

I veicoli elettrici, ma anche alcuni veicoli ibridi con macchine elettriche molto lunghe assialmente, sono dotati di avvolgimenti ad albero.

## Testa dell'avvolgimento

A tal fine, gli avvolgimenti dello statore devono essere inseriti più volte e in modo uniforme nelle scanalature dello statore e devono essere regolarmente piegati alle estremità assiali degli alloggiamenti dello statore e reinserti nella scanalatura corretta. In queste teste di avvolgimento è molto importante l'ordine dei fili isolati con lacca. Non devono sfregare, altrimenti l'isolamento si danneggia e devono essere posati ordinatamente in modo da lasciare spazio a tutti i cavi. Poiché i conduttori elettrici nell'area delle teste di avvolgimento non hanno contatto con il ferro, possono solo dissipare il calore nell'aria. Il calore è generato dalla resistenza ohmica e dalla corrente che scorre nei conduttori.

## Distribuzione degli avvolgimenti

Sulla circonferenza dello statore devono essere fresate o tagliate un certo numero di fessure (slot), che possono essere divise per sei, poiché la corrente è solitamente trifase e i cavi passano una volta da fronte a retro e poi da retro a fronte. Ciò significa che la corrente scorre una

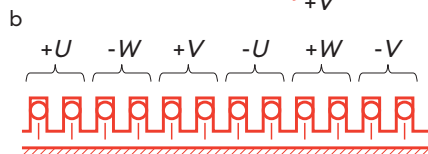
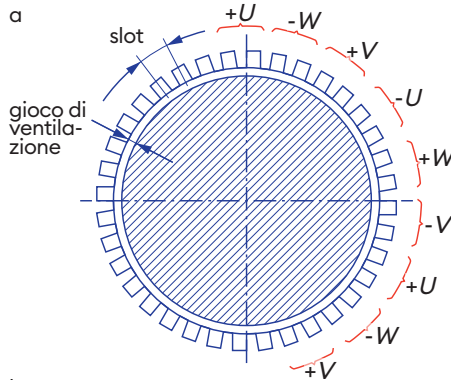


Fig. 2: avvolgimento della bobina nella rappresentazione cilindrica (a) e un terzo di esso nella rappresentazione lineare (b).

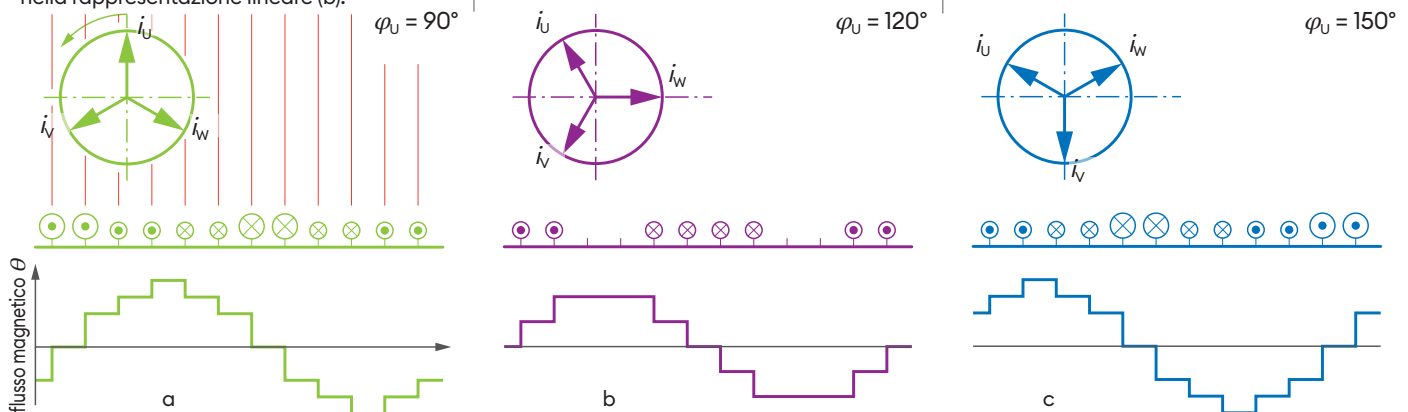


Fig. 3: il campo magnetico è rappresentato a gradini poiché vengono mostrati i momenti temporali e non lo sviluppo analogico.

volta lontano dall'osservatore, simboleggiato da una croce nella sezione del conduttore, e una volta verso l'osservatore. Questo stato è rappresentato da un punto (cfr. articolo "Macchine elettriche", Forze magnetiche). Le fessure dello statore sono riempite con fili di rame a sezione circolare o rettangolare. Con il metodo della forcina, il grado di riempimento è migliore, riducendo così la resistenza elettrica e aumentando il flusso di corrente e il campo magnetico.

## Traferro

Anche i ponti tra le scanalature hanno il loro compito. Essi devono possedere una larghezza minima per guidare il campo magnetico il più vicino possibile al rotore senza perdite. Il traferro tra rotore e statore è molto importante per l'entità della coppia. Più piccolo è il traferro, maggiore sarà il campo magnetico. La costanza del traferro, invece, è importante per il comportamento vibratorio del motore.

## Numero di coppie di poli

A un polo nord o a un polo sud viene attribuito il simbolo della formula  $p$ . Poiché una coppia di poli è costituita da un polo nord e da un polo sud, cioè da due poli, esso è definito  $2p$ .

In un motore a corrente continua (ad esempio il motorino di avviamento di un motore a combustione), nello statore sono spesso fissati quattro magneti permanenti o quattro bobine elettriche. Di conseguenza, le macchine a corrente continua hanno quattro poli, o due coppie di poli. Poiché i motori trifase funzionano con corrente alternata sfasata di  $120^\circ$ , è stato definito che una macchina unipolare ha una bobina per ogni fase (3 stringhe), mentre una macchina bipolare contiene sei bobine (numero di coppie di poli = 2, 3 stringhe). La figura 2a mostra uno statore con 36 slot. Si ottengono così 18 bobine. Questi sono suddivisi in tre filoni. In questo modo si ottengono sei coppie di poli. Tuttavia, se - come nelle figure 2 e 3 - due scanalature adiacenti sono sempre occupate da bobine appartenenti alla stessa fase, la versione disegnata risulta in tre coppie di poli, cioè tre poli nord e tre poli sud (numero di coppie di poli = 3, 3 fili).

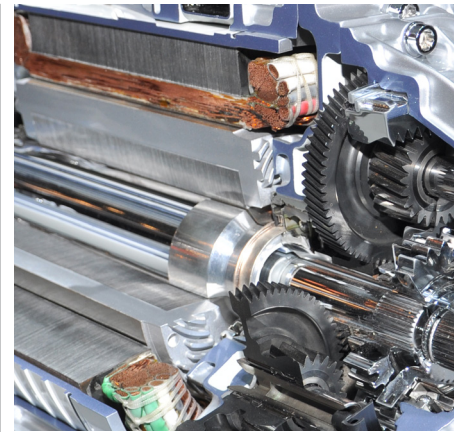


Fig. 1: nel contesto di raffreddamento, occorre prestare molta attenzione alle teste di avvolgimento.

## Passo polare

Il passo polare  $\tau$  è definito come l'angolo tra due bobine adiacenti (poli). Matematicamente, la circonferenza viene divisa per il numero di coppie di poli:

$$\tau = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{2p}$$

Qui  $r$  rappresenta il raggio dello statore e  $2p$  il numero di coppie di poli.

## Campo magnetico della bobina

La figura 3 mostra l'interazione tra la corrente trifase e il campo magnetico rotante ad essa proporzionale.

La corrente istantanea  $i$  nell'avvolgimento U in figura 3a corrisponde al 100% alla corrente di picco  $\hat{i}$ , poiché l'angolo rispetto al punto di origine orizzontale della funzione sinusoidale è  $\varphi_U = 90^\circ$  ( $\sin 90^\circ = 1$ ). Nella fig. 3b, la freccia si è spostata di  $30^\circ$  e si trova a  $\varphi_U = 120^\circ$  e quindi la corrente è  $\sin 120^\circ = 0.866$ . Nella figura 3c,  $\varphi_U = 150^\circ$  e il seno di questo è 0,5. Per le altre due fasi, i campi magnetici si comportano secondo i loro angoli istantanei.

Se si assume che i campi magnetici a forma di scala rappresentino i poli nord verso l'alto e i poli sud verso il basso, i due picchi magnetici si spostano verso sinistra con l'aumentare dell'angolo di rotazione.