

Politecnico di Milano - Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Anno accademico 2010-11

Costruzione di Macchine 1

(Prof. M. Giglio, Prof. M. Gobbi, Prof. S. Miccoli)

Tema d'esame: 8 Febbraio 2011

NOME :

SPAZIO RISERVATO AL DOCENTE:

COGNOME :

4	
5	
Totale	

MATRICOLA :

Le risposte agli esercizi vanno compilate esclusivamente sul presente testo.

• Gli esercizi, indicati con CM1, vanno svolti dagli studenti che devono sostenere l'esame

– 061451 costruzione di macchine I (5 cfu)

– 083442 costruzione di macchine 1 (10 cfu)

Parte 2: Costruzione di macchine 1

CM1: Esercizio 4.

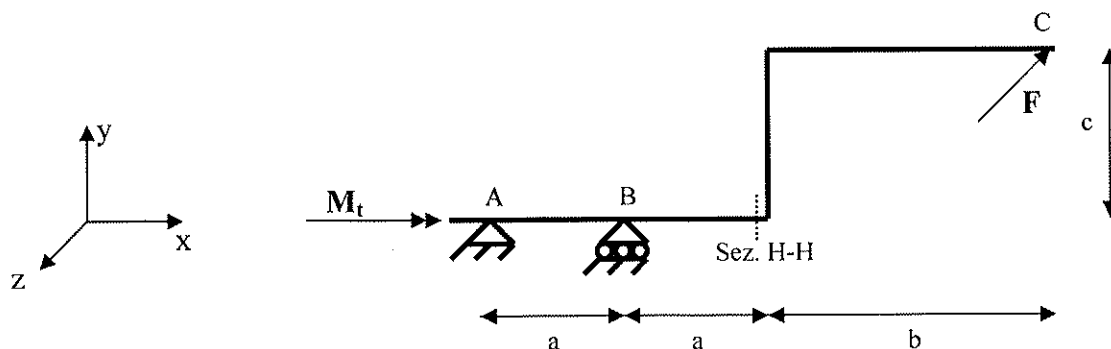


Fig. 1. Schema della struttura

Nello schema di Fig. 1 è rappresentata una struttura tridimensionale composta da una singola asta.

L'asta è sollecitata dalla presenza di un momento torcente M_t e da una forza F nel punto C, diretta secondo la direzione z . L'asta è vincolata a terra da due supporti: nel punto A è presente una cerniera, mentre nel punto B è presente un carrello (gradi di libertà concessi: traslazione lungo x e tre rotazioni).

Si richiede di:

- 1) calcolare il valore della forza F e le reazioni vincolari ai supporti A e B, considerando $M_t = M_0$;
- 2) tracciare i diagrammi del momento flettente e torcente nella struttura, indicando le convenzioni scelte, considerando $M_t = M_0$;
- 3) nella sezione H-H di Fig.1, effettuare la verifica di resistenza statica, considerando $M_t = M_0$;
- 4) nella sezione H-H di Fig.1, effettuare la verifica di resistenza a fatica, considerando $M_t = M_0 \cdot \sin(\omega t)$ (ipotizzare in maniera ragionevole i valori dei coefficienti necessari).

Dati:

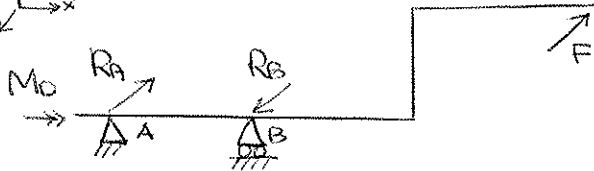
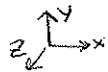
- $a = 200 \text{ mm}$
- $b = 500 \text{ mm}$
- $c = 300 \text{ mm}$
- $M_0 = 1000 \text{ Nm}$
- $D = 40 \text{ mm}$
- $k_{t,t} = k_{t,f} = 1.5$
- Materiale dell'albero: 39NiCrMo3, $R_m = 900 \text{ MPa}$, $R_s = 600 \text{ MPa}$

dati geometrici

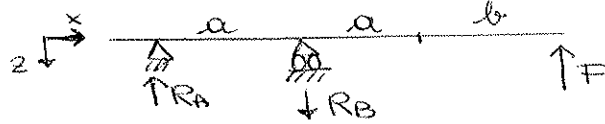
diametro della sezione dell'asta nella sezione H-H

coefficiente di sovrasollecitazione teorica nella sezione H-H

1) $\sum M_x = 0 \quad M_0 = F \cdot c \quad F = \frac{M_0}{c} = 3333 \text{ N}$



PIANO 2-x

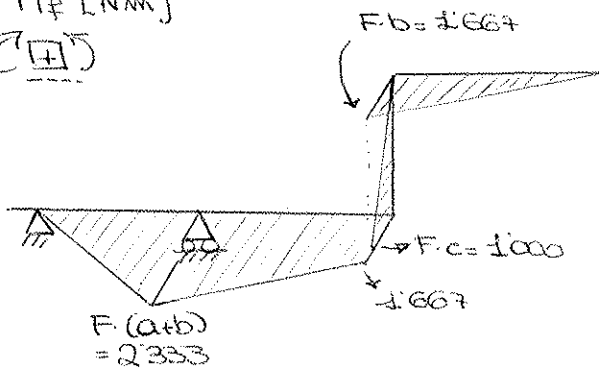


$\sum M_B = 0 \quad F \cdot (a+b) - R_A \cdot a = 0 \Rightarrow R_A = \frac{F \cdot (a+b)}{a} = 11'667 \text{ N}$

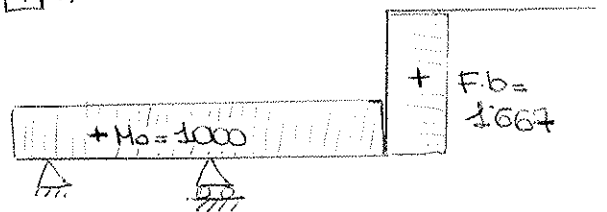
$\sum F_z = 0 \quad R_A + F - R_B = 0 \Rightarrow R_B = R_A + F = 15'000 \text{ N}$

2)

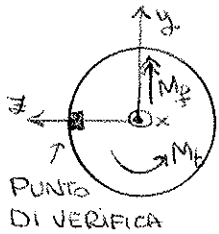
$M_f \text{ [Nm]}$
 (\oplus)



$M_b \text{ [Nm]}$
 (\oplus)



3) SEZIONE H-H



VERIFICA STATICA:

$M_f = 1'667'000 \text{ Nmm}$

$\tau = \frac{32 \cdot M_f}{\pi D^3} = 265,3 \text{ MPa}$

$M_b = 1'000'000 \text{ Nmm}$

$\sigma = \frac{16 \cdot M_b}{\pi D^3} = 79,6 \text{ MPa}$

$\sigma_{VM}^* = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = \sqrt{79,6^2 + 3 \cdot 265,3^2} = 299 \text{ MPa}$

$\eta_{VM} = \frac{R_s}{\sigma_{VM}^*} = \frac{600}{299} = 2$

$\sigma_{GT}^* = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = \sqrt{79,6^2 + 4 \cdot 265,3^2} = 309,4 \text{ MPa}$

$\eta_{GT} = \frac{R_s}{\sigma_{GT}^*} = \frac{600}{309,4} = 1,94$

CON ENTRAMBI I CRITERI, LA SEZIONE E' VERIFICATA.

4) VERIFICA A FATICA:

$M_t \rightarrow$ SINUSOIDALE $\Rightarrow F \rightarrow$ SINUSOIDALE $\Rightarrow M_f \rightarrow$ SINUSOIDALE

$$\sigma_a = 265,3 \text{ MPa} \quad \sigma_m = 0$$

$$\tau_a = 79,6 \text{ MPa} \quad \tau_m = 0$$

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{\text{FAT}}^+ &= \frac{R_m/2 \cdot b_2 \cdot b_3}{k_{f,t}} = \frac{450 \cdot 0,85 \cdot 0,85}{1,45} = 224 \text{ MPa} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \tau_{\text{FAT}}^+ &= \frac{0,3 \cdot R_m \cdot b_2 \cdot b_3}{k_{f,t}} = \frac{270 \cdot 0,85 \cdot 0,85}{1,45} = 135 \text{ MPa} \end{aligned} \right.$$

\rightarrow Calcolate considerando: $b_2 = 0,85$ $b_3 = 0,85$

$$k_{f,t} = 1 + q(k_t - 1) = 1 + 0,9 \cdot (1,5 - 1) = 1,45$$

$$\sigma_{\text{GP}}^* = \sqrt{\sigma_a^2 + H^2 \cdot \tau_a^2} = \sqrt{265,3^2 + \left(\frac{224}{135}\right)^2 \cdot 79,6^2} = 296,6 \text{ MPa} = \frac{\sigma_{\text{FAT}}^+}{\eta}$$

$$\eta = \frac{\sigma_{\text{FAT}}^+}{\sigma_{\text{GP}}^*} = \frac{224}{296,6} = 0,76$$

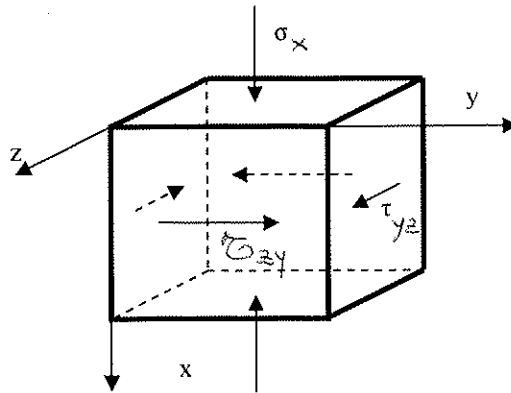
LA SEZIONE NON E' VERIFICATA A FATICA

CM1: Esercizio 5. Dato lo stato di sollecitazione rappresentato in Fig.2, $\sigma = 100$ MPa e $\tau = 70$ MPa:

- 1) si indichi il tensore degli sforzi;
- 2) si calcolino i corrispondenti sforzi principali rappresentandoli nel piano di Mohr;
- 3) si effettui la verifica statica considerando il materiale: Fe510 con $R_m = 510$ MPa e $R_s = 355$ MPa;
- 4) si effettui la verifica statica considerando il materiale: GG35 con $R_m = 350$ MPa e $R_c = -600$ MPa.

$$\sigma_x = -\sigma = -100 \text{ MPa}$$

$$\tau_{yz} = \tau_{zy} = +70 \text{ MPa}$$



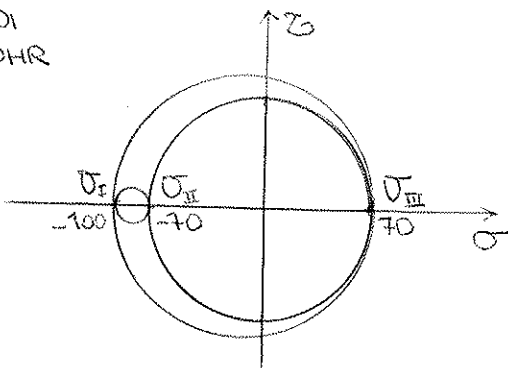
OSS: STATO DI SFORZO TRIDIMENSIONALE, NESSUNA FACCIA E' SCARICA

$$1) \sigma_{ij} = \begin{bmatrix} -100 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 70 \\ 0 & 70 & 0 \end{bmatrix}$$

$$2) \sigma_{II} = -100 \text{ MPa} \quad + \quad \det \begin{vmatrix} -\sigma_p & 70 \\ 70 & -\sigma_p \end{vmatrix} = \sigma_p^2 - 70^2 = 0$$

$$\sigma_{II} = -70 \text{ MPa}; \quad \sigma_{III} = 70 \text{ MPa}$$

PIANO DI MOHR



3) VERIFICA STATICA, ACCIAIO

$$\sigma_{GT}^* = |\sigma_{III} - \sigma_I| = |70 + 100| = 170 \leq \frac{R_s}{\eta} = \frac{355}{\eta} \quad \eta_{GT} = 2,09$$

$$\sigma_{VM}^* = \sqrt{\sigma_I^2 + \sigma_{II}^2 + \sigma_{III}^2 - \sigma_I \sigma_{II} - \sigma_{II} \sigma_{III} - \sigma_I \sigma_{III}} = 157 \text{ MPa} \leq \frac{355}{\eta} \quad \eta = 2,26$$

OSS: NON SI POSSONO USARE LE FORMULE TIPO: $\sigma_{GT}^* = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}$ OPPURE

$\sigma_{VM}^* = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$ PERCHE' VALGONO SOLO SE σ E τ SONO SULLO STESSO PIANO

4) VERIFICA STATICA, GHISA: GAULEO-RANKINE-NAVIER

$$\sigma_{GR}^* \begin{cases} \sigma_{III} \leq \frac{R_m}{\eta_t} \\ |\sigma_I| \leq \frac{|R_c|}{\eta_c} \end{cases} \quad \left. \begin{array}{l} \eta_t = 350/70 = 5 \\ \eta_c = 600/100 = 6 \end{array} \right\} \Rightarrow \eta = 5$$