

Fonte immagini: IWM, zf, ale

Mentre i veicoli ibridi a volte hanno trasmissioni molto complesse, la questione delle trasmissioni nei veicoli elettrici a batteria (BEV) non è un grosso problema, grazie alla curva della coppia.

Poiché le macchine elettriche hanno un'efficienza $\eta > 80\%$ su gran parte della mappa operativa, non si parla (per il momento) di risparmio energetico.

I costi di stoccaggio dell'energia rappresentano circa il 40% del prezzo dei BEV. Pertanto, anche in questo caso, ogni percentuale di energia risparmiata riduce i costi e il peso. Se il sistema di stoccaggio dell'energia è più piccolo, si riducono anche i tempi e i costi di ricarica.

Compiti della trasmissione

Nei BEV, il rapporto di trasmissione influisce solo sulla velocità e sulla coppia, poiché la retromarcia si ottiene invertendo il senso di rotazione del motore elettrico. Quindi, nei BEV non è prevista nessuna retromarcia.

Il rapporto di trasmissione è scelto in modo tale che il veicolo raggiunga la velocità massima al massimo regime di rotazione della macchina elettrica e che le zone operative più interessate si trovino nel campo di migliore efficienza del diagramma ovoidale (fig. 5 in macchine elettriche, macchine sincrone 2). In questo caso, la velocità massima è limitata elettronicamente. Nell'esempio, ciò corrisponderebbe a un regime motore tra i 6000 e 9000/min, quasi indipendentemente dal carico. Però, a quale velocità si viaggia più spesso? Se per esempio consideriamo una circonferenza dello pneumatico di 2 m, otterremmo le possibilità riportate nella tabella sottostante. Con il rapporto di trasmissione numericamente più elevato, pari a 16 : 1, la

n	16000 1/min	9000 1/min	6000 1/min
i	v_{max}	v_1	v_2
16	120	68	45
14	137	77	51
12	160	90	60
10	192	108	72
8	240	135	90



Fig. 2: la VW ID.7 monta un cambio a un rapporto: 1 albero entrata - 2 albero intermedio - 3 corona riduzione finale - 4 differenziale

velocità massima è di soli 120 km/h. Considerando che questa è la velocità massima consentita in Svizzera, sarebbe sufficiente. Con questo rapporto di trasmissione, le velocità nel ciclo urbano ed extraurbano si collocherebbero nella fascia verde (a seconda della coppia richiesta (carico motore)). La velocità si riduce di un fattore 16, ma la coppia aumenta dello stesso fattore. Per questo motivo, a 80 km/h e in condizioni normali, il carico non sarà eccessivo e, poiché la zona operativa verde a 50 Nm fa una curva fino a 11000/min, anche la velocità superiore è nel campo di buona efficienza.

Gli altri rapporti di trasmissione calcolati nella tabella, a titolo di esempio, possono essere interpretati allo stesso modo. Purtroppo, i produttori non offrono all'acquirente la possibilità di decidere quale sia il rapporto di trasmissione migliore per il suo profilo di guida, ma lo decidono loro in sede di progettazione.

Concezione degli ingranaggi

Le macchine elettriche sono spesso installate trasversalmente rispetto alla direzione di marcia, per cui anche i riduttori sono progettati per l'installazione trasversale. Generalmente, gli ingranaggi della trasmissione non vengono spostati, ma sono collocati nel carter del motore.

Per realizzare rapporti di trasmissione di queste dimensioni, si utilizzano ingranaggi planetari o cilindrici. Tuttavia, questi ultimi sono generalmente progettati in due stadi. Due stadi significa che possono essere commutati, ma vuol dire che due coppie di ingranaggi a dentatura elicoidale sono collegate in serie o una dietro l'altra. Se una coppia di ingranaggi ha un rapporto di trasmissione di 3 : 1 e la seconda di 4 : 1, questi rapporti vengono moltiplicati per ottenere un rapporto di trasmissione totale pari, in questo caso, a 12 : 1.

La costruzione di questi ingranaggi è illustrata a titolo di esempio nelle figure da 2 a 4. Lo spessore degli ingranaggi delle singole ruote dentate indicano chiaramente che devono essere trasmesse coppie molto elevate.



Fig. 3: Miba, utilizza il rotore (in basso a destra) per azionare un grande ingranaggio cilindrico tramite un pignone, per il secondo rapporto.

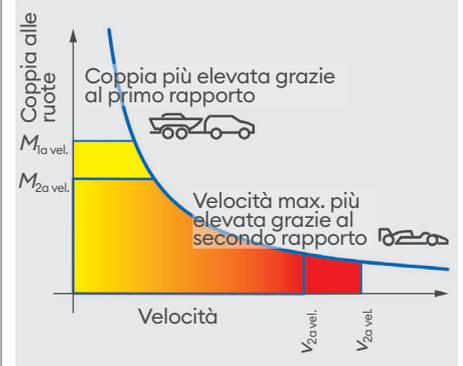


Fig. 1: il diagramma mostra la differenza di guida tra rapporto di trasmissione corto e lungo.

Diagramma coppia/velocità

Il diagramma coppia/velocità (fig. 1), mostra l'iperbole della forza di trazione ideale, con una potenza costante di 150 kW. I progettisti sviluppano e posizionano la macchina elettrica in questa iperbole di trazione.

Purtroppo, con un rapporto di trasmissione, non è possibile spostare l'intera area del diagramma. Ma i limiti sono altri: con un rapporto di trasmissione più corto, espresso da un numero più alto, il range di coppia aumenta alle basse velocità. Questo significa che è disponibile una maggior coppia per l'accelerazione. Ciò è indispensabile per i veicoli fuoristrada, per i veicoli che trainano rimorchi o per i veicoli pesanti in generale.

Se si utilizza un rapporto di trasmissione lungo, espresso con un valore numerico basso, la gamma descritta precedentemente si riduce, ma la velocità massima aumenta. Con esso, l'accelerazione peggiora, poiché un rapporto di trasmissione più lungo implica una notevole riduzione della coppia necessaria allo spunto. Ciò nonostante, questo rapporto di trasmissione deve essere scelto per le auto sportive in modo tale che possano raggiungere delle velocità più elevate.

Con una scelta mirata e intelligente del rapporto di trasmissione, il costruttore di veicoli può risparmiare molta energia. Ottimizzerà i suoi veicoli per il ciclo WLTP in modo da renderli performanti rispetto alla concorrenza.

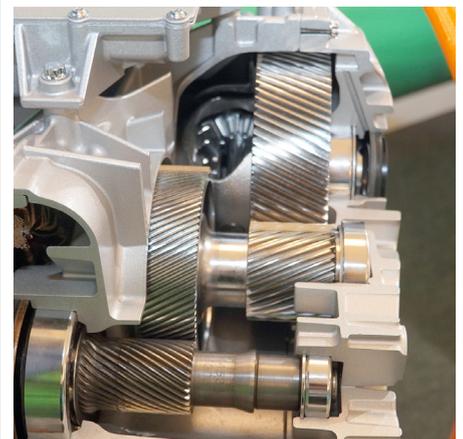


Fig. 4: anche per Magna il secondo rapporto di trasmissione è costituito da ingranaggi cilindrici significativamente più larghi.