

5. MACCHINE PER USI SPECIALI

5.1 Macchine omopolari

Le macchine omopolari in c.c. sono utilizzate solamente come generatori; esse sono in grado di erogare corrente continua elevata, anche a basse tensioni, inoltre la loro caratteristica principale è quella di produrre tensioni e correnti continue assolutamente prive di ondulazioni, grazie all'assenza di combinatori elettromeccanici od elettronici.

I problemi principali sono legati alla necessità di ridurre i contatti striscianti, adatti ad alte correnti con cadute di quest'ultime molto basse.

Un'altra esigenza è quella di elevare il più possibile la tensione, a questo scopo non si possono utilizzare avvolgimenti normali, ma utilizzare avvolgimenti super conduttivi.

L'inconveniente di questo motore è dato dai problemi di saturazione e per la bassa f.e.m. è limitata la velocità assumibile dal disco.

Le macchine omopolari in c.a. funzionano in base alla modulazione del campo magnetico: tramite la variazione di riluttanza fra statore e rotore. Durante il moto del rotore la variazione di flusso produce nelle bobine corrispondenti delle f.e.m. alternate. Una particolarità dell'alternatore omopolare è il funzionamento a vuoto: tale caratteristica è crescente nel primo tratto al crescere della corrente d'eccitazione, quindi presenta un massimo e poi tende a calare.

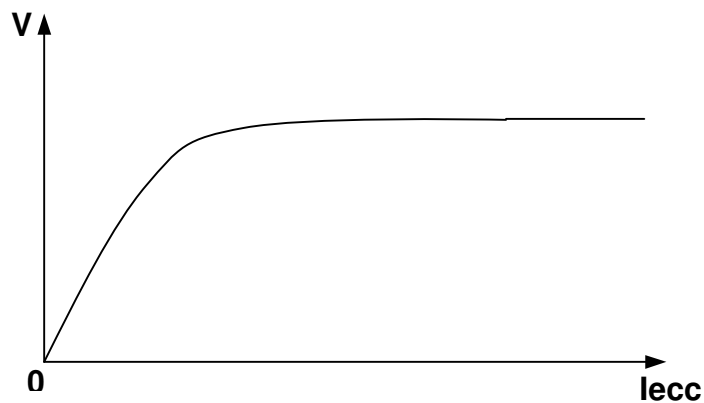


Fig.3

5.2 Motori per rotazioni limitate o per piccole velocità

5.2.1 Il motore di coppia

Il motore di coppia è un attuatore elettromeccanico in grado di sviluppare coppie elevate; è impiegato nelle applicazioni di posizionamento, dove occorre molta precisione.

In questi casi viene attaccato al carico in maniera diretta così si eliminano eventuali giochi, causa di errori nel posizionamento.

Il tipo convenzionale è simile al motore c.c. a magneti permanenti, caratterizzato da un numero elevato di poli e con l'indotto realizzato con lamierini ad alta permeabilità.

Il tipo ad induzione è caratterizzato dal fatto che statore e rotore sono ad anelli ed anch'essi hanno un numero elevato di poli, con lo scopo di ridurre la velocità di rotazione.

Un altro tipo di motore a coppia è quello senza spazzole di cui ve ne sono due tipi:

a) a magneti permanenti:

viene utilizzato nei sistemi di regolazione (azionamento delle elettrovalvole);

b) a struttura schematica:

esso elimina uno dei difetti principali in questo tipo di motori: la generazione di coppie fluttuanti con la posizione. Questo fenomeno è dovuto alla presenza di dentatura ed alla commutazione, ed a effetti negativi sulla precisione e sulla risoluzione del posizionamento.

Commutando l'alimentazione delle fasi è possibile realizzare rotazioni di tipo continuo, con alimentazione ad impulsi si realizza un azionamento incrementale.

5.2.2 Lo steromotore

La particolarità di questo motore è quella di fornire elevate coppie a bassa velocità senza utilizzare i riduttori meccanici.

La struttura del motore ed il principio di funzionamento sono: il rotore contiene un magnete cilindrico che produce un flusso assiale, la cui richiusura avviene attraverso lo statore, il quale presenta quattro espansioni ed un avvolgimento trifase. Non vi sono cuscinetti e il rotore si muove rotolando entro due guide circolari poste agli estremi opposti dello statore.

Lo steromotore può essere sincrono o asincrono: nel caso in cui gli anelli gommati e le guide circolari siano lisci il movimento è asincrono; qualora entrambi siano dentati si parla di moto sincrono. Le velocità tipiche vanno da poche unità a circa 200 g/min. per il tipo asincrono mentre per il sincrono si

raggiungono 50 g/min questa versione permette il funzionamento passo-passo. L'alimentazione può essere trifase, bifase, monofase o anche di tipo pulsante (per il funzionamento a passi).

Questo motore trova applicazioni come freno, attuatore passo-passo, nei sistemi di posizionamento automatico, nel pilotaggio di servovalvole, nel posizionamento di teste rotanti di macchine utensili, più in generale dove si voglia eliminare il riduttore di velocità.

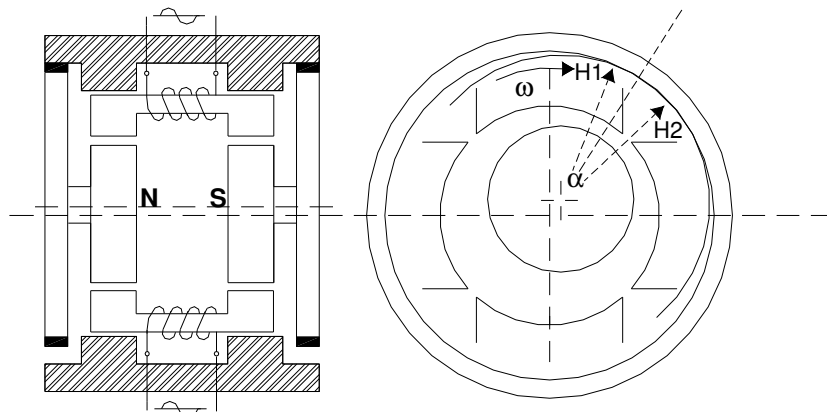


Fig.4

5.3 Macchine sincrone per usi particolari

5.3.1 La ruota fonica

L'impiego più frequente di questa macchina è come sincronizzatore. In tale uso essa è montata ad un'estremità dell'albero azionato; dall'altra invece vi è collegato il motore principale.

La presenza della ruota fonica consente di regolare la coppia del motore principale in caso di mancanza o eccesso di questa.

5.3.2 L'alternatore Lundell

E' una macchina sincrona a magnete permanente: lo statore possiede un normale avvolgimento trifase, mentre il rotore, contenente uno o più magneti disposti assialmente, è dotato di espansioni polari di struttura particolare. Data la robustezza del rotore, l'alternatore Lundell viene utilizzato nelle applicazioni con severe condizioni di funzionamento; l'utilizzo come generatore per

autoveicoli ne è un esempio. Per macchine di potenza modesta il magnete è unico, mentre per potenze superiori vi sono più magneti.

5.3.3 Regolatore di tensione a induzione

E' una macchina statica avente le caratteristiche costruttive di una macchina rotante ad induzione a rotore avvolto. Può essere utilizzata per eseguire due lavori:

- mantenere costante l'ampiezza della tensione in uscita;
- consentire di variare l'ampiezza della tensione in uscita rispetto ad una tensione di ingresso avente ampiezza costante.

Il primo lavoro è però svolto egregiamente dai convertitori elettronici di potenza, che ci permettono una rapida regolazione statica della tensione; quindi questa macchina trova il suo maggiore impiego nei laboratori e nelle sale prova come variatore della tensione di uscita.

I suoi vantaggi, per i quali questa macchina è ancora competitiva sono:

- la robustezza;
- la semplicità di funzionamento;
- la buona qualità della forma d'onda di tensione in uscita (con qualsiasi condizione di regolazione).

Esistono regolatori ad induzione trifase e monofase. Il primo ha gli avvolgimenti di statore connessi in serie al proprio conduttore di fase mentre quelli di rotore hanno i capi liberi connessi alla linea trifase tramite contatti spazzole-anelli oppure tramite collegamenti flessibili. La connessione degli avvolgimenti è simile a quella di un autotrasformatore, ma il principio di funzionamento è diverso. Il secondo (monofase), possiede un avvolgimento distribuito sullo statore e connesso in serie ad una fase di linea; un altro avvolgimento, alimentato dalla tensione di linea è situato sul rotore. Nelle cave libere del rotore è posto un avvolgimento ausiliario in corto circuito. Questo è inerte durante il funzionamento a vuoto, mentre interviene durante il funzionamento sotto carico. In questo istante l'avvolgimento di statore è percorso da una corrente e di conseguenza, produce una f.m.m. al traferro: questa f.m.m. tende ad essere equilibrata da correnti rotoriche di reazione corrispondenti.

5.3.4 Variatore di fase ad induzione

E' una macchina statica con la struttura di una macchina asincrona trifase a rotore avvolto avente avvolgimenti di statore e di rotore di tipo analogo a quelli di un regolatore di tensione ad induzione; in questo caso però gli avvolgimenti di statore e di rotore sono separati fra loro metallicamente.

La sua struttura è analoga a quella di un trasformatore e di conseguenza la potenza di dimensionamento coincide con quella nominale. A differenza di un trasformatore le f.e.m. di fase si producono a seguito del campo magnetico rotante: la rotazione degli angoli elettrici del rotore rispetto allo statore produce lo stesso sfasamento tra le corrispondenti terne di f.e.m., che mantengono la loro ampiezza.

5.4 Motori asincroni per usi particolari

5.4.1 Motore asincrono a rotore massiccio

È un normale motore asincrono nel quale però il rotore è costituito da un cilindro liscio d'acciaio magnetico con buona permeabilità; pertanto le sue caratteristiche di funzionamento sono diverse.

All'avviamento infatti si verifica un addensamento della corrente: questo comporta elevate coppie di spunto.

Come motore la sua caratteristica meccanica risulta sempre calante in tutto il campo da velocità nulla a velocità di sincronismo: ne consegue una stabilità di funzionamento.

Se utilizzato come motore coppia il consumo di questa macchina è basso: in più elimina totalmente la fluttuazione della coppia motrice.

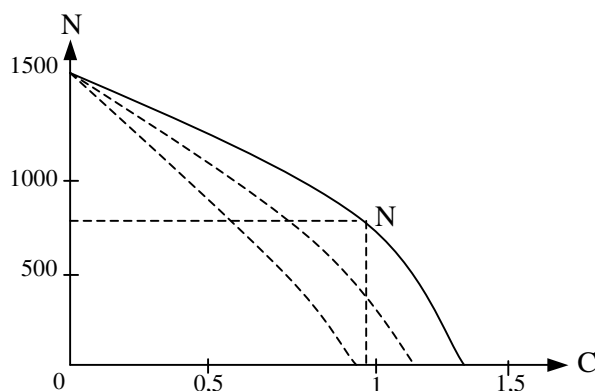


Fig.5 Caratteristiche meccaniche (a 3 diverse tensioni) di un motore asincrono a rotore massiccio a 4 poli, 50Hz

5.4.2 Motore asincrono a rotore esterno (inside out)

In questi motori il rotore è esterno alla macchina ed un traferro abbastanza elevato lo separa dalla macchina, pertanto la parte rotante presenta una maggiore inerzia ed una minore fluttuazione della coppia favorendo avviamenti graduali con funzionamento silenzioso.

Lo statore, interno, è dotato di avvolgimenti trifase o monofase mentre il rotore è del tipo a gabbia: il rendimento è solitamente più elevato rispetto a motori di tipo tradizionale poiché, a parità di peso e di dimensioni, si hanno minori perdite nel ferro e nel rame.

Questi motori vengono utilizzati in genere per applicazioni di piccola potenza (da 3 W a 10 kW), questo per soddisfare esigenze di precisione per azionamenti di registratori, macchine per scrivere, strumenti di misura, sistemi di regolazione.

5.4.3 Motori ad alta frequenza

Sono motori asincroni trifase a gabbia per i quali l'elevata frequenza di alimentazione consente di ridurre le dimensioni pur con elevate potenze di impiego. Purtroppo l'elevata velocità di funzionamento (fino a 200.000 g/min) impongono soluzioni costruttive molto accurate:

- cave rotoriche di tipo chiuso;
- rotore liscio ed equilibrato (meno perdite di ventilazione);
- lubrificazione con olio nebulizzato in aria compressa;
- cuscinetti di tipo speciale a sfera o ad aria;
- lamierini molto sottili e a basse perdite;
- traferri piccoli.

5.5 Motori monofasi e trifasi a collettore

Se su un motore a corrente continua si invertono contemporaneamente i sensi del flusso induttore e della corrente circolante nell'avvolgimento d'armatura, la sua marcia non muta senso.

Grazie a ciò sono stati costruiti motori muniti di collettore alimentati da corrente alternata denominati *motori monofasi a collettore*. Questi motori rispetto agli asincroni funzionano a velocità variabili come se fossero alimentati a corrente continua.

Affinché il rotore sia efficiente si deve lamellare tutto il suo circuito magnetico al fine di ridurre il valore delle correnti parassite; ciò viene fatto perché nel motore alimentato a corrente alternata si ha un flusso alternativo.

Il motore trifase a collettore si compone di uno statore simile a quello di un motore asincrono trifase e di un rotore bobinato come l'indotto di una macchina a corrente continua. Sul collettore appoggiano tre spazzole ubicate a 120° elettrici l'una dall'altra collegate, ciascuna, al terminale di una fase statorica.

Se si applica allo statore un sistema trifase simmetrico di tensioni, esso assorbirà un sistema equilibrato di correnti le quali produrranno un campo rotante con

velocità ω uguale alla pulsazione delle tensioni applicate. Tale campo indurrà nel circuito d'armatura, a rotore fermo, una tensione alternata di pulsazione ω uguale alla velocità del campo rotante, ricavabile alle spazzole stesse.

5.5.1 Motore a repulsione

Nel motore a repulsione l'avvolgimento è messo in corto circuito dal collegamento delle spazzole.

A rotore fermo, con le spazzole nella posizione di figura 6, si ha che le f.e.m. generate nei lati attivi dell'avvolgimento rotorico compresi nell'arco CA vengono annullate da quelle dei lati attivi compresi nell'arco AD, e che le f.e.m. indotte nei lati attivi compresi nell'arco EB vengono annullate da quelle dei lati attivi compresi nell'arco BF; di conseguenza si ha che la f.e.m. operante nell'avvolgimento rotorico, in tale condizione di fermo, è quella generata nei soli lati attivi compresi nell'arco DF (arco doppio di α se si indica con α l'angolo di deviazione che la linea delle spazzole, ED, con l'asse neutro $0\ 0'$ normale all'asse polare AB). Tale f.e.m. farà circolare una corrente generante un campo magnetico. La conseguente azione di repulsione fra i poli statorici e rotorici determina una coppia di spunto che farà girare il motore nel verso contrario a quello con cui sono state ruotate le spazzole.

A rotore in movimento, si sovrappone alla considerata f.e.m. indotta la nota f.e.m. dovuta al movimento del rotore rispetto al campo induttore. La velocità del motore dipende dall'angolo di cablaggio delle spazzole rispetto all'asse neutro. Dato che allo spunto la corrente è molto piccola, non occorre ridurre la tensione di alimentazione che può anche essere elevata in quanto non influisce sulla tensione che si viene a determinare tra le lamelle contigue del collettore.

La caratteristica meccanica del motore a repulsione è simile a quella del motore a corrente continua tipo serie; la coppia massima dell'avviamento decresce, però, più rapidamente al crescere della velocità della coppia che si manifesta nel motore a corrente continua. A vuoto gira ad una velocità determinata dalla posizione delle spazzole; a carico, con coppia costante, si ottengono velocità variabili dal 50 al 120%. L'inversione di marcia del motore si ottiene spostando le spazzole nel senso destrorso, anziché sinistrorso, rispetto all'asse neutro $0\ 0'$.

5.5.2 Motore Deri

Il rotore del motore Deri è provvisto di due serie di spazzole, una delle quali è fissa e coincidente con l'asse polare del motore, l'altra è spostabile in un senso o nell'altro di 180° l'asse.

5.5.3 Motore Schrage

E' un motore trifase a collettore ed è il migliore e il più vantaggioso per la regolazione continua della velocità che è praticamente indipendente dal carico.

Il motore Schrage è composto da uno statore con funzione da secondario, però le tre fasi dell'avvolgimento non sono collegate a stella o a triangolo ma indipendenti tra loro; infatti i terminali delle tre fasi sono collegati a due terne di spazzole, disposte a 120° elettrici, appoggiati su un collettore a lamelle.

Il rotore, invece ha due avvolgimenti collocati nelle stesse cave rotoriche:

- a) il primario che è collegato a triangolo ed è alimentato dalla linea mediante gli anelli;
- b) l'altro, chiamato avvolgimento di regolazione, è costituito da un avvolgimento a corrente continua tipo parallelo che fa capo al collettore sul quale appoggiano le spazzole.

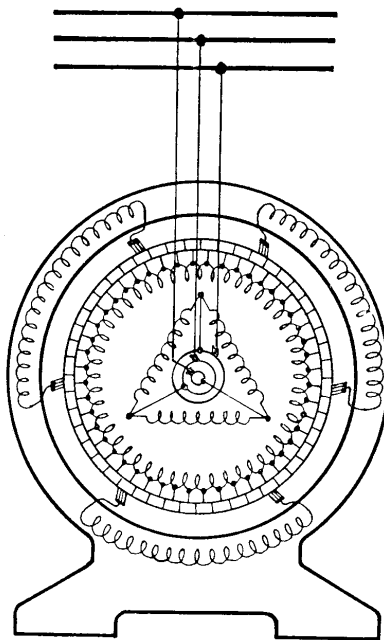


Fig.5 Motore Schrage.