

Politecnico di Milano - Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Anno accademico 2024-25

Costruzione di Macchine

(Prof. S. Bagherifard, Prof. F. Ballo, Prof. L. Patriarca)

Tema d'esame: 31 Gennaio 2025

NOME:

COGNOME:

MATRICOLA:

SPAZIO RISERVATO AL DOCENTE:

4	
5	
Totale	

Parte 2: Costruzione di macchine

Nota: Verranno valutate esclusivamente le risposte agli esercizi fornite sugli apposti fogli prestampati

CM: Esercizio 4.

In Figura è rappresentato lo schema di un sistema di trasmissione per nastro trasportatore. Un motore fornisce potenza all' Albero 1 sul quale è calettato un pignone. Tale pignone ingrana con una ruota dentata calettata sull'Albero 2. Su quest'ultimo è montato un tamburo sul quale è avvolto il nastro che viene sollecitato da una forza F da ritenersi costante e fissa rispetto al sistema di riferimento assoluto x - y - z . Entrambi gli alberi sono collegati al telaio mediante una coppia cerniera-carrello. Il vettore n riportato sull'Albero 1 indica il verso di rotazione.

Si chiede di:

- 1) calcolare la forza F e le spinte agenti sulle ruote (forza tangenziale T e radiale R);
- 2) disegnare i diagrammi di momento flettente, momento torcente e azione di taglio per l'Albero 2;
- 3) In condizioni statiche, indicare il/i punto/i più sollecitato/i della sezione k - k considerando soltanto le azioni interne di momento flettente e torcente. Eseguire inoltre la verifica a prima plasticizzazione della stessa sezione utilizzando un coefficiente di sicurezza $\eta = 2$ e una coppia allo spunto pari a 1.5 volte quella nominale.
- 4) in condizioni di regime (coppia nominale) verificare la stessa sezione a fatica.

DATI: 1

$P = 15$ KW (Potenza fornita dal motore)
 $n = 300$ RPM (Velocità di rotazione del motore)

$D_{r1} = 70$ mm (diametro primitivo pignone 1)

$D_{r2} = 100$ mm (diametro primitivo ruota 2)

$D_p = 400$ mm (diametro tamburo)

~~$b = 60$ mm, $c = 200$ mm~~

$\theta = 20^\circ$ (angolo di pressione ruote dentate)

$d_2 = 20$ mm (Diametro dell'Albero 2)

$R_m = 800$ MPa; $R_{sn} = 600$ MPa
 (Caratteristiche del materiale degli alberi)

$b_2 = 0.88$; $b_3 = 0.9$

$K_{t, flessione} = K_{t, torsione} = 2.2$

$q = 0.85$ (sensibilità all'intaglio)

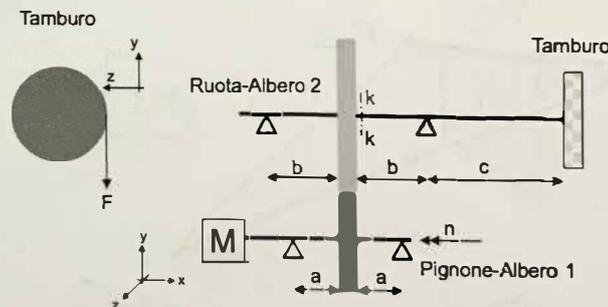
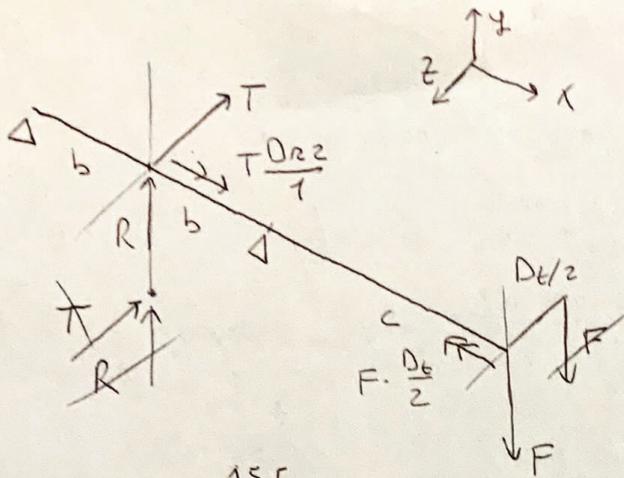


Figura 1. Schema del sistema di movimentazione del nastro. A sinistra vista del tamburo con carico. (Disegno non in scala)



$$P = 1000 \text{ W}$$

$$\omega_m = \frac{n_m \cdot 2\pi}{60} = 31,4 \text{ rad/sec}$$

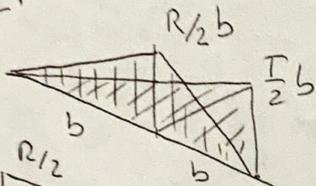
$$P = C_m \cdot \omega_m \rightarrow C_m = \frac{P}{\omega_m} = 31,8 \text{ Nm}$$

$$C_m = T \cdot \frac{D_{e1}}{2} \rightarrow T = \frac{2 \cdot C_m}{D_{e1}} = 909,5 \text{ N}$$

$$\tan 20^\circ = \frac{R}{T} \rightarrow R = T \cdot \tan 20^\circ = 331 \text{ N}$$

$$M_t = T \frac{D_{e2}}{2} = 45,5 \text{ Nm} \rightarrow M_t = F \frac{D_e}{2} \rightarrow F = \frac{2 \cdot M_t}{D_e} = 227,4 \text{ N}$$

$[R, T]$



$[M_t]$

$$M_{tR} = R/2 \cdot b = 9,93 \text{ Nm}$$

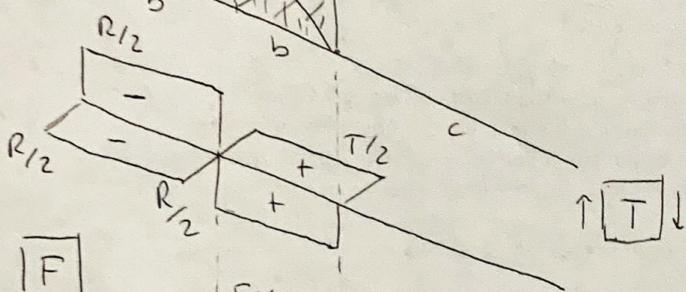
$$M_{tT} = T/2 \cdot b = 27,3 \text{ Nm}$$

$$M_{tF} = \frac{F \cdot c}{2} = 27,7 \text{ Nm}$$

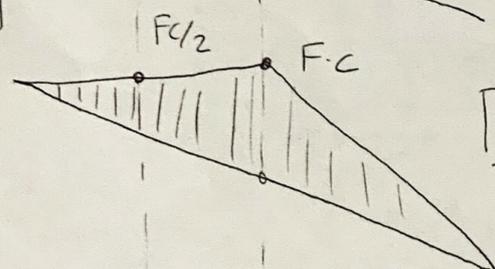
$$M_t = 45,5 \text{ Nm}$$

sezione
rotata

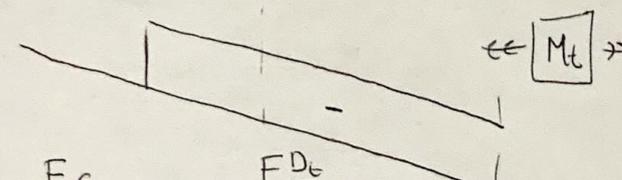
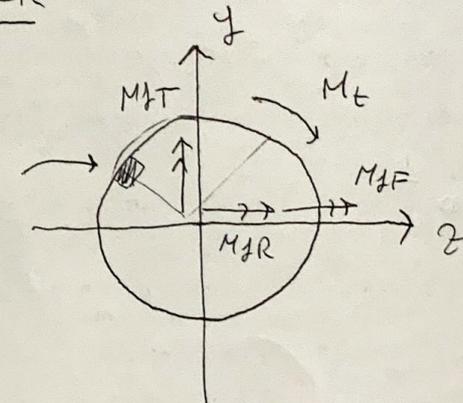
K-K



$[F]$



$[M]$

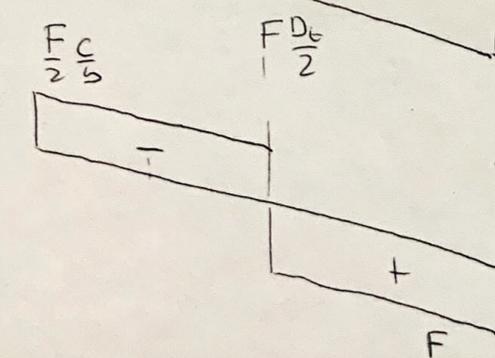


$[M_t]$

$$M_{y \text{ tot}} = \sqrt{M_{tT}^2 + (M_{tR} + M_{tF})^2} =$$

$$= 42,6 \text{ Nm}$$

$[F]$



$[T]$

$$\sigma_x = \frac{M_{\text{tot}} \cdot 32}{\pi d_2^3} = \frac{54,2}{\text{MPa}}$$

$$\tau = \frac{M_t \cdot 16}{\pi \cdot d_2^3} = \frac{29}{\text{MPa}}$$

sprung
+50%

$$\sigma_x = \frac{54,2}{0,5} = 108,4 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{29}{0,5} = 58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{VM}} = \sqrt{(k_{\text{tt}} \cdot \sigma_x)^2 + 3(k_{\text{tt}} \cdot \tau)^2} = 243,6 \text{ MPa} \leq \frac{R_{\text{sm}}}{\eta_{\text{pr}} \geq 2} \rightarrow \eta_{\text{pr}} = \frac{600}{243,6} = 2,5 \checkmark$$

$$\sigma_a = \sigma_x = 54,2 \text{ MPa}$$

$$\tau_m = \tau = 29 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{GP}} = \sqrt{\sigma_a^2 + \left(\frac{\sigma_{\text{lim}}}{\tau_{\text{lim}}}\right)^2 (k_{\text{tt}} \cdot \tau_m)^2} = 61,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{lim}} = \frac{0,5 \cdot R_m \cdot b_2 \cdot b_3}{k_{\text{eff}} = 1 + q(k_{\text{tt}} - 1) = 2,02} = 156,8 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\text{lim}} = \frac{R_{\text{sm}}}{\sqrt{3}} = 346,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{GP}} \leq \frac{\sigma_{\text{lim}}}{\eta} \rightarrow \eta = \frac{156,8}{61,4} = 2,6 \checkmark$$