

CM1: Esercizio 5.

Per il seguente stato di sforzo:

$$\sigma_x = 60 \text{ MPa}; \sigma_y = -40 \text{ MPa}; \sigma_z = 80 \text{ MPa}; \tau_{xy} = -30 \text{ MPa}$$

Si richiede di :

- 1) indicare graficamente lo stato di sforzo sull'elemento rappresentativo del volume;

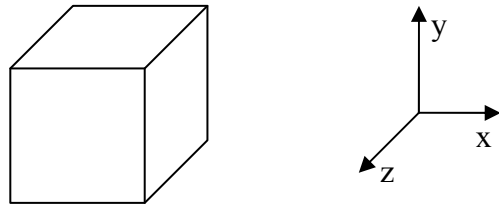


Figura 3: Elemento rappresentativo del volume e suo sistema di riferimento.

- 2) rappresentare lo stato di sforzo con i cerchi di Mohr;
- 3) determinare gli sforzi principali e le relative direzioni principali;
- 4) calcolare la τ_{\max} e formulare la verifica statica in funzione di τ_{\max} : materiale duttile, $R_{sn} = 360 \text{ MPa}$.

Politecnico di Milano - Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Anno accademico 2012-13

Costruzione di Macchine 1

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

Tema d'esame: 23 Settembre 2013

NOME :

COGNOME :

MATRICOLA :

SPAZIO RISERVATO AL DOCENTE:

4	
5	
Totale	

Parte 2: Costruzione di macchine

CM1: Esercizio 4.

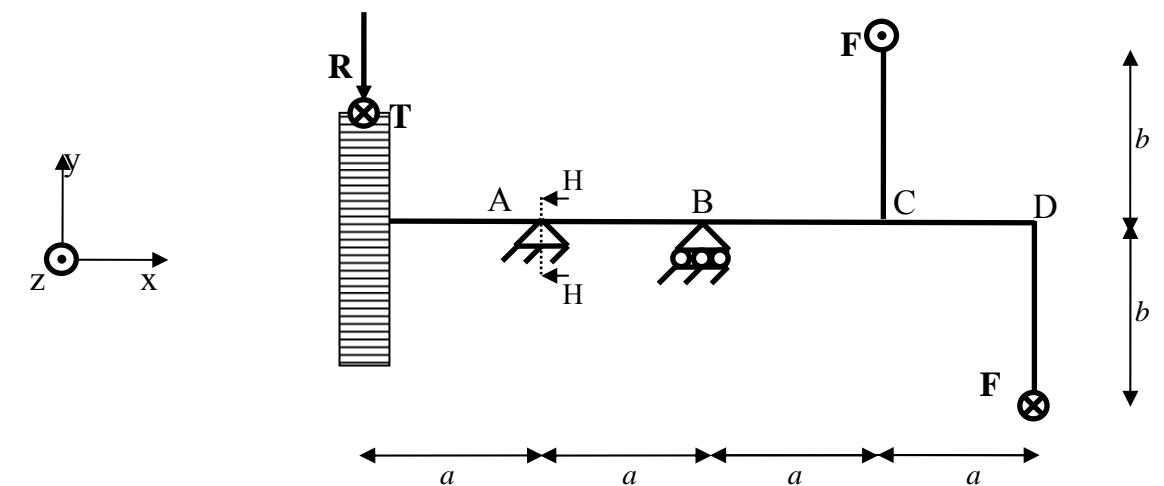


Figura 1. Schema della struttura

In Figura 1 è rappresentata una struttura tridimensionale costituita da una sola asta di sezione circolare di diametro d . Sull'asta è calettata una ruota dentata a denti dritti, che genera la presenza contemporanea della forza radiale R e della forza tangenziale T . La sezione dell'albero in corrispondenza del supporto A (sezione H-H) presenta una variazione di sezione come mostrato in Figura 2.

L'albero ABCD presenta inoltre due palette, all'estremità delle quali agiscono due forze F .

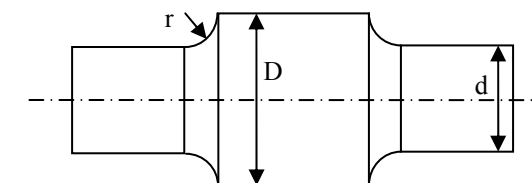


Figura 2. Particolare dell'albero in corrispondenza del supporto A.

Si richiede di:

- 1) determinare il valore delle forze F applicate alla struttura;
- 2) tracciare i diagrammi delle azioni interne nell'asta (T , M_f e M_t);
- 3) effettuare la verifica a fatica per vita infinita della sezione H-H, ipotizzando i coefficienti di verifica necessari.

Dati: $T = 1500 \text{ N}$ $R = 500 \text{ N}$ $a = 300 \text{ mm}$ $b = 200 \text{ mm}$ $d_R = 600 \text{ mm}$ $d = 40 \text{ mm}$ $R_M = 800 \text{ MPa}$ $R_{sn} = 600 \text{ MPa}$

forza tangenziale

forza radiale

quota geometrica

quota geometrica

diametro ruota dentata

diametro albero

carico massimo del materiale dell'albero

carico di snervamento del materiale dell'albero

1) FORZE F

(2pt)

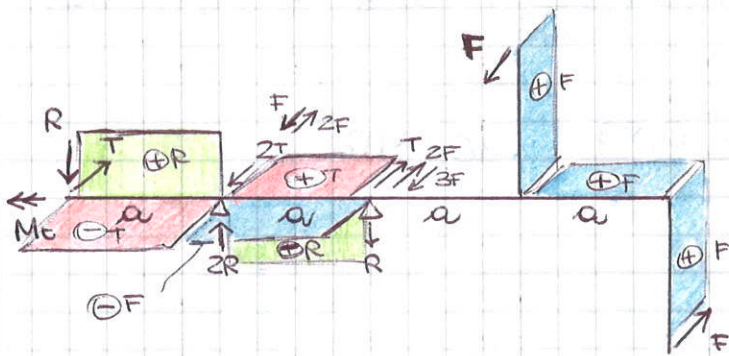
Equilibrio al torcente (asse x):

$$T \cdot \frac{d_{re}}{2} = 2 \cdot F \cdot b \Rightarrow F = \frac{1}{4} \frac{T \cdot d_{re}}{b} = 1125 \text{ N}$$

$$M_t = T \frac{d_{re}}{2} = 450 \text{ Nm}$$

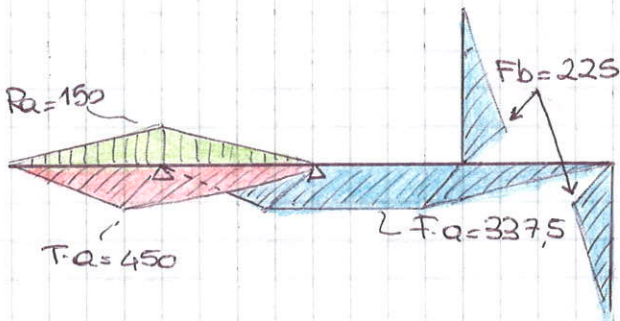
2) Andamento azioni interne

(10pt)



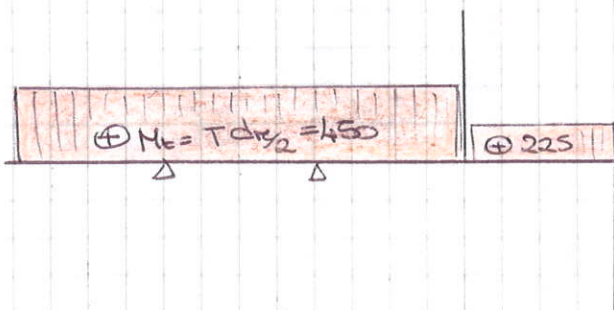
T ↓ ⊕ ↑
[N]

T(R) 1pt
T(T) 1pt
T(F) 2pt



Mt ⊕ ↑
[Nm]

M(R) 1pt
M(T) 1pt
M(F) 2pt



Mt ← ⊕ →
[Nm]

2pt

3) Verifica a fatica

SPT

In H-H agiscono solo i M_f di R e T \rightarrow comp. alternata
e il $M_t \rightarrow$ statico

$$\sigma_a = \frac{32 \cdot M_{tot}}{\pi \cdot d^3} = \frac{32 \cdot \sqrt{150000^2 + 450000^2}}{\pi \cdot 40^3} =$$

$$= \frac{32 \cdot 474.340}{\pi \cdot 40^3} = 75,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \frac{16 M_t}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 450000}{\pi \cdot 40^3} = 35,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{GP}^* = \sqrt{\sigma_a^2 + \left(\frac{\sigma_{FAT}'}{\sigma_{su}}\right)^2 \cdot \sigma_m^2} = \sqrt{75,5^2 + \left(\frac{161}{346}\right)^2 \cdot 35,8^2} = 77,3 \text{ MPa}$$

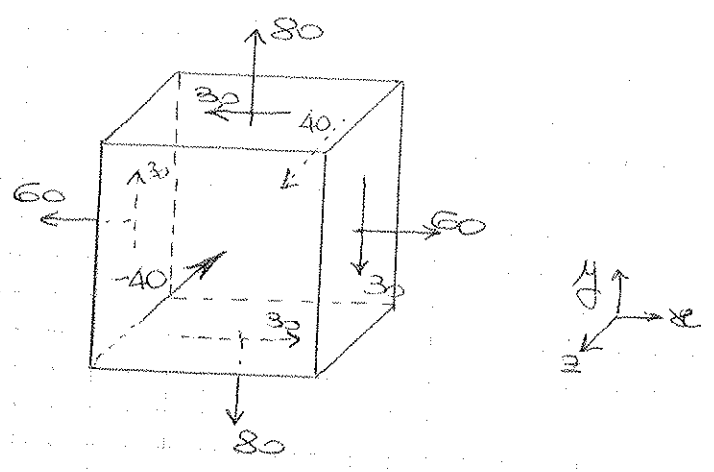
$$\sigma_{FAT}' = \frac{R_{w/2} \cdot b_2 \cdot b_3}{1 + q(k_e - 1)} = \frac{800/2 \cdot 0,85 \cdot 0,85}{1 + 0,8(2-1)} = 161 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{su} = \frac{R_{su}}{\sqrt{3}} = 346 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{\sigma_{FAT}'}{\sigma_{GP}^*} = \frac{161}{77,3} = 2,08$$

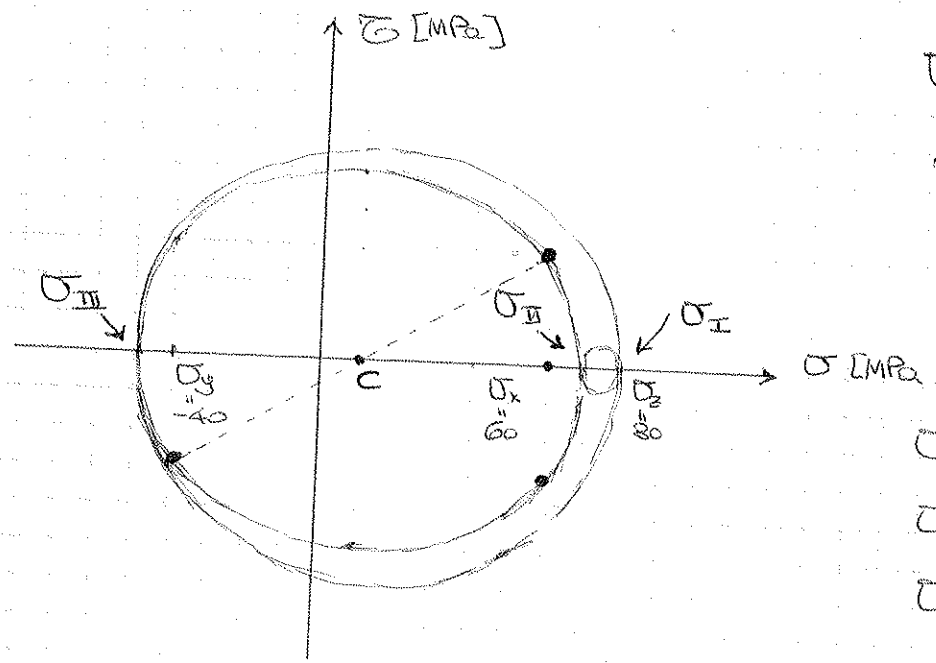
2pt

1)



3pt

2)



$$\sigma_c = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} = 10 \text{ MPa}$$

$$R = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} = 58.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_I = 80 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{II} = 68.3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{III} = -48.3 \text{ MPa}$$

$$\alpha = \left(\arctg \frac{\tau}{(\sigma_x - \sigma_y)/2} \right) / 2 = 0.27 \text{ rad} = 15^\circ$$

$$3) \tau_{max} = \frac{|\sigma_I - \sigma_{III}|}{2} = 64.2 \text{ MPa}$$

3pt

$$\sigma_{GT}^* = |\sigma_I - \sigma_{III}| = 2 \cdot \tau_{max} = 128.3 \text{ MPa}$$

$$n = \frac{R_{el}}{\sigma_{GT}^*} = \frac{360}{128.3} = 2.8$$