

Le macchine asincrone (ASM) sono macchine elettriche trifase (ASM) sono macchine elettriche trifase, forse le più utilizzate al mondo perché hanno raggiunto un elevato livello di sviluppo. Poiché la maggior parte delle applicazioni funzionano con una frequenza costante di 50 Hz, il controllo di queste macchine sulle automobili si rivela più complesso.

A bassi regimi di rotazione il rendimento è peggiore rispetto alle macchine sincrone (PSM, ESM), ma migliora agli alti regimi. La loro costruzione è semplice ed economica poiché non necessita di magneti permanenti. Inoltre, hanno un funzionamento a vuoto quasi privo di resistenza, poiché non c'è induzione diretta in assenza di corrente.

Costruzione

Lo statore è costruito fondamentalmente come in una macchina sincrona. La corrente trifase genera un campo rotante (vedi articolo: macchine elettriche, campo rotante), che agisce sul rotore. Il rotore è costituito da lamelle impilate l'una sull'altra e isolate tra di loro, per ridurre le perdite dovute alle correnti parassite. Il materiale utilizzato è ferro dolce (vedi articolo: macchine elettriche, statore). In questo cilindro di ferro dolce vengono inserite delle aste di rame o alluminio, collegate tra loro su entrambi i lati da anelli di cortocircuito. La sezione e il materiale delle barre influenzano la resistenza ohmica e quindi le proprietà essenziali della macchina. Le barre sono di solito a incastro singolo (fig. 3), cioè non sono esattamente parallele all'albero centrale. Ciò influisce sul comportamento all'avviamento, sulla coppia erogata e sull'acustica del motore. Oltre a questo tipo di rotore, esistono anche motori ad anello scorrevole. Le resistenze ohmiche dei singoli avvolgimenti del rotore possono essere modificate durante il funzionamento tramite collettori rotanti.

Funzionamento

Dato che gli inverter dei veicoli elettrici possono variare continuamente la frequenza della corrente alternata, il campo rotante può sviluppare qualsiasi regime di rotazione. Il campo rotante di uno statore bipolare (fig. 2a) si sposta di 360° durante un periodo (vedi articolo: macchine elettriche, campo rotante). Una frequenza di 1 Hz corrisponde a 60



Fig. 1: la macchina asincrona trifase (ASM) è composta da due parti principali: statore e rotore. Il rotore a gabbia di scoiattolo (rotore) è supportato da due semplici cuscinetti a rulli nell'alloggiamento.

giri al minuto. A 50 Hz, il campo rotante ruota a una velocità di 3000 giri/min nello statore.

Quando il motore è fermo, il rotore non si muove. Per l'avviamento, la frequenza e l'ampiezza della corrente dello statore devono essere selezionate con cura. Le barre del rotore a gabbia di scoiattolo tagliano le linee di forza del campo magnetico nello statore, dove viene indotta una tensione. La resistenza ohmica delle barre e la tensione indotta generano una corrente elettrica di cortocircuito che a sua volta produce un campo magnetico attorno alle aste. Questo campo magnetico reagisce con il campo magnetico dello statore generando una forza periferica (F) che mette in rotazione il rotore (fig. 2c).

Sincronizzazione

Quando il rotore gira, la sua velocità si avvicina a quella del campo rotante. Di conseguenza, l'induzione diventa più debole e anche la tensione indotta, la corrente di cortocircuito e il campo magnetico nel rotore a gabbia di scoiattolo diminuiscono. Se si raggiungesse la velocità sincrona, la velocità relativa tra il campo magnetico rotante e il filo del rotore sarebbe pari a zero e non ci sarebbe alcuna induzione. Il campo rotante e il rotore devono funzionare in modo asincrono in modo da avere un certo slittamento. Il rotore deve sempre girare un po' più lentamente del campo rotante.

Slittamento

Lo slittamento è noto nell'auto dalla tecnologia di guida (ABS, ESP). Con il termine slittamento s'intende che in frenata la velocità periferica delle ruote è inferiore alla velocità del veicolo, in accelerazione è maggiore. Nella macchina asincrona, lo scorrimento (s) rappresenta la differenza di regime relativo tra il campo rotante (n_d) e il regime di rotazione del rotore (n):

$$s = \frac{n_d - n}{n_d}$$

Caratteristiche

Fino a uno slittamento di circa il 20%, la corrente dello statore, quella del rotore e la coppia in uscita aumentano in modo più o meno lineare. Mentre le curve di corrente si appiattiscono, la curva di coppia decresce e scende a circa 2/3 della coppia massima (coppia di stallo) fino all'80% dello slittamento.

Ciò che è particolarmente importante per i veicoli elettrici è l'intervallo lineare di coppia e slittamento prima del punto di stallo, fino a uno slittamento di poco superiore al 10%. La curva di efficienza mostra il suo picco con uno slittamento appena sotto il 10%. Se la coppia massima non è richiesta, lo slittamento è inferiore, ma se la coppia è elevata, esso è maggiore. Le correlazioni nello slittamento delle ruote sono molto simili durante l'accelerazione e la frenata.

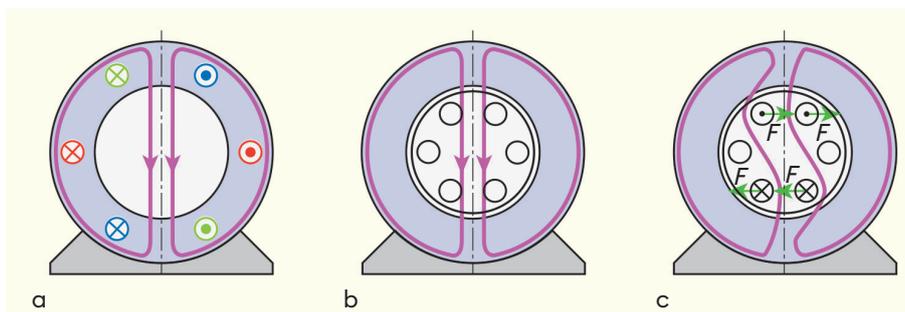


Fig. 2: campo rotante in una certa posizione (a). Se viene inserito il rotore a gabbia di scoiattolo (b), si verifica rapidamente l'induzione e con essa le forze che producono la coppia sul rotore.

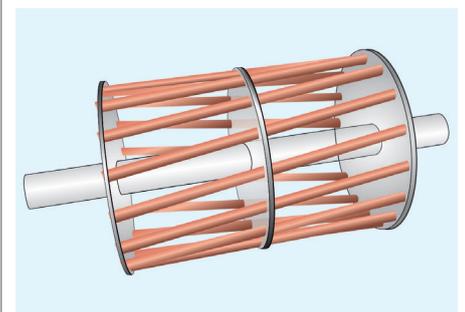


Fig. 3: il rotore a gabbia di scoiattolo della macchina asincrona è spesso paragonato a una ruota per criceti.