

Il primo generatore sviluppato dal chimico e fisico nonché divulgatore scientifico Michael Faraday (1791 - 1867) era un apparecchio in cui un disco metallico veniva ruotato in un magnete a forma di U. Il campo magnetico dello statore scorreva assialmente attraverso il rotore, cioè parallelamente all'asse del rotore. L'azienda inglese Yasa, così come il costruttore di motori aeronautici Rolls-Royce e l'azienda belga Magnax BV, stanno conducendo ricerche sui motori a flusso assiale per il trasporto stradale, l'aviazione e la navigazione. Yasa Ltd è stata fondata nel 2009 e acquisita da Mercedes-Benz nel 2021.

Struttura

Nei motori a flusso radiale, il campo magnetico scorre perpendicolarmente rispetto all'asse del rotore e su tutta la sua circonferenza. Per ottenere la densità di campo magnetico richiesta per la coppia desiderata, è necessaria una certa lunghezza assiale.

Affinché il campo magnetico possa fluire assialmente, nel motore a flusso assiale anche gli elettromagneti devono essere paralleli all'asse del rotore (fig. 2). Maggiore è la distanza dall'asse del rotore, maggiore sarà il braccio di leva e quindi la coppia prodotta a parità di forza.

Accanto alle bobine ci sono due rotori a disco sui quali sono incollati i magneti permanenti. Minore è il traferro tra le bobine dello statore e i magneti del rotore, maggiore sarà la forza magnetica. Le bobine sono montate sullo statore in modo che le correnti elevate non debbano essere trasmesse alle parti rotanti. Il raffreddamento del rotore e dello statore non è così semplice. I rotori sono infatti raffreddati a olio. Nell'alloggiamento, invece, sono presenti dei canali dove scorre il liquido di raffreddamento.

Funzionamento

Il funzionamento del motore a flusso assiale è molto simile a quello delle macchine sincrone ad eccitazione permanente (PSM). In tutte le macchine trifase, la corrente alternata scorre attraverso le bobine dello statore. Per questo motivo, il numero di bobine è sempre tre. Le fasi e quindi le forze dei poli si alternano sempre a intervalli di 120°.

Se il terminale di sinistra nella fig. 2 è positivo, il polo nord della bobina si trova sul lato sinistro (regola della mano de-

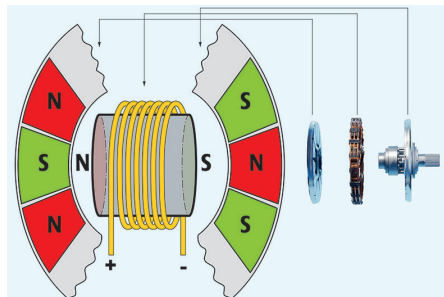


Fig. 2: rappresentazione schematica di una macchina a flusso assiale. Le singole parti sono rappresentate nella fig. 4.

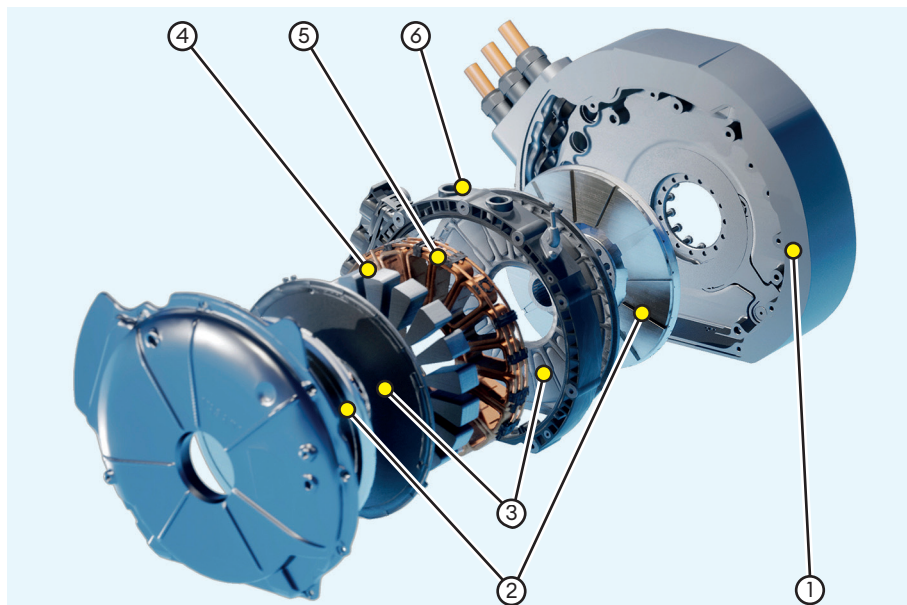


Fig. 1: struttura del motore a flusso assiale secondo Mercedes-Benz e Yasa. 1 carter con connessioni trifase 2 dischi del rotore con magneti permanenti - 3 coperchi dello statore - 4 nuclei in ferro dolce - 5 avvolgimento dello statore - 6 supporto dello statore

stra). Ciò significa che a sinistra il polo nord del nucleo statorico attrae il polo sud del rotore e dal lato opposto, il polo sud del nucleo attrae il polo nord del rotore. Quando la fase diventa negativa, anche la polarità della bobina si inverte e il polo nord si trova sul lato destro.

Poiché lo statore ha diverse bobine sulla circonferenza e diversi magneti permanenti sono incollati sulle piastre del rotore in polarità alternata, i rotori girano ad una velocità proporzionale alla frequenza della corrente alternata.

I 12 magneti permanenti sono distribuiti in segmenti sulle superfici del rotore e hanno un'area maggiore rispetto alle 18 bobine e ai nuclei di ferro dolce dello statore, anch'essi distribuiti in segmenti. Ciò significa che le superfici del rotore e dello statore sono completamente occupate e possono generare grandi forze grazie ai loro campi magnetici.

Caratteristiche

Due caratteristiche importanti sono mostrate nelle figure 3 e 4. I motori a flusso assiale sono più corti dei motori a flusso radiale. I produttori parlano di una riduzione della lunghezza di oltre il 60%. Il nuovo tipo di motore ridurrà inoltre la massa di un terzo. Ovviamente le due piastre del rotore del motore a flusso assiale pesano molto meno del lungo ro-

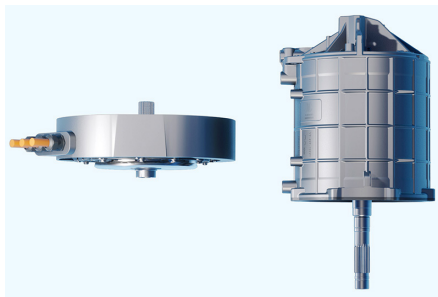


Fig. 3: confronto dimensionale tra la macchina a flusso assiale molto corta (sinistra) e la macchina a flusso radiale (destra).

tore cilindrico del motore a flusso radiale realizzato in solido acciaio e magneti permanenti. Ciò consente di risparmiare molta massa.

Lo stesso dicasi per lo statore. Le piccole bobine dei motori a flusso assiale sono più leggere degli avvolgimenti statorici dei motori a flusso radiale. Sebbene alcune cose possano essere migliorate con la tecnologia *hairpin*, questo non compensa lo svantaggio della massa.

Anche l'alloggiamento e i canali di raffreddamento sono più piccoli nel motore a flusso assiale, rendendo il pacchetto complessivo notevolmente più leggero.

Potenza e coppia

Poiché la superficie magnetica dello statore può essere utilizzata su entrambi i lati, i produttori di motori a flusso assiale parlano addirittura di una coppia motrice doppia e di una densità energetica tripla. Tutti questi vantaggi, insieme al notevole risparmio di massa, dovrebbero effettivamente tradursi in un clamoroso successo di mercato. Al momento, l'unità viene utilizzata, tra gli altri, da Mercedes-Benz (AMG), Ferrari, Jaguar e Königsegg, ma non si tratta ancora di numeri davvero importanti. Tuttavia, questo passo deve essere fatto se si vuole raggiungere una svolta decisiva sul mercato.

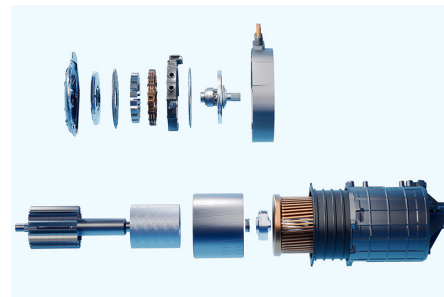


Fig. 4: confronto tra i componenti. In alto la macchina a flusso assiale piccola e leggera, in basso la macchina a flusso radiale.