

**Tempi di avviamento**

Indicando con  $C_m$  la coppia motrice e  $C_L$  la coppia di carico, la coppia di avviamento ( $C_{acc}$ , fig. X) risulta pari a  $C_{acc} = C_m - C_L$

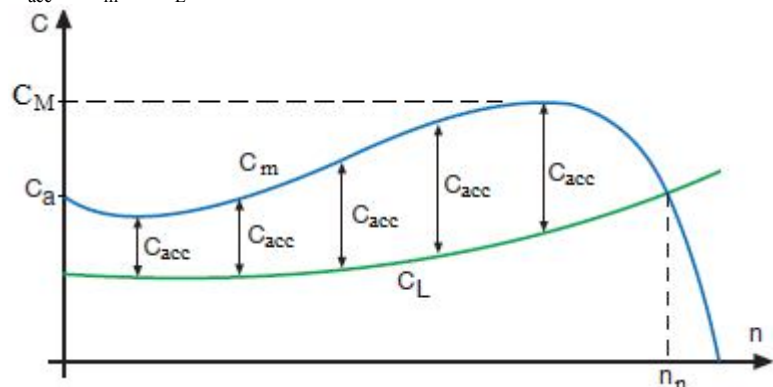


Fig. X- Coppia di avviamento in un motore asincrono.

Questo surplus di coppia è necessario per mettere in movimento l'inerzia del carico e del motore, imprimendo una accelerazione angolare  $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}$ .

Se la coppia di accelerazione ( $C_{acc}$ ) è troppo bassa l'avviamento risulta lungo e faticoso e il motore si surriscalda (per questo motivo il costruttore specifica un limite massimo per il tempo di avviamento, tab. 1). Viceversa, coppie di accelerazione troppo alte producono sollecitazioni meccaniche ingiustificate sui giunti e nelle macchine operatrici a valle.

$P_n$ [kW]	$n_n$ [rpm]	$C_n$ [Nm]	$I_a/I_n$	$C_a/C_n$	$C_M/C_n$	$J$ [kgm <sup>2</sup> ]	$\eta$ %	$\cos \varphi$	$t_{acc\ max}$ [s]
75	1.485	483	6,8	2,4	2,8	1,15	95	0,82	18
90	1.486	579	7,1	2,7	2,9	1,4	95,2	0,83	18
110	1.488	706	6,9	2,1	2,8	2	95,3	0,83	18
132	1.487	848	6,7	2,2	2,7	2,3	95,5	0,84	18
160	1.487	1.028	7,2	2,4	2,9	2,9	96,0	0,85	18
200	1.487	1.285	7,2	2,5	2,9	3,5	96,2	0,85	20

Tab. 1- Parametri tipici di alcuni motori asincroni.

Poiché in un motore asincrono la coppia motrice non è costante, si prende in considerazione il valore medio tra la coppia di avvio ( $C_a$ ) e la coppia massima ( $C_M$ ) del motore

$$C_m = 0,5 \cdot (C_a + C_M)$$

Considerando costanti sia la coppia motrice sia la coppia di carico, la velocità angolare del motore sale a rampa

$$C_{acc} = C_m - C_L = (J_m + J_L) \cdot \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{C_m - C_L}{J_m + J_L}$$

con

$$\frac{\Delta\omega \text{ [rad/s]}}{\Delta t} = \frac{\Delta n \text{ [rpm]}}{\Delta t} \cdot \frac{2\pi}{60}$$

e da questa si può determinare il tempo di accelerazione  $\Delta t$  necessario per ottenere un aumento  $\Delta n$  del numero di giri.

**Esercizio**

Un motore asincrono trifase con  $P_n = 90$  kW,  $C_n = 579$  Nm,  $n_n = 1.486$  rpm,  $C_a = 2,7 \cdot C_n$ ,  $C_M = 2,9 \cdot C_n$ ,  $J_m = 1,4$  kgm<sup>2</sup>, deve portare in velocità un carico a coppia costante  $C_L = 550$  Nm, con inerzia  $J_L = 30$  kgm<sup>2</sup>. Verificare se il tempo impiegato è minore del massimo indicato dal costruttore  $t_{acc\ max} = 18$  s.

*Soluzione*

$$C_a = 2,7 \cdot C_n = 2,7 \cdot 579 = 1.563 \text{ Nm}$$

$$C_M = 2,9 \cdot C_n = 2,9 \cdot 579 = 1.679 \text{ Nm}$$

$$C_m = 0,5 \cdot (C_a + C_M) = 0,5 \cdot (1.563 + 1.679) = 1.621 \text{ Nm}$$

$$C_{acc} = C_m - C_L = 1.621 - 550 = 1.071 \text{ Nm}$$

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{C_{acc}}{J_m + J_L} = \frac{1.071 \text{ Nm}}{(1,4 + 30) \text{ kgm}^2} = 34,1 \text{ rad/s}^2$$

Considerando per sicurezza la velocità di sincronismo  $n_s = 1.500 \text{ rpm}$

$$\omega_s = n_s \cdot \frac{2\pi}{60} = 157 \text{ rad/s}$$

$$t_{acc} = \frac{\omega_s - 0}{34,1} = \frac{157 \text{ rad/s}}{34,1 \text{ rad/s}^2} = 4,6 \text{ s}$$

Il tempo di accelerazione risulta compatibile con il valore indicato dal costruttore.

**Es.**

Un motore asincrono trifase con  $P_n = 75 \text{ kW}$ ,  $C_n = 483 \text{ Nm}$ ,  $n_n = 1.485 \text{ rpm}$ ,  $C_a = 2,4 \cdot C_n$ ,  $C_M = 2,8 \cdot C_n$ ,  $J_m = 1,15 \text{ kgm}^2$ , deve portare in velocità un carico a coppia costante  $C_L = 470 \text{ Nm}$ , con inerzia  $J_L = 60 \text{ kgm}^2$ . Verificare se il tempo impiegato è minore del massimo indicato dal costruttore  $t_{acc \max} = 18 \text{ s}$ .

[Ris.:  $t_{acc} = 12,2 \text{ s} < 18 \text{ s}$ ]

**Es.**

Un motore asincrono trifase con  $P_n = 132 \text{ kW}$ ,  $C_n = 848 \text{ Nm}$ ,  $n_n = 1.487 \text{ rpm}$ ,  $C_a = 2,2 \cdot C_n$ ,  $C_M = 2,7 \cdot C_n$ ,  $J_m = 2,3 \text{ kgm}^2$ , deve portare in velocità un carico a coppia costante  $C_L = 800 \text{ Nm}$ , in un tempo minore di 18 s. Determinare l'inerzia massima del carico.

[Ris.:  $J_L < 144 \text{ kgm}^2$ ]