



Dimensionamento dei motori passo – passo

1 Dimensionamento per azionamento vite - madrevite

Consideriamo il caso di un motore passo-passo che aziona una vite con madrevite. La fig.1.1 schematizza la catena cinematica.



Fig. 1.1 Schematizzazione cinematica

Simboli e variabili

F = forza totale = $F_{\text{tavola}} + F_{\text{carico di lavoro}} + F_{\text{precarica}} + F_{\text{traslazione}}$ [N]

h = passo della vite [cm]

r_b = raggio medio della vite [cm]

μ_b = coefficiente di attrito vite-madrevite

L = lunghezza della vite [cm]

n = rapporto degli ingranaggi

η = coefficiente d'efficienza per convertire la forza assiale in coppia = $\frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \phi)}$

Valori empirici

Alcuni valori dei coefficienti si ricavano empiricamente dall'esperienza.

$\eta = 0.9$ per viti a circolazione di sfere

$\eta = 0.3$ per viti in acciaio con chiocciola in bronzo

$r_b * \mu_b = 0.015$ cm per cuscinetti

$r_b * \mu_b = 0.15$ cm per bronzine

$F_{\text{precarica}}$

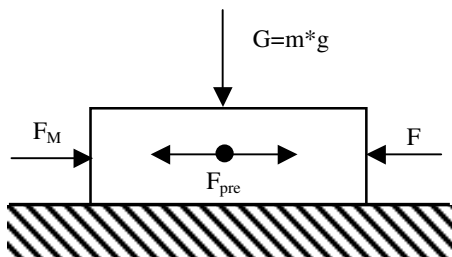
@ 10% di precarica e $h = 5\text{mm}$ → 11N – 15N

@ 20% di precarica e $h = 5\text{mm}$ → 22N – 30N

@ 10% di precarica e $h = 10\text{mm}$ → 40N – 60N

@ 20% di precarica e $h = 10\text{mm}$ → 80N – 120N

Rappresentazione della forza verticale



La figura a lato schematizza l'azione della forza verticale.

G = Peso del carro e della struttura [kg]

F_M = Forza di movimentazione [N]

F_{pre} = Forza di precarico

g = accelerazione di gravità 9.81m/s^2

m = massa [kg]



La forza necessaria alla traslazione sarà data da:

$$F = \mu * G + F_M + F_{pre} \text{ [N]}$$

Dove μ è il coefficiente di attrito; valori empirici di questo coefficiente sono:

Valori di μ	A Secco	Lubrificato
Acciaio su acciaio	0.18	0.12
Acciaio su ferro di fusione	0.19	0.10
Acciaio su bronzo	0.11	0.10
Guide assiali		
Cuscinetti	-	0.005

Esempio di calcolo

$$G = 19.62 \text{ N (2kg)}$$

$$\mu = 0.1$$

$$\eta = 0.3$$

diametro della vite $d=20\text{mm}$

lunghezza della vite $L=800\text{mm}$

passo della vite $h = 5\text{mm}$

spostamento max. = 700mm

$$F_A = 0.35$$

Calcolo della coppia di carico

$$T_L = F \left(\frac{h}{2\pi\eta} + r_B * \mu_B \right) * \frac{1}{n} \text{ [Ncm]}$$

$$F = \mu * G + F_A + F_{pre} = 0.1 * 19.62 + 0.35 + 15 = 17.313 \text{ [N]}$$

$$T_L = 17.313 \left(\frac{0.5}{6.28 * 0.3} + 0.015 \right) = 4.85 \text{ N Coppia per traslazione}$$

Momenti d'inerzia

Momento d'inerzia rotatorio In pratica si considera il solo momento d'inerzia della vite

$$J_{rot} = 0.5 * \pi * r^4 * L * \gamma$$

Dove

γ = peso specifico in kg/cm^3

L = lunghezza in cm

r = raggio in cm

$$J_{rot} = 0.5 * 3.14 * 1^4 * 80 * 7.85 * 10^{-3} = 0.986 \text{ kgcm}^2$$



Momento d'inerzia traslatorio

$$J_{tras} = m\left(\frac{h}{2\pi}\right)^2 = 2\left(\frac{0.5}{6.28}\right)^2 = 0.0126 \text{ kgcm}^2$$

Momento d'inerzia esterno totale

$$J_{ext_t} = J_{rot} + J_{tras} = 0.986 + 0.0126 = 0.9986 \text{ kgcm}^2$$

Il valore di J_{ext_t} determina la scelta del motore. Tutti i costruttori forniscono, per ogni motore, un grafico dove il valore del massimo J_{ext_t} ammissibile è funzione della frequenza dei passi/s e/o passi/1'.

Il tempo minimo di accelerazione si determina in funzione del momento d'**inerzia totale** e della coppia massima fornita dal motore.

$J_T = J_M + J_{ext_t}$ dove J_M è il momento d'inerzia del motore e J_{ext_t} ' riferito all'asse motore, quindi avremo:

$$J_T = J_M + \frac{1}{n^2} * J_{ext_t} \text{ dove } n \text{ è il rapporto di trasmissione che, nel caso in esame, è uguale a } 1$$

Scegliendo un motore con $J_M = 7.5 \text{ kgcm}^2$ si avrà $J_T = 8.4986 \text{ kgcm}^2 \approx 8.5 \text{ kgcm}^2$

Se il motore ha un angolo di 1.8° per passo, equivalente a 200 passi per giro con frequenza massima di 4kHz avremo che, per accelerare in 1s, la coppia necessaria sarà:

$$T_a = J_T * \frac{2\pi\alpha f}{360 * t_a * 10^2} = 8.5 * \frac{6.28 * 2000 * 1.8}{360 * 1 * 10^2} = 5.338 \text{ Ncm}$$