

MOTORE ASINCRONO TRIFASE_parte4

APPLICAZIONI INDUSTRIALI , VARIAZIONE DI VELOCITA', APPLICAZIONE MAT a LOCO FERROVIARIE;
MOTORIDUTTORE ASINCRONO, MAT IN MONOFASE



Motoriduttori asincroni:

Accoppiamento del motore asincrono (i.e. MAT) con ingranaggio per ridurre la velocità (GEAR) e nel contempo aumentare la coppia (l'ingranaggio risulta quasi "trasparente" alla potenza meccanica - il rendimento dell'ingranaggio vale intorno a 0,9 (cioè il 90%)- potenza che è il prodotto della coppia C misurata in [Nm] per la velocità angolare ω misurata in [rad/s])

$$P = C \cdot \omega$$

$P_c / P_m = 0,9$ cioè il rapporto fra la potenza al carico P_c e la potenza del motore P_m sarà 0,9 cioè il 90%

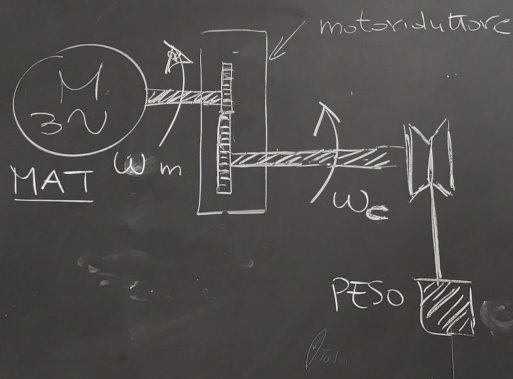
$$C_c \cdot \omega_c / C_m \cdot \omega_m = 0,9$$

e quindi se, ad esempio, ce ne vengono date tre si ricava la quarta incognita.

Si Inserisce il link ad un Gdoc tipico di esame: [esercizio motoriduttore](#)

A questo proposito forniamo uno spunto per una riflessione

MOTORIDUTTORI ASINCRONI



$\omega_m = \text{velocità motore [rad/s]}$

$\omega_c = \text{velocità del carico [rad/s]}$

radianti al
↑
Secondo

Motoriduttore: serve per
l'accoppiamento tra il MAT
e il carico (GEAR)

- 1) riduce la velocità
- 2) aumenta la coppia

rendimento riduttore vale circa 0,9

$$\eta_T = 0,9$$

↑
rendimento
trasmissione

$$\eta_T = \frac{P_c}{P_m}$$

POTENZA CARICO (90%)
POTENZA MOTORE

$$P = C \cdot \omega$$

C = COPPIA

$\omega = \text{Velocità} [\text{rad/s}]$

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

$n = \text{Velocità} [\text{giri/min}]$

$$\eta_T = \frac{P_c}{P_m} = \frac{C_c \cdot \omega_c}{C_m \cdot \omega_m} = 0,9$$

$$\frac{C_c \cdot \omega_c}{C_m \cdot \omega_m} = 0,9$$

DATI: C_m, ω_m, ω_c

CALCOLO C_c

$$C_c = 0,9 \frac{C_m \cdot \omega_m}{\omega_c}$$

Se il MAT ha una coppia di $100 \text{ N}\cdot\text{m}$ e ruota a 1000 giri/min , sapendo che il riduttore riduce di 100 la velocità, calcolare la coppia al carico.

$$C_m = 100 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$n_m = 1000 \text{ giri/min}$$

$$\omega_m = \frac{2\pi}{60} \cdot n_m = \frac{6,28}{60} \cdot 1000 = 105 \text{ rad/s}$$

$$\omega_c = \frac{105}{100} = 1,05 \text{ rad/s}$$

$$C_c = 0,9 \cdot \frac{C_m \cdot \omega_m}{\omega_c} = \frac{0,9 \cdot 100 \cdot 105}{1,05} = 9000 \text{ N}\cdot\text{m}$$

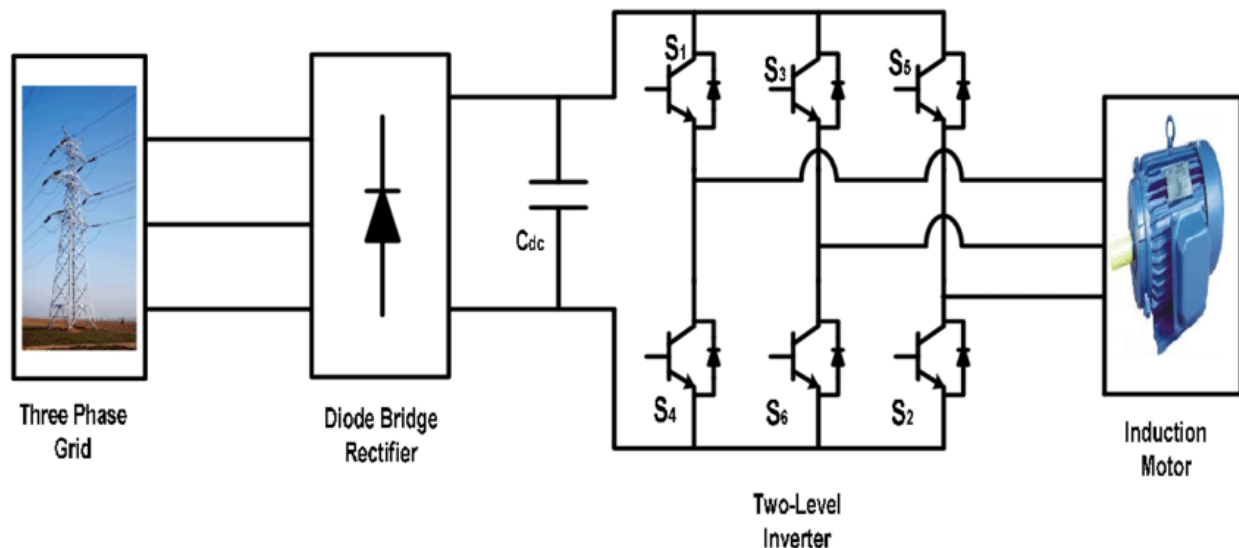
Nota: dire che il riduttore riduce di 100, significa che la riduce di 100 volte



APPLICAZIONI INDUSTRIALI

Montacarichi, gru, ascensori, macchine utensili tradizionali, pompe, ventilatori sono da decenni azionati in maniera soddisfacente da questo tipo di motore, ma anche nel settore dei trasporti è ampiamente utilizzato grazie all'uso dei convertitori (statici) elettronici di potenza(vedi

raddrizzatori e inverter) , che ne consentono la variazione di velocità. Per cui li troviamo sui moderni treni, automobili ibride ed elettriche, filobus, tram, funivie, etc.



Mediante il convertitore di sinistra (i.e. raddrizzatore a diodi) raddrizziamo la tensione e la facciamo diventare continua (DC) per poi “invertirla” nuovamente facendola diventare alternata trifase con l’aiuto del convertitore di destra (inverter) però con la frequenza che decidiamo noi istante per istante. Una domanda potrebbe sorgere spontanea: ma perchè, se abbiamo già un sistema trifase di tensioni sinusoidali, dobbiamo prima trasformarla in continua e poi di nuovo in alternata? La risposta è la seguente: la terna di tensioni di partenza avrà una sua frequenza fissa, ma noi se vogliamo variare la velocità del MAT dobbiamo avere possibilità di variare la f delle sinusoidi

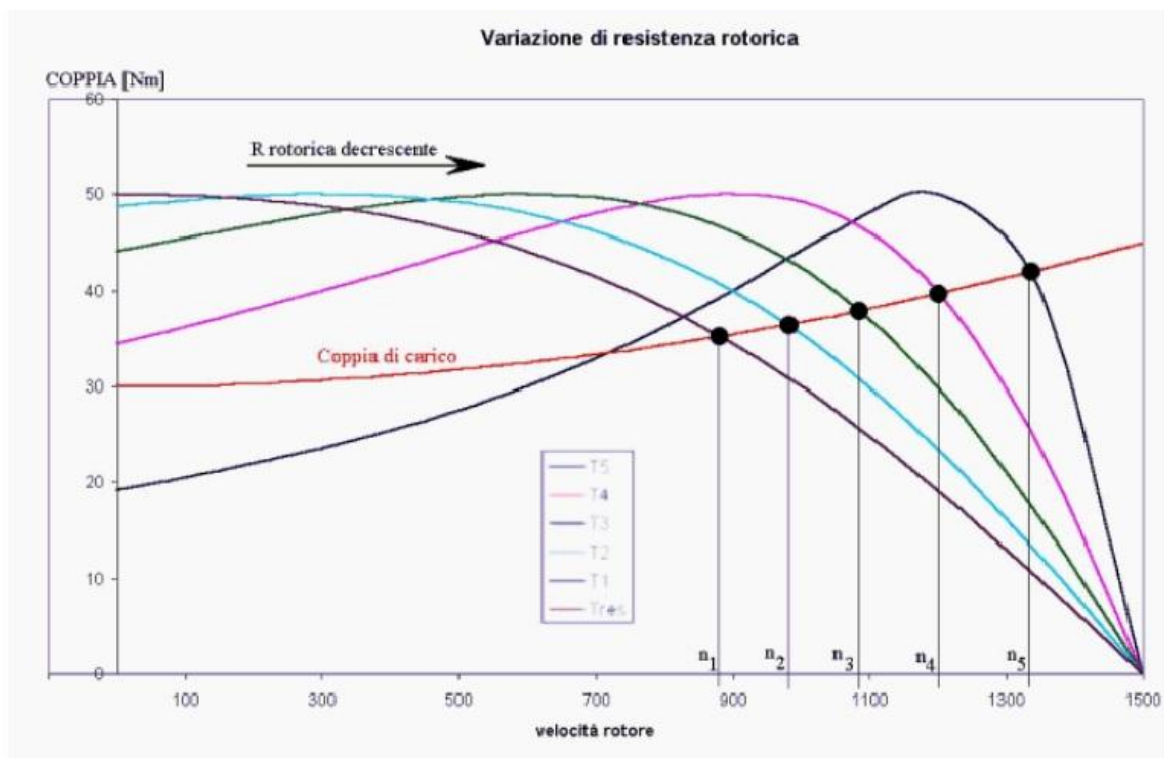
Variazione velocità

1° metodo La variazione di velocità può essere ottenuta con una **variazione dello scorrimento** e può avvenire quando, modificando la pendenza della caratteristica meccanica, la coppia resistente interseca, nella condizione di equilibrio, la coppia motrice ad una diversa velocità (figura sotto).

Come si può modificare la pendenza? Nel caso di rotore avvolto, con un reostato (resistenza trifase variabile) posto in serie agli avvolgimenti rotorici. (il rotore avvolto era stato descritto nella parte 2 -alla pagina 4?- [MAT_parte2](#))

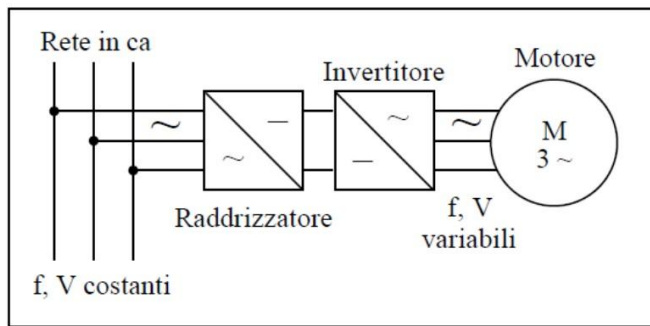
Al variare quindi della resistenza reostatica si “abbatte” la caratteristica meccanica.

Il metodo consente di ottenere variazioni di velocità contenute in un campo limitato a circa il 20% rispetto ai valori nominali e, inoltre, cosa non sempre gradita, si abbassa il rendimento complessivo a causa della potenza dissipata nelle resistenze rotoriche.



2° metodo : *metodo di variazione della frequenza di alimentazione*

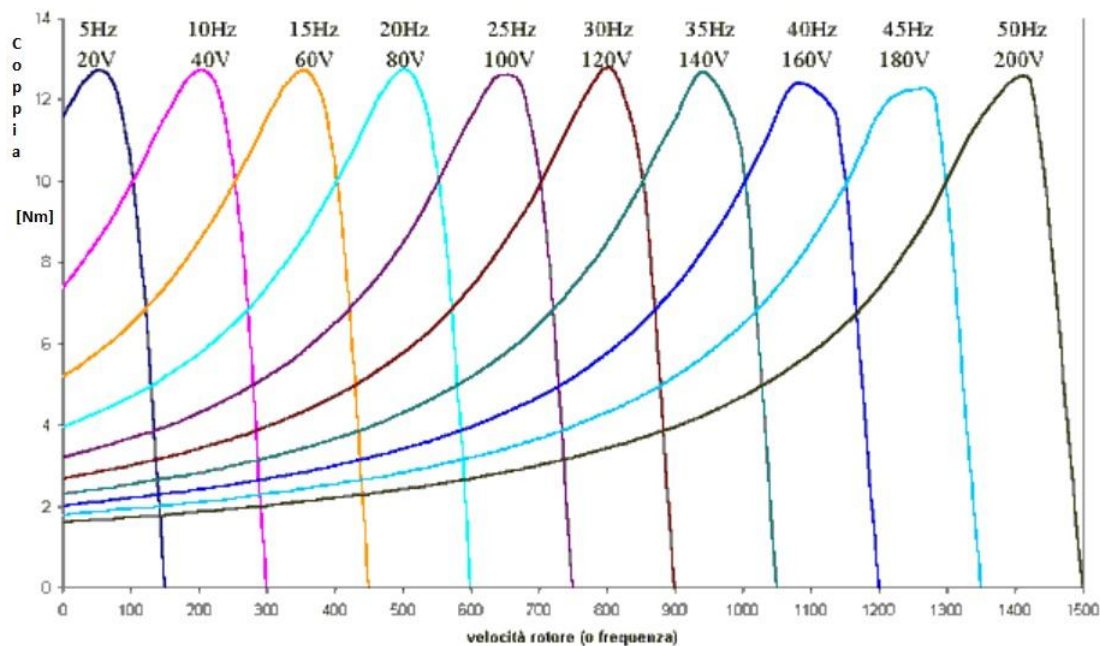
delle tensioni con cui alimentiamo gli avvolgimenti statorici (con l'inverter)



L'elettronica di potenza ha ormai contribuito a rendere il motore asincrono molto attuale nelle regolazioni di velocità, consentendo l'utilizzo di una macchina costruttivamente semplice e robusta nei confronti della macchina a corrente continua, che era ritenuta - fino a non molti anni fa - insostituibile nel campo delle regolazioni e dei controlli. Il MAT a gabbia di scoiattolo necessita inoltre di minore manutenzione.

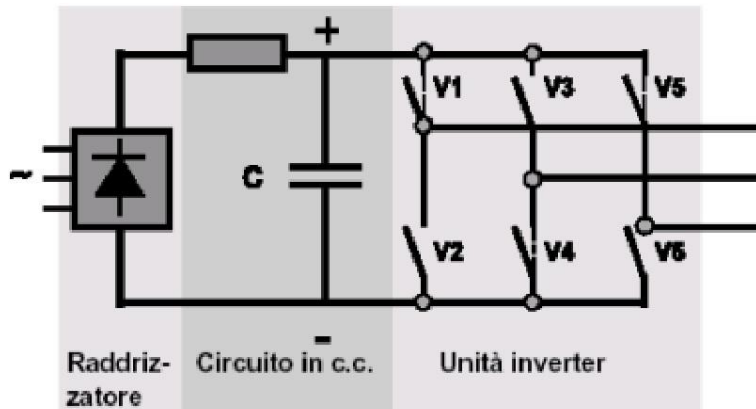
La regolazione di velocità si ottiene variando la frequenza - mantenendo costante il rapporto fra la tensione di alimentazione dello statore e la frequenza corrispondente

(Cioè a rapporto V/f costante cosicché il flusso e la coppia prodotta dalla macchina restano costanti). L'inserimento di un inverter trifase sarà adatto allo scopo.



Questo è possibile utilizzando:

INVERTER:



L'inverter consente di variare la frequenza e la tensione di alimentazione di un motore elettrico, adeguandone la velocità alle effettive esigenze del carico

(Esiste sul sito un DOC dedicato all'inverter):

https://docs.google.com/document/d/17yDkNg-vqRvzus-AOIZWcYkJYzvp9AiYenTruTWN_jl/edit?usp=sharing

Temi possibile approfondimento:

Perdite:

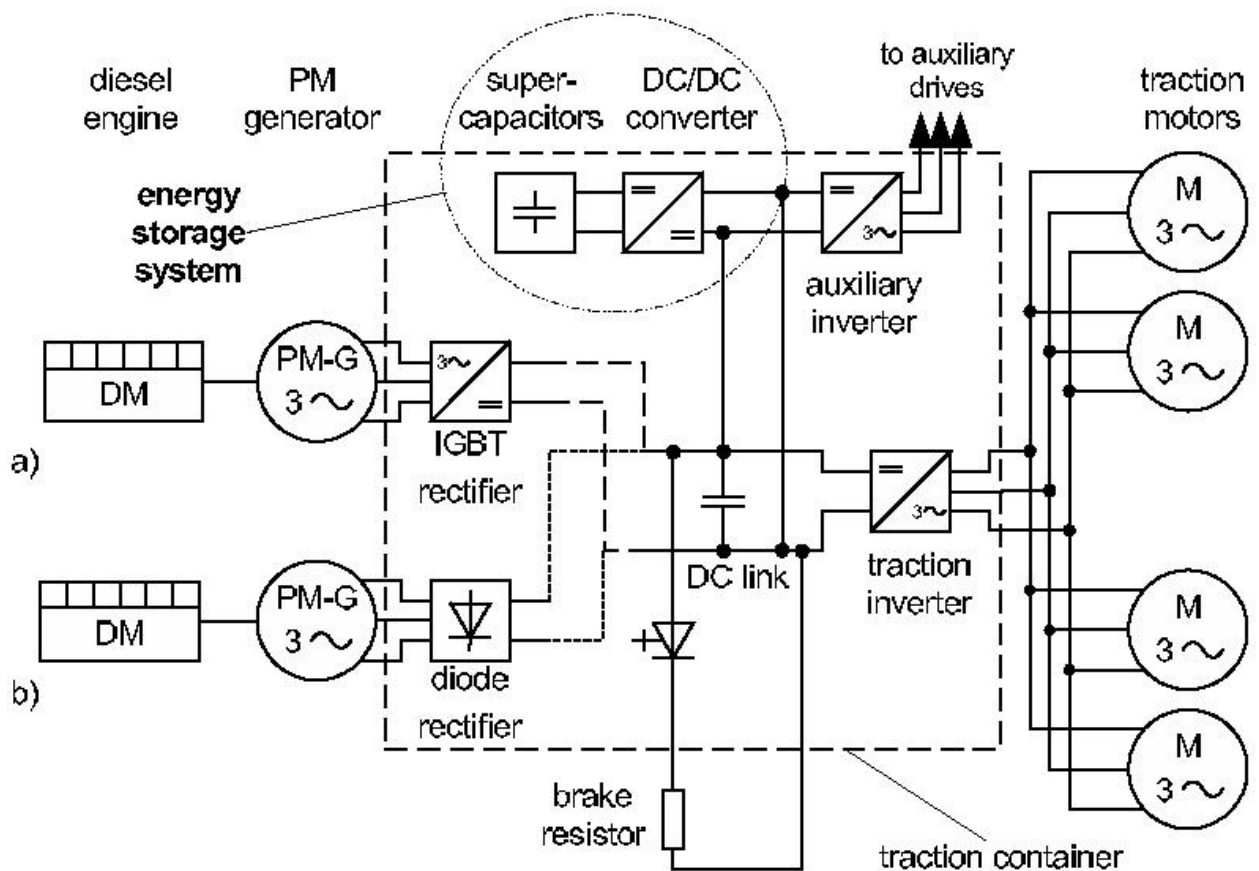
- meccaniche (i.e. per attrito albero/cuscinetto e per ventilazione)
- elettriche (i.e. nel rame e nel ferro)

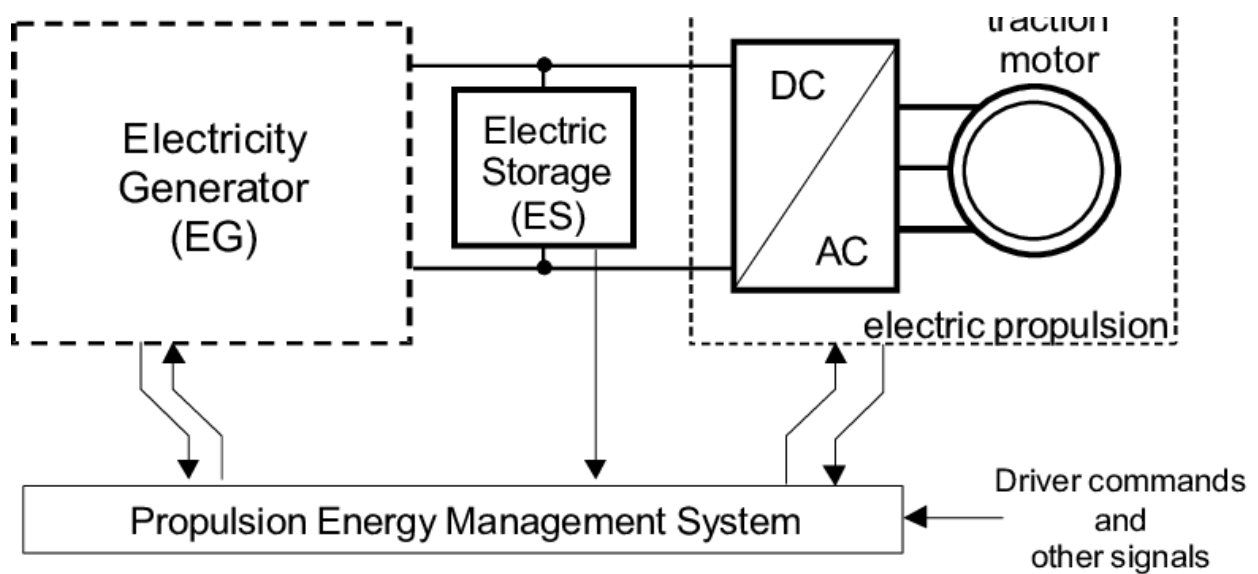
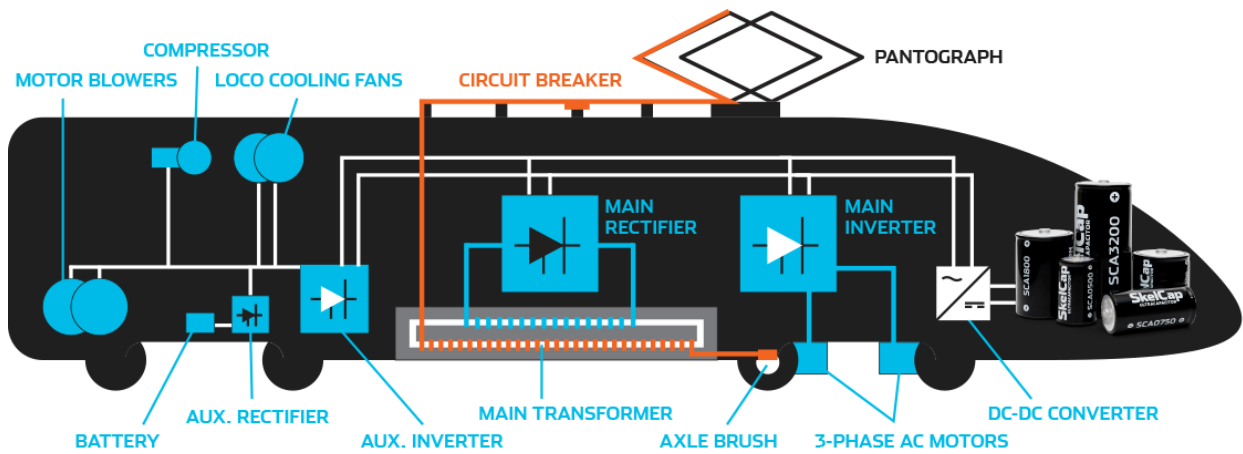
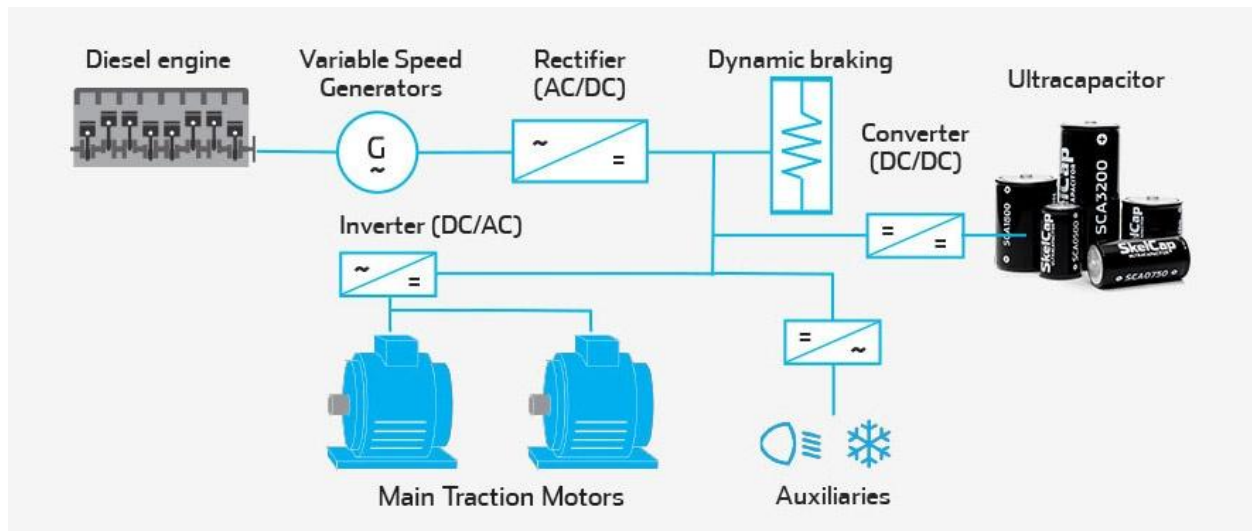
cioè nel motore asincrono trifase, come si vede, si hanno le stesse perdite che si avevano anche nel trasformatore, e inoltre abbiamo anche delle perdite meccaniche per il fatto che la macchina in questione, a differenza del trasformatore, ha un rotore in movimento.

Viene inoltre definito, come per il trasformatore, il rendimento η della macchina:

il rapporto tra la potenza uscente P_u (i.e. quella che ritroviamo come potenza meccanica all'albero) e quella entrante P_e (i.e. la potenza assorbita, cioè il prodotto di radice di 3 per la tensione di linea per la corrente statorica per il fattore di potenza $:\sqrt{3} * V * I * \cos(\phi)$),
ossia:

$$\eta = P_u / P_e$$





FRENATURA RIGENERATIVA

L'inverter può anche servire per consentirci di attuare la cosiddetta frenatura rigenerativa. A questo proposito c'è un video molto interessante di cui si mette il link:

 [Understanding Regenerative Braking!](#)

POTENZE

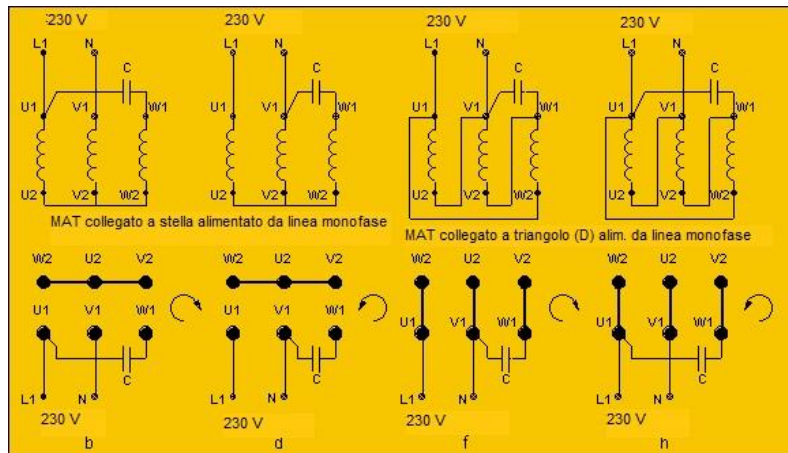
	DC	AC monofase	AC trifase
P (potenza attiva) [W]	$P = R I^2 = V I$ [W]	$P = V I \cos\phi$ [W]	$P = \sqrt{3} V I \cos\phi$ [W]
Q (potenza reattiva) [VAR]	-----	$Q = V I \sin\phi$ [VAR]	$Q = \sqrt{3} V I \sin\phi$ [VAR]
S (potenza apparente) [VA]	-----	$S = V I$ [VA]	$S = \sqrt{3} V I$ [VA]

GUASTI nei MAT [guardare google doc](#)

MANUTENZIONE parte 3 in fondo (parte nera in italiano)

MAT alimentato da tensione monofase e Motore Monofase

Il motore asincrono trifase può funzionare con una linea monofase collegando un condensatore in derivazione su due morsetti, qualunque sia il tipo di collegamento utilizzato per collegare le fasi del motore. In questo caso saremo in presenza di un motore asincrono trifase alimentato in monofase



Quando non abbiamo una linea trifase, oltre utilizzare il metodo precedente, talvolta si ricorre anche all'utilizzo di motori asincroni monofasi, detti anche motori monofasi ad induzione, utilizzati per potenze modeste, fino ad alcuni chilowatt, come alcuni elettrodomestici, pompe, ventilatori. Questi motori sono costruttivamente simili a quelli trifasi, anche se a parità di dimensioni e di velocità, presentano una potenza ridotta della metà, con l'avvolgimento statorico monofase e quello rotorico generalmente a gabbia.

Di solito, data la caratteristica non autoavviante di questi motori, vengono utilizzati motori bifase, dove la seconda fase (o, meglio, "una seconda tensione, sfasata rispetto alla prima") viene ricavata tramite l'utilizzo di un condensatore.

