



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI TRIESTE

MACCHINE SINCRONE

Prof. Mario Mezzarobba e Alessandro Massi Pavan
ELETTROTECNICA - A.A. 2024 - 2025



Dipartimento di Ingegneria e Architettura

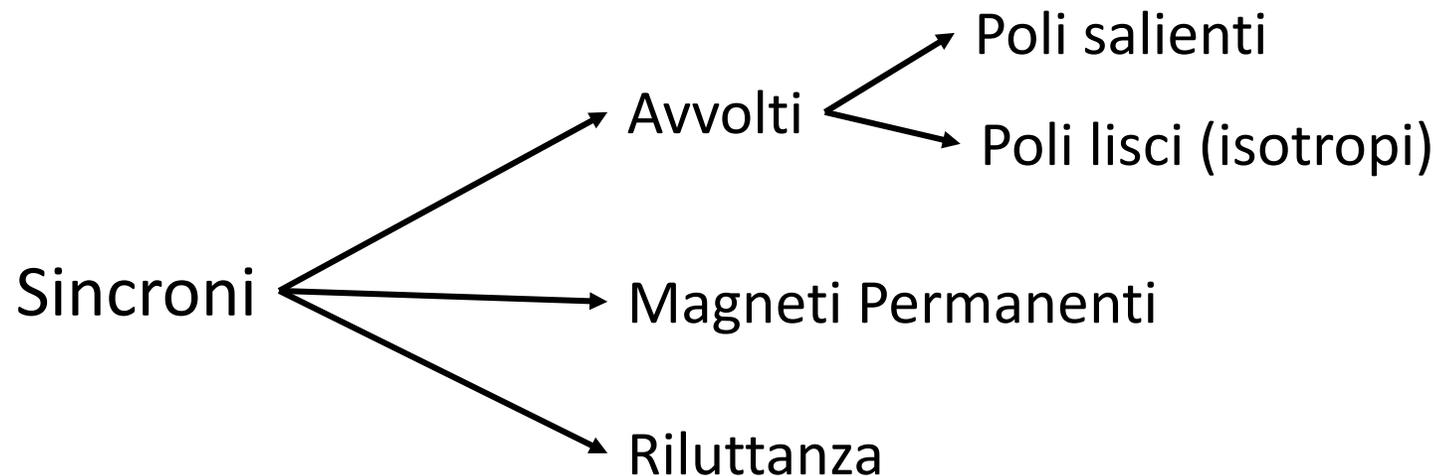
Macchine sincrone

Le macchine sincrone sono macchine elettriche rotanti alimentate in corrente alternata nelle quali la frequenza della f.e.m. indotta e la velocità angolare del rotore sono in rapporto costante. Trovano applicazione come:

Generatori Elettrici (alternatori);

Motori per applicazioni a giri fissi;

Attuatori nei sistemi di controllo.



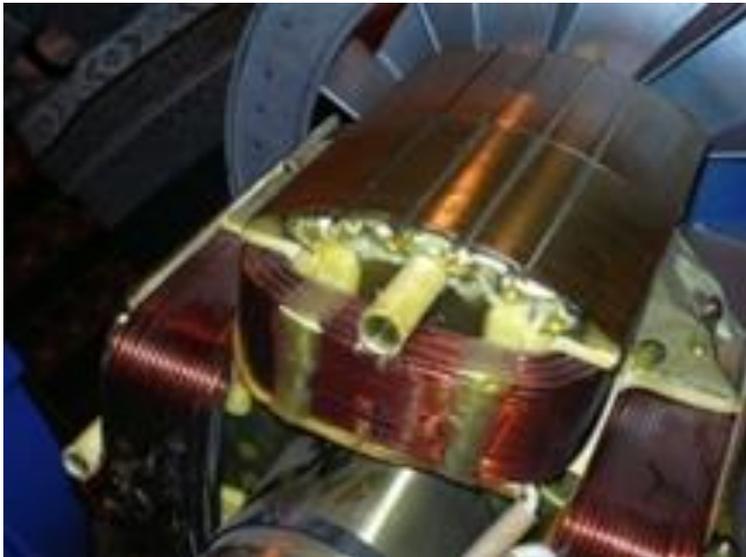
$$n_s = \frac{60 f}{p}$$

Rispetto alla macchina asincrona, la macchina sincrona, in condizioni di regime, funziona con scorrimento nullo. In altre parole, il rotore ruota in modo sincrono con il campo rotante (da cui il nome di macchina sincrona)

Come per la macchina asincrona, la coppia e quindi il trasferimento di potenza all'asse si genera perché statore e rotore generano un campo magnetico al traferro caratterizzato dallo stesso numero di poli e dalla stessa velocità di rotazione

Nel caso di macchina sincrona, il campo magnetico prodotto dal rotore può essere ottenuto:

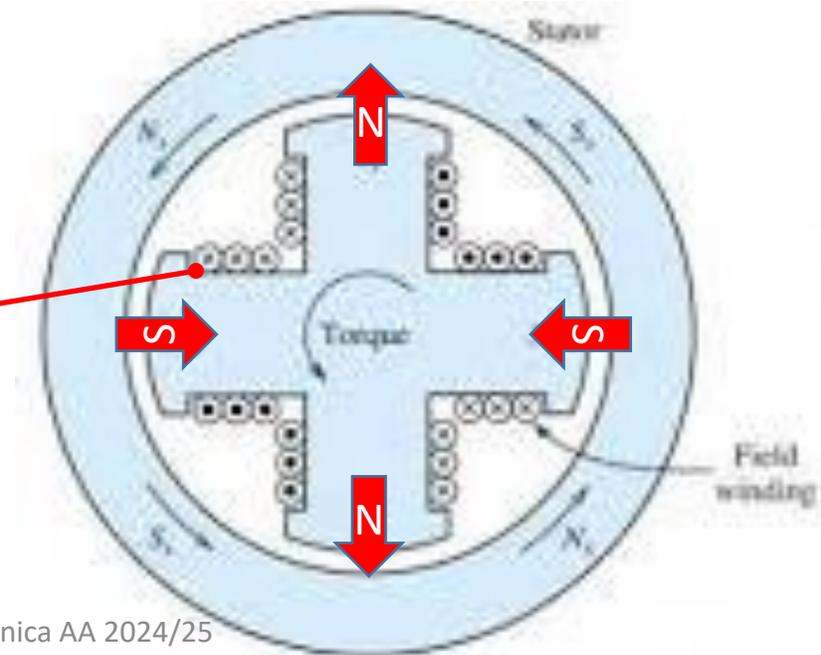
- Mediante un circuito elettrico montato avvolto sul rotore, alimentato in corrente continua
- Mediante magneti permanenti installati sulla superficie del rotore o al suo interno con polarità alternate

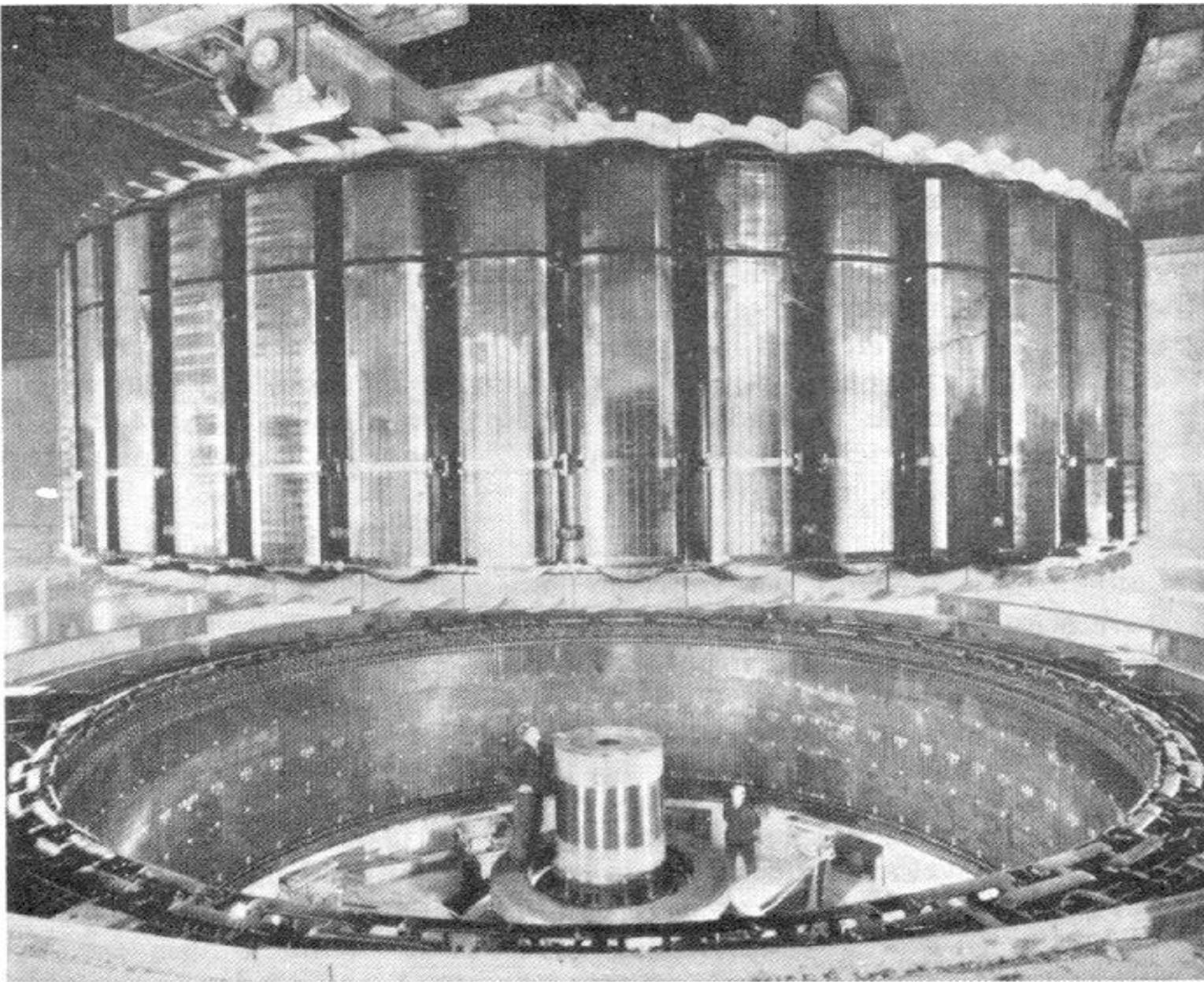




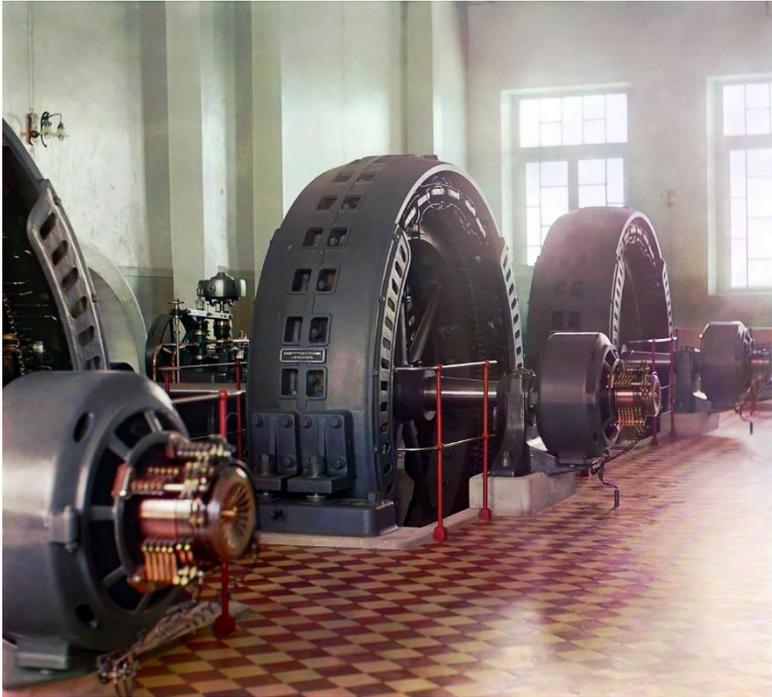
Il circuito, montato sul rotore e alimentato in corrente continua, serve a generare il campo di rotore e viene detto «avvolgimento o circuito di campo» o «avvolgimento o circuito di eccitazione»

Spire dell'avvolgimento di campo o di eccitazione





Principio di funzionamento generatore sincrono



www.LearnEngineering.org

Fuizionamento alternatore

- Una sorgente di energia meccanica (motore endotermico, turbina idraulica, turbina a vapore,....) porta in rotazione l'albero dell'alternatore
- Si fa percorrere il circuito di campo da una corrente continua, tale corrente genera un campo elettromagnetico all'interno della macchina
- La rotazione dell'albero unita al campo generato dalla corrente di eccitazione, dà origine ad una forza elettro motrice alternata ai capi dell'avvolgimento di armatura del generatore (avvolgimento statorico generalmente trifase)
- Quando ai capi dell'avvolgimento di armatura viene collegato un carico, esso e l'avvolgimento in alternata del generatore verranno percorsi da corrente
- La corrente percorrendo l'avvolgimento di armatura genera un campo magnetico di reazione
- L'interazione tra campo magnetico di armatura e campo magnetico di eccitazione dà origine ad una coppia resistente all'asse del generatore, tale coppia resistente è proporzionale al carico elettrico collegato al generatore
- Potenza meccanica in ingresso = Potenza elettrica in uscita / efficienza del generatore

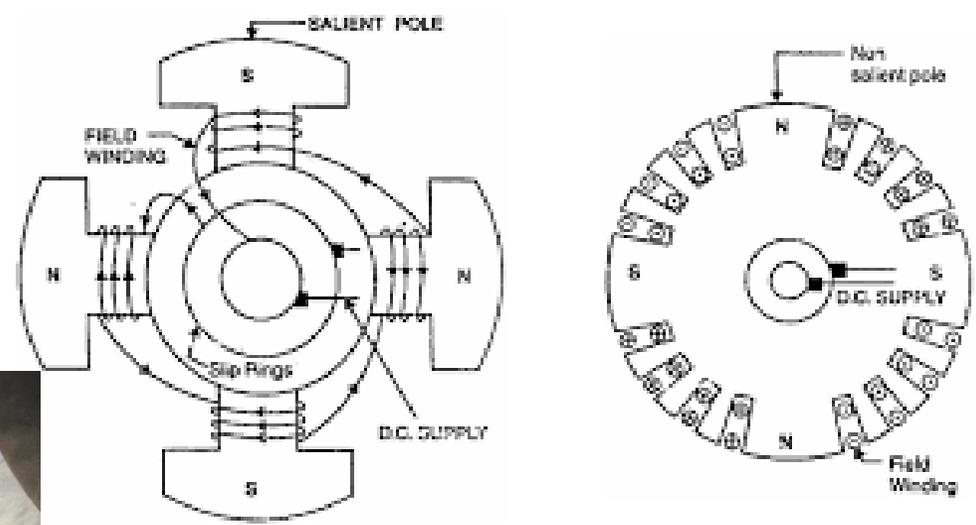
Principio di funzionamento motore sincro



www.LearnEngineering.org

Poli salienti e poli lisci

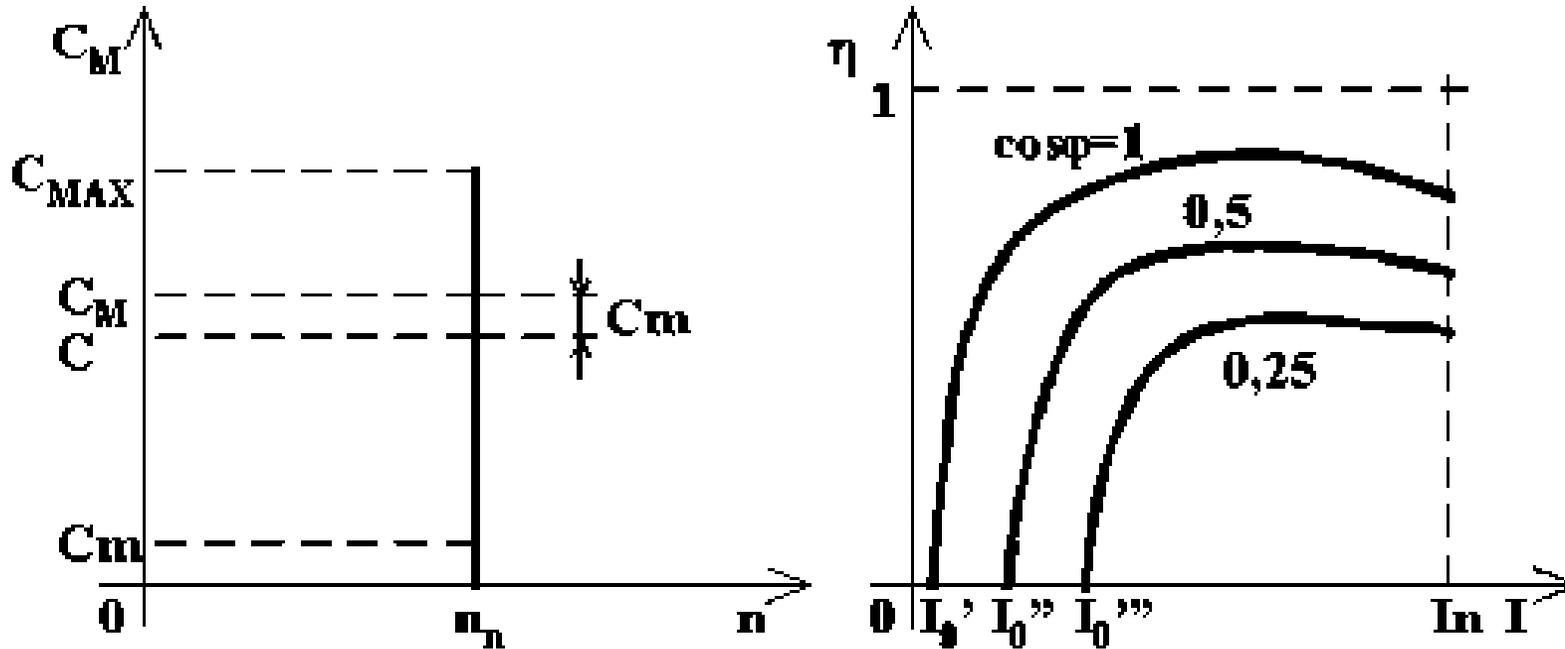
Poli salienti: alta polarità → macchine lente;



Poli lisci: macchine a 2 o 4 poli quando la forza centrifuga è elevata → diametri elevati ed elevate velocità.



Curva di coppia macchina sincrono



La velocità di rotazione di una macchina sincrona non dipende dal carico ma solamente dalla frequenza della tensione di alimentazione

$$n = \frac{60 f}{p}$$

Il fattore di potenza di una macchina sincrona viene regolato agendo sulla corrente di eccitazione rotorica.

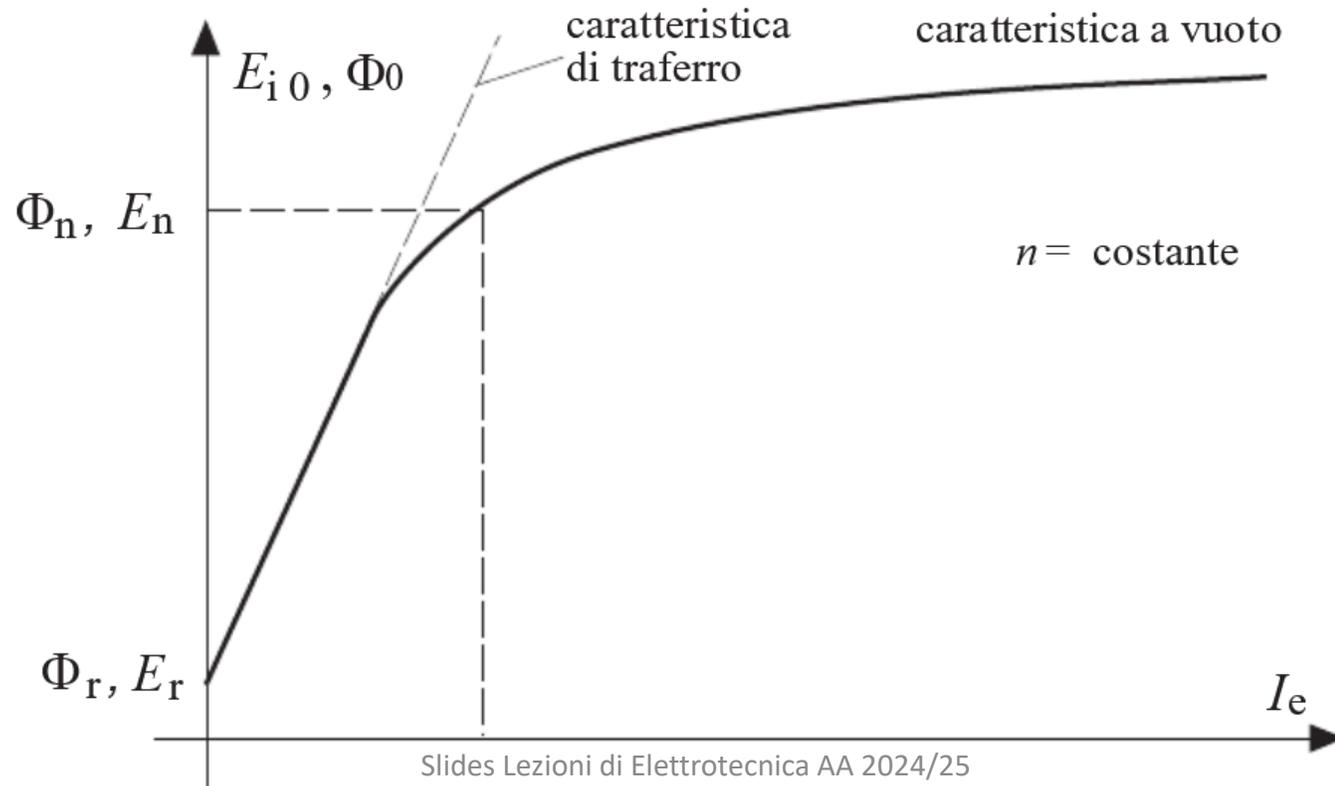
Regolazione alternatore

Regolazione della frequenza:

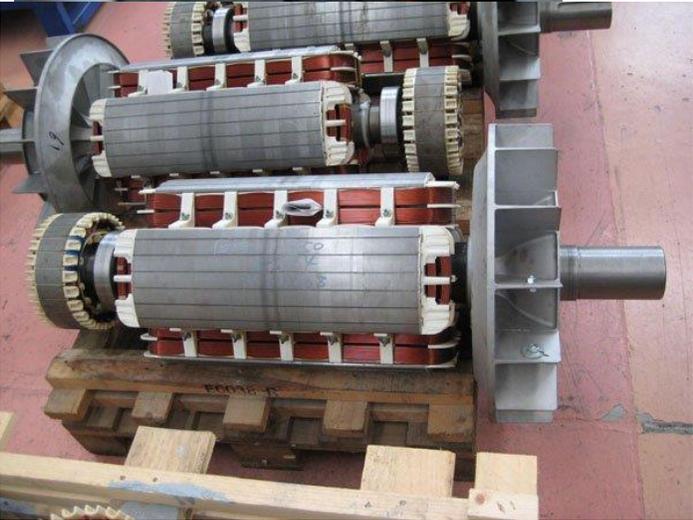
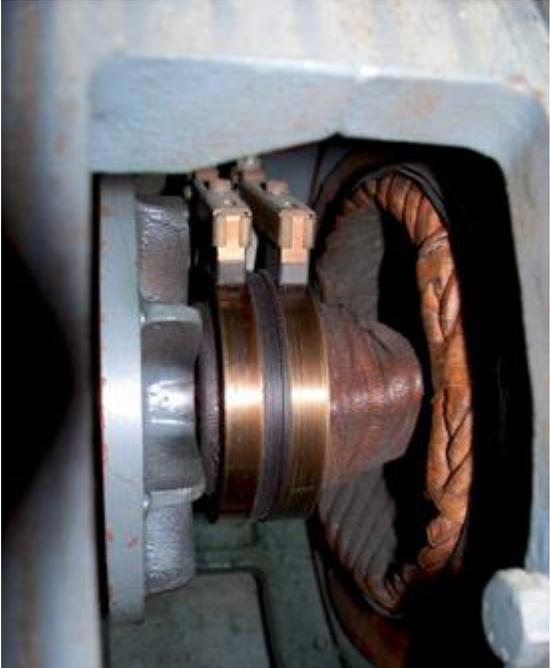
$$f = \frac{p n}{60}$$

Regolazione della tensione:

$$E = k 2\pi f N \Phi$$

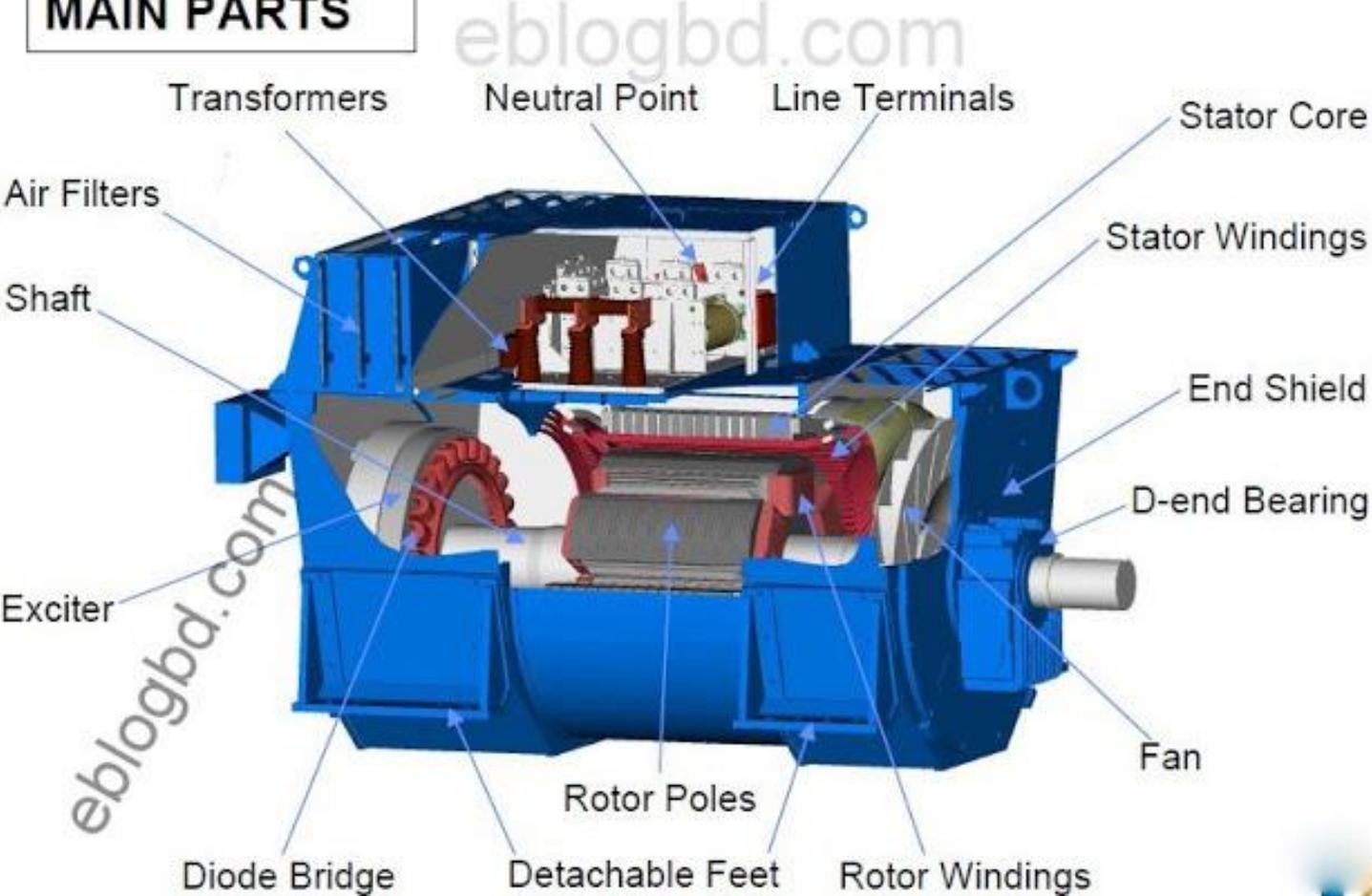


Eccitazione



Synchronous Generator AMG

MAIN PARTS





Air separation



Cement



Oil, gas and petrochemical



Marine



Metals and minerals



Mining



Power generation



Pulp and paper



Water and wastewater

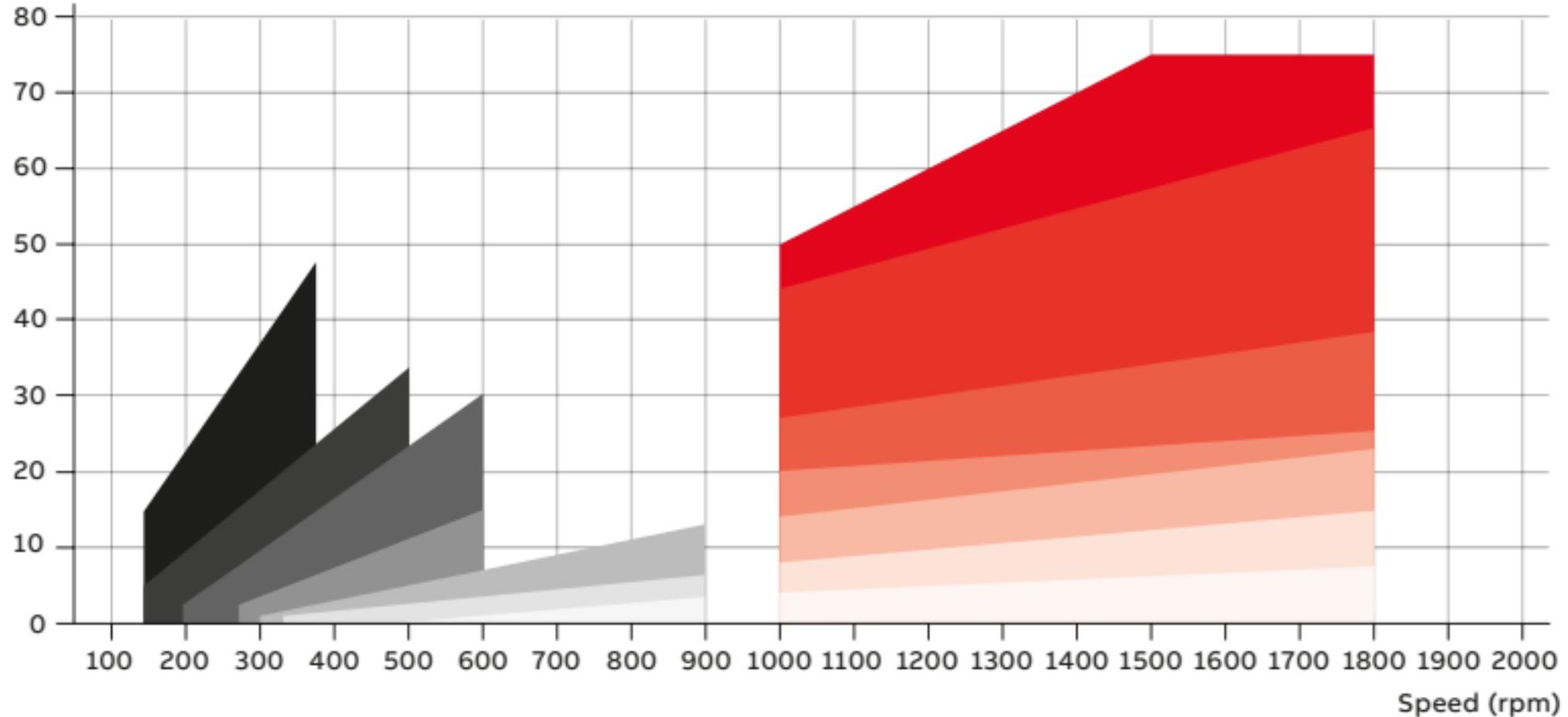
Applicazioni



Esempio di taglie

Fixed speed motors

Output (MW)



Caratteristiche

Efficienza elevata

Numero di giri costante al variare del carico

Potenze dal kW alle centinaia di MW

Principalmente usato come generatore

Generalmente non è auto-avviante (come motore)

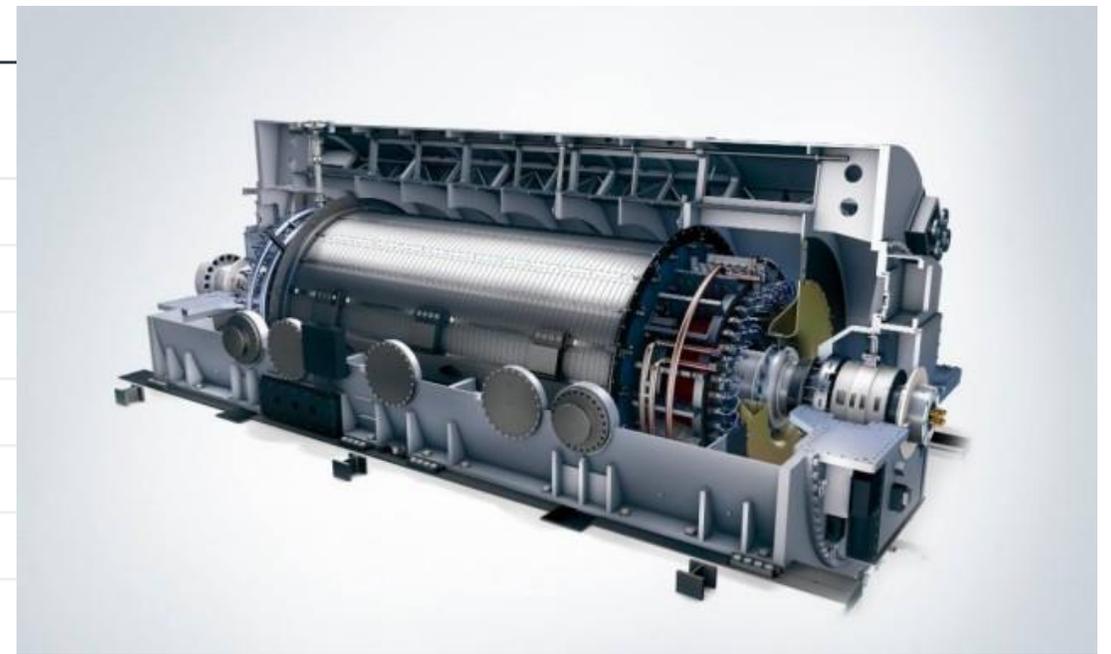
Problematiche legate all'eccitazione



SGen-100A series

SGen-1000A series

	SGen5-1000A	SGen6-1000A
Frequency	50 Hz	60 Hz
Apparent power	180–370 MVA	180–370 MVA
Efficiency	up to 98.9%	up to 98.9%
Designed for power factor	0.80	0.85
Terminal voltage	10.5–20 kV	10.5–20 kV



	SGen5-3000W	SGen6-3000W
Frequency	50 Hz	60 Hz
Apparent power	up to 1,300 MVA	up to 1,300 MVA
Efficiency	up to 99%	up to 99%
Designed for power factor	0.80	0.85
Terminal voltage	up to 27 kV	up to 26 kV
Design insulation class	Class F	Class F
Weight (approx.)	up to 425 t	up to 390 t

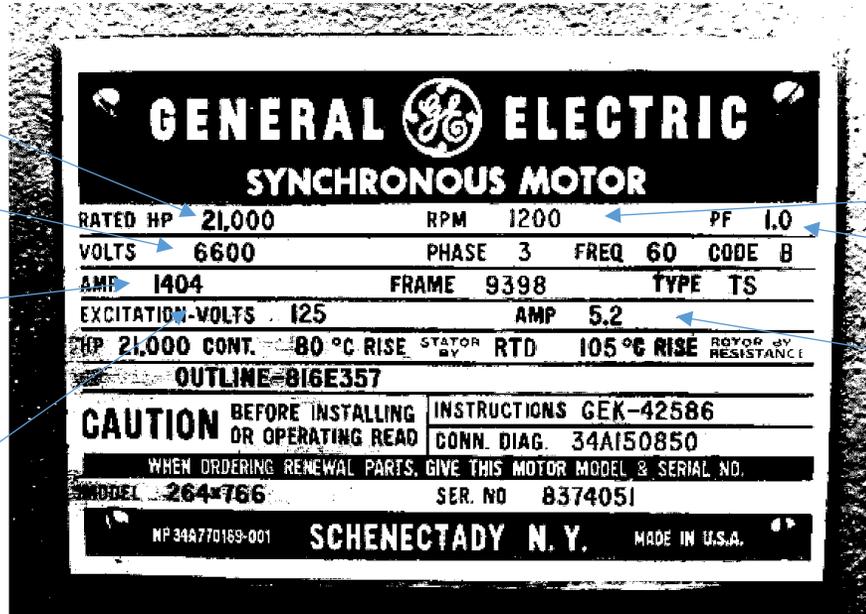
Dati di targa

Potenza

Tensione di alimentazione

Corrente nominale

Tensione di alimentazione dell'eccitazione



Numero di giri nominali

Fattore di potenza

Corrente di eccitazione

