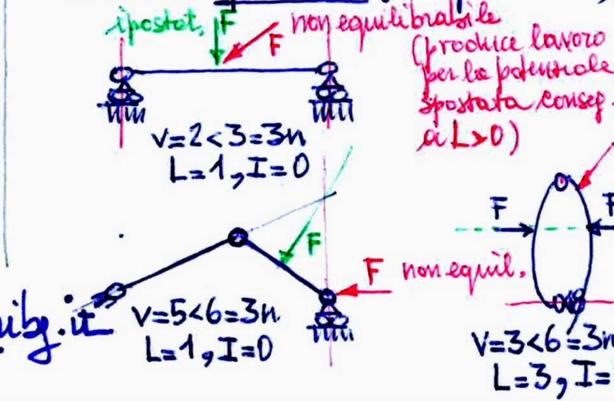
Strutture iperstatiche



3) $L>0$, $I=0$ (sistema cinem. indet. e staticam. det.)

$r=v<l=3n$ → CS di labilità ($L=3n-v$); $\mathbb{C}$ bassa, $\mathbb{E}$ rett. alta, rango pieno

Strutture ipostatiche (se equilibrabili)

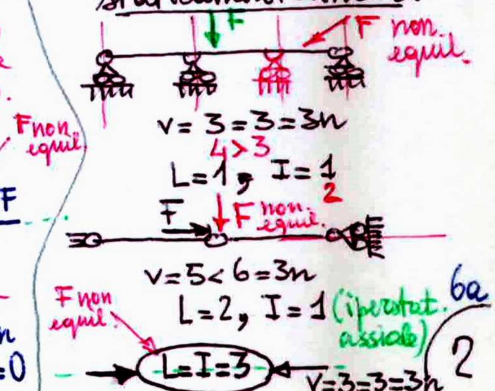


4) $L>0$, $I>0$ (sistema indet., cin. e static.) $\mathbb{C}$, $\mathbb{E}$ defic. di rango

$r<l=3n$, $r<v$ ⇒ $v\gtreqless l=3n$

$\mathbb{C}$, $\mathbb{E}$ con tutte forme precedenti possibili

Strutture labili e staticamente indet.



erizzi@unibg.it

6a