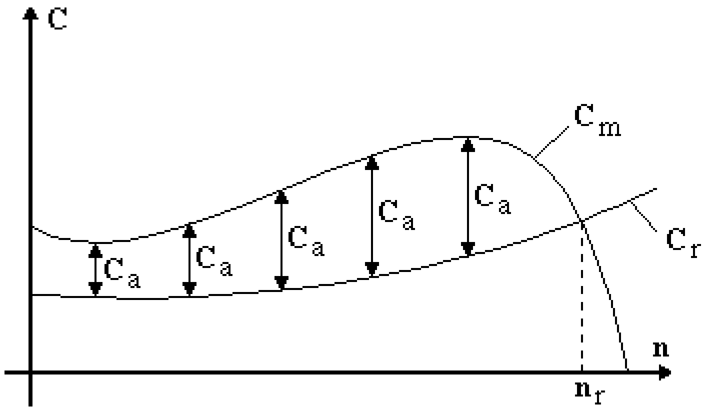
TEMPO DI AVVIAMENTO DEI MOTORI ASINCRONI

È il tempo che il motore impiega per raggiungere la velocità di regime.
Esso dipende dalla coppia acceleratrice C_a che è pari alla differenza fra la coppia motrice C_m e la coppia resistente offerta dal carico C_r, che può essere soltanto quella del rotore del motore, o rotore più macchina condotta:

$$C_a = C_m - C_r$$

L'andamento qualitativo della coppia motrice e della coppia resistente sono riportate qui di seguito nel piano n - C ; il punto di intersezione fra le due coppie individua la velocità di regine n_r del motore.



- Coppia acceleratrice

$$C_a = C_m - C_r = J \cdot a_\omega = J \cdot \frac{d\omega}{dt} \qquad (1)$$

dove:
- J = momento d'inerzia della parte rotante del motore $[Kg \cdot m^2]$
- a_ω = accelerazione angolare [rad/s^2]
- ω = velocità angolare [rad/s], che vale

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \qquad (2)$$

essendo n la velocità angolare espressa in [giri/min].

Il momento d'inerzia può essere calcolato con la seguente espressione:

$$J = \frac{GD^2}{4} \qquad (3)$$

in cui "GD^2", detto semplicemente "gidiquadro", è il *momento dinamico* della parte rotante del motore, un parametro caratteristico fornito dal costruttore del motore e ricavabile dai cataloghi.

- G = massa della parte rotante [Kg]
- D = diametro equivalente della parte rotante [m]

Nota - Il diametro equivalente D è quel diametro ideale a cui corrisponderebbe lo stesso momento dinamico se tutta la massa del rotore fosse concentrata lungo la circonferenza definita dal diametro stesso.

- Tempo di avviamento

Ricavando dalla (1) dt si ha:

$$dt = \frac{J}{C_m - C_r} \cdot d\omega$$

e integrando:

$$t = \int_0^{\omega_r} \frac{J}{C_m - C_a} \cdot d\omega$$

in cui

- ω_r = velocità di regime [rad/s]

Se l'integrazione viene fatta rispetto alla velocità n , dalla (2) si ha:

$$d\omega = \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot dn$$

e quindi:

$$t = \int_0^{n_r} \frac{GD^2}{4 \cdot (C_m - C_r)} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot dn$$

Portando, infine, fuori del segno di integrazione i termini costanti si ottiene:

$$t = \frac{GD^2}{4} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \int_0^{n_r} \frac{1}{C_m - C_r} \cdot dn \qquad (4)$$

$$t \approx 0{,}026 \cdot GD^2 \int_0^{n_r} \frac{1}{C_m - C_r} \cdot dn$$

La coppia acceleratrice C_a non è, in genere, esprimibile in funzione di n e quindi l'integrale precedente non è risolvibile.

Un modo approssimato per calcolare il tempo di avviamento è quello di considerare la coppia acceleratrice media C_{am}, intesa come media delle coppie acceleratici nell'intervallo $0 - n_r$. Si ottiene allora:

$$t \approx 0{,}026 \cdot \frac{GD^2 \cdot n_r}{C_{am}}$$

Un altr modo approssimato, ma tutto sommato indicativo, per calcolare il tempo di avviamento di un motore asincrono è quello di mettere al posto della coppia acceleratrice C_a del motore la sua coppia nominale C_n, che, indicata con P la potenza nominale e con n la velocità nominale, vale:

$$C_n = \frac{P}{\omega} = \frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Sostituendo tale espressione nella (4), si ottiene:

$$t = \frac{GD^2}{4} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \int_0^n \frac{1}{C_n} \cdot dn = \frac{GD^2}{4} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \frac{n}{C_n} = \frac{GD^2}{4} \cdot \frac{2 \cdot \pi}{60} \cdot \frac{n}{\frac{60 \cdot P}{2 \cdot \pi \cdot n}}$$

e quindi, in definitiva:

$$t \approx \left(\frac{\pi}{60}\right)^2 \cdot GD^2 \cdot \frac{n^2}{P} \approx 0{,}0027 \cdot GD^2 \cdot \frac{n^2}{P}$$