

**Dati**

**Carichi:**

$T = 1500\text{ N}$  Forza tangenziale  
 $R = T \cdot \tan(20^\circ)$  Forza radiale  
 $P = 500\text{ N}$  Forza resistente

**Coefficienti:**

$b_2 = 0.8$   
 $b_3 = 0.9$   
 $q = 0.9$   
 $K_{t,f} = 1.7$  Coeff. intaglio sezione HH  
 $K_{t,t} = 1.6$  Coeff. intaglio sezione HH  
 $K_{t,f} = 1.5$  Coeff. intaglio sezione KK  
 $K_{t,t} = 1.4$  Coeff. intaglio sezione KK

**Geometria:**

$a = 200\text{ mm}$   
 $b = 350\text{ mm}$   
 $c = 300\text{ mm}$   
 $d_R = 500\text{ mm}$  Diametro ruota dentata  
 $D = 35\text{ mm}$  Diametro maggiore albero  
 $d = 30\text{ mm}$  Diametro maggiore albero  
 $r = 2\text{ mm}$  Raggio di raccordo

**Materiale:**

$R_m = 758\text{ MPa}$   
 $R_s = 683\text{ MPa}$

**EXERCISE (1)**

1) **ROTATING** (in  $xy$  plane)

$R = T \cdot \tan(20^\circ) = 546\text{ N}$   
 $T = \frac{c \cdot d}{2} = F \cdot c$  (torque equilibrium)  $\Rightarrow F = \frac{T \cdot d}{2c} = 1250\text{ N}$   
 $M_T = F \cdot c = 375000\text{ Nmm}$

2) **FIXED** (in  $xy$  plane)

**[A]**

$A_n + R + C_n = 0$   $C_n = -A_n - R = -273\text{ N}$   
 $A_n \cdot 2a + R \cdot a = 0 \Rightarrow A_n = -R/2 = -273\text{ N}$

**[T]**

$T - B_r - D_r = 0$   $D_r = T - B_r = 1750\text{ N}$   
 $B_r \cdot 2a - T \cdot a = 0 \Rightarrow B_r = T/2 = 750\text{ N}$

Scanned by CamScanner

**ROTATING** (in  $xy$  plane)

**[P]**

$P - B_p - D_p = 0 \Rightarrow D_p = P = 500\text{ N}$   
 $B_p \cdot 2a = 0 \Rightarrow B_p = 0$

**[F]**

$F - B_f - C_f = 0$   $B_f = 4750\text{ N}$   
 $F \cdot b - C_f \cdot c = 0 \Rightarrow C_f = \frac{F \cdot b}{c} = 5250\text{ N}$

$A_f = 0$   
 $C_f \cdot T = 1250\text{ N}$

Scanned by CamScanner

**SECTION HH:**

$M_{T,fix} = T \cdot c = 375000\text{ Nmm}$   
 $M_{b,fix} = \sqrt{(B_r \cdot a)^2 + (A_n \cdot a)^2} = 153600\text{ Nmm}$

$P_1 (P_2)$  = most stressed point in tension (compression)  $\rightarrow$  **FIXED!**

4) **Static assessment at point  $P_1$  (or  $P_2$ ) of Section HH:**

$\sigma_{M,T} = \frac{32 M_{T,fix}}{\pi d^3} = 56\text{ MPa}$   
 $\tau_{M,b} = \frac{16 M_{b,fix}}{\pi d^3} = 70,7\text{ MPa}$

**[F.P.]:**  $\sigma_{eq}^* = \sqrt{(K_{t,f} \cdot \sigma_M)^2 + 4(K_{t,t} \cdot \tau_M)^2} = 245\text{ MPa}$   
 $\sigma_{eq}^* = \frac{\sigma_{eq}}{\eta_{eq}} \Rightarrow \eta_{eq,fix} = \frac{\sigma_{eq}}{\sigma_{eq}^*} = 2,73$

**[P.T.]:**  $\sigma_{eq}^* = \sqrt{\sigma_M^2 + 4\tau_M^2} = 152\text{ MPa} \Rightarrow \eta_{eq,fix} = 4,49$

5) **Fatigue assessment at point  $P_1$  (or  $P_2$ ) of Section HH:**

$\sigma_{eq}^* = \sqrt{\sigma_M^2 + 4\tau_M^2}$   
 $H^* = \frac{\sigma_{eq}^*}{\sigma_{eq}} = \frac{\sqrt{\sigma_M^2 + 4\tau_M^2}}{\sigma_{eq}} = (0,5 \cdot \sigma_{eq}) \cdot b_2 \cdot b_3 = (0,276)^2$   
 $K_{t,f} = 1,67$   
 $K_{t,t} = 1 + q \cdot (K_{t,f} - 1) = 1,63$   
 $\sigma_{eq}^* = 67,2\text{ MPa} = \frac{\sigma_{eq}}{\eta_{eq}}$   
 $\eta_{eq} = 2,49$

Scanned by CamScanner

**SECTION KK:**

$M_{T,fix} = T \cdot c = 375000\text{ Nmm}$   
 $M_{b,fix} = \sqrt{(B_r \cdot a)^2 + (A_n \cdot a)^2} = 153600\text{ Nmm}$

$P_1 (P_2)$  = most stressed point in tension (compression)  $\rightarrow$  **FIXED!**

4) **Static assessment at point  $P_1$  (or  $P_2$ ) of section KK:**

Note that this section (KK) does not have any notches!

$\sigma_{M,T} = \frac{32 M_{T,fix}}{\pi d^3} = 177,8\text{ MPa}$   
 $\tau_{M,b} = 70,7\text{ MPa}$

**[F.P.]:**  $\sigma_{eq}^* = \sqrt{(K_{t,f} \cdot \sigma_M)^2 + 4(K_{t,t} \cdot \tau_M)^2} = 332,1\text{ MPa}$   
 $\sigma_{eq}^* = \frac{\sigma_{eq}}{\eta_{eq,fix}} \Rightarrow \eta_{eq,fix} = 2,06$

**[P.T.]:**  $\sigma_{eq}^* = \sqrt{\sigma_M^2 + 4\tau_M^2} = 227,2\text{ MPa}$   
 $\eta_{eq,fix} = 3,00$

Scanned by CamScanner

**CMI: Esercizio 5.**

Si enunci brevemente il concetto di flessione deviata e si calcolino gli sforzi nel punto più sollecitato della sezione in Figura soggetta al momento flettente  $M = 100 \text{ Nm}$  con direzione tale da formare un angolo  $\alpha = 45^\circ$  con l'asse x, e con dimensioni  $h = 20 \text{ mm}$ ,  $b = 15 \text{ mm}$ .

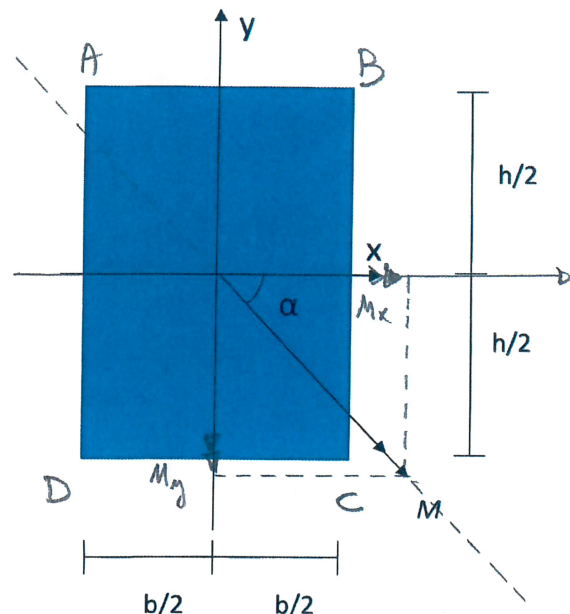


Figura 3.

- Sezione rettangolare  $\Rightarrow$  asse neutro  $nm \neq$  retta applicaz. momento  $M$
- Decomponiamo momento  $M$  in  $M_x$  e  $M_y$  orientati come gli assi di riferimento (= assi di simmetria = assi principali di inerzia).

• Componente  $M_x$ : asse neutro  $nm_x =$  asse  $x$   
 Punti più sollecitati = punti sulle superfici superiori e inferiori della sezione

$$\sigma_{M_x}^{\max} = \frac{M_x}{J_{xx}} \cdot \left(\frac{h}{2}\right) = \frac{M_x}{\frac{bh^3}{12}} \cdot \frac{h}{2} = 70,7 \text{ MPa}$$

• Componente  $M_y$ : asse neutro  $nm_y =$  asse  $y$   
 Punti + sollecitati = punti su superfici dx e sx della sezione

$$\sigma_{M_y}^{\max} = \frac{M_y}{J_{yy}} \cdot \left(\frac{b}{2}\right) = \frac{M_y}{\frac{hb^3}{12}} \cdot \frac{b}{2} = 94,3 \text{ MPa}$$

$\Rightarrow$

$$\sigma_M^{\max} = \frac{M_x}{J_{xx}} \cdot \frac{h}{2} + \frac{M_y}{J_{yy}} \cdot \frac{b}{2} = 165 \text{ MPa}$$

NOME :

COGNOME :

MATRICOLA :

SPAZIO RISERVATO AL DOCENTE:

4	2+10+4+8
5	2+4
Totale	

**CMI: Esercizio 4.**

In Figura 1 è rappresentata una struttura per trasmissione di potenza 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  $T$ . Le forze resistenti a regime di funzionamento sono rappresentate dalla forza  $F$  (uscende dal piano) e dalla forza  $P$ . La zona di calettamento della ruota (sezione H-H) presenta una variazione di sezione come mostrato in Figura 2. La ruota è posizionata a metà tra i cuscinetti in A e B:

Si richiede di:

- 1) Calcolare la forza resistente  $F$ .
- 2) Determinare le reazioni vincolari e i diagrammi delle azioni interne (solo momento flettente e torcente) separando i contributi delle forze fisse e rotanti nello spazio.
- 3) Riportare le azioni interne sulle sezioni H-H e K-K e identificare i punti maggiormente sollecitati.
- 4) Verificare le sezioni H-H e K-K, utilizzando i criteri più opportuni (trascurando taglio e azione assiale).

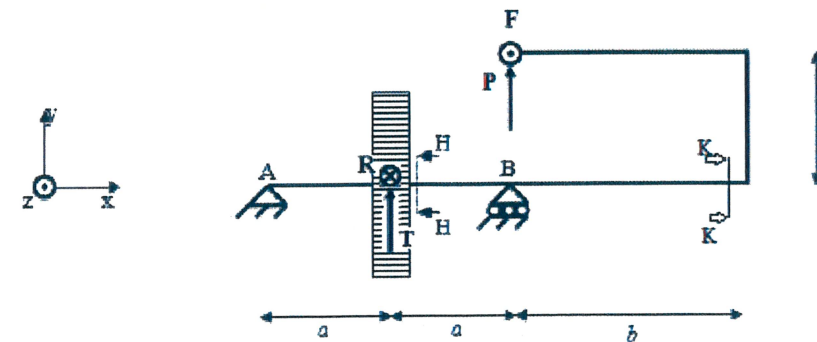


Figura 1. Sistema di trasmissione di potenza.

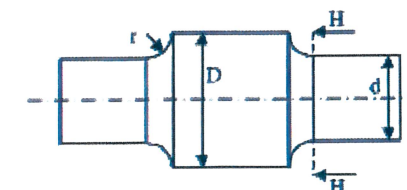


Figura 2: Dettaglio dell'albero nella zona di calettamento della ruota dentata.

• Punti più sollecitati globalmente = vertici B e D