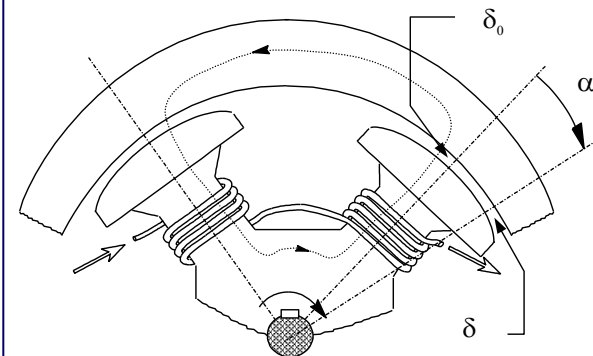
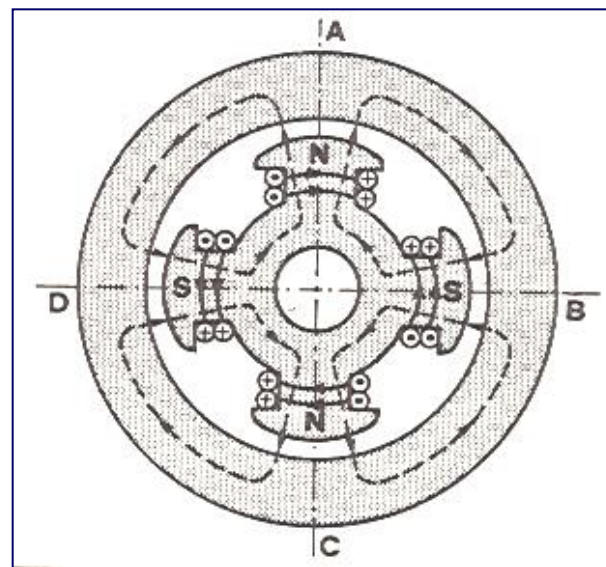
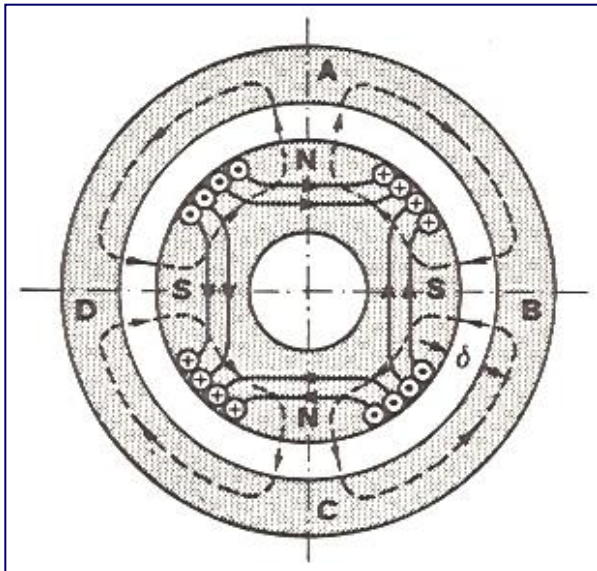


# MACCHINE SINCRONE

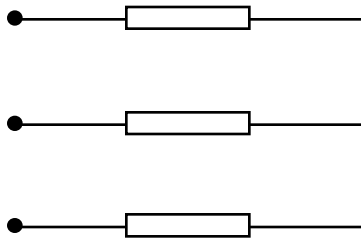
# CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

- Lo statore di una macchina sincrona è sede di un avvolgimento trifase del tutto simile a quello presente sullo statore delle macchine asincrone. Tale avvolgimento viene percorso da un sistema equilibrato di correnti alternate aventi una pulsazione  $\omega$ .
- Sul rotore ha sede un avvolgimento che deve essere alimentato in corrente continua e viene percorso da una corrente continua.
- Il traferro delle macchine sincrone può essere a spessore costante (**poli lisci**) o variabile (**poli salienti**). Nelle macchine a poli lisci la variazione sinusoidale con la coordinata curvilinea del campo al traferro è ottenuta mediante la di posizione delle cave. Nelle macchine a poli salienti attraverso la sagomatura dei poli.



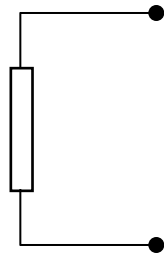
# PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DA GENERATORE

Avvolgimento di  
statore



$$\omega_c = \omega_m$$

Avvolgimento di  
rotore



$$\omega = p \omega_c$$

- Alimentando l'avvolgimento di rotore con una opportuna tensione si genera un campo al traferro (**campo induttore**) che è sempre fermo rispetto al rotore.
- Portando in rotazione il rotore con una velocità angolare  $\omega_m$  si genera quindi un campo rotante che ruota alla stessa velocità del rotore (**sincronismo**)

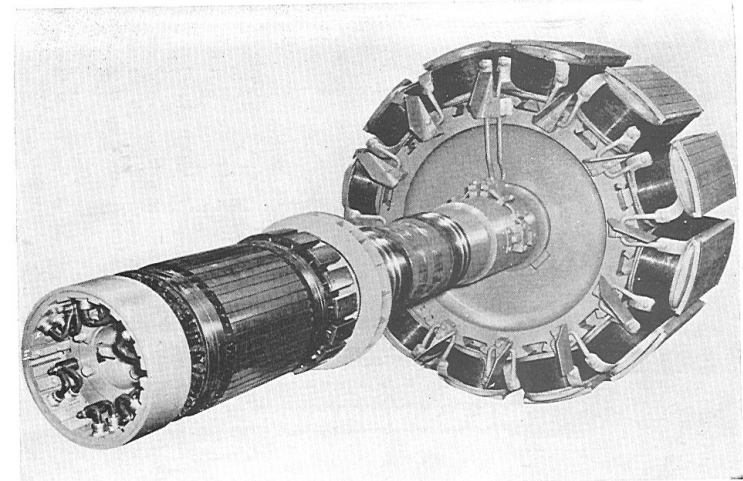
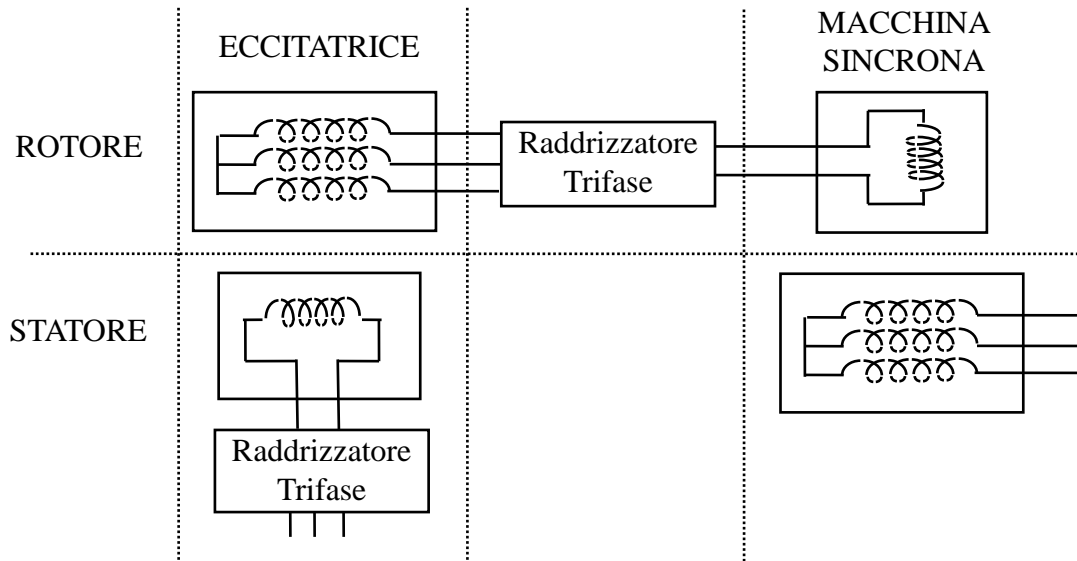
- Il campo rotante di rotore induce negli avvolgimenti di statore un sistema di f.e.m. alternate con pulsazione  $\omega$
- Se gli avvolgimenti di statore sono chiusi su un carico, in essi circola un sistema equilibrato di correnti che genera al traferro un campo rotante (**campo indotto**) che ruota con la stessa velocità del campo di statore
- L'interazione della corrente di rotore con il campo di statore (forza di Lorentz) genera un sistema di forze avente un momento risultante non nullo rispetto all'asse di rotazione e si oppone al moto del rotore.
- Per mantenere in rotazione a velocità costante il rotore è necessario applicare una coppia motrice di origine meccanica pari alla coppia resistente di origine elettromagnetica. La potenza meccanica fornita alla macchina viene in parte erogata come potenza elettrica al carico collegato allo statore.

# PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DA GENERATORE

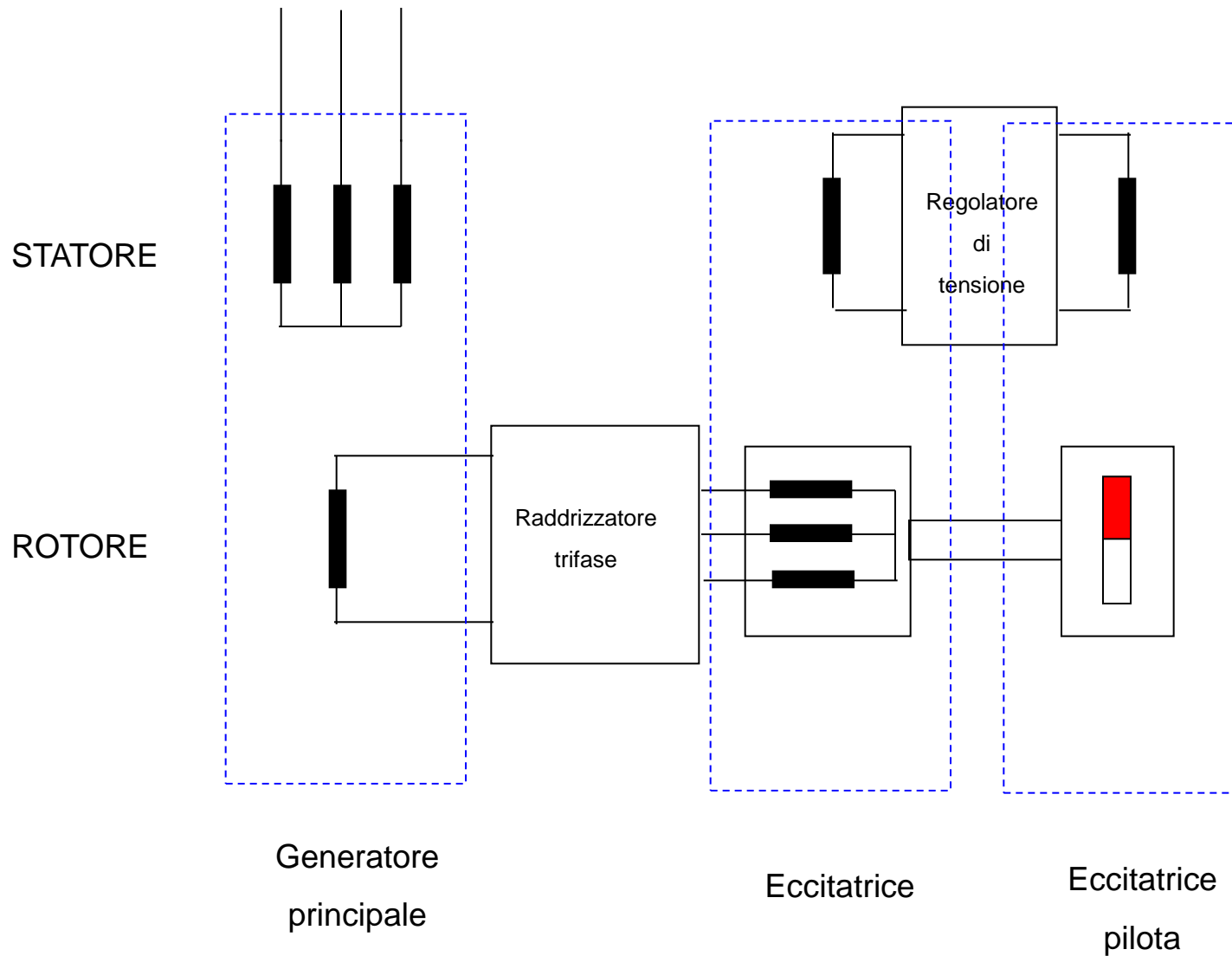
- Trascurando la saturazione del ferro, per una macchina a poli lisci è valida la seguente relazione tra la tensione ai capi di un avvolgimento di statore ( $\underline{V}$ ) e la corrente che lo attraversa ( $\underline{I}$ )

$$\underline{V} = (R_s + j X_s) \underline{I} + \underline{E}_0$$

- La **reattanza sincrona**  $X_s$  è una costante della macchina considerata e la **tensione a vuoto**  $E_0$  dipende dalla corrente di eccitazione.
- Per evitare di dover ricorrere ad un collettore ad anelli per l'alimentazione dell'avvolgimento di rotore si realizza, sullo stesso albero una **macchina eccitatrice** alimentata dallo statore, oppure è possibile fare ricorso ai **magneti permanenti**.

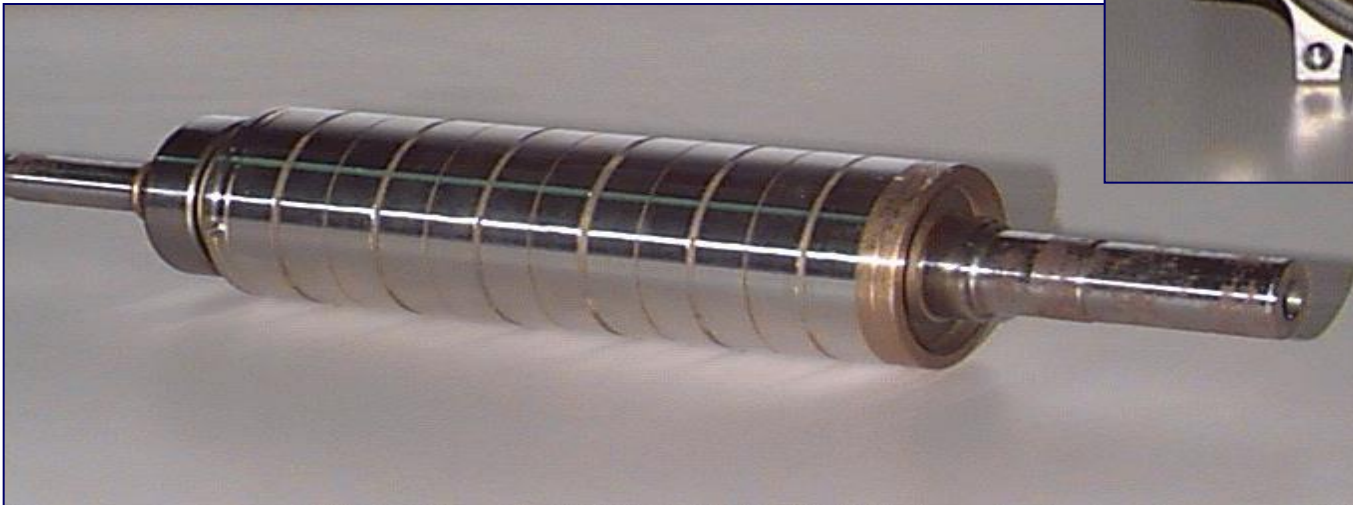
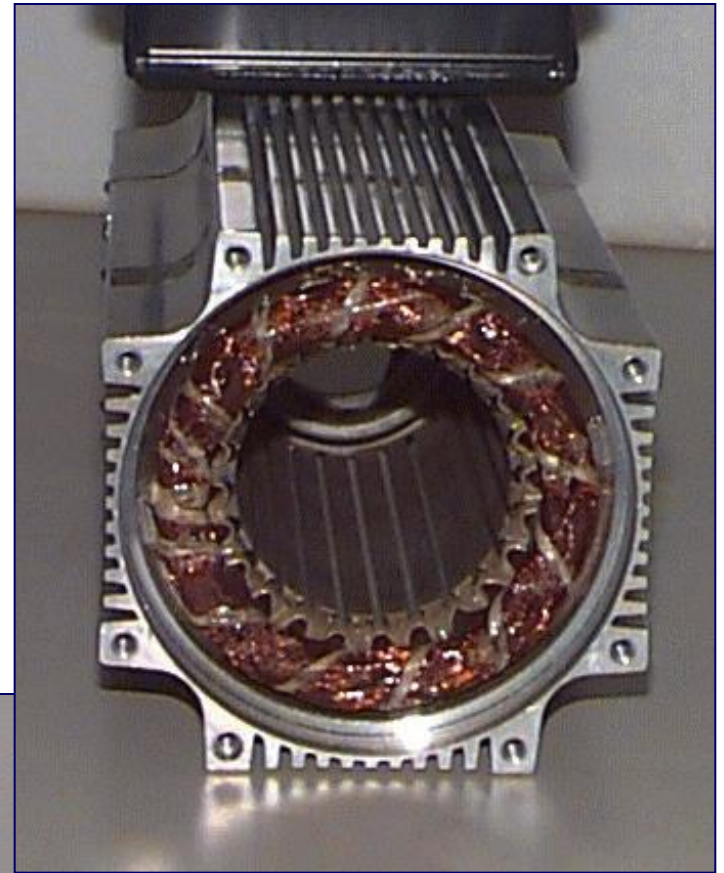
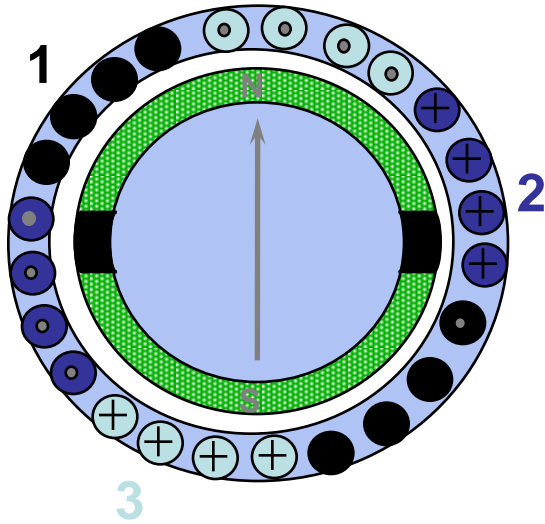


# Alimentazione dell'avvolgimento di eccitazione

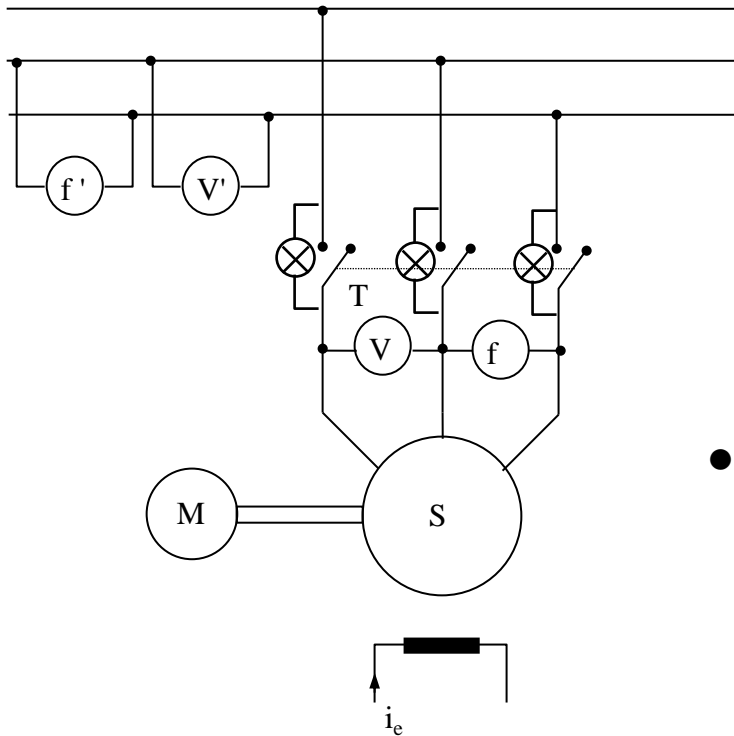


# MOTORE BRUSHLESS

Il campo induttore è generato, senza contatti striscianti, da magneti permanenti posti sulla periferia del rotore



# PARALLELO CON UNA RETE DI POTENZA INFINITA



Per collegare una macchina sincrona in parallelo ad una rete caratterizzata da una terna di tensioni concatenate di valore efficace e frequenza imposte dai generatori che la alimentano, è necessario eseguire le seguenti operazioni:

- Ad interruttore aperto si porta in rotazione la macchina alla velocità di sincronismo e si alimenta l'avvolgimento di statore con una corrente in modo da avere ai terminali della macchina un sistema di tensioni concatenate con lo stesso valore efficace e con la stessa frequenza delle tensioni di rete.
- L'interruttore viene chiuso solo quando, mediante una regolazione fine, le tensioni di rete e le tensioni di macchina risultano uguali ed in fase tra loro. Una volta chiuso l'interruttore la macchina è collegata in parallelo alla rete, ma continua a funzionare a vuoto (senza erogare corrente).

# PARALLELO CON UNA RETE DI POTENZA INFINITA

Una volta collegata in parallelo alla rete la macchina sincrona può funzionare come:

- **Generatore:** la potenza meccanica viene assorbita ed in parte trasformata in energia elettrica erogata alla rete. Per ottenere tale funzionamento dal parallelo concluso è necessario aumentare la coppia applicata al rotore dal motore primo; segue un transitorio in cui il campo di rotore si sfasa rispetto al campo di statore dando origine ad una tensione a vuoto non più in fase con quella di rete. Circolano correnti nello statore e nasce una coppia di origine elettromagnetica che si oppone al moto del rotore.
- **Motore:** la potenza elettrica viene assorbita dalla rete trifase ed in parte trasformata in potenza meccanica erogata ad un carico meccanico. Per ottenere tale funzionamento dal parallelo concluso è necessario collegare il carico al rotore; segue un transitorio in cui il campo di rotore si sfasa rispetto al campo di statore dando origine ad una tensione a vuoto non più in fase con quella di rete. Circolano correnti nello statore e nasce una coppia di origine elettromagnetica che tende a mantenere costante la velocità di rotazione.
- **Compensatore:** non vengono assorbite/erogate né potenza meccanica né potenza elettrica di tipo attivo ma viene solo scambiata potenza di tipo reattivo. Per ottenere tale funzionamento, dal parallelo concluso è necessario variare la corrente di eccitazione della macchina sincrona. Ad un incremento della corrente di eccitazione corrisponde un assorbimento di potenza reattiva di tipo capacitivo (**condensatore rotante**); ad una riduzione della corrente di eccitazione corrisponde un assorbimento di potenza reattiva di tipo induttivo (**induttore rotante**).