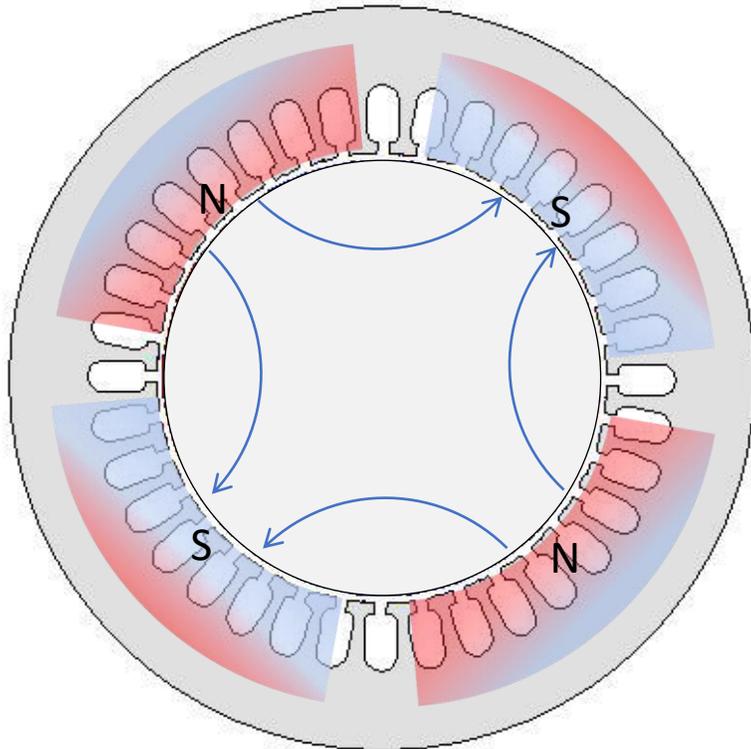


Macchine elettriche in corrente alternata trifase (Motori brushless e a riluttanza)

Applicazioni Industriali Elettriche
2021-22

Statore e campo rotante a $2p=4$ poli, $p=2$ coppie polari



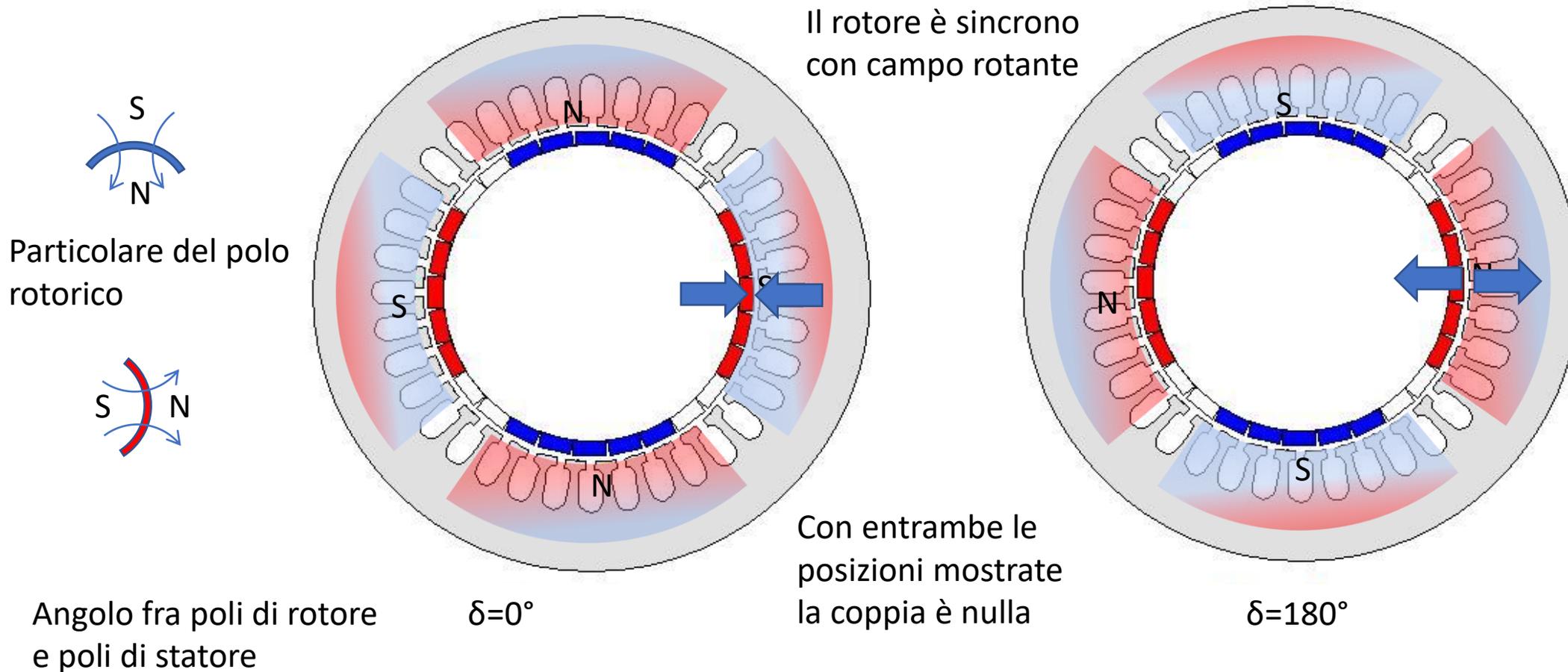
4 poli

- Due poli opposti Nord Sud adiacenti sono distanziati di 90° geometrici, ma di 180° elettrici (elettromagnetici)

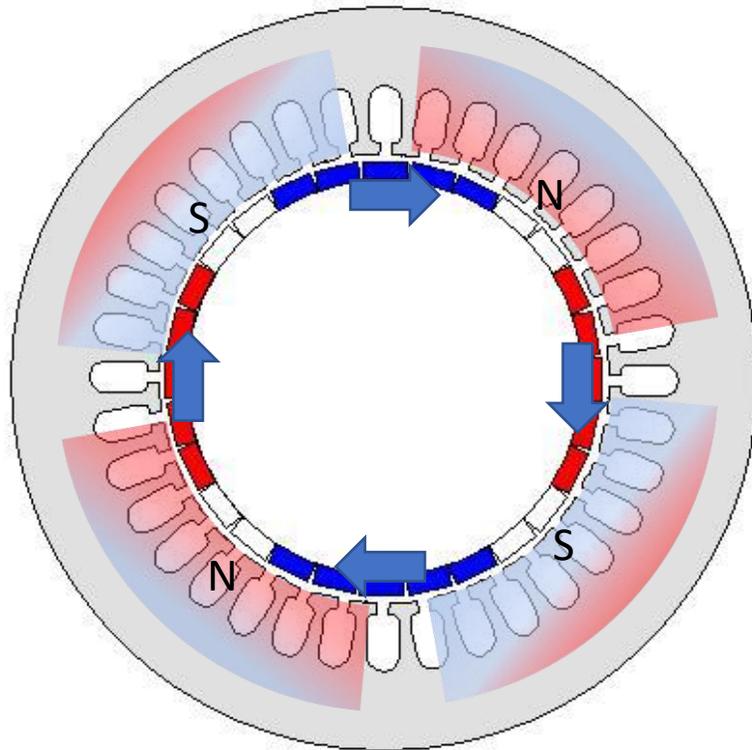
$$\text{Angolo elettrico} = \text{Angolo geometrico} * p$$

- Nella **macchina asincrona** le correnti “indotte” nel rotore generano sempre $2p$ poli, sincroni (stessa velocità) con quelli di statore.
- Nella **macchina sincrona** i $2p$ poli sono prodotti sul rotore da altra sorgente, non per induzione e sono fissi (ancorati) con il rotore.

Macchina sincrona con rotore a magneti permanenti (SPM, Surface Permanent Magnet)



Macchina sincrona con rotore SPM (genericamente anche «Brushless»)



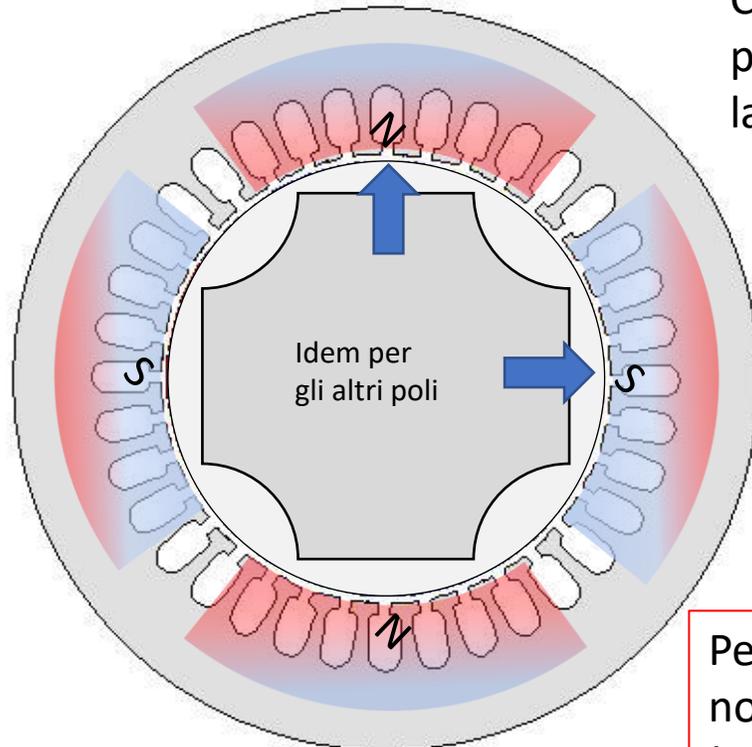
$\delta=90^\circ$ (costante per avere coppia costante)

- Per avere coppia devo alimentare la macchina con una terna di correnti che crei un campo statorico con poli a 90° elettrici rispetto a quelli (rotorici campo/correnti statorici in quadratura).
- Devo mantenere la posizione reciproca mentre il rotore ruota: fase istantanea delle correnti comandata dalla posizione rotorica.
- La coppia dipende dall'intensità della corrente statorica

Macchina sincrona a riluttanza

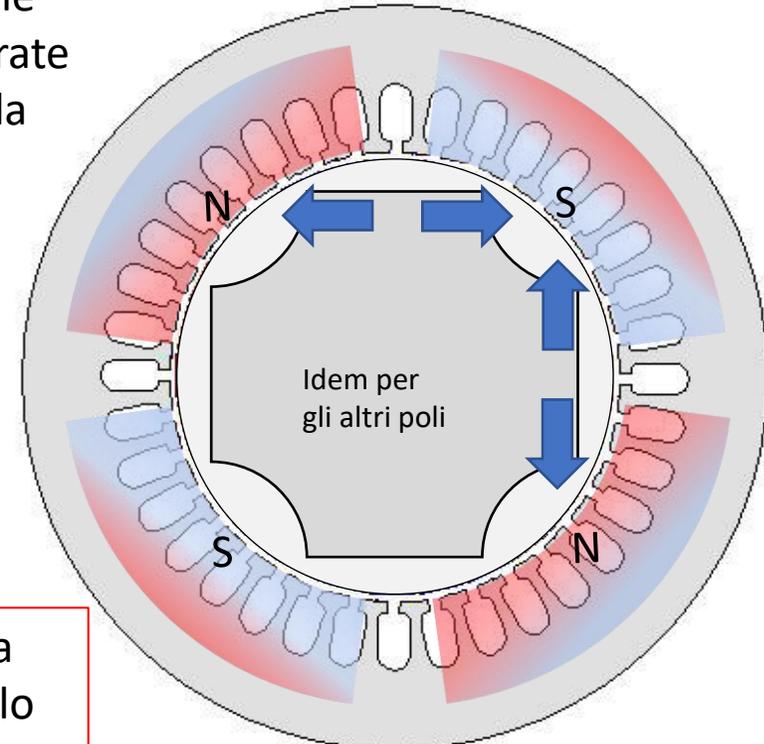
I poli sul rotore sono creati per «sagomatura» del rotore

Lo schema dell'azionamento come quello di brushless



$\delta=0^\circ$

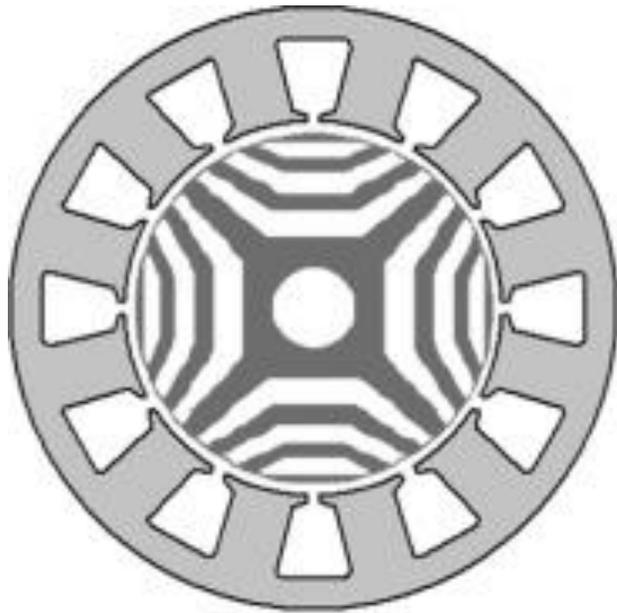
Con entrambe le posizioni mostrate la coppia è nulla



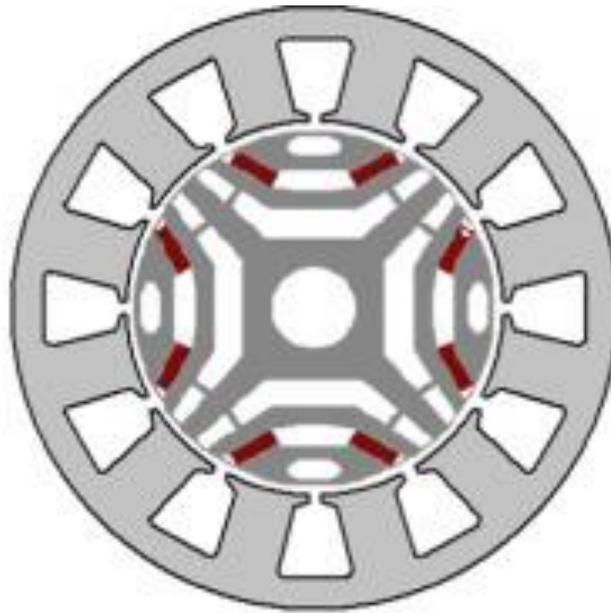
$\delta=90^\circ$

Per avere coppia non nulla l'angolo è di 45° elettrici costanti (teorico)

Macchina sincrona a riluttanza (con PM)



SynRM



PMa-SynRM

I due principi per ottenere una coppia nei motori sincroni (cioè mediante PM o riluttanza) si possono combinare. Ci sono molte configurazioni:

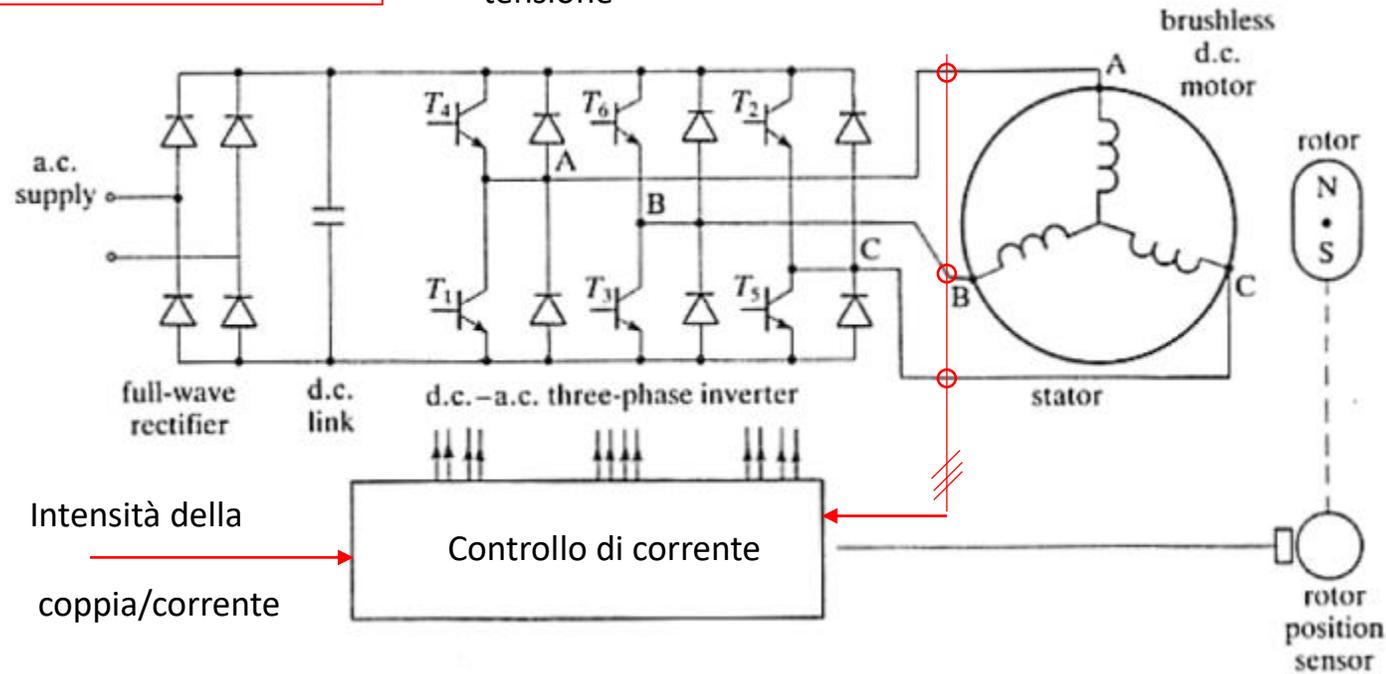
IPM (interior PM), PM assisted RM, Spoke, ...

Il rendimento e la coppia/volume è in genere superiore a qualsiasi altro motore

Azionamento con motore sincrono

Schema di principio di azionamento con motore sincrono PM

Invertitore: generatore controllato trifase di tensione



Le prestazioni dinamiche sono in genere superiori a quelle di qualsiasi altro tipo di azionamento

Macchina sincrona a riluttanza (con PM): esempi nel settore «trazione elettrica»

$2p=8$



$2p=10$



$2p=8$



Motore con
statore interno e
rotore esterno
 $2p=16$



