

Le macchine elettriche sono dei convertitori di energia elettromagnetica e, come i motori a combustione interna, trasformano l'energia elettrica in un movimento meccanico, lineare o rotatorio. Poiché le macchine elettriche possono funzionare in modo reversibile, anche l'energia cinetica, quindi meccanica, può a sua volta essere trasformata in energia elettrica grazie al convertitore (generatore).

Le macchine elettriche a partire da circa 1 W di potenza, sfruttano l'effetto dei campi magnetici. Nella tecnologia dei microsistemi, le macchine più piccole sono invece realizzate sulla base dei campi elettrici (ad esempio, con attuatori piezoelettrici). Il motivo è che a parità di dimensioni, i campi magnetici hanno potenze fino a dieci volte superiori rispetto ai campi elettrici, ma non possono essere miniaturizzati.

Basi fondamentali

La forza effettiva di un corpo magnetico può essere determinata con l'aiuto delle proprietà magnetiche come la densità del flusso magnetico (unità: Tesla), la conduttività magnetica (permeabilità) del mezzo nel traferro magnetico e la dimensione geometrica dei due poli (figura 2a, b).

Se un conduttore elettrico o un avvolgimento viene spostato a una determinata velocità nel traferro, si genera una tensione indotta nel conduttore stesso. Questo dipende, a sua volta, dalla densità del flusso magnetico, dal numero di spire della bobina (nella figura 2 è presente un solo conduttore e nessun avvolgimento), dalla velocità di movimento e dalla lunghezza del conduttore che si trova nell'area di influenza del campo magnetico.

La figura 2b mostra la situazione dall'alto. La transizione rosso-verde va intesa in modo tale che vi sia un polo nord (rosso) sopra il conduttore e un polo sud sotto. La velocità del conduttore è indicata con la lettera v . Le variabili sono evidenziate nella fig. 2c: le frecce blu rappresentano le linee di campo attraversate dal conduttore. La freccia nera indica la velocità. La corrente è disegnata in rosso

e la tensione indotta in giallo. Se si vuole generare energia elettrica, deve essere superata la forza antagonista F . Se ciò non accade, la velocità e quindi la tensione indotta diminuiranno. La corrente (fig. 2d) fluisce solo se il circuito è chiuso tramite una resistenza R . La quantità di corrente dipende dalla tensione indotta e dalla resistenza del conduttore (eventualmente della bobina) e dalla resistenza esterna del circuito.

Influenza della velocità

Ad eccezione della velocità (e quindi della forza antagonista), le variabili che influenzano il fenomeno sono tutte date dalla configurazione iniziale del sistema e sono l'intensità del campo magnetico e il numero di spire dell'avvolgimento. Se, come per le variabili di cui sopra, anche la velocità rimane costante, il valore della tensione indotta rimane tale. Non appena il conduttore viene spostato dall'area influenzata dal campo magnetico, l'induzione è nulla poiché il conduttore non può tagliare le linee di forza del campo magnetico.

Moto rotatorio

Con la configurazione sperimentale mostrata nella figura 2a, non è possibile mantenere la velocità del conduttore uniforme per un periodo di tempo prolungato. Per questo motivo, il conduttore viene spesso piegato a forma di spirale e fatto ruotare tra i due poli magnetici. Quando la spirale ruotando si trova in posizione verticale, taglia molte linee di forza del campo magnetico, ma non riesce a fare altrettanto quanto si trova in posizione orizzontale. La tensione risulta quindi pulsante.

Per ridurre queste pulsazioni, il conduttore è provvisto di molti avvolgimenti, in modo tale che ci sia sempre una spira nella posizione ottimale tra i poli.

Diagramma a 4 quadranti

Sebbene i diagrammi mostrino spesso solo il primo quadrante (fig. 3: in alto a destra), per i convertitori di energia elettrica hanno senso tutti e quattro i quadranti. Questo è l'unico modo per rap-



Fig. 1: il noto alternatore è un trasformatore di energia che converte parte dell'energia meccanica dell'albero motore in energia elettrica, fornendo la tensione alla rete di bordo del veicolo.

presentare pienamente le loro proprietà. Se la forza e la velocità agiscono nella stessa direzione, il motore funziona sia in avanti che in retromarcia.

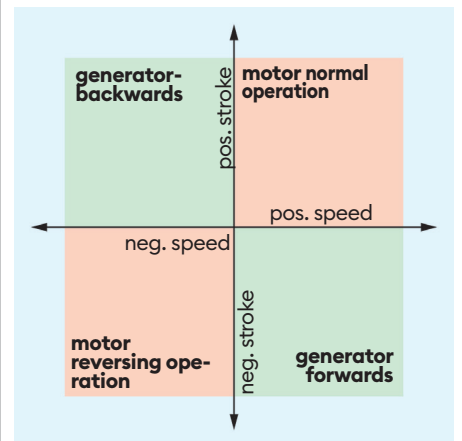


Fig. 3: il diagramma a 4 quadranti mostra tutte le possibilità del convertitore di energia.

Se forza e velocità hanno segni diversi, la macchina sta funzionando come generatore. Nel processo, la velocità viene ridotta con una forza negativa, o la velocità negativa viene diminuita con una forza positiva. In questo modo l'energia cinetica può essere convertita in energia elettrica.

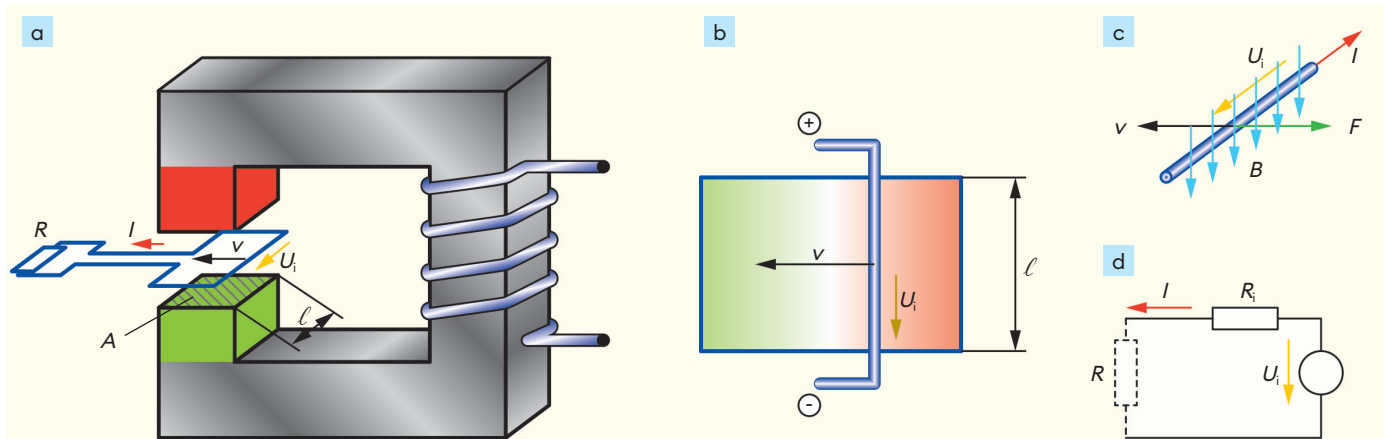


Fig. 2: varie rappresentazioni di un semplice convertitore di energia: A campo magnetico - B densità del flusso magnetico - F forza - I corrente - l lunghezza del conduttore influenzata dal campo magnetico - U_i tensione indotta - R resistenza esterna - R_i resistenza interna - v velocità.