

## MACCHINE ELETTRICHE: MOTORI CORRENTE ALTERNATA

I motori funzionanti in corrente alternata sono molto diffusi perché:



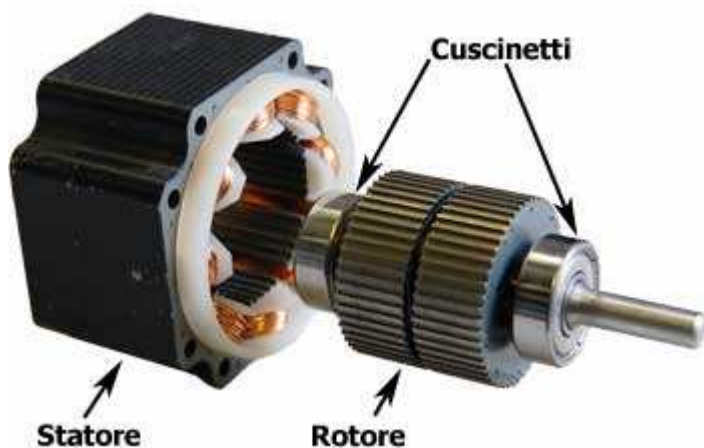
- Sono facili da usare;
- Costano relativamente poco;
- La loro struttura è costruttivamente semplice.

## MOTORE ASINCRONO TRIFASE

### PREGI

- + buona affidabilità
- + basso costo
- + buon rendimento
- + una velocità tutto sommato costante

Questo motore è formato da due parti distinte e precisamente:



### DIFETTI

- difficile regolazione della velocità
- movimento di rotazione non molto preciso

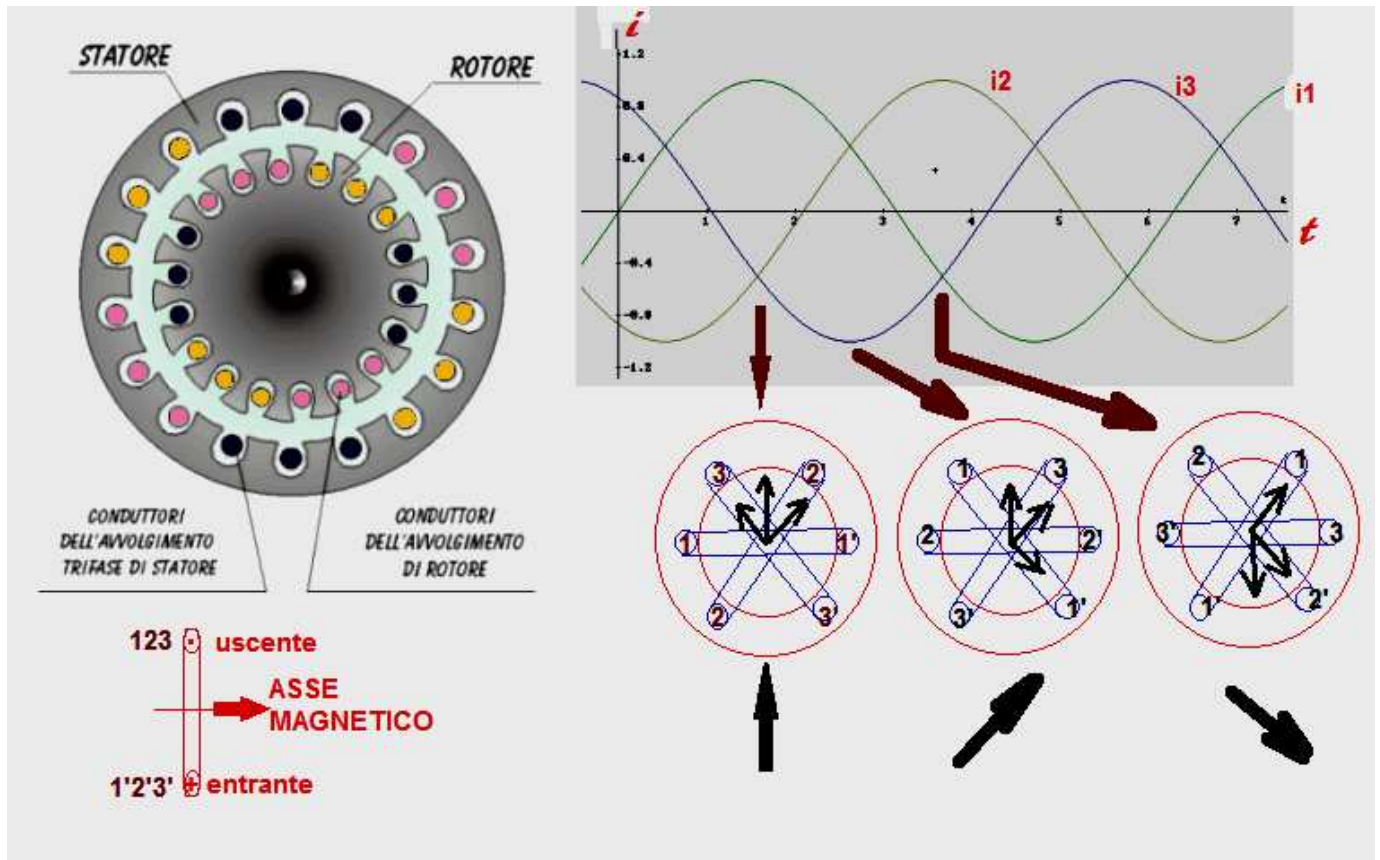
- una parte fissa detta **statore** con funzioni elettriche di primario collegato alla rete
- una parte mobile detta **rotore** con funzioni elettriche di secondario chiuso in cortocircuito

Lo statore è costituito da lamierini magnetici, analoghi a quelli del trasformatore, tranciati a corona

circolare e recanti, sulla superficie interna, una serie di scanalature o cave che possono ospitare gli avvolgimenti.

Nella sua struttura minima lo statore possiede sei cave in cui sono alloggiati le tre matasse, una per ogni fase.

Per evidente simmetria le fasi devono succedersi ogni 120°



Il campo risultante è bipolo rotante. Esso compie un giro di macchina per ogni ciclo dell'onda di corrente, cioè per ogni periodo.

$$\omega = 2\pi / T = 2\pi * f \text{ [rad/s]} \quad n_o = 60 * f \text{ [giri/1']}$$

Per una alimentazione a frequenza di  $f = 50$  [Hz] il campo polare ruoterà alla velocità di 50 [giri/s] pari a  $n_o = 3.000$  [giri/1']

$n_s = 60 * f / p$		
poli	coppie polari poli/2	$n_o$ [giri/1']
2	1	3.000
4	2	1.500
6	3	1.000
8	4	750
10	5	600

Se aumentiamo il numero di cave per multipli di 6, aumentiamo le coppie polari (p) diminuendo la velocità di rotazione. Per **funzionamento a vuoto** si intende che sull'albero del motore non è applicato alcun carico meccanico. La sola coppia frenante è quella derivante dagli attriti

dei cuscinetti e dalla ventilazione.

In questa situazione il motore assume una velocità  $n$  molto prossima a quella del sincronismo che tuttavia non riesce mai a raggiungere.

Infatti se ciò accadesse, i conduttori del rotore ruoterebbero alla stessa velocità del campo induttore statorico e, non tagliando più il flusso, non potrebbero più presentare una f.e.m. indotta.

$$\text{Scorrimento } s = (n_s - n_r) / n_s$$

$n_r$  = velocità del rotore    $n_s$  = velocità sincronismo (dell'induttore statorico)

A vuoto lo scorrimento è pari allo 0,5% mentre nei piccoli motori a pieno carico  $s = 6\%$  e nei grandi motori a pieno carico  $s = 2\%$ .

Lo scorrimento sta a significare che il rotore scorre, cioè perde giri rispetto allo statore  $n_o$ . Se  $n_o = 3.000$  giri/1' con lo 0,5% di scorrimento il rotore "perde" 15 giri.

$$(n_r = 3.000 - 0,5 * 3.000 / 100 = 2.985 \quad n_s - n_r = 3.000 - 2.985 = 15 \text{ giri})$$

Per modificare il senso di rotazione di un motore asincrono trifase è sufficiente scambiare tra di loro due dei tre cavi di alimentazione: ciò determina l'inversione del verso di rotazione del campo magnetico e di conseguenza l'inversione del verso di rotazione del motore. Il tutto può essere ottenuto o tramite dei contattori elettromagnetici o tramite dei circuiti elettronici.

$$S = (n_s - n_r) / n_s \rightarrow S = 1 - n_r / n_s \rightarrow n_r / n_s = 1 - S \rightarrow n_r = n_s (1 - S)$$

$$n_r = 60 * f * (1 - S) / p$$

$f$  = frequenza linea di alimentazione    $p$  = coppie polari    $s$  = scorrimento

L'unica grandezza effettivamente manipolabile per variare  $n_r$  è la frequenza.

Il fatto che la velocità rotorica non sia rigidamente legata alla velocità del campo rotante ma vari con il mutare del carico meccanico è il motivo per cui il motore è detto **asincrono**.

La variazione di velocità a vuoto rispetto a quella a pieno carico è trascurabile e si può ritenere, con buona approssimazione, che la velocità di rotazione di un motore asincrono trifase, se la frequenza di alimentazione  $f$  non varia, sia praticamente costante ed indipendente dal carico.

Per molte applicazioni pratiche dove lievi variazioni del regime di rotazione non causano problemi, il motore asincrono può essere considerato come una macchina a regime costante come:

- dispositivi di sollevamento;
- pompe centrifughe
- motori di pompe oleodinamiche
- argani
- compressori alternatori

**Esercizio:** da un catalogo viene scelto un motore asincrono per azionare un nastro trasportatore. I dati indicano una potenza di **0,75 [KW]**, **4 poli** e  $n_r = 1.390$  [giri/1']. Determinare  $n_s$ ,  $s$ .

**Soluzione:** trattandosi di un motore a 4 poli esso dispone di 2 coppie polari ( $p=2$ ), la frequenza di rete  $f=50$  [Hz] e quindi:  $n_s = 60 \cdot f / p = 60 \cdot 50 / 2 = 1.500$  [giri/1']

Siamo ora in grado di calcolare lo scorrimento

$$s = (n_s - n_r) / n_s = (1500 - 1390) / 1500 = 0,073 = 7,3\%$$

( valore accettabile per un piccolo motore )