

ESERCIZI PROPOSTI

Argomenti:

A1 Momento frenante M_{fr} – Albero motore

A2 Momento frenante M_{fr} – Volano

B Freno a nastro differenziale

C Freno a nastro

D1 Freno a ceppo – Apparecchio di sollevamento

D2 Freno a ceppo – Volano

E Freno a tamburo

F Freno a disco

A1 | Esercizio 1



L'albero motore di una macchina ha una frequenza di rotazione pari a 1600 giri/min; il momento resistente, dovuto all'attrito dei perni, è $M_r = 35 \text{ N} \cdot \text{m}$; il momento motore vale $450 \text{ N} \cdot \text{m}$; il momento d'inerzia delle masse volaniche è pari a $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Si richiede di determinare l'entità del momento frenante necessario per ridurre la velocità di rotazione a 380 giri/min in 8 secondi.

$$[\omega_0 \approx 167,55 \text{ rad/s}; \omega_f \approx 39,79 \text{ rad/s}; M_{fr} \approx 574,7 \text{ N} \cdot \text{m}]$$

A2 | Esercizio 2



Determinare il momento frenante necessario per fermare in 4 secondi delle masse volaniche rotanti con velocità angolare $\omega_0 = 125 \text{ rad/s}$; il momento motore è $M_m = 1100 \text{ N} \cdot \text{m}$; il momento resistente è di entità trascurabile. Le masse in rotazione hanno un momento d'inerzia pari a $18 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$.

$$[M_{fr} \approx 1662,5 \text{ N} \cdot \text{m}]$$

B | Esercizio 3

Calcolare il momento frenante, le tensioni sui due rami del nastro e la forza che si deve applicare alla leva di comando di un freno a nastro differenziale a comando manuale, che deve arrestare in 0,6 secondi un carico $Q = 7 \text{ kN}$. Il carico è sospeso con una fune che si avvolge su un tamburo di diametro $d_1 = 0,65 \text{ m}$ e viene fatto scendere con velocità costante $v_0 = 1,8 \text{ m/s}$. Il tamburo di avvolgimento della fune ha momento d'inerzia di massa $J_1 = 2 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. Il momento d'inerzia di massa della puleggia del freno differenziale è $J_2 = 2,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$; trascurare il momento resistente dovuto all'attrito dei perni.

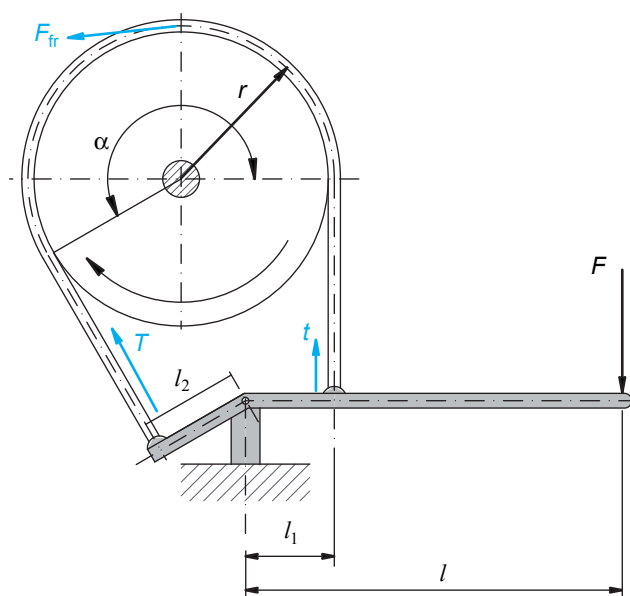
Le dimensioni di tentativo della leva, con riferimento ai simboli indicati in **Figura 1**, sono: $l_2 = 25 \text{ mm}$; $l_1 = 75 \text{ mm}$; $l = 500 \text{ mm}$. Il coefficiente d'attrito tra il nastro e la puleggia è $f = 0,2$; il diametro della puleggia è $d_2 = 0,9 \text{ m}$.

$$[J = 4,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2; M_m = 2275 \text{ N} \cdot \text{m}; \omega_0 \approx 5,54 \text{ rad/s}; M_{fr} \approx 2316,55 \text{ N} \cdot \text{m}]$$

Se si adotta un angolo di avvolgimento del nastro sulla puleggia $\alpha = 260^\circ$ (corrispondente a 4,538 radianti), si ha $e^{f\alpha} \approx 2,478$ e quindi $T \approx 8630,9 \text{ N}$, $t \approx 3483 \text{ N}$ e infine $F \approx 90,91 \text{ N}$

Figura 1

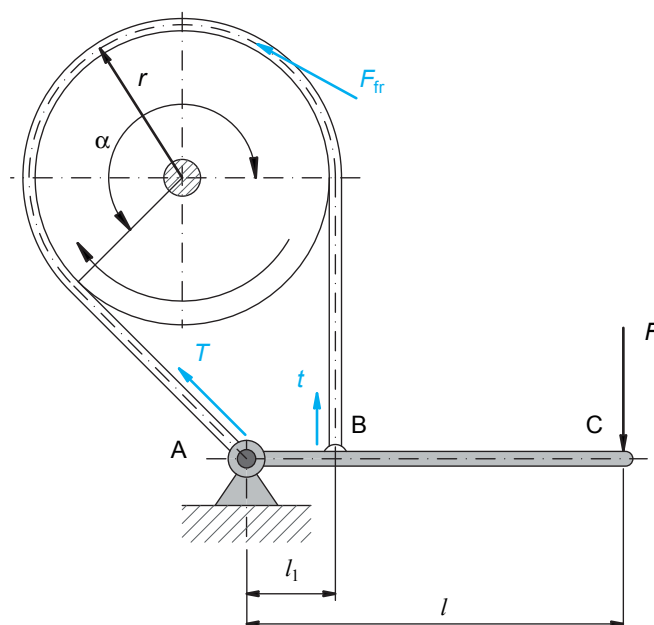
Freno a nastro differenziale (schema).

**C | Esercizio 4**

Un freno a nastro, realizzato secondo lo schema di **Figura 2**, ha le seguenti caratteristiche geometriche: $l = 750 \text{ mm}$, $l_1 = 65 \text{ mm}$; angolo di avvolgimento del nastro sulla puleggia $\alpha = 240^\circ$; sezione del nastro $60 \times 3 \text{ mm}$. Il carico unitario di sicurezza del materiale di cui è costruito il nastro è $\sigma_{adm} = 50 \text{ N/mm}^2$; il collegamento del nastro agli attacchi è stato realizzato con tre chiodi di diametro $d = 6 \text{ mm}$. Calcolare la forza massima che si può applicare all'estremità della leva di comando e la forza frenante corrispondente.

Figura 2

Freno a nastro ordinario (schema).



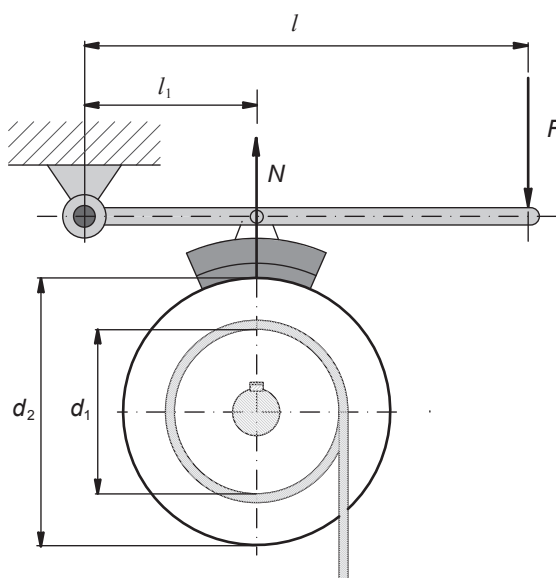
$[S_{res} = 126 \text{ mm}^2; T = 6300 \text{ N}.$ Se si pone $f = 0,18$ e dato che è $\alpha = 4,19$ radianti, risulta: $e^{f\alpha} = 2,13$ e quindi $t = 2957,75 \text{ N}$; $F_{max} \approx 256,3 \text{ N}$; $F_{fr} \approx 3342,25 \text{ N}$]

D1 | Esercizio 5

Una fune utilizzata in un apparecchio di sollevamento è messa in tensione da un peso $Q = 1100 \text{ N}$. La fune si avvolge su un tamburo di diametro $d_1 = 200 \text{ mm}$ solidale a un freno a ceppo a comando manuale (**Figura 3**). Il coefficiente d'attrito tra il ceppo e la puleggia del freno è $f = 0,4$; la puleggia ha diametro $d_2 = 320 \text{ mm}$. Calcolare la forza che occorre esercitare all'estremità della leva di comando del freno per mantenere in posizione il peso. Sono state assegnate inoltre le seguenti dimensioni: $l_1 = 80 \text{ mm}$; $l = 800 \text{ mm}$.

Figura 3

Freno a ceppo a comando manuale (schema).



[$M_0 = 110 \text{ N} \cdot \text{m}$ è il momento che fa scendere il peso;
per l'equilibrio dei momenti deve essere: $T = 687,5 \text{ N}$;
di conseguenza è: $N = 1718,75 \text{ N}$ e infine: $F \approx 171,88 \text{ N}$]

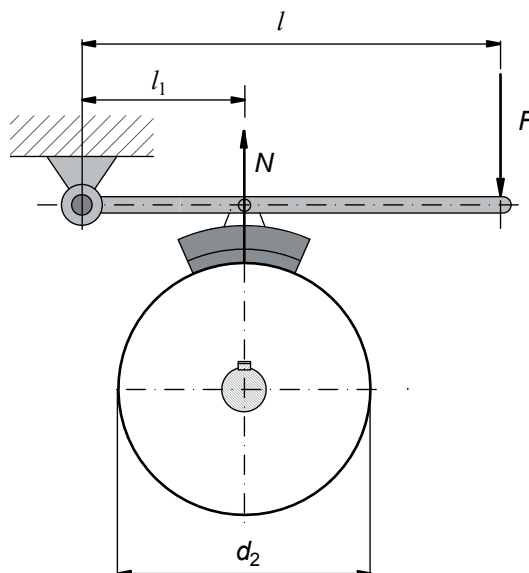
D2 | Esercizio 6

Un freno a ceppo a comando manuale viene utilizzato per arrestare un volano che ruota con frequenza di rotazione $n = 650 \text{ giri/min}$. Il volano è in acciaio, ha momento d'inerzia di massa $J = 14 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ e diametro $d = 0,7 \text{ m}$. Calcolare il peso che è necessario porre all'estremità della leva di comando per consentire al volano, a partire dall'istante d'inizio della manovra di frenatura, di effettuare al massimo 80 giri prima di fermarsi.

Sono state assegnate inoltre le seguenti dimensioni, con riferimento alla **Figura 4**: $l = 650 \text{ mm}$; $l_1 = 90 \text{ mm}$. Adottare come coefficiente d'attrito $f = 0,3$.

Figura 4

Freno a ceppo a comando manuale (schema).



[All'inizio della manovra di frenatura l'energia cinetica di rotazione vale ancora $E_1 \approx 32435 \text{ J}$, con $\omega_0 \approx 68,07 \text{ rad/s}$. Questa energia si trasforma integralmente, durante la frenatura, in lavoro d'attrito. Dato che è $\beta \approx 502,65 \text{ rad}$ l'angolo di cui ruota il volano nel corso di questa operazione, si ricava $M_{fr} \approx 64,53 \text{ N} \cdot \text{m}$, $T \approx 184,37 \text{ N}$, $N \approx 614,57 \text{ N}$ e infine $F \approx 85,09 \text{ N}$.

Occorre quindi porre all'estremità della leva una massa $m \approx 8,67 \text{ kg}$]

E | Esercizio 7

Sulle ruote posteriori di un autoveicolo di massa, a pieno carico, $m = 1300$ kg sono montati freni a tamburo. Se, per ipotesi, nel corso della frenata il carico si ripartisce per il 70% sulle ruote anteriori e per il 30% su quelle posteriori, calcolare il momento frenante che si rende necessario per ciascuna ruota posteriore per arrestare il veicolo. Assumere come coefficiente d'attrito tra lo pneumatico e la sede stradale asfaltata, asciutta, $f = 0,6$. Il diametro delle ruote è $d = 580$ mm.

[Il peso che si scarica sulle ruote posteriori è $Q = 3825,9$ N. Su ciascuna delle due ruote posteriori grava quindi un carico $Q_1 \approx 1913$ N. Il momento frenante, che durante la frenata deve eguagliare il momento di rotolamento, vale perciò: $M_{fr} \approx 332,9$ N · m]

F | Esercizio 8

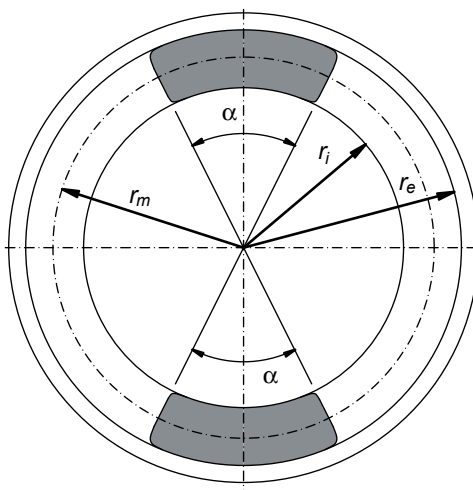
I pattini di un freno a disco hanno le seguenti dimensioni (**Figura 5**):

- raggio esterno: $r_e = 170$ mm;
- raggio interno: $r_i = 120$ mm;
- ampiezza angolare: $\alpha = 65^\circ$.

Il coefficiente d'attrito è $f = 0,5$; la pressione ammissibile è $p_{sp\ adm} = 0,25$ N/mm². Determinare il valore del momento frenante massimo che può essere realizzato dal freno a disco.

Figura 5

Elementi per la determinazione dei parametri principali del freno a disco.



[Dato che è: $r_m = 145$ mm e $\alpha \approx 1,134$ rad, si ricava: $M_{fr\ max} \approx 298,03$ N · m]