
FLESSIBILI

flexibles

Flessibili

Def.: I flessibili sono componenti meccanici dotati di grande rigidità flessionale (flessibilità) **The stiffness is flexible**

I flessibili si distinguono in:

- flessibilità nel materiale: *funi (cable)*, *cinghie (transmission o driving belt)*
- e *alberi flessibili (flexible shaft)*;
- flessibilità ottenuta dal moto relativo fra parti rigide: *catene (chain)*.

Sono impiegati come:

- moltiplicatori di sforzo negli organi di sollevamento;
- dispositivi di trasmissione della potenza tra assi paralleli;
- dispositivi di trasmissione della potenza lungo percorsi rettilinei (alberi flessibili).
- **Are employed as:**
- **multipliers in the lifting effort;**
- **devices of transmission of power between parallel axes;**
- **devices of transmission of power along straight paths (flexible shafts).**

Moltiplicatori di sforzo con flessibili

Over-gear (multiplier) of force with flexibles

Apparecchi di sollevamento:
Lifting mechanism

Puleggia fissa : Fixed pulley:

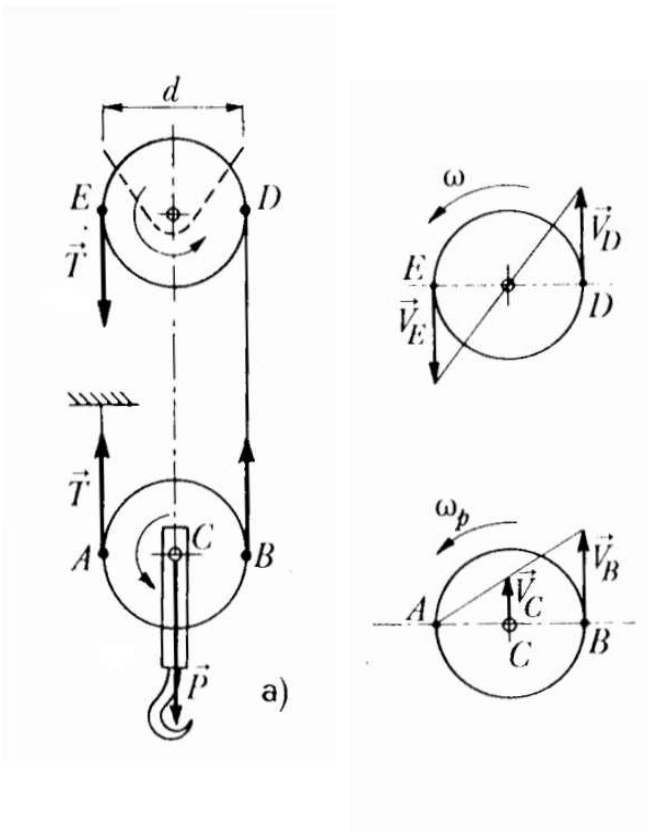
$$V_D = \omega \frac{d}{2}$$

Puleggia mobile: Mobile pulley:

$$V_B = \omega_p d; \quad V_C = \omega_p \frac{d}{2}$$

Poiché
because $V_D = V_B$

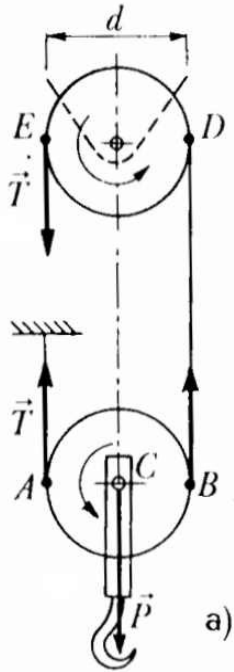
si ottiene
We have:
$$\begin{cases} \omega_p = \omega/2 \\ V_C = V_E/2 \end{cases}$$



Moltiplicatori di sforzo con flessibili

Caso ideale: (flessibile privo di rigidità e in assenza di attrito):

Ideal case: (flexible devoid of rigidity and in the absence of friction):



$$T = \frac{P}{2}$$

l'argano dimezza lo sforzo necessario a sollevare il carico.

the winch halves the effort required to lift the load

Caso reale:

- rigidità elastica;
- rigidità anelastica;
- attrito nei perni (hub).

Real case:

- elastic stiffness;
- inelastic stiffness;
- friction in the axle hubs (hub).

Moltiplicatori di sforzo con flessibili

Rigidezza elastica
elastic stiffness;

momento flettente
bending moment

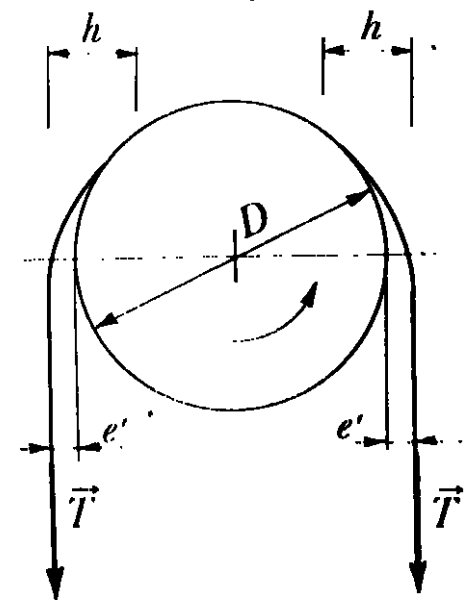
$$M_f = 2E_a J / D$$

$$M_f = Th$$

dalla teoria d'elasticità si ricava che:

$$e' = \frac{h}{2} \Rightarrow e' = \frac{E_a J}{TD}$$

eccentricity



Moltiplicatori di sforzo con flessibili

Rigidezza anelastica

Inelastic stiffness

la rigidezza anelastica è dovuta a fenomeni di attrito interno nel materiale flessibile:

inelastic stiffness is due to phenomena of internal friction in the flexible material

la forza di trazione T per vincere la forza resistente T' vale:

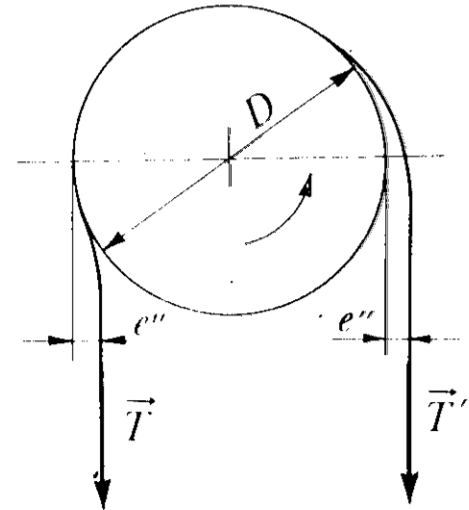
the traction force T to win the resistant force T' is:

$$T = T' \frac{D/2 + e''}{D/2 - e''}$$

e la potenza dissipata vale:

and the power dissipation is

$$P_w = (T - T')V = \frac{4T'Ve''}{D - 2e''}$$



Moltiplicatori di sforzo con flessibili

Attrito nei perni

Friction in the pin

La reazione vincolare del perno é tangente al cerchio d'attrito.

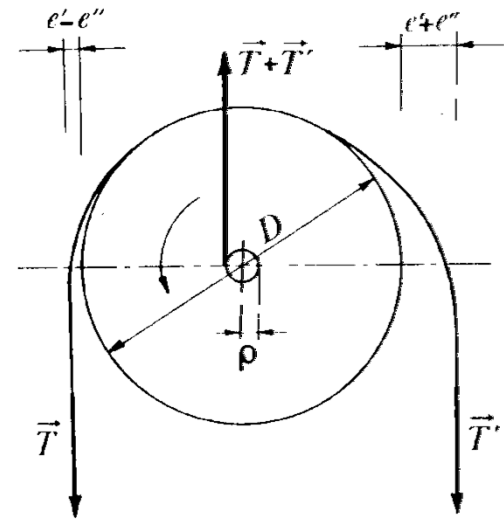
The reaction force of the pin is tangent to the circle of friction

Considerando le tre cause di perdita di potenza:
Considering the three causes of power loss

$$T(D/2 + (e' - e'') - \rho) = T'(D/2 + (e' + e'') + \rho)$$



$$T = T' \frac{D/2 + (e' + e'') + \rho}{D/2 + (e' - e'') - \rho}$$



Moltiplicatori di sforzo con flessibili

Tenendo conto che:

IF

$$\begin{cases} D \gg (e'' + \rho) \\ D \gg e' \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{T}{T'} \cong 1 + k}$$

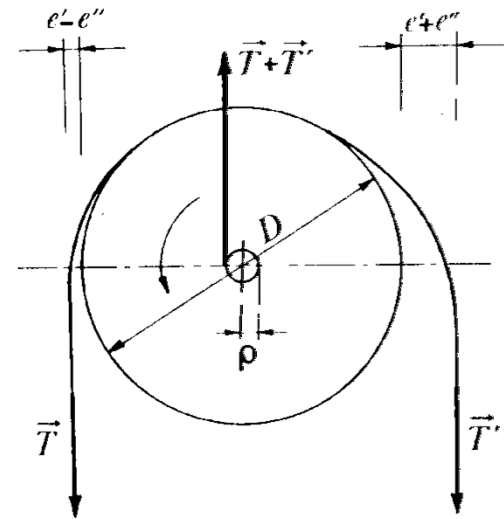
con: $k = \frac{4(e'' + \rho)}{D} < 1$

with

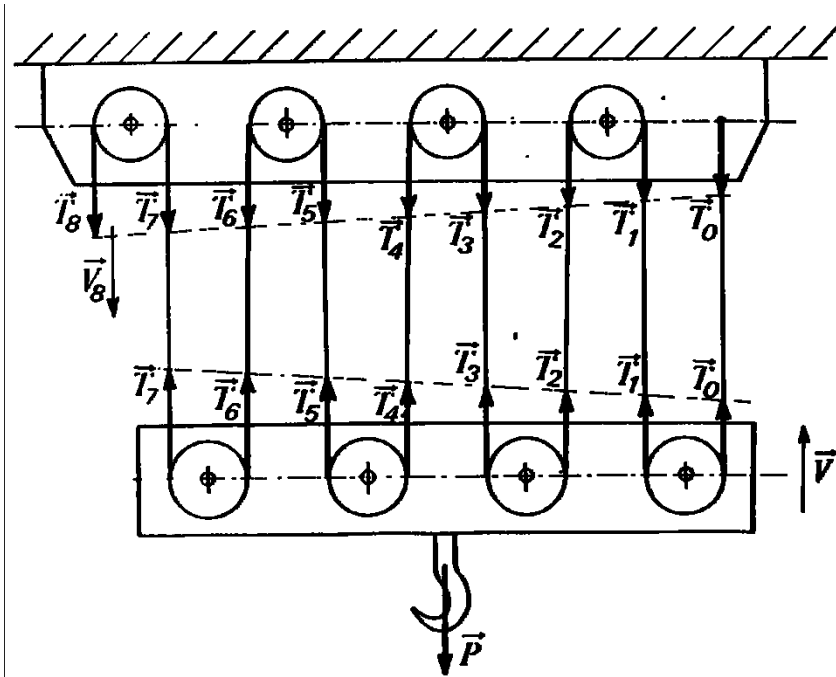
Poiché il modulo della velocità è costante, il rendimento vale:

Since the modulus of the velocity is constant, the yield is:

$$\boxed{\eta = \frac{T'V}{TV} = \frac{1}{1+k}}$$



Paranchi di Sollevamento **Hoists Lifting**



$$\left\{ \begin{array}{l} T_1 = (1+k) T_0 \\ T_2 = (1+k) T_1 \\ T_3 = (1+k) T_2 \\ \dots \\ T_7 = (1+k) T_6 \\ T_8 = (1+k) T_7 \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} T_1 = (1+k) T_0 \\ T_2 = (1+k)^2 T_0 \\ T_3 = (1+k)^3 T_0 \\ \dots \\ T_7 = (1+k)^7 T_0 \\ T_8 = (1+k)^8 T_0 \end{array} \right.$$

per l'equilibrio dell'elemento (*bozzello*) mobile:

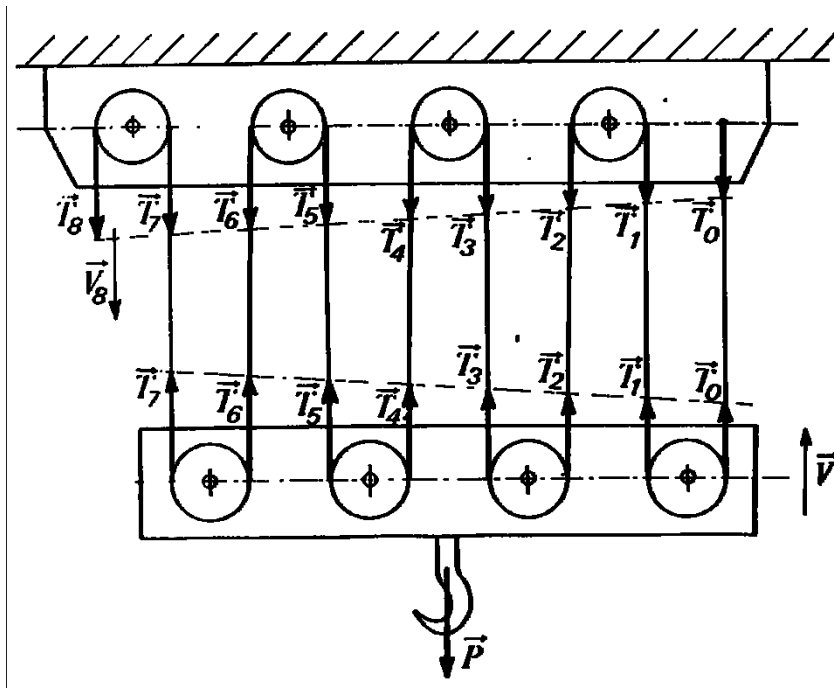
for the balance of the element (**block**) Mobile:

$$P = \sum_{n=0}^7 T_n = T_7 + T_6 + T_5 + \dots + T_0$$

$$P = T_0 (1+k)^7 + T_0 (1+k)^6 + \dots + T_0$$

$$\Rightarrow P = T_0 \left[\sum_{n=0}^7 (1+k)^n \right]$$

Paranchi di Sollevamento



$$T_0 = \frac{P}{\left[\sum_{n=0}^7 (1+k)^n \right]}$$

la forza motrice vale:
the driving force applies:

$$T_8 = (1+k)^8 T_0$$



$$T_8 = \frac{(1+k)^8 P}{\sum_{n=0}^7 (1+k)^n}$$

se le perdite sono nulle: $k = 0 \Rightarrow T_8 = P/8$
if the losses are zero:

la velocità di avvolgimento del motore vale:
the winding speed of the engine is

$$V_8 = 8 \cdot V$$