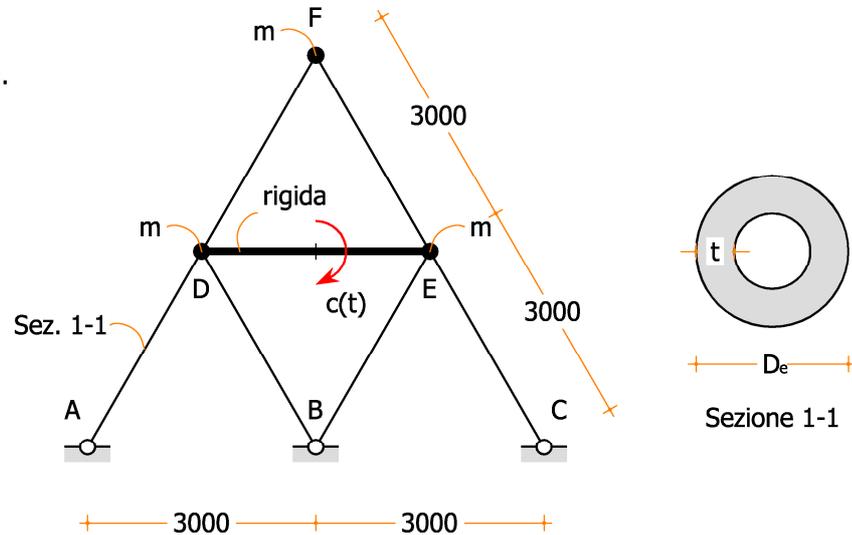




## Prova d'esame del 5 luglio 2011

N.B. Tutte le dimensioni in figura sono espresse in mm.



La struttura reticolare mostrata in figura è realizzata con aste di acciaio (modulo di Young  $E = 210 \text{ GPa}$ , densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$ ) a sezione circolare cava. Tre masse concentrate, uguali fra loro, sono presenti nei nodi D, E ed F. L'asta DE, rigida e priva di massa, è soggetta ad una coppia concentrata variabile con legge armonica:

$$c(t) = c_{\max} \sin(3\pi t).$$

a) Eseguire uno studio preliminare della struttura, modellata come un sistema a 5 gradi di libertà. In questo caso,

- mostrare come il sistema dato sia equivalente a due sistemi indipendenti a 2 ed a 3 gradi di libertà corrispondenti, rispettivamente, ai modi di vibrare simmetrici ed antisimmetrici;
- scrivere le equazioni d'equilibrio dinamico che governano il problema;
- determinare le frequenze naturali della struttura.

(Suggerimento: determinare prima la matrice di flessibilità e ricavare da questa, per inversione, la matrice di rigidità).

b) Eseguire l'analisi della struttura con l'ausilio dell'elaboratore elettronico, utilizzando il metodo degli elementi finiti. In particolare,

- determinare le frequenze naturali ed i corrispondenti modi di vibrare della struttura;
- determinare la risposta dinamica della struttura nell'intervallo di tempo da 0 a 10 s, assumendo un rapporto di smorzamento  $\xi = 5\%$ ;
- con riferimento all'analisi eseguita al punto precedente, tracciare il diagramma involucro della forza normale nelle aste determinando, in particolare, i valori minimi e massimi assoluti (da riportare nel foglio delle risposte).

Valori numerici da utilizzare per il calcolo:

$m = 5\% M \text{ kg}$ , dove **M** = numero di matricola dello studente;

$D_e = 219.1 \text{ mm}$ ,  $t = 10 \text{ mm}$ ;  $c_{\max} = 50 \text{ kN m}$ .



## Prova d'esame del 7 luglio 2011 - Risposte

Cognome	Nome	Matricola M

<b>Massa concentrata</b> <b>m = 5% M [kg]</b>

### a) Analisi semplificata

Modo i	Autovalore $\lambda_i$ [rad <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	Pulsazione $\omega_i$ [rad/s]	Frequenza $f_i$ [Hz]	Periodo $T_i$ [s]
1				
2				
3				
4				
5				

### b) Analisi FEM

Modo i	Autovalore $\lambda_i$ [rad <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	Pulsazione $\omega_i$ [rad/s]	Frequenza $f_i$ [Hz]	Periodo $T_i$ [s]
1				
2				
3				
4				
5				

Passo analisi time history $\Delta t$ [s]	Valore min forza normale $N_{\min}$ [kN]	Valore max forza normale $N_{\max}$ [kN]