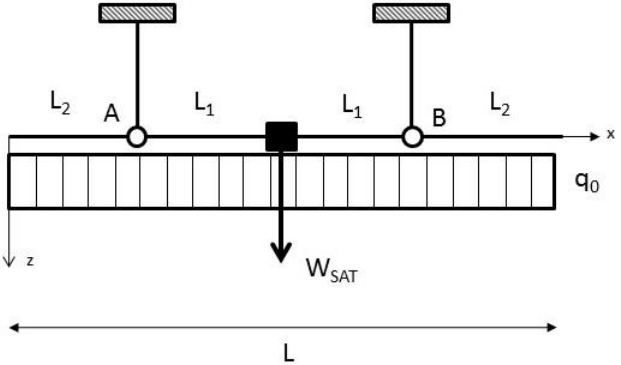


Nome: _____ Cognome: _____ Data: 15/06/2020

NOTA: Il candidato puo' riportare le soluzioni dei 3 esercizi e le risposte alle 3 domande utilizzando gli spazi riservati al testo scritto all'interno della piattaforma exam.net. In alternativa puo' uplodare la scansione delle risposte scritte con un pennarello su di un foglio utilizzando la procedura con il codice a barre.

- NON SI POSSONO UPLDARE PIU' di 6 FOGLI.
- NON CI SI PUO' ASSENTARE DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL COMPITO.
- QUALORA SI VERIFICASSE UNA DISCONNESSIONE DALLA PIATTAFORMA EXAM.NET PER PIU' DI 5min IL COMPITO DOVRA' ESSERE ANNULLATO.

Esercizio N. 1	Valutazione	/5
<p>Un satellite dotato di pannelli solari è modellato come il sistema in figura, composto da una trave rigida di lunghezza $L = 15m$ avente una massa concentrata $M_{SAT} = 1500kg$ posta in $x = L/2$. Il satellite è sospeso tramite due cavi agganciati nei punti A ($x = L/3$) e B ($x = 2L/3$) per effettuare delle prove sperimentali. Il peso dei pannelli è considerato come uniformemente distribuito e risulta pari a $W_{PAN} = 3000N$. Sfruttando la simmetria del problema, scrivere l'espressione analitica della distribuzione delle forze taglienti $T(x)$ e dei momenti flettenti $M(x)$ lungo l'asse x, disegnandone l'andamento.</p>		
<p>1.a Scrivere l'espressione analitica della distribuzione delle forze taglienti $T(x)$ e dei momenti flettenti $M(x)$ lungo l'asse x della semiala, disegnandone l'andamento e calcolando il valore in $x = 15m$.</p>		
<p>Si ha che</p>		
$q_0 = \frac{W_{PAN}}{L} = 200N/m$		
<p>E quindi dall'equilibrio delle forze si ha che la tensione nei due cavi sarà data da</p>		
$T_1 = T_2 = -\frac{1}{2}(W_{SAT} + W_{PAN}) = -8.85e3N$		
<p>Si procede quindi dall'estremo di sinistra per il calcolo degli andamenti di taglio e momento</p>		
<p>Per $0 < x < L/3$</p>		
$T(x) = -q_0 x$		
$M(x) = -q_0 \frac{x^2}{2}$		
<p>Per $L/3 < x < L/2$</p>		
$T(x) = T\left(\frac{L}{3}\right) - \int_{L/3}^x q_0 dx = -q_0 \frac{L}{3} - T_1 - q_0 x + q_0 \frac{L}{3} = T_1 - q_0 x$		
$M(x) = M\left(\frac{L}{3}\right) + \int_{L/3}^x T(x) dx = -q_0 \frac{L^2}{18} - T_1 x - q_0 \frac{x^2}{2} + T_1 \frac{L}{3} + q_0 \frac{L^2}{18} = -T_1 x - q_0 \frac{x^2}{2} + T_1 \frac{L}{3}$		

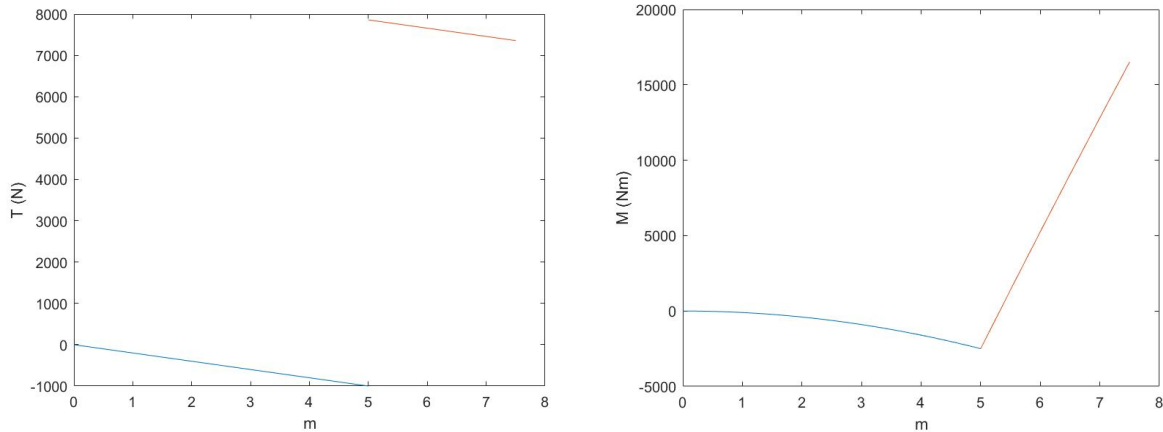
Nome: _____ Cognome: _____ Data: 15/06/2020

NOTA: Il candidato puo' riportare le soluzioni dei 3 esercizi e le risposte alle 3 domande utilizzando gli spazi riservati al testo scritto all'interno della piattaforma exam.net. In alternativa puo' uplodare la scansione delle risposte scritte con un pennarello su di un foglio utilizzando la procedura con il codice a barre.

- a) NON SI POSSONO UPLDARE PIU' di 6 FOGLI.
- b) NON CI SI PUO' ASSENTARE DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL COMPITO.
- c) QUALORA SI VERIFICASSE UNA DISCONNESSIONE DALLA PIATTAFORMA EXAM.NET PER PIU' DI 5min IL COMPITO DOVRA' ESSERE ANNULLATO.

Si ha che $T(x = L / 2) = W_{SAT} / 2$

Per simmetria: andamento taglio antisimmetrico rispetto a L/2, momento simmetrico



1.b Si scriva il valore numerico di taglio e momento in corrispondenza di $x=L/2$, a sinistra e a destra della discontinuità

$$T\left(\frac{L^-}{2}\right) = 7.34e3N \qquad T\left(\frac{L^+}{2}\right) = -7.34e3N$$

$$M\left(\frac{L^-}{2}\right) = 1.65e4Nm \qquad M\left(\frac{L^+}{2}\right) = 1.65e4Nm$$

1.c Determinare la sezione dei cavi in acciaio in modo tale che lo sforzo massimo a cui sono soggetti sia minore del carico di rottura $\sigma_U = 450 MPa$, considerando anche un fattore di sicurezza pari a $n=1.3$

$$nT_1 / A_1 = nT_2 / A_2 < \sigma_U \quad \text{quindi} \quad A_1 = A_2 > \frac{nT_1}{\sigma_U} = 2.56e-05m$$

Esercizio N. 2

Valutazione

/7

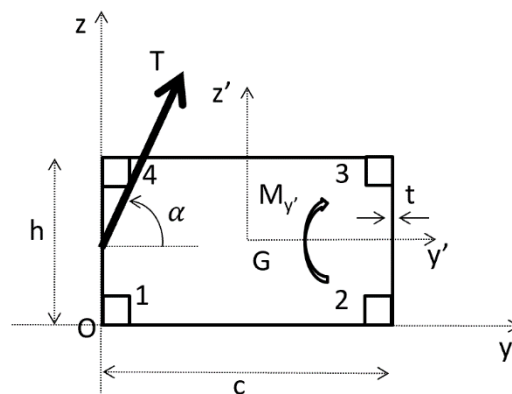
Nome: _____ Cognome: _____ Data: 15/06/2020

NOTA: Il candidato puo' riportare le soluzioni dei 3 esercizi e le risposte alle 3 domande utilizzando gli spazi riservati al testo scritto all'interno della piattaforma exam.net. In alternativa puo' uplodare la scansione delle risposte scritte con un pennarello su di un foglio utilizzando la procedura con il codice a barre.

- NON SI POSSONO UPLDARE PIU' di 6 FOGLI.
- NON CI SI PUO' ASSENTARE DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL COMPITO.
- QUALORA SI VERIFICASSE UNA DISCONNESSIONE DALLA PIATTAFORMA EXAM.NET PER PIU' DI 5min IL COMPITO DOVRA' ESSERE ANNULLATO.

Si consideri il cassone alare in figura, schematizzato come una sezione simmetrica rettangolare, con $h = 0.8\text{ m}$ e $c = 3.0\text{ m}$.

Volendo calcolare le tensioni che agiscono sulla sezione, si considerino il taglio $T = 8\text{ kN}$ e momento $M = 30\text{ kNm}$; il taglio sia applicato in corrispondenza del longherone principale, come in figura ($\alpha = 60^\circ$). Si consideri il modello idealizzato di cassone alare, dove i correnti, di sezione quadrata di superficie $A_1 = A_3 = 9\text{ cm}^2$ e $A_2 = A_4 = 5\text{ cm}^2$, lavorano a sforzo normale mentre i pannelli lavorano a taglio. Il materiale è alluminio, con $E = 70\text{ GPa}$.



2.a Calcolare la posizione del baricentro del cassone rispetto al sistema di riferimento yz con origine in O , e i momenti di inerzia rispetto agli assi del sistema baricentrico:

$$y_G = \frac{S_z}{A_{\text{tot}}} = \frac{cA_1 + cA_2}{2A_1 + 2A_2} = \frac{c}{2} = 1.50\text{ m}$$

$$z_G = \frac{S_y}{A_{\text{tot}}} = \frac{hA_1 + hA_2}{2A_1 + 2A_2} = \frac{h}{2} = 0.40\text{ m}$$

Questi risultati erano ricavabili immediatamente per simmetria della sezione.

$$I_{y'y'} = (A_1 + A_2) \frac{h^2}{2} = 4.48 \cdot 10^{-4}\text{ m}^4$$

$$I_{z'z'} = (A_1 + A_2) \frac{c^2}{2} = 6.30 \cdot 10^{-3}\text{ m}^4$$

$$I_{y'z'} = (A_1 - A_2) \frac{hc}{2} = 4.80 \cdot 10^{-4}\text{ m}^4$$

2.b Calcolare gli sforzi assiali agenti sui correnti dovuti al momento flettente $M_{y'}$:

Pongo $M_{y'} = -30000\text{ Nm}$, $M_{z'} = 0$. Si ha

$$\widehat{M}_{y'} = \frac{M_{y'} - M_{z'} \frac{I_{y'z'}}{I_{z'z'}}}{1 - \frac{I_{y'z'}^2}{I_{y'y'} I_{z'z'}}} = -32666.67\text{ Nm}, \quad \widehat{M}_{z'} = \frac{M_{z'} - M_{y'} \frac{I_{y'z'}}{I_{y'y'}}}{1 - \frac{I_{y'z'}^2}{I_{y'y'} I_{z'z'}}} = 35000.00\text{ Nm}$$

$$\sigma = \frac{\widehat{M}_{y'}}{I_{y'y'}} z' + \frac{\widehat{M}_{z'}}{I_{z'z'}} y'$$

Dunque

$$\sigma_1 = -\sigma_3 = 2.08 \cdot 10^7\text{ Pa}$$

$$\sigma_2 = -\sigma_4 = 3.75 \cdot 10^7\text{ Pa}$$

2.c Calcolare i flussi di taglio totali sulle pareti dovuti alla forza di taglio T , riportandone graficamente gli andamenti (si suggerisce di aprire la sezione nel tratto 1-2 e di procedere in verso antiorario):

Nome: _____ Cognome: _____ Data: 15/06/2020

NOTA: Il candidato puo' riportare le soluzioni dei 3 esercizi e le risposte alle 3 domande utilizzando gli spazi riservati al testo scritto all'interno della piattaforma exam.net. In alternativa puo' uplodare la scansione delle risposte scritte con un pennarello su di un foglio utilizzando la procedura con il codice a barre.

- NON SI POSSONO UPLDARE PIU' di 6 FOGLI.
- NON CI SI PUO' ASSENTARE DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL COMPITO.
- QUALORA SI VERIFICASSE UNA DISCONNESSIONE DALLA PIATTAFORMA EXAM.NET PER PIU' DI 5min IL COMPITO DOVRA' ESSERE ANNULLATO.

Pongo $T_{y'} = T \cos \frac{\pi}{3} = 4000.00 \text{ N}$, $T_{z'} = T \sin \frac{\pi}{3} = 6928.20 \text{ N}$. Si ha

$$\hat{T}_{y'} = \frac{T_{y'} - T_{z'} \frac{I_{y'z'}}{I_{y'y'}}}{1 - \frac{I_{y'z'}^2}{I_{y'y'} I_{z'z'}}} = -3727.35 \text{ N}, \quad \hat{T}_{z'} = \frac{T_{z'} - T_{y'} \frac{I_{y'z'}}{I_{z'z'}}}{1 - \frac{I_{y'z'}^2}{I_{y'y'} I_{z'z'}}} = 7212.19 \text{ N}$$

$$q_i^* = q_{i-1}^* - A_i \left(\frac{\hat{T}_{z'}}{I_{y'y'}} z_i' + \frac{\hat{T}_{y'}}{I_{z'z'}} y_i' \right)$$

$$q_{12}^* = 0$$

$$q_{23}^* = q_{12}^* + \frac{\hat{T}_{z'}}{I_{y'y'}} A_2 \frac{h}{2} - \frac{\hat{T}_{y'}}{I_{z'z'}} A_2 \frac{c}{2} = 3663.46 \text{ N/m}$$

$$q_{34}^* = q_{23}^* - \frac{\hat{T}_{z'}}{I_{y'y'}} A_1 \frac{h}{2} - \frac{\hat{T}_{y'}}{I_{z'z'}} A_1 \frac{c}{2} = -1333.33 \text{ N/m}$$

$$q_{41}^* = q_{34}^* - \frac{\hat{T}_{z'}}{I_{y'y'}} A_2 \frac{h}{2} + \frac{\hat{T}_{y'}}{I_{z'z'}} A_2 \frac{c}{2} = -4996.79 \text{ N/m}$$

Bilancio dei momenti rispetto al punto di applicazione della forza di taglio (verso positivo antiorario):

$$2hcq_0 + chq_{23}^* + \frac{h}{2}cq_{34}^* = 0 \rightarrow q_0 = -1498.40 \text{ N/m}$$

$$q_i = q_0 + q_i^*$$

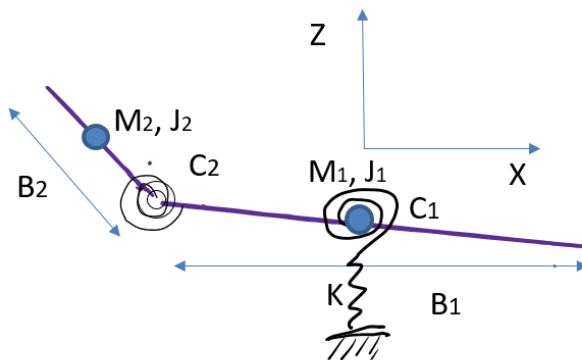
$$q_{12} = -1498.40 \text{ N/m}, \quad q_{23} = 2165.06 \text{ N/m}, \quad q_{34} = -2831.73 \text{ N/m}, \quad q_{41} = -6495.19 \text{ N/m}$$

Nome: _____ Cognome: _____ Data: 15/06/2020

NOTA: Il candidato puo' riportare le soluzioni dei 3 esercizi e le risposte alle 3 domande utilizzando gli spazi riservati al testo scritto all'interno della piattaforma exam.net. In alternativa puo' uplodare la scansione delle risposte scritte con un pennarello su di un foglio utilizzando la procedura con il codice a barre.

- a) **NON SI POSSONO UPLODARE PIU' di 6 FOGLI.**
- b) **NON CI SI PUO' ASSENTARE DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL COMPITO.**
- c) **QUALORA SI VERIFICASSE UNA DISCONNESSIONE DALLA PIATTAFORMA EXAM.NET PER PIU' DI 5min IL COMPITO DOVRA' ESSERE ANNULLATO.**

Il comportamento dinamico di un'ala con il suo ipersostentatore viene schematizzato attraverso un modello semirigido. L'ala è collegata alla fusoliera mediante una molla flessionale e una molla torsionale di costanti elastiche rispettivamente K e C_1 . L'ipersostentatore è collegato all'ala mediante una molla torsionale di costante elastica C_2 . Le lunghezze delle due corde alari rappresentanti ala e ipersostentatore sono B_1 e B_2 (come riportato in figura).



Si supponga che il sistema sia schematizzato con masse e momenti di inerzia concentrati posti a metà delle due corde alari.

Si assumano i seguenti valori $M_1=150$ Kg, $M_2=40$ Kg, $J_1= 1500$ Kgm, $J_2=500$ Kgm, $C_1=300000$ Nm, $C_2= 200000$ Nm, $B_1= 3$ m, $B_2=0.5$ m $k=1000$ N/m

3.a Determinare il numero di gradi di libertà lagrangiani del sistema, motivando il ragionamento.

3.b Determinare l'energia cinetica e potenziale del sistema scegliendo come gradi di libertà lo spostamento e la rotazione dell'asta centrale rispetto al sistema di riferimento inerziale (indeformato).

$$\delta_2 = \delta_1 + \frac{b_1}{2} \theta_1 + \frac{b_2}{2} \theta_2$$

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{\delta}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{\delta}_2^2 + \frac{1}{2} J_1 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} J_2 \dot{\theta}_2^2$$

$$U = \frac{1}{2} k_1 \delta_1^2 + \frac{1}{2} C_1 \theta_1^2 + \frac{1}{2} C_2 (\theta_2 - \theta_1)^2$$

3.c Scrivere le equazioni della dinamica in forma matriciale utilizzando il metodo di Lagrange.

$$\begin{bmatrix} m_1 + m_2 & \frac{m_2 b_1}{2} & \frac{m_2 b_2}{2} \\ \frac{m_2 b_1}{2} & J_1 + \frac{m_2 b_1^2}{4} & \frac{m_2 b_1 b_2}{4} \\ \frac{m_2 b_2}{2} & \frac{m_2 b_1 b_2}{4} & J_2 + \frac{m_2 b_2^2}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\delta}_1 \\ \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k_1 & 0 & 0 \\ 0 & C_1 + C_2 & -C_2 \\ 0 & -C_2 & C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix} = 0$$

3.d Cosa succede nel caso in cui $k \rightarrow \infty$? Riscrivere le equazioni della dinamica del sistema

Nome: _____ Cognome: _____ Data: 15/06/2020

NOTA: Il candidato puo' riportare le soluzioni dei 3 esercizi e le risposte alle 3 domande utilizzando gli spazi riservati al testo scritto all'interno della piattaforma exam.net. In alternativa puo' uplodare la scansione delle risposte scritte con un pennarello su di un foglio utilizzando la procedura con il codice a barre.

- a) NON SI POSSONO UPLODARE PIU' di 6 FOGLI.
- b) NON CI SI PUO' ASSENTARE DURANTE LO SVOLGIMENTO DEL COMPITO.
- c) QUALORA SI VERIFICASSE UNA DISCONNESSIONE DALLA PIATTAFORMA EXAM.NET PER PIU' DI 5min IL COMPITO DOVRA' ESSERE ANNULLATO.

$$\begin{bmatrix} J_1 + \frac{m_2 b_1^2}{4} & \frac{m_2 b_1 b_2}{4} \\ \frac{m_2 b_1 b_2}{4} & J_2 + \frac{m_2 b_2^2}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_1 + C_2 & -C_2 \\ -C_2 & C_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix} = 0$$

3.e Determinare le frequenze proprie, e i modi di vibrazione, disegnandoli qualitativamente per il sistema dinamico definito nel punto 3.d ($k \rightarrow \infty$)

$f_1 = 1.79Hz \quad f_2 = 3.88Hz$

$U_1 = \begin{bmatrix} 0.56 \\ 0.83 \end{bmatrix} \quad U_2 = \begin{bmatrix} -0.43 \\ 0.90 \end{bmatrix}$

Esercizio N. 4	Valutazione	/3
<p>Si supponga di avere un sistema dinamico in equilibrio rappresentato dal seguente insieme di equazioni differenziali alle derivate ordinarie: $[M] \ddot{x} + [K]x + p[F]x = 0$</p> <p>dove M e K rappresentano le matrici di massa e rigidezza del sistema e p rappresenta un carico costante applicato alla struttura. Si chiede al candidato di indicare quale metodo e/o verifica adotterebbe per valutare se il sistema è CONSERVATIVO o meno e quale criterio utilizzerebbe per lo studio della stabilità dell'equilibrio assumendo che p sia un carico di compressione.</p>		
Esercizio N. 5	Valutazione	/4
<p>Il candidato giustifichi, anche con l'utilizzo di considerazioni fisico-matematiche, il perchè una struttura in parete sottile aperta non possiede la resistenza strutturale ad un momento torcente applicato.</p>		
Esercizio N. 6	Valutazione	/6
<p>Descrivere il problema aeroelastico dell'inversione dei comandi utilizzando il modello semirigido dell'ala e dell'alettone.</p>		