

# Informazioni tecniche

## Formula meccatronica

### Movimento lineare

Simbolo	Descrizione	Moduli
<b>s</b>	Spazio	m
<b>v</b>	Velocità	m/s
<b>a</b>	Accelerazione	m/s <sup>2</sup>
<b>F</b>	Forza	N
<b>P</b>	Potenza	W
<b>W</b>	Energia	J
<b>t</b>	Tempo	s
<b>μ</b>	Coefficiente di attrito	--
<b>g</b>	Accelerazione gravitazionale	m/s <sup>2</sup>
<b>m</b>	Peso	Kg

Velocità (m/s)

$$v = \frac{\partial s}{\partial t}$$

Accelerazione (m/s<sup>2</sup>)

$$a = \frac{\partial v}{\partial t}$$

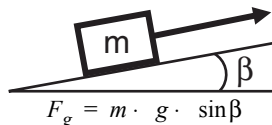
Forza di accelerazione (N)

$$F_a = m \cdot a$$

Forza di attrito (N)

$$F_{\mu} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \beta$$

Forza gravitazionale (N)



Media quadratica forza (N)

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_i t_i \cdot F_i^2}{\sum_i t_i}}$$

Potenza (W)

$$P = F \cdot v$$

Energia cinetica

$$V = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

### Movimento rotativo

Simbolo	Descrizione	Moduli
<b>Φ</b>	Angolo	rad
<b>ω</b>	Velocità angolare	rad/s
<b>α</b>	Accelerazione angolare	rad/s <sup>2</sup>
<b>T</b>	Coppia	Nm
<b>P</b>	Potenza	W
<b>W</b>	Energia	J
<b>t</b>	Tempo	s
<b>i</b>	Riduzione di marcia	--
<b>r</b>	Raggio	m
<b>J</b>	Inerzia	Kgm <sup>2</sup>

Velocità (rad/s)

$$\omega = \frac{\partial \phi}{\partial t}$$

Accelerazione (rad/s<sup>2</sup>)

$$\alpha = \frac{\partial \omega}{\partial t}$$

Coppia di accelerazione (Nm)

$$T_{\alpha} = J \cdot \alpha$$

Media quadratica coppia (Nm)

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_i t_i \cdot T_i^2}{\sum_i t_i}}$$

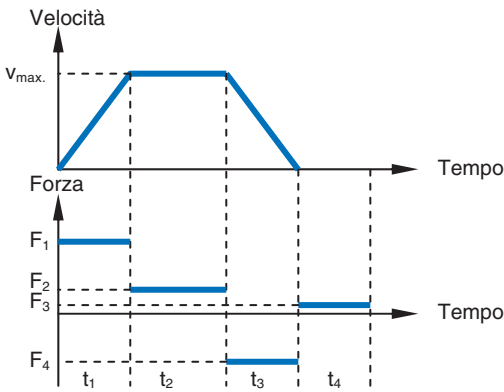
Potenza (W)

$$P = T \cdot \omega$$

Energia cinetica

$$W = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \omega^2$$

**Esempio in caso di profilo trapezoidale (lineare):**



1. Accelerazione

$$a = \frac{v_{max}}{t_1}$$

$$s_1 = \frac{1}{2} \cdot v_{max} \cdot t_1$$

$$F_a = m \cdot a$$

$$F_{1\_Total} = F_a + F_{\mu} + F_{ext}$$

2. Velocità costante

$$a = 0$$

$$s_2 = v_{max} \cdot t_2$$

$$F_{2\_Total} = F_{\mu} + F_{ext}$$

3. Decelerazione

$$d = \frac{v_{max}}{t_3}$$

$$s_3 = \frac{1}{2} \cdot v_{max} \cdot t_3$$

$$F_d = m \cdot d$$

$$F_{3\_Total} = F_{\mu} + F_{ext} - F_d$$

4. Sosta

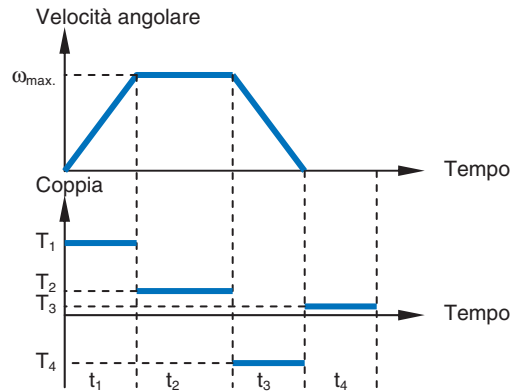
$$s_4 = 0$$

$$F_{4\_Total} = F_{ext}$$

Media quadratica forza:

$$F_{rms} = \sqrt{\frac{t_1 \cdot F_1^2 + t_2 \cdot F_2^2 + t_3 \cdot F_3^2 + t_4 \cdot F_4^2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$

**Esempio in caso di profilo trapezoidale (rotativo):**



1. Accelerazione angolare

$$\alpha = \frac{\omega_{max}}{t_1}$$

$$\phi_1 = \frac{1}{2} \cdot \omega_{max} \cdot t_1$$

$$T_{\alpha} = J \cdot \alpha$$

$$T_{1\_Total} = T_{\alpha} + T_{\mu} + T_{ext}$$

2. Velocità costante

$$\alpha = 0$$

$$\phi_2 = \omega_{max} \cdot t_2$$

$$T_{2\_Total} = T_{\mu} + T_{3\_ext}$$

3. Decelerazione

$$\gamma = \frac{\omega_{max}}{t_3}$$

$$\phi_3 = \frac{1}{2} \cdot \omega_{max} \cdot t_3$$

$$T_{\gamma} = J \cdot \gamma$$

$$T_{3\_Total} = T_{\mu} + T_{ext} - T_d$$

4. Sosta

$$\phi_4 = 0$$

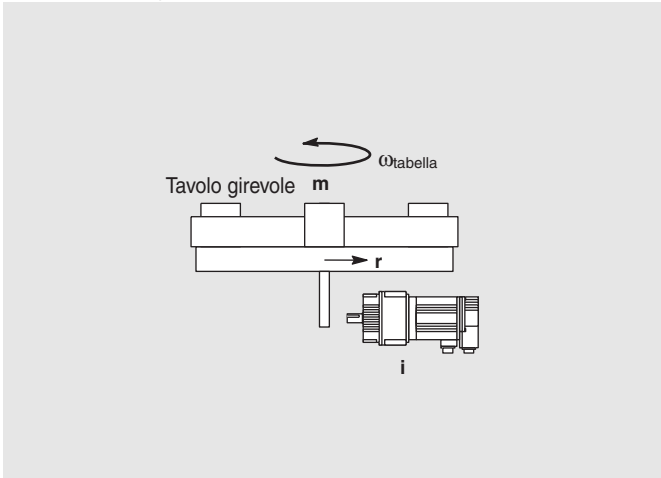
$$T_{4\_Total} = T_{ext}$$

Media quadratica coppia:

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{t_1 \cdot T_1^2 + t_2 \cdot T_2^2 + t_3 \cdot T_3^2 + t_4 \cdot T_4^2}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}}$$

Per i motori lineari è necessario applicare la corrispondente formula considerando il peso del carico e del motore. Per i motori rotativi è necessario applicare alcune trasformazioni cinematiche per ottenere le grandezze **dal punto di vista del motore**.

Esempio di tavolo girevole:

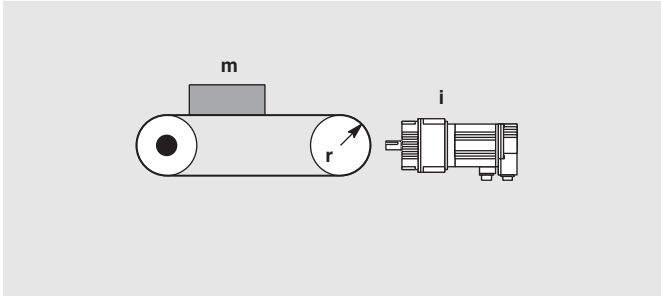


$$J_{total} = J_{motor} + \frac{\frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2}{i^2}$$

$$\alpha_{motor} = \alpha_{table} \cdot i$$

$$T_{motor\_side} = J_{total} \cdot \alpha_{motor\_side}$$

Esempio di un azionamento a nastro con due pulegge:

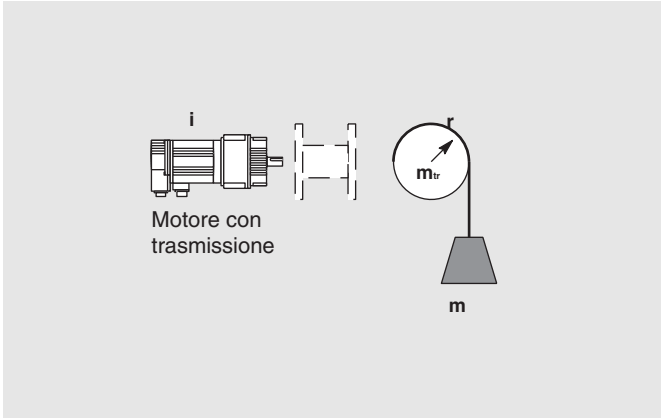


$$J_{total} = J_{motor} + \frac{2 \cdot J_{pulley} + J_{load}}{i^2}$$

$$J_{total} = J_{motor} + \frac{2 \cdot \frac{1}{2} \cdot m_{pulley} \cdot r^2 + m_{load} \cdot r^2}{i^2}$$

$$\alpha_{motor\_side} = a \cdot \frac{2\pi}{r} \cdot i$$

Esempio di carico sospeso:



$$J_{total} = J_{motor} + \frac{2 \cdot J_{reel} + J_{load}}{i^2}$$

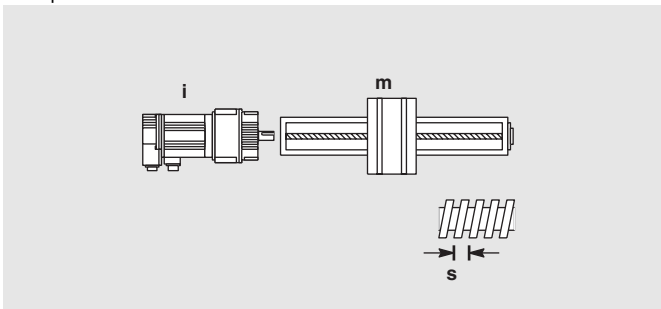
$$J_{total} = J_{motor} + \frac{\frac{1}{2} \cdot m_{reel} \cdot r^2 + m_{load} \cdot r^2}{i^2}$$

$$\alpha_{motor\_side} = a \cdot \frac{2\pi}{r} \cdot i$$

$$T_{motor\_side} = J_{total} \cdot \alpha_{motor\_side} \pm \frac{m \cdot g \cdot r}{i}$$

Nota: il segno (±) dipende dalla direzione del movimento.

Esempio di vite a sfere:



$$J_{total} = J_{motor} + \frac{\left(\frac{s}{2\pi}\right)^2 \cdot m + \frac{1}{2} \cdot m_{screw} \cdot r_{screw}^2}{i^2}$$

$$\alpha_{motor\_side} = a \cdot \frac{2\pi}{s} \cdot i$$

$$T_{motor\_side} = J_{total} \cdot \alpha_{motor\_side} + \frac{m \cdot \mu \cdot g \cdot \frac{s}{2\pi}}{i}$$

## Selezione del motore

### Motore lineare

Il motore lineare selezionato deve soddisfare le seguenti condizioni:

$$v_{\max\_motor} > v_{\max\_application}$$

$$F_{\max\_motor} > \frac{F_{\text{peak\_application}}}{\eta}$$

$$F_{\text{rated\_motor}} > \frac{F_{\text{rms}}}{\eta}$$

Dove:  $\eta$  = efficienza meccanica

**Nota 1:** Per calcolare  $F_{\text{peak\_application}}$  e  $T_{\text{rms}}$ , è necessario considerare il peso del motore. È possibile che sia necessario ripetere questa operazione più volte per identificare il motore giusto.

**2:** Ad alta velocità il motore riduce la forza nominale e massima. Tenere in considerazione questo fattore per applicazioni ad alta velocità.

**3:** Per i motori lineari è importante calcolare la temperatura della superficie del motore oltre a eseguire il calcolo sopra riportato.

### Motore rotativo

Il motore lineare selezionato deve soddisfare le seguenti condizioni:

$$\omega_{\max\_motor} > \omega_{\max\_application}$$

$$T_{\max\_motor} > \frac{T_{\text{peak\_application}}}{\eta}$$

$$T_{\text{rated\_motor}} > \frac{T_{\text{rms}}}{\eta}$$

Dove:  $\eta$  = efficienza meccanica

**Nota 1:** Per calcolare  $T_{\text{peak\_application}}$  e  $T_{\text{rms}}$ , è necessario considerare l'inerzia del motore. È possibile che sia necessario ripetere questa operazione più volte per identificare il motore giusto.

**2:** A una velocità superiore a quella nominale il motore riduce la coppia nominale e massima. Tenere in considerazione questo fattore per applicazioni ad alta velocità. Per ulteriori informazioni fare riferimento alle curve velocità-coppia del motore.