

**CMI: Esercizio 5.**

Descrivere l'effetto dello sforzo medio in componenti meccanici sollecitati a fatica.

**Politecnico di Milano - Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica**

Anno accademico 2013-14

**Costruzione di Macchine 1**

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

Tema d'esame: 17 Febbraio 2014

NOME :

SPAZIO RISERVATO AL DOCENTE:

COGNOME :

4	
5	
Totale	

MATRICOLA :

Parte 2: Costruzione di macchine

**CMI: Esercizio 4.**

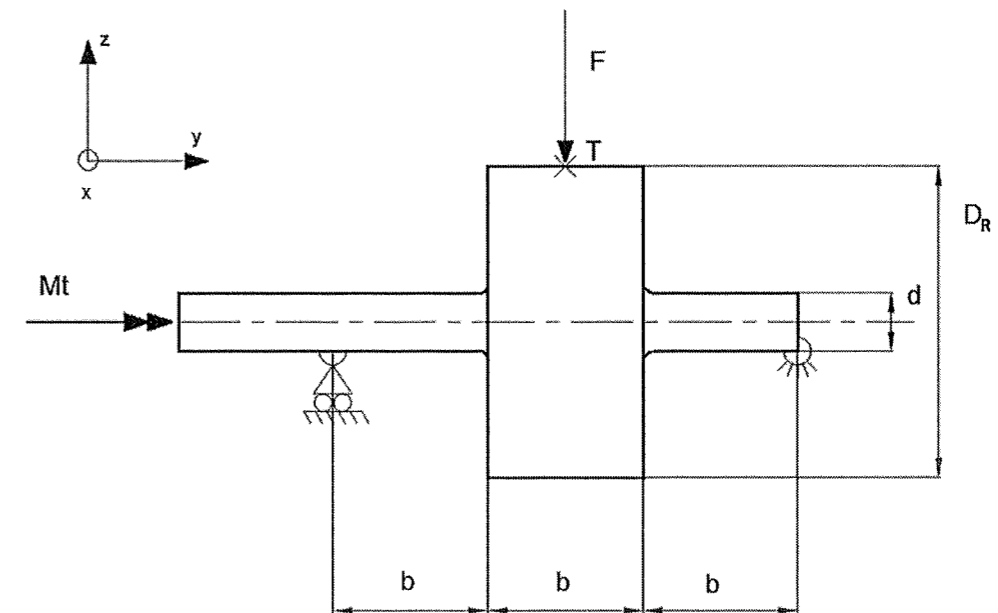


Figura 1. Schema della struttura

In Figura 1 è rappresentata una struttura tridimensionale costituita da un solo albero di sezione circolare di diametro  $d$ . Sull'albero, in rotazione ad una velocità costante, è calettata una ruota dentata a denti dritti, che scambia una forza radiale  $F$  e una forza tangenziale  $T$ . La zona di calettamento della ruota presenta una variazione di sezione come mostrato in dettaglio in Figura 2. L'albero è inoltre sollecitato dal momento torcente  $M_t$ .

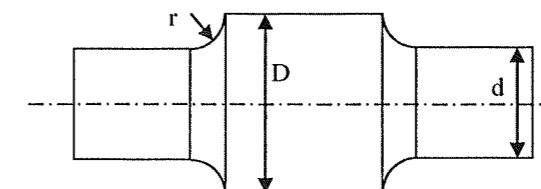


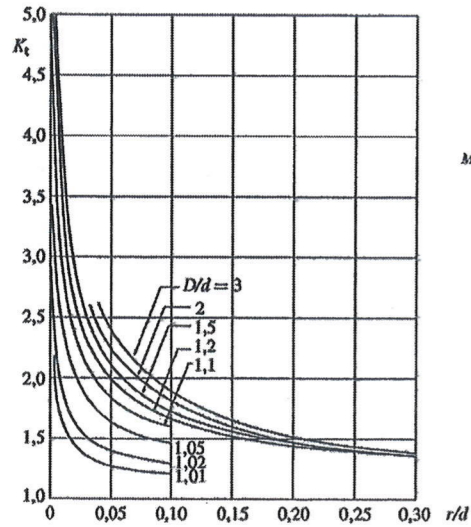
Figura 2. Particolare dell'albero nella zona di calettamento della ruota dentata.

Si richiede di:

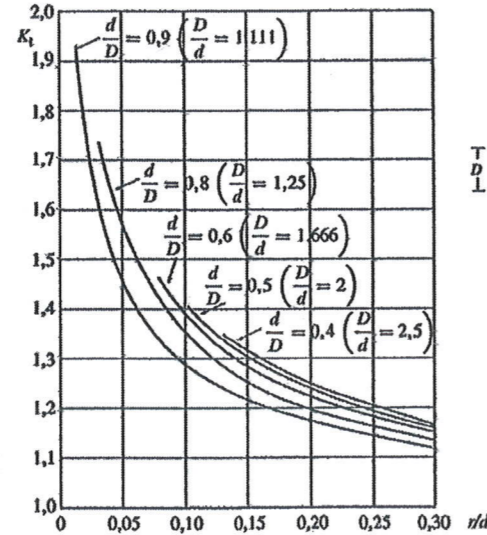
- 1) determinare il valore della coppia  $M_t$  applicata all'albero;
- 2) tracciare i diagrammi delle azioni interne nell'albero ( $T$ ,  $M_f$  e  $M_t$ );
- 3) considerando le forze  $F$ ,  $T$ ,  $M_t$  come statiche, effettuare la verifica di resistenza statica nella sezione più sollecitata; per determinare i coefficienti di intaglio utilizzare i diagrammi forniti;
- 4) effettuare la verifica a fatica per vita infinita nella sezione più sollecitata, ipotizzando i coefficienti necessari.

Dati:

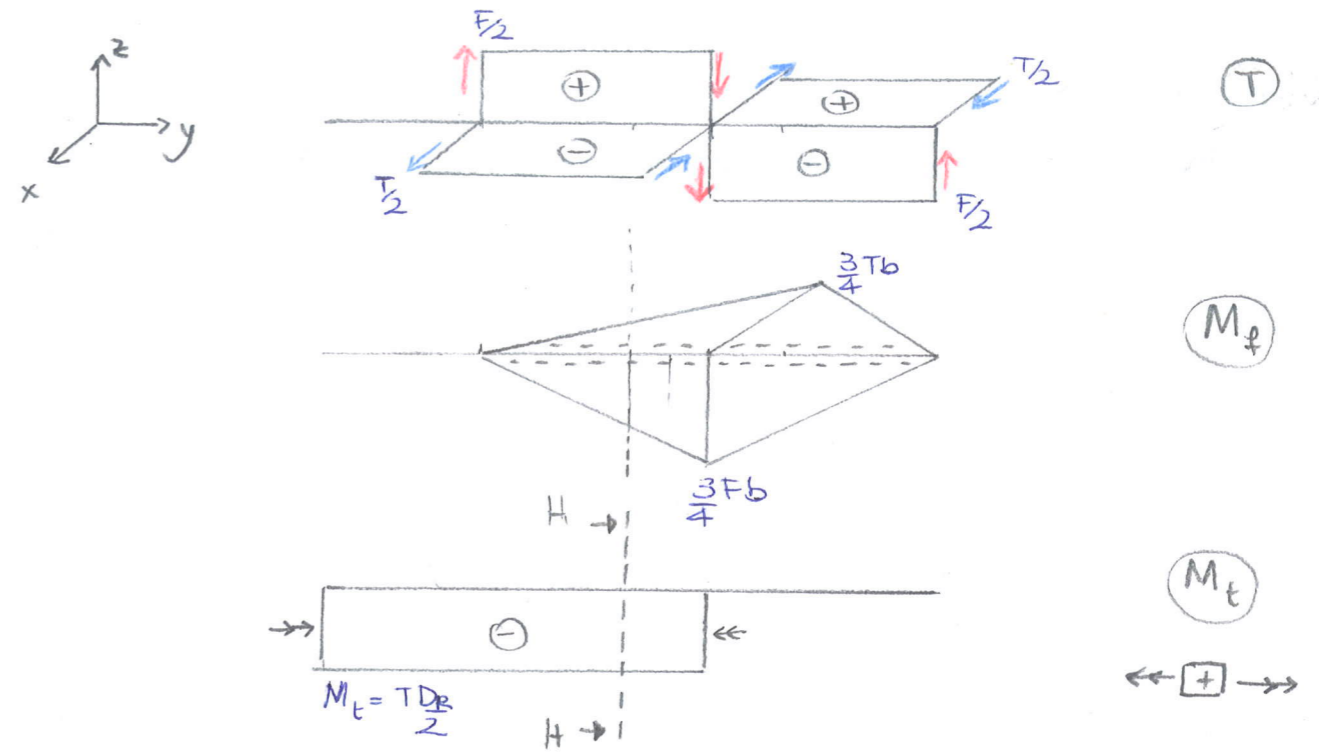
$T = 2000 \text{ N}$	forza tangenziale
$F = 1000 \text{ N}$	forza radiale
$b = 300 \text{ mm}$	quota geometrica
$r = 4 \text{ mm}$	raggio raccordo
$D_R = 500 \text{ mm}$	diametro primitivo ruota dentata
$D = 80 \text{ mm}$	diametro albero zona calettata (Fig. 2)
$d = 40 \text{ mm}$	diametro albero
$R_M = 850 \text{ MPa}$	tensione di rottura del materiale (duttile) dell'albero
$R_{sn} = 650 \text{ MPa}$	tensione di snervamento del materiale dell'albero



$$K_t = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_{nom}} = \frac{32M}{\pi d^3}$$



$$K_t = \frac{\tau_{max}}{\tau_{nom}} = \frac{16T}{\pi d^3}$$



Zona più sollecitata: alla base del raccordo (a distanza = b dal centro) sezione H-H

$$M_{fTOR} = \sqrt{M_{fx}^2 + M_{fz}^2} = \sqrt{\left(\frac{Fb}{2}\right)^2 + \left(\frac{Tb}{2}\right)^2} = 335,4 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$M_t = 500 \text{ Nm}$$

3) Verifica statica:

$$\sigma_{mom, H-H} = \frac{32 M_{fTOR}}{\pi d^3} = \frac{32 \cdot 335,4 \cdot 10^3}{\pi 40^3} = 53,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{mom, H-H} = \frac{16 M_t}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 500 \cdot 10^3}{\pi 40^3} = 39,8 \text{ MPa}$$

$$K_{t\sigma} = 1,8 \quad \sigma_{max} = K_{t\sigma} \sigma_{mom} = 96 \text{ MPa}$$

$$K_{t\tau} = 1,4 \quad \tau_{max} = K_{t\tau} \tau_{mom} = 56 \text{ MPa}$$

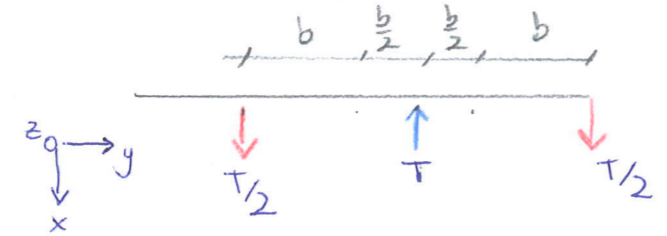
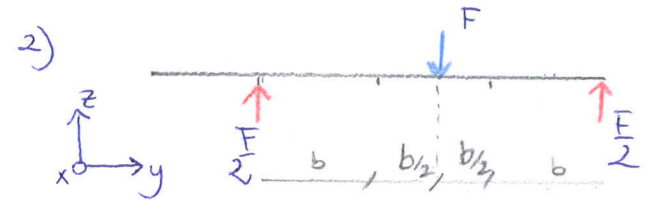
$$\left\{ \begin{aligned} D/d &= 80/40 = 2 \\ r/d &= 4/40 = 0,1 \end{aligned} \right.$$

Verifica I plasticizzazione:

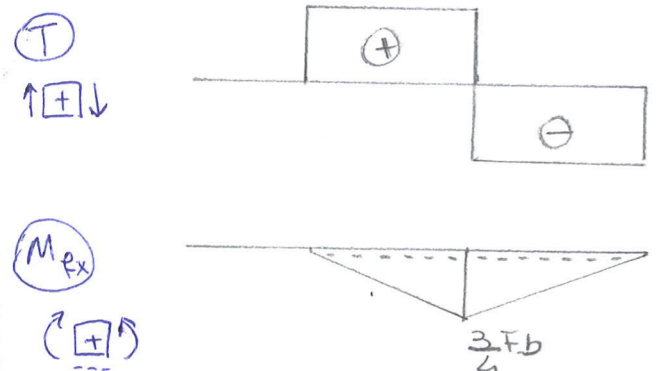
$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_{GT}^* &= \sqrt{\sigma_{max}^2 + 4\tau_{max}^2} = 147,5 \text{ MPa} \\ \eta &= \frac{R_{sm}}{\sigma_{GT}^*} = \frac{650}{147,5} = 4,4 \\ \sigma_{RE}^* &= \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3\tau_{max}^2} = 136,5 \text{ MPa} \\ \eta &= \frac{R_{sm}}{\sigma_{RE}^*} = \frac{650}{136,5} = 4,8 \end{aligned} \right.$$

VERIFICATA

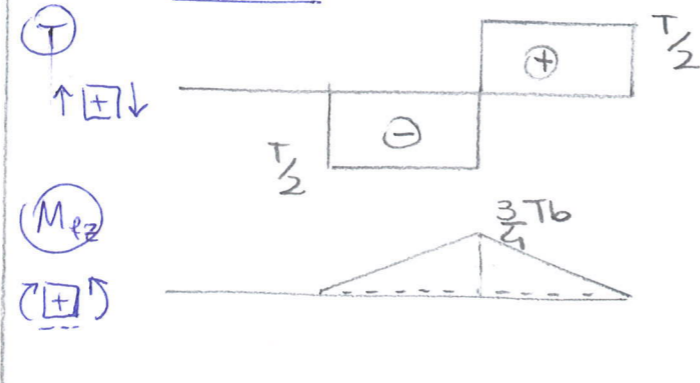
1)  $M_t = T \frac{D_R}{2} = 2000 \text{ N} \cdot \frac{500 \text{ mm}}{2} = 500 \text{ Nm}$



Diagrammi: FORZA F



FORZA T



3) VERIFICA A PLASTICIZZAZIONE TOTALE:

materiale duttile  $\Rightarrow K_s = 1$

$$\sigma_{nom} = 53,4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{nom} = 39,8 \text{ MPa}$$

$$\text{GT: } \sigma_{GT}^* = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} = 95,9 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{R_{sm}}{\sigma_{GT}^*} = \frac{650}{96} = 6,8$$

$$\text{RE/vM: } \sigma_{RE}^* = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2} = 87,2 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{R_{sm}}{\sigma_{RE}^*} = \frac{650}{87} = 7,5$$

VERIFICATA

4) Verifica a Fatica :

$M_f \rightarrow$  componente alternata

$M_t \rightarrow$  componente statica

}  $\Rightarrow$  metodo Gough-Pollard

(NB E' un' approssimazione  
poiche' non abbiamo  
entrambe le componenti  
alterate)

$$\sigma_{GP}^* = \sqrt{\sigma_a^2 + \left(\frac{\sigma'_{FAF}}{\tau_{sm}}\right)^2 \tau_{sm}}$$

hp:  $\tau_{lim} = \tau_{sm}$

$$\sigma_a = \frac{32 M_{TOT}}{\pi d^3} = 53.4 \text{ MPa}$$

$$\tau_{sm} = \frac{16 M_t}{\pi d^3} = 39.8 \text{ MPa}$$

$$\sigma'_{FAF} = \frac{0.5 R_m b_2 b_3}{k_{FF}} = \frac{0.5 \cdot 850 \cdot 0.85 \cdot 0.85}{1.64} = 187 \text{ MPa}$$

hp:  $b_2 = b_3 = 0.85$

$$k_{FF} = 1 + \varphi (k_{tF} - 1) = 1 + 0.8(1.8 - 1) = 1.64$$

↑  
 $\varphi = 0.8$

$$\tau_{sm} = \frac{R_{sm}}{\sqrt{3}} = \frac{650 \text{ MPa}}{\sqrt{3}} = 375 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{GP}^* = \sqrt{(53.4)^2 + \left(\frac{187}{375}\right)^2 39.8^2} = 57 \text{ MPa}$$

$$\eta = \frac{\sigma'_{FAF}}{\sigma_{GP}^*} = \frac{187}{57} = 3.3$$

VERIFICATA