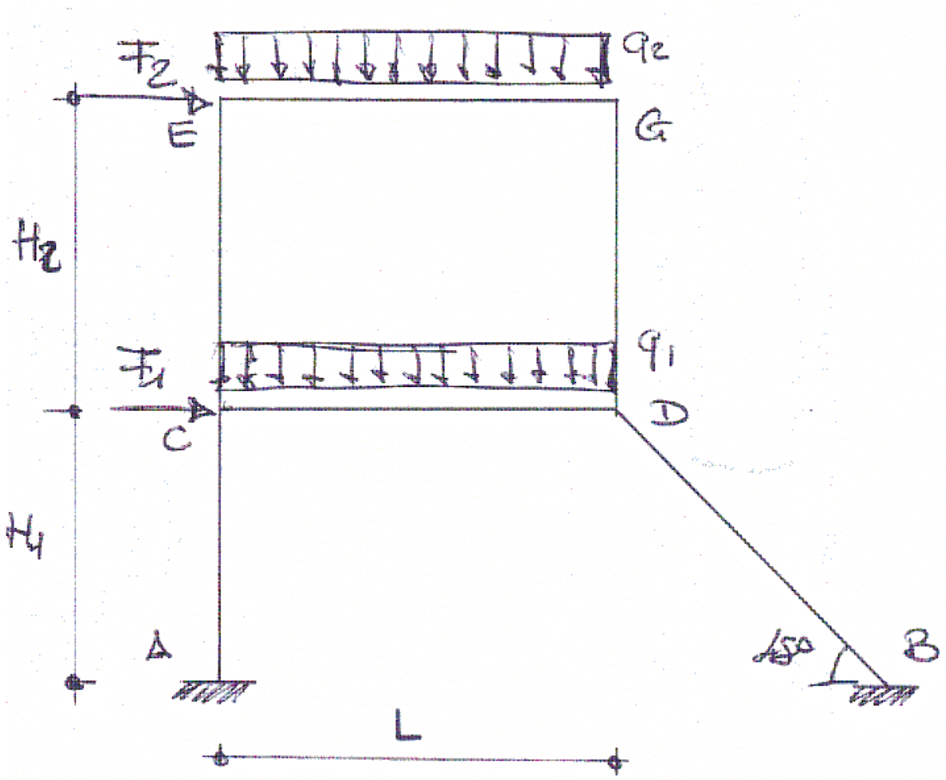
Analisi di un telaio a due livelli e maglie di forma generica secondo il Metodo degli Spostamenti (MdS)

Schema Strutturale



Valori numerici

Si riportano nel seguito i valori numerici delle grandezze introdotte nella definizione dello schema e dei carichi agenti sulla struttura.

```
F1 = 10000;
F2 = 20000;
H1 = 3500;
H2 = 4000;
L = 5000;
q1 = 50;
q2 = 50;
bt = 300;
ht = 600;
bp = 300;
hp = 500;
fck = 20;
```

Calcolo dei momenti d'inerzia

Il valore del modulo di elasticità del calcestruzzo si determinina tramite la seguente relazione suggerita da EC2 (in MPa):

```
ModE = N[9500 (fck + 8) ^ (1 / 3)]
```

28847.6

Si valutano, quindi, i momenti d'inerzia di travi e pilastri (It e Ip, rispettivamente):

```
It = bt ht ^ 3 / 12
Ip = bp hp ^ 3 / 12
```

5400000000

3125000000

Definizione dei parametri

Per le varie aste si determinano come segue i valori delle rigidezze W_{ij}, V_{ij}, e U_{ij} ed i momenti di incastro perfetto $\propto_{ij}$.

ASTA CD

```
WCD = 4 ModE It / L
WDC = 4 ModE It / L
VCD = 2 ModE It / L
VDC = 2 ModE It / L
UCD = 6 ModE It / L ^ 2
UDC = 6 ModE It / L ^ 2
muCD = -q1 L ^ 2 / 12
muDC = q1 L ^ 2 / 12
```

1.24622×10^{11}

1.24622×10^{11}

6.23108×10^{10}

6.23108×10^{10}

3.73865×10^{7}

3.73865×10^{7}

$-\frac{312500000}{3}$

$\frac{312500000}{3}$

ASTA EG

WEG = 4 ModE It / L
WGE = 4 ModE It / L
VEG = 2 ModE It / L
VGE = 2 ModE It / L
UEG = 6 ModE It / L ^ 2
UGE = 6 ModE It / L ^ 2
muEG = -q2 L ^ 2 / 12
muGE = q2 L ^ 2 / 12

1.24622×10^{11}

1.24622×10^{11}

6.23108×10^{10}

6.23108×10^{10}

3.73865×10^{7}

3.73865×10^{7}

$-\frac{312500000}{3}$

$\frac{312500000}{3}$

ASTA AC

WAC = 4 ModE Ip / H1
WCA = 4 ModE Ip / H1
VAC = 2 ModE Ip / H1
VCA = 2 ModE Ip / H1
UAC = 6 ModE Ip / H1 ^ 2
UCA = 6 ModE Ip / H1 ^ 2
muAC = 0
muCA = 0

1.03027×10^{11}

1.03027×10^{11}

5.15136×10^{10}

5.15136×10^{10}

4.41545×10^{7}

4.41545×10^{7}

0

0

ASTA BD

```
LBD = H1 Sqrt[2];
WBD = 4 ModE Ip / LBD
WDB = 4 ModE Ip / LBD
VBD = 2 ModE Ip / LBD
VDB = 2 ModE Ip / LBD
UBD = 6 ModE Ip / LBD ^ 2
UDB = 6 ModE Ip / LBD ^ 2
muBD = 0
muDB = 0
```

7.28512×10^{10}

7.28512×10^{10}

3.64256×10^{10}

3.64256×10^{10}

2.20772×10^{7}

2.20772×10^{7}

0

0

ASTA CE

```
WCE = 4 ModE Ip / H2
WEC = 4 ModE Ip / H2
VCE = 2 ModE Ip / H2
VEC = 2 ModE Ip / H2
UCE = 6 ModE Ip / H2 ^ 2
UEC = 6 ModE Ip / H2 ^ 2
muCE = 0
muEC = 0
```

9.01487×10^{10}

9.01487×10^{10}

4.50744×10^{10}

4.50744×10^{10}

3.38058×10^7

3.38058×10^7

0

0

ASTA DG

```
WDG = 4 ModE Ip / H2
WGD = 4 ModE Ip / H2
VDG = 2 ModE Ip / H2
VGD = 2 ModE Ip / H2
UDG = 6 ModE Ip / H2 ^ 2
UGD = 6 ModE Ip / H2 ^ 2
muDG = 0
muGD = 0
```

9.01487×10^{10}

9.01487×10^{10}

4.50744×10^{10}

4.50744×10^{10}

3.38058×10^7

3.38058×10^7

0

0

Espressione degli spostamenti trasversali d'asta in funzione degli spostamenti nodali;

Nel seguito si definiscono i vettori degli spostamenti nodali liberi - DspNodi - e dei corrispondenti spostamenti trasversali δ_{ij} relativi per le varie aste. Questi ultimi - raccolti nella variabile DspAste - entrano, insieme alle rotazioni &ϖαρπηι;i e &ϖαρπηι;j (ed ai momenti di incastro perfetto), nella definizione dei momenti nodali M_{ij} .

```
DspAste = {DeltaAC, DeltaBD, DeltaCD,
  DeltaCE, DeltaDG, DeltaEG}
DspNodi = {DeltaC, DeltaE}
```

```
{DeltaAC, DeltaBD, DeltaCD,
 DeltaCE, DeltaDG, DeltaEG}
```

```
{DeltaC, DeltaE}
```

Si definiscono altresì i vettori degli spostamenti nodali virtuali - DspVirtualeNodi - e dei corrispondenti spostamenti trasversali δ_{ij}' relativi per le varie aste. Questi ultimi - raccolti nella variabile DspVirtualeAste - possono essere utilizzati per esrimere il lavoro virtuale dei momenti nodali sullo schema reticolare associato.

```
DspVirtualeAste =
 {DeltaVirAC, DeltaVirBD, DeltaVirCD,
  DeltaVirCE, DeltaVirDG, DeltaVirEG}
DspVirtualeNodi = {DeltaVirC, DeltaVirE}
```

```
{DeltaVirAC, DeltaVirBD, DeltaVirCD,
 DeltaVirCE, DeltaVirDG, DeltaVirEG}
```

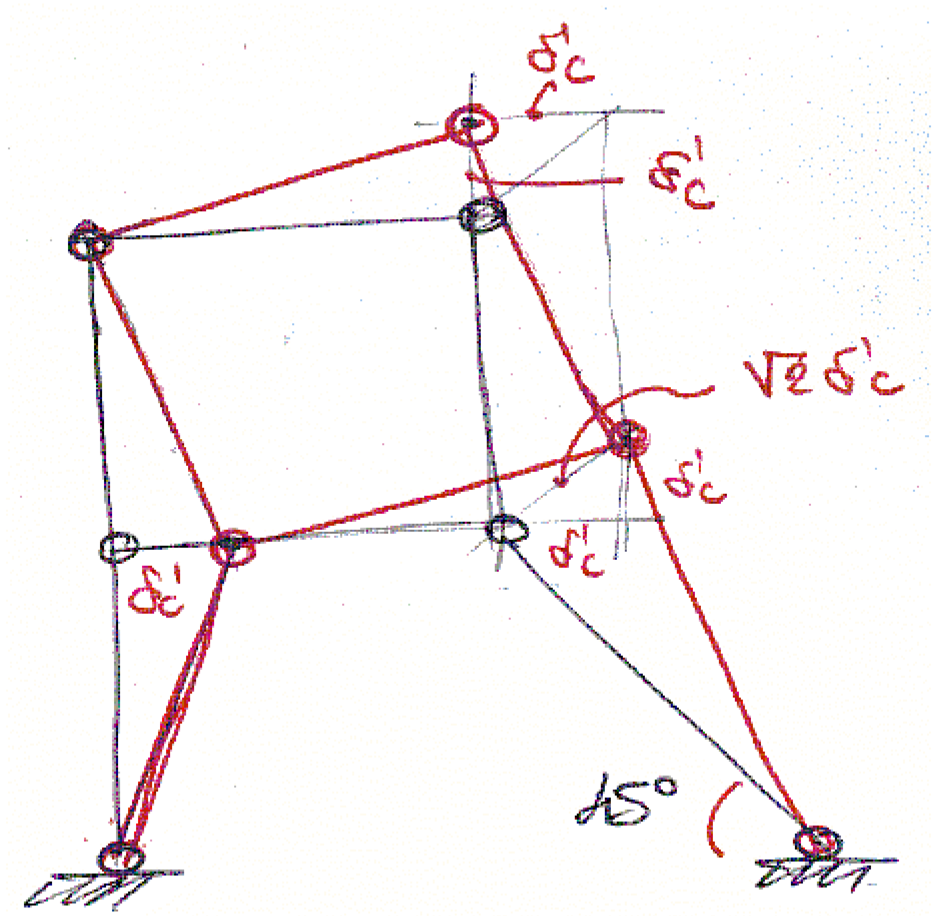
```
{DeltaVirC, DeltaVirE}
```

Spostamenti nodali assoluti e relativi d'asta, siano essi effettivi (cioè valutati sulla struttura S) ovvero virtuali (cioè determinati sulla struttura reticolare associata) si corrispondono linearmente tramite una relazione lineare rappresentata dalla seguente matrice che verrà costruita nel seguito con riferimento ai cinematismi he si determinano sulla struttura per effetto dell'imposizione di uno spostamento virtuale nodale er volta:

```
Tabella = Table[Table[0, {j, 1, 2}], {i, 1, 6}];
```

Cinematismo n.1 (DeltaVirE=0)

Attivando lo spostamento virtuale δ_C' (con δ_E'=0) si determina il campo di spostamenti rigidi infinitesimi (spostamenti virtuali, perchè compatibili con i vincoli della strutura reticolare associata) rappresentato nella figura.



Avendo ordinato le aste secondo la sequenza con cui sono riportati gli spostamenti δ_{ij}' nel vettore DspVirtualeAste la tabella di corrisondenza tra sostamenti nodali e d'asta si può costruire come segue con riferimento alla sua prima colonna (quella che si riferisce, cioè al primo cinematismo):

```
Tabella[[1, 1]] = 1
Tabella[[2, 1]] = Sqrt[2]
Tabella[[3, 1]] = -1
Tabella[[4, 1]] = -1
Tabella[[5, 1]] = -1
Tabella[[6, 1]] = -1
```

1

$\sqrt{2}$

-1

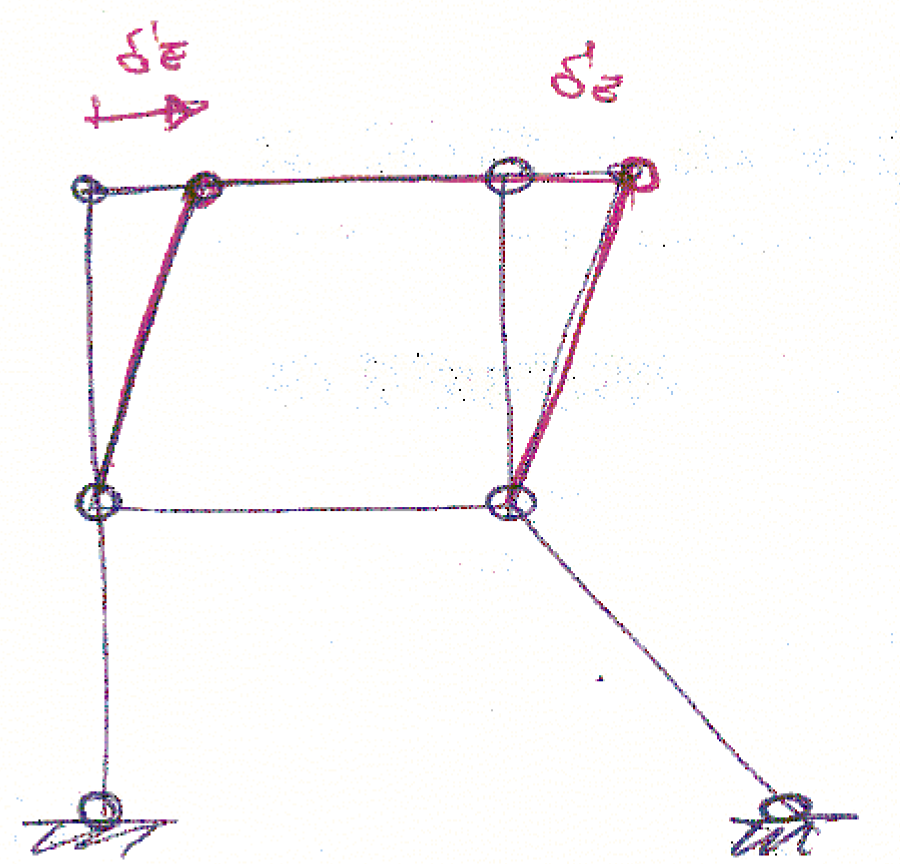
-1

-1

-1

Cinematismo n.2 (DeltaVirC=0)

Attivando lo spostamento virtuale δE' (con δc'=0) si determina il campo di spostamenti rigidi infinitesimi rappresentato nella figura.



Di conseguenza la seconda colonna della tabella (che si riferisce agli spostamenti nodali relativi al secondo cinematismo) si scrive come segue:

```
Tabella[[1, 2]] = 0
Tabella[[2, 2]] = 0
Tabella[[3, 2]] = 0
Tabella[[4, 2]] = 1
Tabella[[5, 2]] = 1
Tabella[[6, 2]] = 0
```

```
0

0

0

1

1

0
```

Relazione tra gli spostamenti virtuali nodali e d'asta

Avendo costruito la matrice "Tabella" che colleziona sulle varie colonne gli spostamenti trasversali d'asta corrisondenti ai vari spostamenti nodali imposti si può determinare la relazione completa che esiste tra gli spostamenti imposti ai nodi e quelli che si producono sulle aste. Il seguente prodotto tra la matrice "Tabella" ed il vettorre degli spostamenti nodali virtuali "DspVirtualeNodi" orta alla definizione dei vai spostamenti virtuali che si hanno sulle aste:

```
DspVirtualeAste = Tabella.DspVirtualeNodi
```

$$\{\text{DeltaVirC}, \sqrt{2}\ \text{DeltaVirC}, -\text{DeltaVirC}, -\text{DeltaVirC} + \text{DeltaVirE}, -\text{DeltaVirC} + \text{DeltaVirE}, -\text{DeltaVirC}\}$$

Relazione tra gli spostamenti nodali e quelli delle aste

La relazione che esiste tra spostamenti virtuali imposti ai nodi e quelli che si registrano sulle aste è la stessa che caratterizza i corrispondenti spostamenti effettivi (ovvero quelli che rappresentano la soluzione del problema elastostatico per la struttura considerata) di nodi e ed aste, in forza dell'ipotesi di inestensibilità delle stesse. Vale pertanto la seguente relazione che sarà utile per esprimere i momenti nodali in funzione, tra l'altro, degli spostamenti nodali incogniti:

```
DspAste = Tabella.DspNodi
```

$$\{\text{DeltaC}, \sqrt{2}\ \text{DeltaC}, -\text{DeltaC}, -\text{DeltaC} + \text{DeltaE}, -\text{DeltaC} + \text{DeltaE}, -\text{DeltaC}\}$$

Espressione dei momenti in funzione degli spostamenti nodali

In funzione delle grandezze definite sora, si esprimono i momenti nodali M_{ij} per le varie aste. Gli spostamenti nodali δ_{ij}' sono definiti come componenti del vettore DspAste definito sopra.

ASTA AC

```
MAC = VAC FiC - UAC DspAste[[1]] + muAC
MCA = WCA FiC - UCA DspAste[[1]] + muCA
```

$$-4.41545 \times 10^{7}\ \text{DeltaC} + 5.15136 \times 10^{10}\ \text{FiC}$$

$$-4.41545 \times 10^{7}\ \text{DeltaC} + 1.03027 \times 10^{11}\ \text{FiC}$$

ASTA BD

MBD = VBD FiD - UBD DspAste[[2]] + muBD
MDB = WDB FiD - UDB DspAste[[2]] + muDB

$$-3.12219\times10^{7}\ \text{DeltaC}+3.64256\times10^{10}\ \text{FiD}$$

$$-3.12219\times10^{7}\ \text{DeltaC}+7.28512\times10^{10}\ \text{FiD}$$

ASTA CD

MCD = WCD FiC + VCD FiD - UCD DspAste[[3]] + muCD
MDC = WDC FiD + VDC FiC - UDC DspAste[[3]] + muDC

$$-\frac{312500000}{3}+3.73865\times10^{7}\ \text{DeltaC}+1.24622\times10^{11}\ \text{FiC}+6.23108\times10^{10}\ \text{FiD}$$

$$\frac{312500000}{3}+3.73865\times10^{7}\ \text{DeltaC}+6.23108\times10^{10}\ \text{FiC}+1.24622\times10^{11}\ \text{FiD}$$

ASTA CE

MCE = WCE FiC + VCE FiE - UCE DspAste[[4]] + muCE
MEC = WEC FiE + VEC FiC - UEC DspAste[[4]] + muEC

$$-3.38058\times10^{7}\ (-\text{DeltaC}+\text{DeltaE})+9.01487\times10^{10}\ \text{FiC}+4.50744\times10^{10}\ \text{FiE}$$

$$-3.38058\times10^{7}\ (-\text{DeltaC}+\text{DeltaE})+4.50744\times10^{10}\ \text{FiC}+9.01487\times10^{10}\ \text{FiE}$$

ASTA DG

MDG = WDG FiD + VDG FiG - UDG DspAste[[5]] + muDG
MGD = WGD FiG + VGD FiD - UGD DspAste[[5]] + muGD

$$-3.38058\times10^{7}\ (-\text{DeltaC}+\text{DeltaE})+9.01487\times10^{10}\ \text{FiD}+4.50744\times10^{10}\ \text{FiG}$$

$$-3.38058\times10^{7}\ (-\text{DeltaC}+\text{DeltaE})+4.50744\times10^{10}\ \text{FiD}+9.01487\times10^{10}\ \text{FiG}$$

ASTA EG

MEG = WEG FiE + VEG FiG - UEG DspAste[[6]] + muEG
MGE = WGE FiG + VGE FiE - UGE DspAste[[6]] + muGE

$$-\frac{312500000}{3}+3.73865\times10^{7}\ \text{DeltaC}+1.24622\times10^{11}\ \text{FiE}+6.23108\times10^{10}\ \text{FiG}$$

$$\frac{312500000}{3} + 3.73865\times10^{7}\ \mathrm{DeltaC} + 6.23108\times10^{10}\ \mathrm{FiE} + 1.24622\times10^{11}\ \mathrm{FiG}$$

Scrittura delle equazioni

Il problema in oggetto consta delle sei incognite (quattro rotazioni e due spostamenti nodali) raccolte nel seguente vettore S:

```
S = {FiC, FiD, FiE, FiG, DeltaC, DeltaE}
```

```
{FiC, FiD, FiE, FiG, DeltaC, DeltaE}
```

Per determinare tali incognite scrivere e risolvere altrettante equazioni. Essendo partiti da una configurazione congrunte per la struttura (le rotazioni dei nodi sono ipotizzate pari a quelle dele aste che vi concorrono e gli spostamenti di queste ultime corrispondono a quelle dei nodi liberi senza violare l'ipotesi di inestensibilità delle prime) bisogna scrivere equazioni di equilibrio.

Le prime quattro consistono nell'imporre condizioni di equilibrio alla rotazione nei nodi che sono sede delle rotazioni libere:

```
eq1 = MCA + MCD + MCE
eq2 = MDB + MDC + MDG
eq3 = MEC + MEG
eq4 = MGE + MGD
```

$$-\frac{312500000}{3} - 6.768\times10^{6}\ \mathrm{DeltaC} - 3.38058\times10^{7}\ (-\mathrm{DeltaC} + \mathrm{DeltaE}) + 3.17797\times10^{11}\ \mathrm{FiC} + 6.23108\times10^{10}\ \mathrm{FiD} + 4.50744\times10^{10}\ \mathrm{FiE}$$

$$\frac{312500000}{3} + 6.16455\times10^{6}\ \mathrm{DeltaC} - 3.38058\times10^{7}\ (-\mathrm{DeltaC} + \mathrm{DeltaE}) + 6.23108\times10^{10}\ \mathrm{FiC} + 2.87622\times10^{11}\ \mathrm{FiD} + 4.50744\times10^{10}\ \mathrm{FiG}$$

$$-\frac{312500000}{3} + 3.73865\times10^{7}\ \mathrm{DeltaC} - 3.38058\times10^{7}\ (-\mathrm{DeltaC} + \mathrm{DeltaE}) + 4.50744\times10^{10}\ \mathrm{FiC} + 2.1477\times10^{11}\ \mathrm{FiE} + 6.23108\times10^{10}\ \mathrm{FiG}$$

$$\frac{312500000}{3} + 3.73865\times 10^{7}\,\text{DeltaC} - 3.38058\times 10^{7}\,(-\text{DeltaC}+\text{DeltaE}) + 4.50744\times 10^{10}\,\text{FiD} + 6.23108\times 10^{10}\,\text{FiE} + 2.1477\times 10^{11}\,\text{FiG}$$

Le altre si determinano come equazioni di equilibrio globale sulla struttura. Tali equazioni possono essere ottenute dalla scrittura del principio dei lavori virtuali sullo schema reticolare associato al quale si pensi di applicare i momenti nodali M_{ij} ed i carichi agenti sulla struttura. Il lavoro virtuale si scrive come segue:

```
eqGlobale =
 (MAC + MCA) DspVirtualeAste[[1]] / H1 +
  (MBD + MDB) DspVirtualeAste[[2]] /
    (H1 Sqrt[2]) +
  (MCD + MDC) DspVirtualeAste[[3]] / L +
  (MCE + MEC) DspVirtualeAste[[4]] / H2 +
  (MDG + MGD) DspVirtualeAste[[5]] / H2 +
  (MEG + MGE) DspVirtualeAste[[6]] / L +
  F1 DeltaVirC + F2 DeltaVirE -
  q1 L DeltaVirC / 2 - q2 L DeltaVirC / 2
```

$$-240000\,\text{DeltaVirC} + 20000\,\text{DeltaVirE} + \frac{1}{3500}\left(\text{DeltaVirC}\,(-8.8309\times 10^{7}\,\text{DeltaC} + 1.54541\times 10^{11}\,\text{FiC})\right) + \frac{1}{3500}\left(\text{DeltaVirC}\,(-6.24439\times 10^{7}\,\text{DeltaC} + 1.09277\times 10^{11}\,\text{FiD})\right) - \frac{1}{5000}\left(\text{DeltaVirC}\,(7.4773\times 10^{7}\,\text{DeltaC} + 1.86932\times 10^{11}\,\text{FiC} + 1.86932\times 10^{11}\,\text{FiD})\right) + \frac{1}{4000}\left((-\text{DeltaVirC} + \text{DeltaVirE})\,(-6.76116\times 10^{7}\,(-\text{DeltaC} + \text{DeltaE}) + 1.35223\times 10^{11}\,\text{FiC} + 1.35223\times 10^{11}\,\text{FiE})\right) + \frac{1}{4000}\left((-\text{DeltaVirC} + \text{DeltaVirE})\,(-6.76116\times 10^{7}\,(-\text{DeltaC} + \text{DeltaE}) + 1.35223\times 10^{11}\,\text{FiD} + 1.35223\times 10^{11}\,\text{FiG})\right) - \frac{1}{5000}\left(\text{DeltaVirC}\,(7.4773\times 10^{7}\,\text{DeltaC} + 1.86932\times 10^{11}\,\text{FiE} + 1.86932\times 10^{11}\,\text{FiG})\right)$$

Dal valore dei due spostamenti virtuali nodali δ_C' e δ_E' e dalle forze generalizzate che compiono lovori per essi. Infatti il lavoro virtuale può essere espresso come segue mettendo in evidenza δ_C' e δ_E':

```
Collect[Expand[eqGlobale],
 {DeltaVirC, DeltaVirE}]
```

```
DeltaVirC
  (-240000 - 106787. DeltaC + 33805.8 DeltaE -
    2.70378 × 10^7 FiC - 3.99703 × 10^7 FiD -
    7.11923 × 10^7 FiE - 7.11923 × 10^7 FiG) +
 DeltaVirE (20000 + 33805.8 DeltaC -
    33805.8 DeltaE + 3.38058 × 10^7 FiC +
    3.38058 × 10^7 FiD +
    3.38058 × 10^7 FiE + 3.38058 × 10^7 FiG)
```

Dovendo imporre nel seguito l'annullamento di questo termine è necessario che siano nulli i termini che moltiplicano i due spostamenti $\delta C'$ e $\delta E'$ che sono quantità arbitrarie:

```
eq5 = Coefficient[Expand[eqGlobale],
  DeltaVirC]
```

```
-240000 - 106787. DeltaC + 33805.8 DeltaE -
 2.70378 × 10^7 FiC - 3.99703 × 10^7 FiD -
 7.11923 × 10^7 FiE - 7.11923 × 10^7 FiG
```

```
eq6 = Coefficient[Expand[eqGlobale],
  DeltaVirE]
```

```
20000 + 33805.8 DeltaC - 33805.8 DeltaE +
 3.38058 × 10^7 FiC + 3.38058 × 10^7 FiD +
 3.38058 × 10^7 FiE + 3.38058 × 10^7 FiG
```

Le espressione Eqi (con i=1..6) rappresentano i primi membri delle equazioni di equilibrio che andranno risolte - uguagliandoli a zero - per valutare l'entità delle rotazioni e degli spostamementi che si registrano sulla struttura.

Soluzione del Sistema

Costruzione della Matrice di Rigidezza K e del vettore dei termini noti Q (Forze applicate sui nodi + forze nodali equivalenti alle azioni applicate sulle aste)

I termini che rappresentano le sei equazioni possono essere raccolti in un vettore che rappresenta il sistema di quazioni che bisognerà risolvere:

```
Sistema = {eq1, eq2, eq3, eq4, -eq5, -eq6};
```

Tale sistema si può porre in forma matriciale Ks=Q; il termine di posto ij della matrice K rappresenta il coefficiente dell'incognita Sj nell'equazione i-esima:

```
MatriceK =
 Table[
  Table[Coefficient[Sistema[[i]], S[[j]]],
   {j, 1, 6}], {i, 1, 6}];

MatrixForm[MatriceK]
```

$$\begin{pmatrix} 3.17797\times10^{11} & 6.23108\times10^{10} & 4.50744\times10^{10} & \\ 6.23108\times10^{10} & 2.87622\times10^{11} & 0 & 4.5 \\ 4.50744\times10^{10} & 0 & 2.1477\times10^{11} & 6.2 \\ 0 & 4.50744\times10^{10} & 6.23108\times10^{10} & 2. \\ 2.70378\times10^{7} & 3.99703\times10^{7} & 7.11923\times10^{7} & 7. \\ -3.38058\times10^{7} & -3.38058\times10^{7} & -3.38058\times10^{7} & -3. \end{pmatrix}$$

Si osserva che la matrice risulta simmetrica e definita positiva in forza dell'asserto del Teorema di Betti.

Il vettore dei termini noti, invece, si ottiene ponendo a 0 i valori delle incognite:

```
Q =
 Simplify[
  Sistema /. {FiC → 0, FiD → 0, FiE → 0,
    FiG → 0, DeltaC → 0, DeltaE → 0}];
MatrixForm[N[Q]]
```

$$\begin{pmatrix} -1.04167\times10^{8} \\ 1.04167\times10^{8} \\ -1.04167\times10^{8} \\ 1.04167\times10^{8} \\ 240000. \\ -20000. \end{pmatrix}$$

Soluzione del sistema e calcolo degli spostamenti nodali S

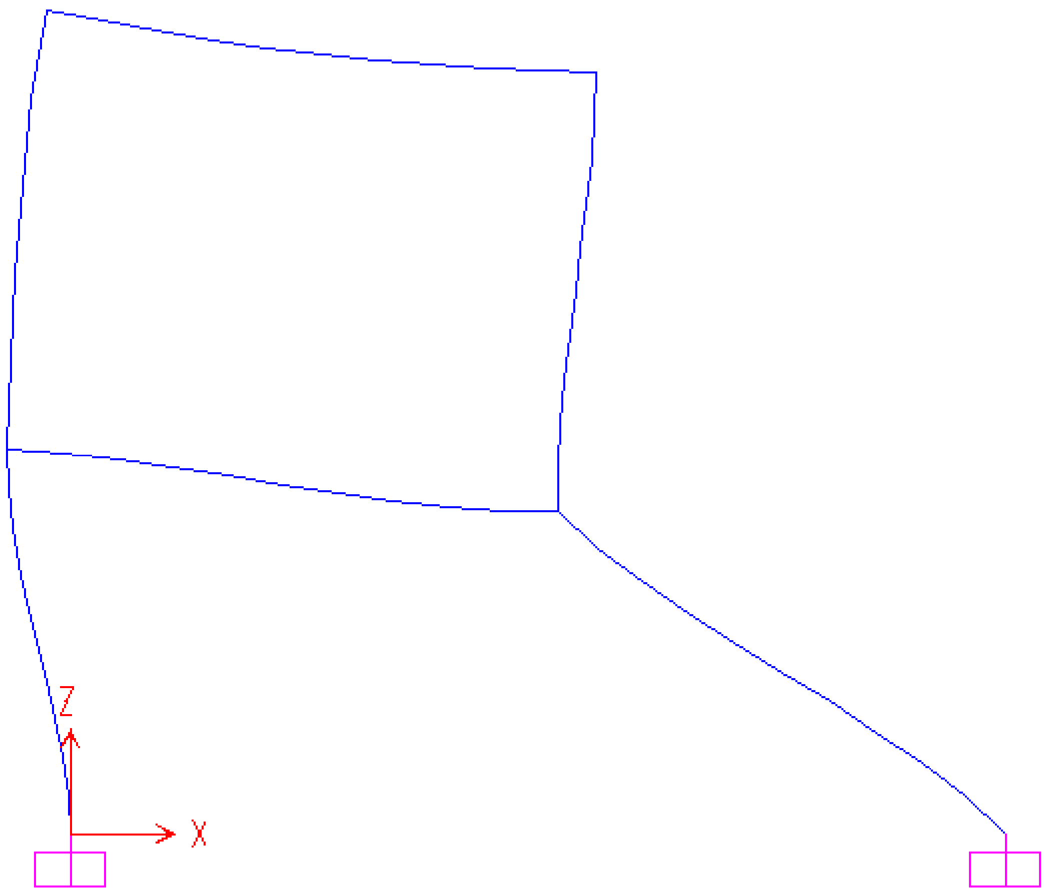
Dopo aver mostrato la simmetria della matrice di rigidezza il sistema si può risolvere rispetto alle incognite S come segue:

```
Dsp = Solve[Sistema == 0, S] // Flatten;
```

ottenendo la seguente soluzione per il vettore degli spostamenti S:

```
SSol = S /. Dsp

{0.00032019, -0.0000959891, 0.0014035,
 0.000160059, -3.77763, -1.39826}
```



Calcolo dei momenti agli estremi delle aste

Raccolti tali spostamenti nel vettore seguente si possono valutare i momenti flettenti ed il taglio asta er asta:

```
VettoreSoluzione =
 {FiC → SSol[[1]], FiD → SSol[[2]],
  FiE → SSol[[3]], FiG → SSol[[4]],
  DeltaC → SSol[[5]], DeltaE → SSol[[6]]};
```

ASTA AC

Momenti flettenti

```
MACSol = MAC /. VettoreSoluzione
MCASol = MCA /. VettoreSoluzione
```

1.83294×10^8

1.99788×10^8

Valori nodali del Taglio

```
TACSol = -(MACSol + MCASol) / H1
TCASol = -(MACSol + MCASol) / H1
```

-109452.

-109452.

ASTA BD

Momenti flettenti

```
MBDSol = MBD /. VettoreSoluzione
MDBSol = MDB /. VettoreSoluzione
```

1.14449×10^8

1.10952×10^8

Valori nodali del Taglio

```
TBDSol = -(MBDSol + MDBSol) / LBD
TDBSol = -(MBDSol + MDBSol) / LBD
```

-45537.8

-45537.8

ASTA CD

Momenti flettenti

```
MCDSol = MCD /. VettoreSoluzione
MDCSol = MDC /. VettoreSoluzione
```

-2.11478×10^8

-2.90768×10^7

Valori nodali del Taglio

```
TCDSol = q1 L / 2 - (MCDSol + MDCSol) / L
TDCSol = -q1 L / 2 - (MCDSol + MDCSol) / L
```

173111.

-76889.1

ASTA CE

Momenti flettenti

```
MCESol = MCE /. VettoreSoluzione
MECSol = MEC /. VettoreSoluzione
```

1.169×10^7

6.05195×10^7

Valori nodali del Taglio

```
TCESol = -(MCESol + MECSol) / H2
TECSol = -(MCESol + MECSol) / H2
```

-18052.4

-18052.4

ASTA DG

Momenti fettenti

```
MDGSol = MDG /. VettoreSoluzione
MGDSol = MGD /. VettoreSoluzione
```

-8.18753×10^7

-7.03341×10^7

Valori nodali del Taglio

```
TDGSol = -(MDGSol + MGDSol) / H2
TGDSol = -(MDGSol + MGDSol) / H2
```

38052.4

38052.4

ASTA EG

Momenti fettenti

```
MEGSol = MEG /. VettoreSoluzione
MGESol = MGE /. VettoreSoluzione
```

-6.05195×10^7

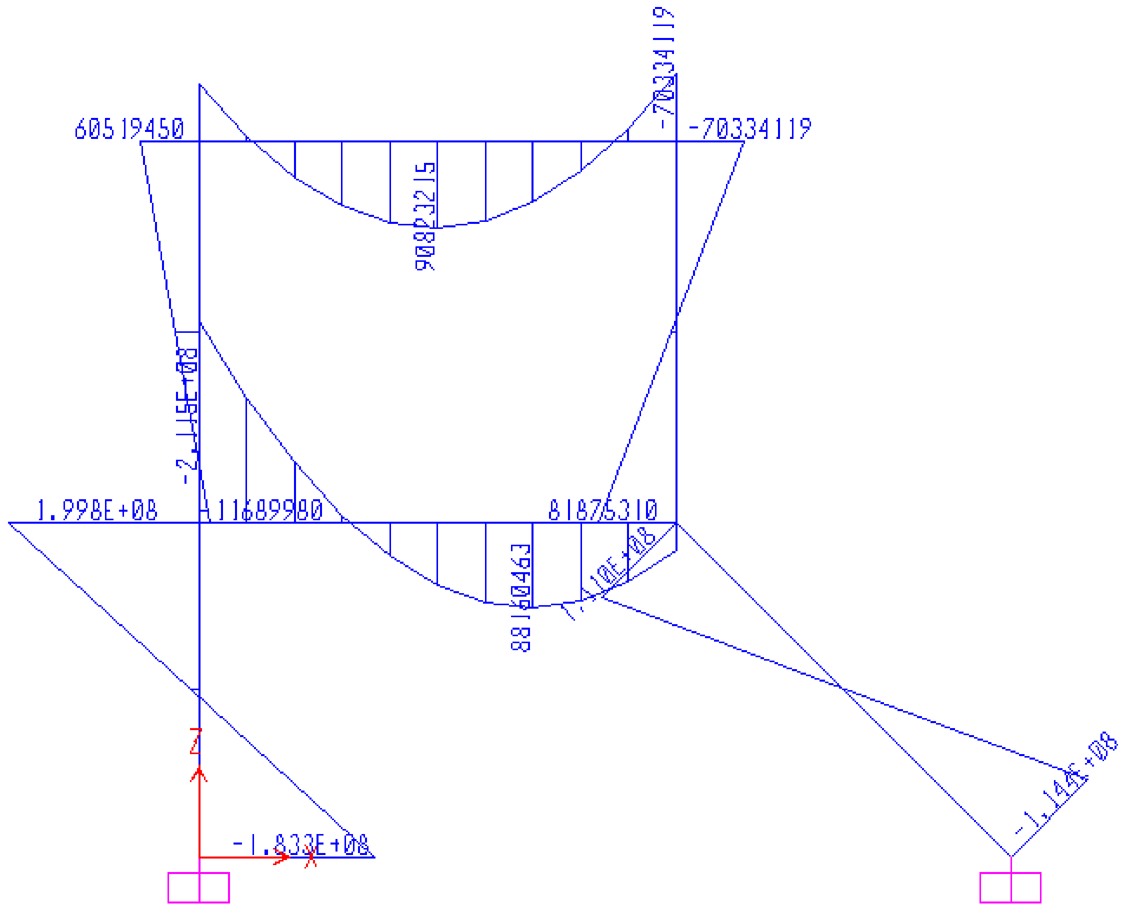
7.03341×10^7

Valori nodali del Taglio

```
TEGSol = q2 L / 2 - (MEGSol + MGESol) / L
TGESol = -q2 L / 2 - (MEGSol + MGESol) / L
```

123037.

-126963.



Converted by *Mathematica* May 21, 2005