

# Macchine composte

---

 [edutecnica.it/meccanica/mc/mc.htm](http://edutecnica.it/meccanica/mc/mc.htm)

## Macchine composte

La funzione di una macchina può essere diversa a secondo della casistica.

Funzione statica: quando serve ad equilibrare una forza con un'altra forza diversa e non giacente sulla stessa linea di azione (bilancia).

Funzione dinamica: quando serve ad equilibrare il lavoro di una forza resistente mediante il lavoro opposto di una forza motrice (piano inclinato, carrucola, verricello).

Funzione geometrica: quando serve a produrre uno spostamento tramite un altro spostamento diverso (leva composta).

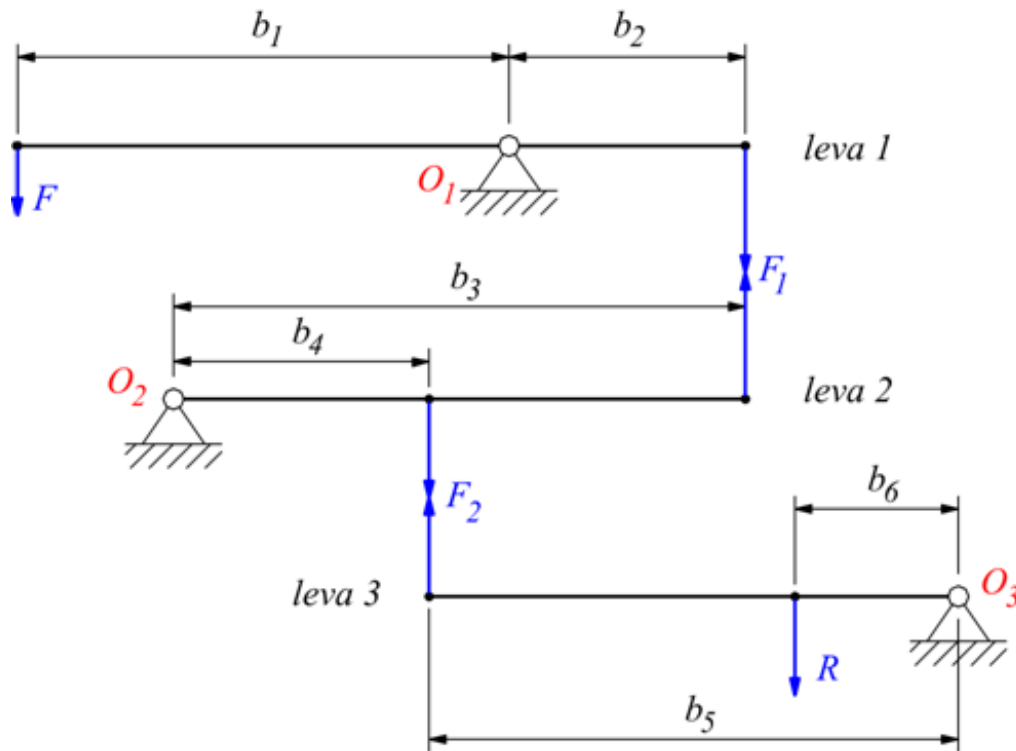
Funzione cinematica: quando serve a produrre un movimento mediante un altro movimento diverso per velocità e direzione.

In definitiva, col termine 'macchina' si intende un congegno o un complesso meccanico che ha la funzione di trasformare un'energia di una forma in un'energia di un'altra forma utilizzabile direttamente.

Le macchine composte sono costituite da due o più macchine semplici collegate fra loro in modo da ottenere il principio di sovrapposizione degli effetti.

## Leva composta

La leva composta è costituita da più leve collegate fra loro in modo che la prima agisca sulla seconda e questa ultima sulla terza e così di seguito. Nello schema seguente un sistema di tre leve è sottoposto alla forza  $F$  per equilibrare una resistenza  $R$  attraverso le forze intermedie  $F_1$   $F_2$ .



Dobbiamo scrivere l'equazione di equilibrio dei momenti per ciascuna leva. leva 1 (di 1° genere) fulcrata in  $O_1$

leva 2 (di 2° genere) fulcrata in  $O_2$ :

$$F \cdot b_1 = F_1 \cdot b_2 \quad \longrightarrow \quad F_1 = \frac{F \cdot b_1}{b_2}$$

$$F_1 b_3 = F_2 b_4 \quad \longrightarrow \quad F_2 = \frac{F_1 b_3}{b_4} \quad \longrightarrow \quad F_2 = F \frac{b_1 b_3}{b_2 b_4}$$

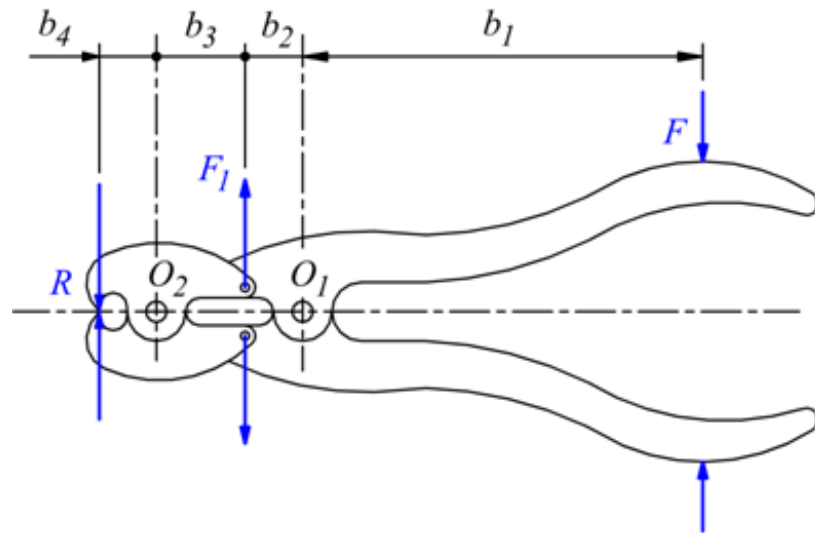
3° leva (3° genere) fulcrata in  $O_3$

$$F_2 \cdot b_5 = R \cdot b_6 \quad \longrightarrow \quad R = \frac{F_2 \cdot b_5}{b_6} \quad \longrightarrow \quad R = F \frac{b_1 b_3 b_5}{b_2 b_4 b_6}$$

Si nota come in un sistema di leve, la forza resistente è uguale alla forza equilibrante moltiplicata per il rapporto fra il prodotto dei bracci delle forze intermedie, diviso il prodotto dei bracci delle resistenze intermedie.

Tronchesino

E' un utensile formato da due coppie di leve che permettono di tagliare con la forza di una sola mano pezzi metallici di un certo spessore. Le due coppie di leve sono fulcrate in  $O_1$  e  $O_2$  e moltiplicano lo sforzo applicato all'impugnatura secondo la regola generale della leva composta già vista.



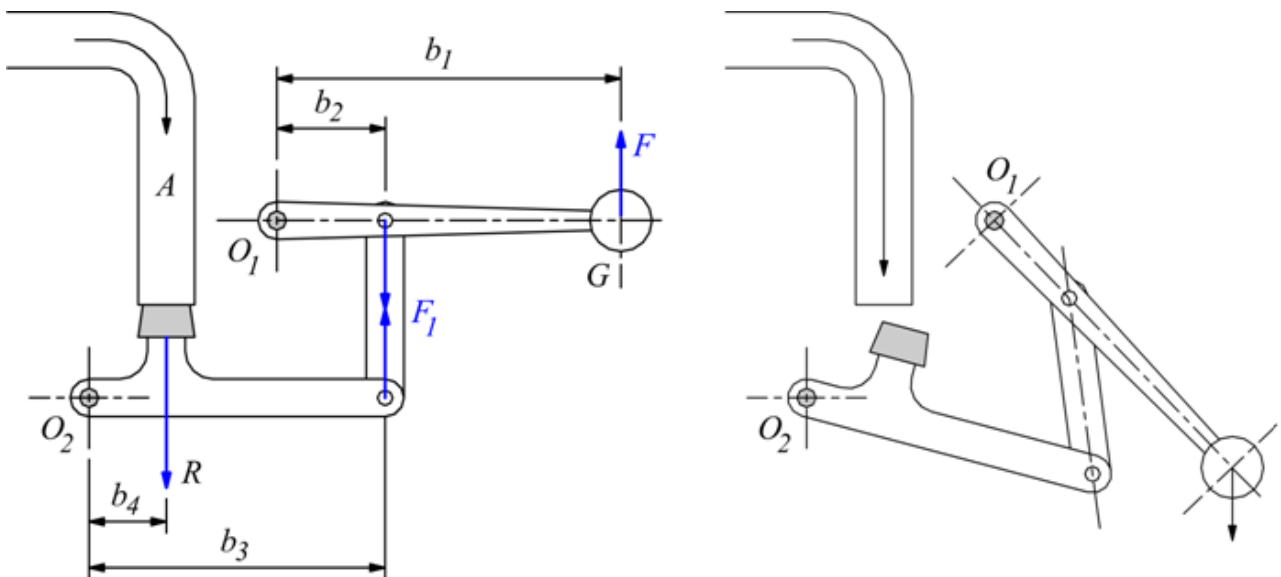
Consideriamo per esempio i seguenti valori:  $b_1=150\text{mm}$   $b_2=15\text{mm}$   $b_3=15\text{mm}$   $b_4=10\text{mm}$

Per 1 N di forza sull'impugnatura risultano 15N disponibili sul pezzo da tagliare.

$$F = R \cdot \frac{b_2 b_4}{b_1 b_3} = R \cdot \frac{15 \cdot 10}{150 \cdot 15} = \frac{R}{15}$$

Chiusura idraulica con galleggiante

E' un dispositivo che viene usato per chiudere il flusso di acqua in un recipiente quando è pieno .



Il galleggiante G, segue il livello dell'acqua, comanda tramite due leve fulcrate in  $O_1$  e  $O_2$  il tappo T del tubo di immissione dell'acqua; in questo sistema vale la regola :

assegnando ai bracci i valori arbitrari

$b_1=200\text{mm}$   $b_2=25\text{mm}$   $b_3=50\text{mm}$   $b_4=20\text{mm}$  avremo:

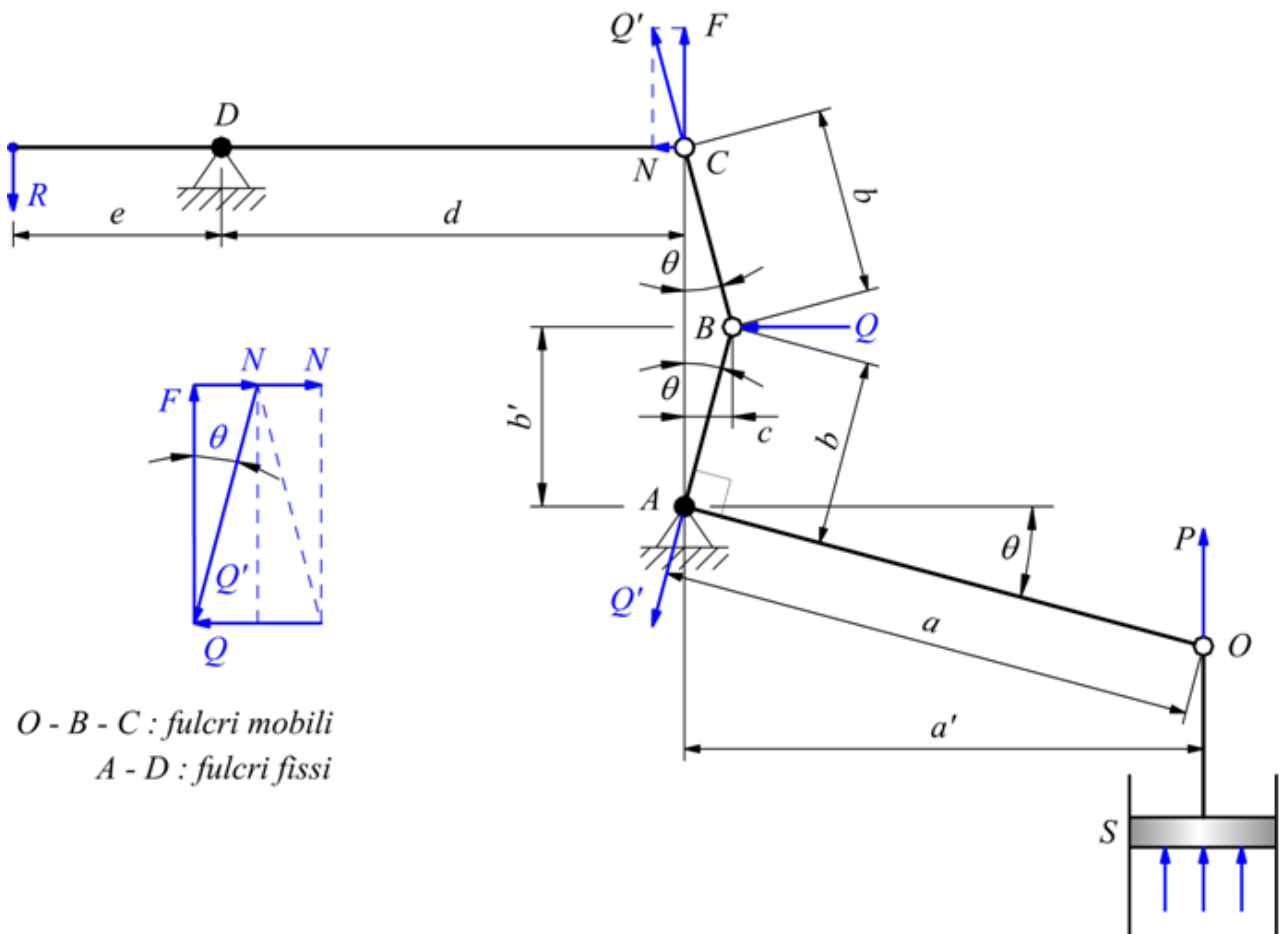
$$F = R \cdot \frac{b_2 \cdot b_4}{b_1 \cdot b_3}$$

Leva articolata

Le leve articolate sono particolari leve composte che hanno fulcri fissi e mobili sono utilizzate nei sistemi delle attrezzature meccaniche.

Il disegno seguente rappresenta una leva articolata con comando pneumatico per il bloccaggio di pezzi meccanici.

$$F = R \cdot \frac{25 \cdot 20}{200 \cdot 50} = R \cdot \frac{1}{20}$$



L'aria compressa agisce sul pistone S con una certa pressione P la quale trasmette per mezzo della leva a squadra OAB, provocando in B una spinta orizzontale Q. Questa spinta comprime le aste articolate AB e BC di uguale lunghezza b, decomponendosi nelle loro direzioni longitudinali con le forze Q'. Queste si trasmettono ai fulcri A e C decomponendosi ulteriormente secondo le forze N ed F.

La forza F è la componente utile che provoca, tramite l'ultima leva, una forte pressione R di chiusura sul pezzo. A questo punto, il dispositivo è chiuso e il pezzo è bloccato, esso rimane in tali condizioni finchè non viene tolta l'aria compressa per sbloccare il pezzo. Dal disegno si osserva il triangolo di equilibrio delle forze Q',F ed N.

Si possono ricavare le relazioni:

Il valore dell'angolo  $\theta$  si ottiene dalle aste articolate centrali

$$N = \frac{Q}{2} \qquad F = \frac{N}{\operatorname{tg}\theta} = \frac{Q}{2 \cdot \operatorname{tg}\theta}$$

$$\sin\theta = \frac{c}{b}$$

una cinematica del dispositivo, è illustrata nel seguente schema:

## Paranco semplice

E' costituito dalla combinazione di una carrucola mobile e di una carrucola fissa. La prima permette di equilibrare una resistenza con metà forza mentre la seconda permette di invertire verso il basso la direzione della forza agente. L'equazione di equilibrio è quella della carrucola mobile:

$$F = \frac{R}{2}$$

Le resistenze passive si moltiplicheranno e per trovare la forza effettiva  $F_e$  dovremo dividere la  $F$  per il rendimento delle due carrucole

$$F_e = \frac{F}{\eta_1 \eta_2}$$

## Paranco multiplo

E' costituito da una serie di carrucole mobili contenute in un'unica staffa e una serie di carruole fisse pure contenute in un'unica staffa, collegate fra loro mediante fune o catena. Il disegno rappresenta un tipo di paranco multiplo a carrucole affiancate.

Le carrucole mobili hanno la funzione di dimezzare ognuna il carico; quelle fisse hanno la funzione di capovolgere la fune verso il basso.

Osservando la figura vediamo che il carico è sorretto dai tratti di fune 1,2,3,4,5,6 tutti tesi allo stesso modo data la posizione simmetrica del carico.

Ogni tratto sopporterà un  $\frac{1}{6}$  di  $R$ : quindi la forza  $F$  equilibrante sarà uguale al carico di uno dei sei tratti di fune, perché l'ultimo rinvio sulla carrucola fissa cambia solo direzione alla forza e non intensità

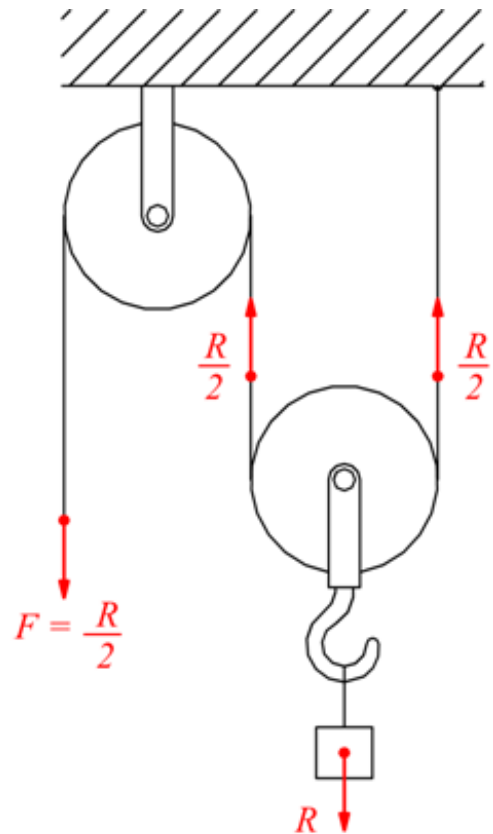
$$F = \frac{R}{n}$$

In un paranco multiplo non sempre il numero delle carrucole mobili è uguale al numero delle carrucole fisse.

Si potrebbe avere ad esempio un paranco con tre carrucole fisse e due carrucole mobili.

Si può notare allora come il numero di tratti utili di fune è il doppio delle carrucole mobili.

La formula precedente va dunque corretta come

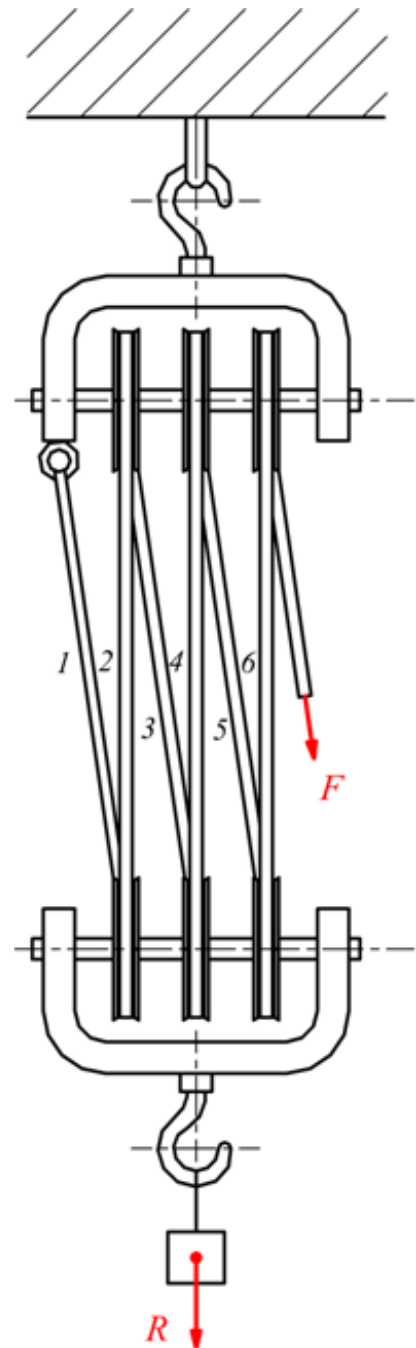


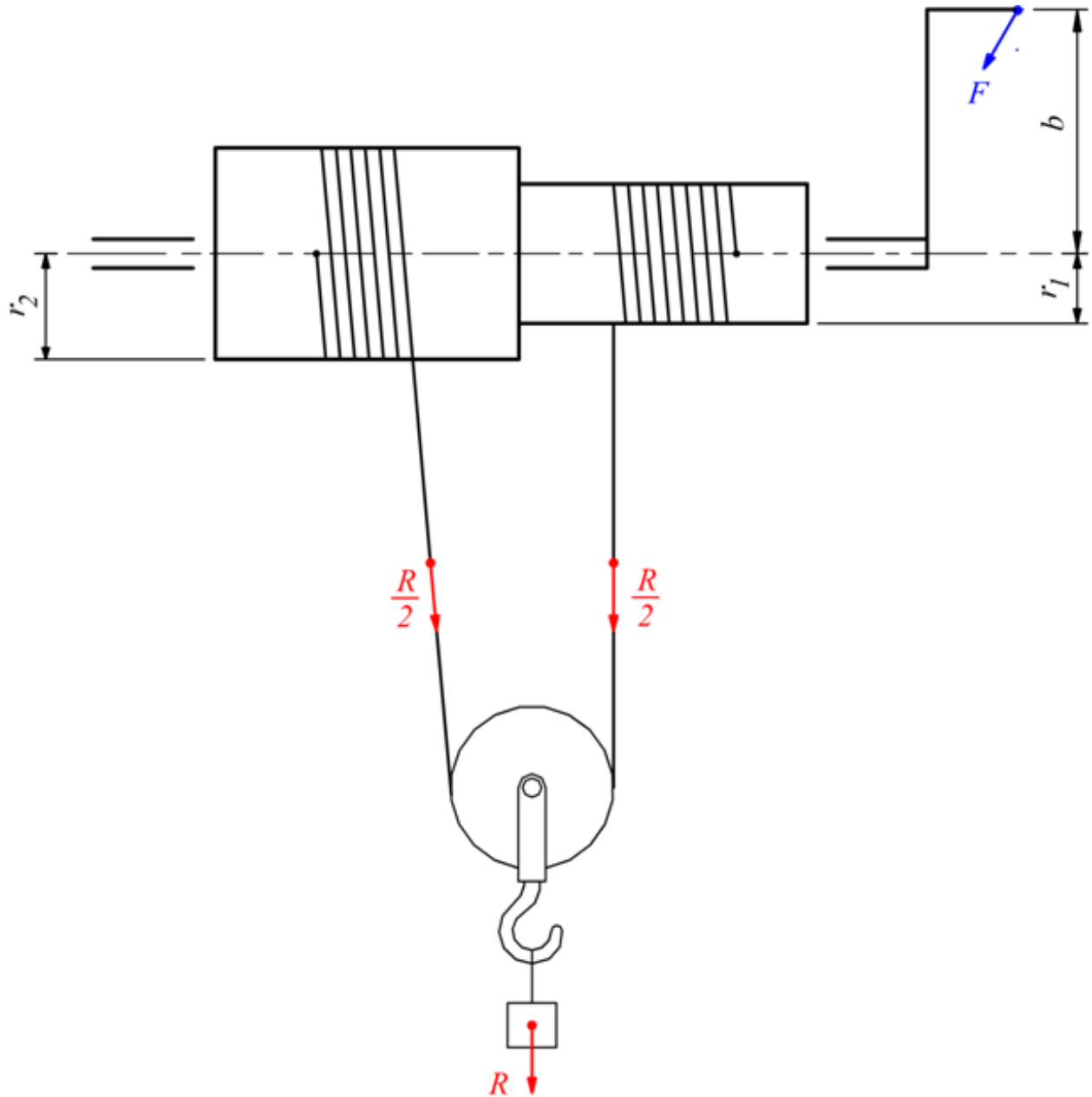
$$F = \frac{R}{2n_{cm}} \quad \text{con } n_{cm} = \text{numero di carrucole mobili}$$

### Verricello differenziale

Chiamato anche verricello cinese. Differisce dal verricello semplice perché ha il tamburo con raggi diversi.

Il capo della fune è fissato sulla parte di tamburo di raggio maggiore  $r_2$  o dove la fune si avvolge per alcuni giri poi scende per passare alla gola di una carrucola mobile quindi sale e si avvolge in senso inverso sulla parte di tamburo con raggio minore  $r_1$ , sul quale è fissata per l'altro capo perciò, durante il funzionamento, la fune si avvolge su una parte del tamburo e si svolge sull'altra. La forza  $F$  è applicata alla manovella di braccio  $b$ , solidale all'asse del tamburo: i due tratti di fune che si dipartono dalla carrucola portano ognuno metà del carico  $R$ .





Con la rotazione della manovella in senso orario si ha il sollevamento del carico, perché la fune si avvolge sul tamburo maggiore e si svolge da quello minore.

Per cui si avranno due momenti: un momento resistente  $\frac{R}{2} \cdot r_2$  ed un momento

$\frac{R}{2} \cdot r_1$  concorde con il momento motore  $F \cdot b$ . L'equilibrio è dato da

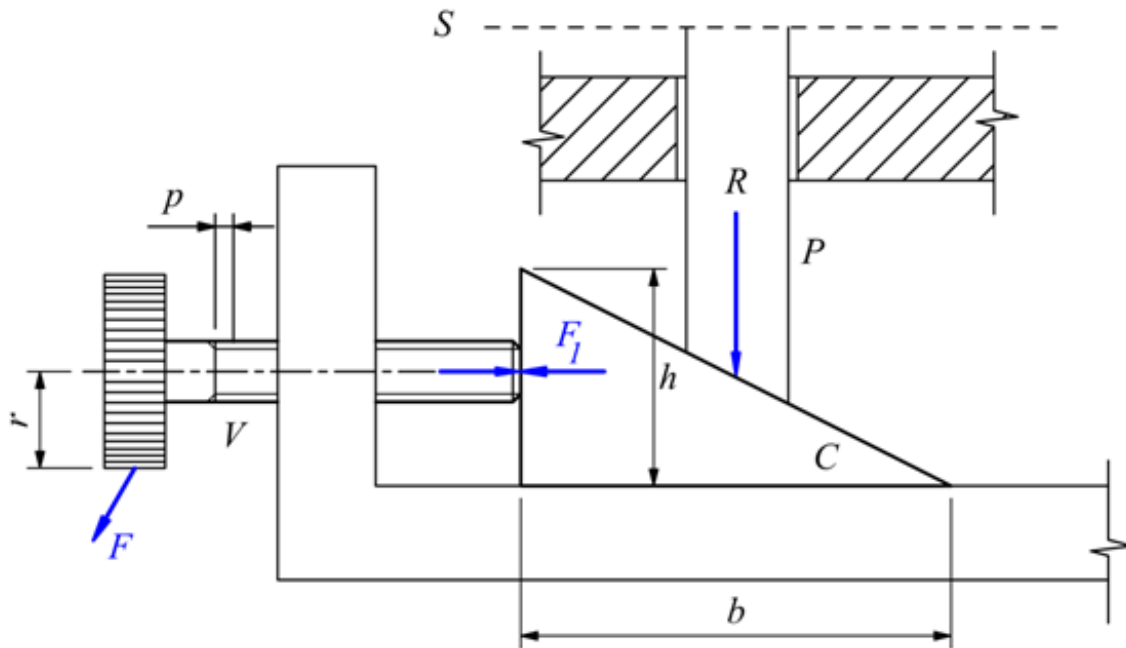
$$Fb + \frac{R}{2} \cdot r_1 - \frac{R}{2} \cdot r_2 = 0 \longrightarrow Fb = \frac{R}{2} \cdot r_2 - \frac{R}{2} \cdot r_1 = \frac{R}{2}(r_2 - r_1)$$

quindi

## Sistema vite-cuneo

Si tratta di una macchina composta usata per esercitare forti pressioni nella chiusura di attrezzature meccaniche.

$$F = \frac{R}{2} \cdot \frac{(r_2 - r_1)}{b}$$



Una vite  $V$  con passo  $p$  spinge il cuneo  $C$  contro il perno  $P$  che va ad esercitare la pressione  $R$ .

La forza agente  $F$  viene applicata ad una manopola di raggio  $r$  della vite e ad ogni giro viene compiuto il lavoro  $F \cdot 2\pi \cdot r$  provocando la spinta intermedia  $F_1$  contro il cuneo, che a sua volta produce il lavoro  $F \cdot p$ .

Per il principio dei lavori virtuali si ha:

La forza  $F_1$  spingendo il cuneo per una lunghezza  $F_1 \cdot b$  contrastando il corrispondente lavoro resistente  $R \cdot h$ , quindi:

$$F \cdot 2\pi \cdot r = F_1 \cdot p \longrightarrow F_1 = \frac{F \cdot 2\pi \cdot r}{p}$$

$$F_1 \cdot b = R \cdot h \longrightarrow \frac{F \cdot 2\pi \cdot r}{p} \cdot b = R \cdot h \longrightarrow R = \frac{F \cdot 2\pi \cdot r \cdot b}{p \cdot h}$$

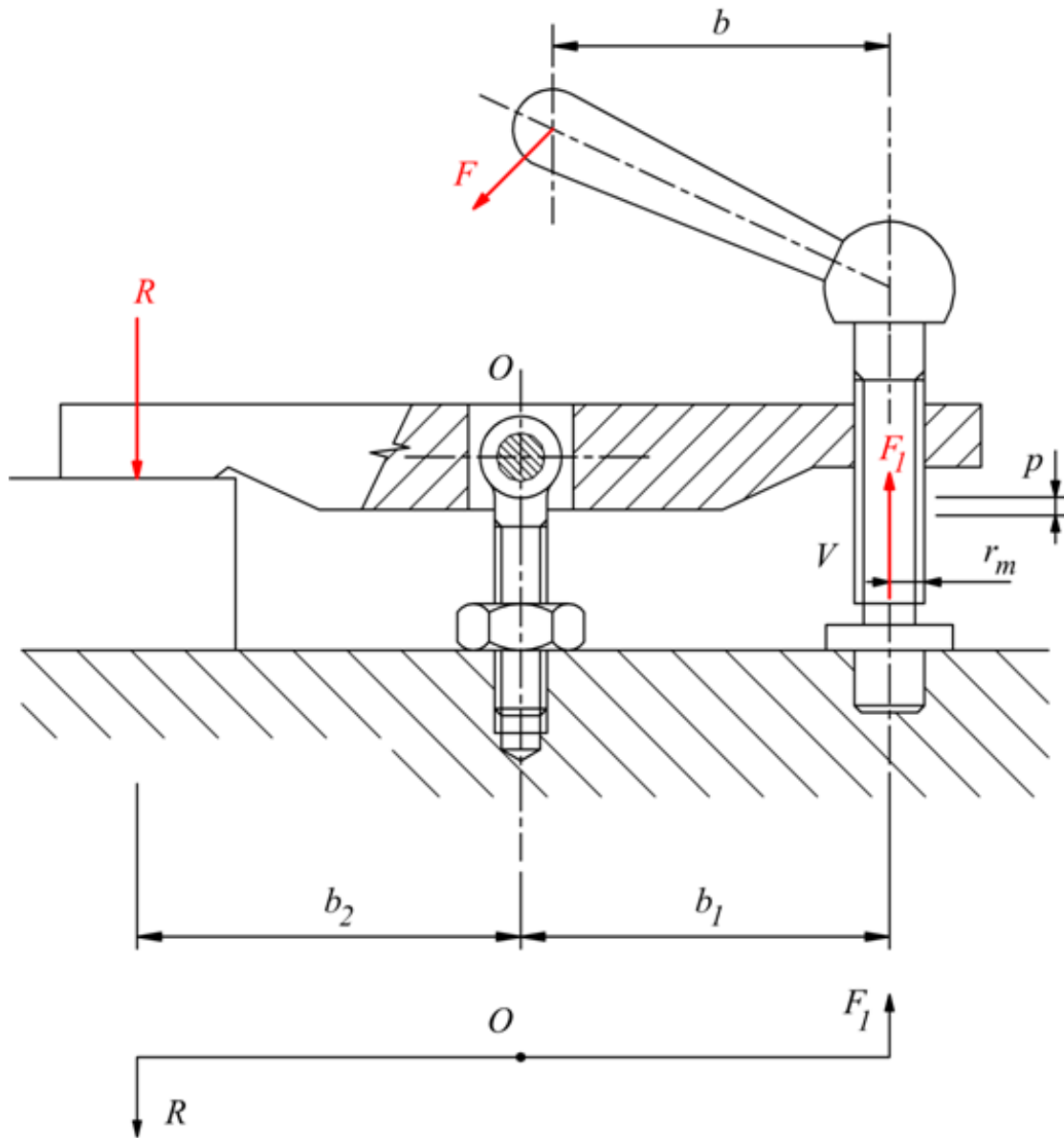
## Sistema vite-leva

Si tratta di una macchina composta dove vi è una vite che agisce ad una estremità di una leva.

Anch'essa viene usata per effettuare delle chiusure meccaniche per dei pezzi in lavorazione.

La figura seguente rappresenta un sistema vite-leva di primo genere, fulcrata in  $O$ . Lo sforzo  $F$  agisce tramite una maniglia che ha braccio  $b$ , viene dunque generata sulla vite  $V$  una forza assiale  $F_1$  che diventa la forza agente della leva con braccio  $b_1$  e provocando sul pezzo una pressione  $R$  di braccio  $b_2$ .





Determiniamo il valore della pressione  $R$  di chiusura notando che lo sforzo  $F$  applicato al raggio medio  $r_m$  della vite di passo  $p$  per l'equilibrio abbiamo

Indicando con  $\theta$  l'inclinazione dei filetti della vite si ha

$$F \cdot 2\pi \cdot r_m = F_1 \cdot p \longrightarrow F = \frac{F_1 \cdot p}{2\pi \cdot r_m}$$

Come si è già potuto notare lo sforzo applicato alla maniglia del braccio  $b$  viene conglobato nei calcoli come

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{p}{2\pi \cdot r_m} \longrightarrow F = F_1 \cdot \operatorname{tg}\theta$$

Indicando con  $\phi$  l'angolo di attrito della vite abbiamo che per avere lo sforzo effettivo  $F_e$  l'espressione precedente diventa:

$$F = F_1 \cdot \frac{r_m}{b} \cdot \operatorname{tg}\theta$$

$$F_e = F_1 \cdot \frac{r_m}{b} \cdot \text{tg}(\theta + \phi) \longrightarrow F_1 = F_e \cdot \frac{b}{r_m \cdot \text{tg}(\theta + \phi)}$$

Scrivendo l'equazione dei momenti per la leva

Sostituendo ad  $F_1$  l'espressione trovata in precedenza possiamo rappresentare lo sforzo di chiusura come

$$F_1 \cdot b_1 = R \cdot b_2 \longrightarrow R = \frac{F_1 \cdot b_1}{b_2}$$

$$R = F_e \cdot \frac{b \cdot b_1}{b_2 \cdot r_m \cdot \text{tg}(\theta + \phi)}$$