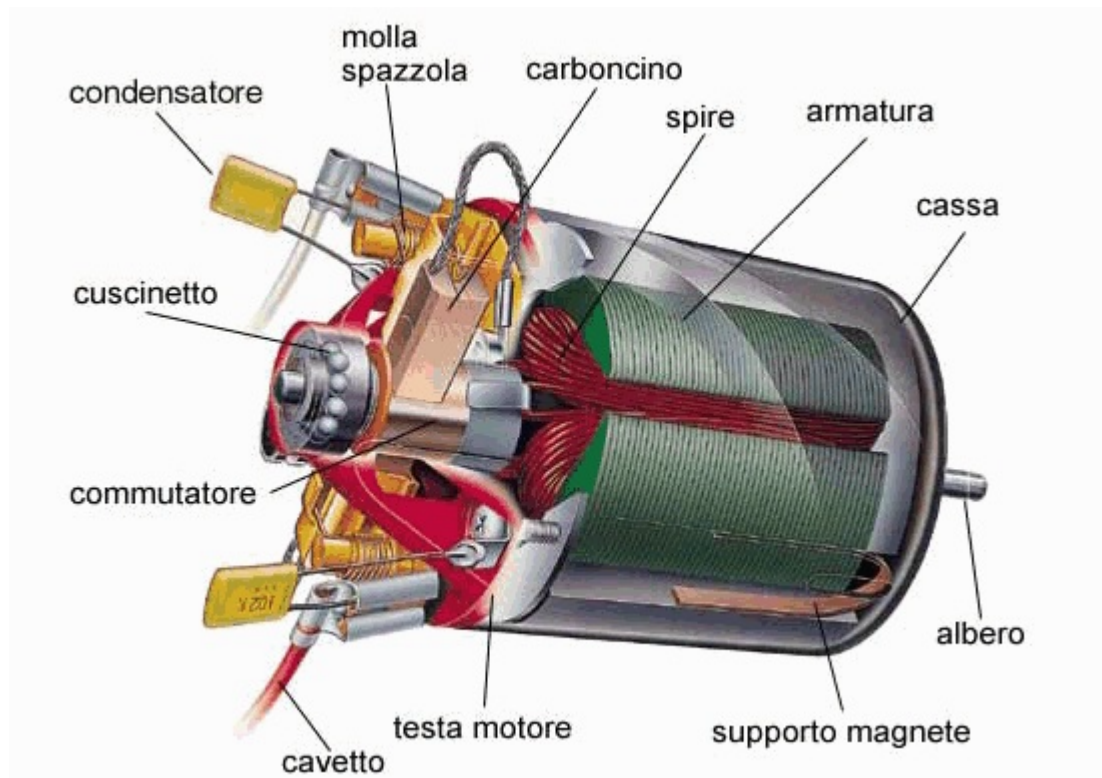


# I motori elettrici



I motori elettrici per auto modelli si distinguono sostanzialmente in tre categorie: modificati su cuscinetti a sfere avvolti a mano, modificati su cuscinetti a sfere avvolti con macchine automatiche, e stock su bronzine. Inoltre, ogni tipo di motore è disponibile in vari "bobinaggi" che permettono di coprire più applicazioni. I motori più adatti ai modelli della categoria touring hanno bobinaggi variabili da 10 a 15 spire, e vanno scelti in base all'uso che se ne farà. Infatti, il numero dei filamenti e delle spire influenza in modo determinante le caratteristiche del motore. In generale, ad un minor numero di spire corrisponde una maggior potenza ma, per contro, anche un consumo più elevato rispetto ad un motore di analoga costruzione con più spire. E' importante sottolineare che il tipo di bobinaggio determina le caratteristiche di potenza, erogazione e consumo del motore, ma non le sue prestazioni assolute. Infatti, ragionando in termini di competizioni della durata di cinque minuti, non è necessariamente vero, ad esempio, che un motore 11 spire sia più performante di un'altro con 13 spire. Semplicemente, i due motori richiedono rapporti diversi per rendere al meglio nell'arco dei cinque minuti. Il motore 11 spire, più potente e capace di sviluppare un maggior numero di giri richiederà un rapporto più "corto", cioè un



pignone con un minor numero di denti rispetto a quello che sarà utilizzabile con il motore 13 spire, meno potente ma anche meno assetato di corrente. Saranno dunque le caratteristiche di erogazione, più o meno adatte alla pista sulla quale dobbiamo gareggiare, a farci scegliere il motore giusto. Di solito, i motori con un basso numero di spire sono più adatti a piste corte, con una buona aderenza, dove sono più importanti le doti di accelerazione rispetto alla velocità massima. Al contrario, su piste con lunghi rettilinei oppure con fondo scivoloso sono più indicati motori con un maggior numero di spire, normalmente più dolci nell'erogare la potenza. Stabilire quale sia il rapporto ideale per un motore richiede una buona dose di esperienza, ma è possibile aiutarsi con lo schema a fine pagina, tenendo presente che, nell'incertezza, è sempre meglio utilizzare un rapporto un po' più "corto" di quanto consigliato, per poi allungarlo gradualmente fino a trovare il valore



ottimale. Infatti, un rapporto troppo lungo potrebbe causare il surriscaldamento del motore danneggiando il collettore e i carboncini, rendendo necessaria la rettifica del motore. Per determinare il rapporto che utilizzate sul vostro modello non è sufficiente considerare solo il numero dei denti del pignone e della corona, ma occorre conoscere anche il rapporto fisso del modello, cioè quello che si ottiene, nei modelli touring a due cinghie, dividendo il numero dei denti della corona del differenziale per il numero dei denti della puleggia montata sull'alberino centrale. Prendendo come esempio un modello Yokomo MR-4 TC sul quale si voglia usare un pignone da 22 denti e una corona da 78 denti, il calcolo da fare è il seguente:

$$78 : 22 = 3.54 \quad (\text{Corona/pignone})$$

$$33 : 15 = 2.2 \quad (\text{Rapporto fisso})$$

$$2.2 \times 3.54 = 7.78 \quad (\text{Rapporto finale})$$

Oltre al rapporto (ed alle batterie, delle quali ci occupiamo nella sezione "batterie"), ci sono altri due fattori principali che influenzano in modo rilevante le prestazioni dei motori elettrici: "l'anticipo", e i carboncini. L'anticipo indica la posizione dei carboncini rispetto ai magneti del motore, viene misurato in gradi, ed è regolabile (solo nei motori modificati) ruotando il tappo rispetto alla cassa. Variando l'anticipo si possono alterare i valori di coppia e potenza del motore, ma è improbabile individuare regolazioni migliori di quelle fornite da case serie come LRP, Orion e Reedy senza l'ausilio di macchinari sofisticati e costosi. E' più facile, invece, ottenere prestazioni migliori da un motore sostituendo i carboncini di serie con altri più performanti. Ne esistono in commercio molti modelli, che differiscono per composizione e disegno e si adattano alle applicazioni più disparate. Purtroppo, anche nella scelta dei carboncini bisogna valutare attentamente l'uso che si farà del motore, perché quelli più performanti, normalmente di miscela morbida, hanno una durata di sole 3-5 batterie, e sono quindi indicati per chi partecipa a competizioni di alto livello e possiede un tornio (catalogo sezione "accessori") per la rettifica dei collettori. Per questo consigliamo vivamente l'acquisto di questo indispensabile attrezzo, magari in società con amici, piuttosto di accumulare un gran numero di motori che non si è in grado di gestire al meglio. Oltretutto, al momento della tornitura si potrà pulire l'interno del motore, verificare lo stato dei cuscinetti a sfere e controllare che i carboncini possano scorrere liberamente nelle proprie sedi.



LRP ELECTRONIC  
FUSION  
12x2

motore, perché quelli più performanti, normalmente di miscela morbida, hanno una durata di sole 3-5 batterie, e sono quindi indicati per chi partecipa a competizioni di alto livello e possiede un tornio (catalogo sezione "accessori") per la rettifica dei collettori. Per questo consigliamo vivamente l'acquisto di questo indispensabile attrezzo, magari in società con amici, piuttosto di accumulare un gran numero di motori che non si è in grado di gestire al meglio. Oltretutto, al momento della tornitura si potrà pulire l'interno del motore, verificare lo stato dei cuscinetti a sfere e controllare che i carboncini possano scorrere liberamente nelle proprie sedi.

Motore	Pista lenta	Pista media	Pista veloce
<b>10 spire</b>	9,2	9	8,6
<b>11 spire</b>	9	8,7	8,2
<b>12 spire</b>	8,8	8,4	7,6
<b>13 spire</b>	8,6	8,1	7,2
<b>14 spire</b>	8,5	7,9	6,9
<b>15 spire</b>	8,4	7,7	6,6

## I motori brushless

### Introduzione

Il volo elettrico che nel nord Europa gode da tempo di un ampio consenso, comincia anche in Italia a contare molti proseliti, infatti vediamo volare nei vari club non solo alianti con motore,

ma riproduzioni, pylon ed elicotteri. Le ragioni di questo crescente interesse vanno ricercate nella notevole affidabilità, nella pulizia e l'assenza di rumore di questa propulsione. Inoltre le prestazioni offerte dai moderni motori e dalle batterie di sempre crescente capacità, sono sicuramente molto soddisfacenti. Rimane tuttavia da considerare che il rapporto peso/potenza di una motorizzazione elettrica è comunque un problema da non trascurare e la ricerca per la massima efficienza del sistema è continua ed importante.

## Un po' di teoria

Fino a poco tempo fa i motori elettrici erano solo del tipo a spazzole, cioè magneti fissi (statore) e avvolgimenti rotanti (rotore), in questo tipo di motore la commutazione dei poli avviene mediante commutatore meccanico rotante (spazzole/collettore). Per avere una buona coppia, il rotore deve avere molti poli, (avvolgimenti/magneti), quindi deve avere un diametro consistente, i magneti che circondano il rotore devono essere grandi e quindi il motore avrà volume e peso considerevoli. Inoltre le elevate correnti in gioco mettono a dura prova l'accoppiamento collettore/spazzole richiedendo un perfetto rodaggio ed una frequente manutenzione. Oggi sono disponibili anche per le applicazioni modellistiche i motori brushless,



da tempo largamente impiegati nell'automazione, ossia motori senza spazzole, molto più leggeri oltre il 30 % di peso in meno. E molto più efficienti 80-90% rispetto al 60-75% dei motori con spazzole. Le ragioni dipendono dalla diversa concezione del motore. Nel motore brushless gli avvolgimenti sono fissi, statore, e i magneti sono sul rotore. Questo comporta la scomparsa del commutatore meccanico, la commutazione dei poli viene gestita elettronicamente,

il rotore è più compatto e leggero e intorno all'involucro del motore manca l'anello di ferro che permette un consistente aumento della coppia nei motori con spazzole. Tutto questo aumenta molto l'efficienza e diminuisce in modo considerevole il peso. Il problema di questi nuovi motori è un'elettronica di controllo più complessa e quindi costosa. Infatti la corrente continua della batteria viene commutata ad alta velocità sulle tre fasi del motore, per dare la sequenza corretta delle commutazioni un microprocessore sovrintende le operazioni. Uno stadio di potenza per motori brushless corrisponde a tre regolatori in parallelo per motori tradizionali. Per contenere peso e volumi si utilizzano banchi di mosfet subminiatura in parallelo, fino a 30 per fase, montati in SMD. Nei motori brushless con sensori, il microprocessore legge le informazioni di fase e velocità provenienti da un encoder ottico montato sul motore. La nuova scuola di pensiero è di motore senza sensore, nei nuovi motori infatti l'encoder non è più presente e la lettura delle informazioni di fase e velocità viene fatta direttamente sugli avvolgimenti da un apposito circuito e relativo SOFTWARE. Questo sistema è più efficiente ma all'avvio risulta un po' più lento. Il microprocessore infatti prima dell'avvio rileva la posizione del rotore imprimendogli piccoli movimenti. Una volta determinata la fase corretta viene lanciata a rampa la sequenza di commutazioni fino a raggiungere la velocità desiderata. Se si avvia un motore senza sensori e si ferma, poi a mano si muove l'elica, all'avvio successivo il regolatore indugerà un attimo per capire dove è la nuova posizione del rotore. Usare un motore Brushless è, al contrario di quello che si pensa, facilissimo, fatte salve alcune importanti precauzioni. Il motore dispone di tre fili, 3 fasi, che vanno collegati al regolatore in maniera molto affidabile, la connessione va protetta con termoretraibile per scongiurare cortocircuiti o distacchi accidentali. La perdita della connessione di una fase si rileva dal comportamento del motore che invece di girare vibra. In questo caso interrompere immediatamente l'alimentazione e riparare il guasto. La lunghezza dei fili che collegano la potenza deve essere la più contenuta possibile, servirsi dei fili forniti dal produttore, non allungare i fili, le elevate correnti pulsanti in circolazione potrebbero disturbare la ricevente e danneggiare il regolatore. Le stesse precauzioni valgono per i fili che collegano la batteria. Mai superare la distanza di 20cm tra batteria e regolatore e se possibile attorcigliare i fili.

il rotore è più compatto e leggero e intorno all'involucro del motore manca l'anello di ferro che permette un consistente aumento della coppia nei motori con spazzole. Tutto questo aumenta molto l'efficienza e diminuisce in modo considerevole il peso. Il problema di questi nuovi motori è un'elettronica di controllo più complessa e quindi costosa. Infatti la corrente continua della batteria viene commutata ad alta velocità sulle tre fasi del motore, per dare la sequenza corretta delle commutazioni un microprocessore sovrintende le operazioni. Uno stadio di potenza per motori brushless corrisponde a tre regolatori in parallelo per motori tradizionali. Per contenere peso e volumi si utilizzano banchi di mosfet subminiatura in parallelo, fino a 30 per fase, montati in SMD. Nei motori brushless con sensori, il microprocessore legge le informazioni di fase e velocità provenienti da un encoder ottico montato sul motore. La nuova scuola di pensiero è di motore senza sensore, nei nuovi motori infatti l'encoder non è più presente e la lettura delle informazioni di fase e velocità viene fatta direttamente sugli avvolgimenti da un apposito circuito e relativo SOFTWARE. Questo sistema è più efficiente ma all'avvio risulta un po' più lento. Il microprocessore infatti prima dell'avvio rileva la posizione del rotore imprimendogli piccoli movimenti. Una volta determinata la fase corretta viene lanciata a rampa la sequenza di commutazioni fino a raggiungere la velocità desiderata. Se si avvia un motore senza sensori e si ferma, poi a mano si muove l'elica, all'avvio successivo il regolatore indugerà un attimo per capire dove è la nuova posizione del rotore. Usare un motore Brushless è, al contrario di quello che si pensa, facilissimo, fatte salve alcune importanti precauzioni. Il motore dispone di tre fili, 3 fasi, che vanno collegati al regolatore in maniera molto affidabile, la connessione va protetta con termoretraibile per scongiurare cortocircuiti o distacchi accidentali. La perdita della connessione di una fase si rileva dal comportamento del motore che invece di girare vibra. In questo caso interrompere immediatamente l'alimentazione e riparare il guasto. La lunghezza dei fili che collegano la potenza deve essere la più contenuta possibile, servirsi dei fili forniti dal produttore, non allungare i fili, le elevate correnti pulsanti in circolazione potrebbero disturbare la ricevente e danneggiare il regolatore. Le stesse precauzioni valgono per i fili che collegano la batteria. Mai superare la distanza di 20cm tra batteria e regolatore e se possibile attorcigliare i fili.



Consigliati non più di 10cm. Tutte le connessioni vanno fatte con contatti in oro da 3,5 o 4 mm saldati con cura e protetti con termoretraibile, identificando il positivo e il negativo, un' accidentale inversione di polarità comporta la distruzione immediata del regolatore e danni rilevanti al motore. Per scongiurare inversioni di polarità utilizzare il connettore maschio sul positivo della batteria e il connettore femmina sul negativo della batteria, viceversa sul



regolatore sarà così impossibile un' accidentale inversione. La ricevente è da posizionare lontano dal regolatore ed almeno due centimetri dalla batteria. La posizione più sicura è dietro l'ala. L' antenna deve sporgere dalla fusoliera, lasciandola ciondolare, per almeno il 50% della sua lunghezza. Per assorbimenti fino a 25 A è da prendere in considerazione l'alimentazione della ricevente dalla batteria motore, circuito BEK, per correnti superiori è sempre consigliabile una piccola batteria separata, scollegando ed isolando con cura il filo rosso della spinetta del regolatore, nel caso di regolatori che dispongono di circuito BEK. In caso di correnti superiori

a 25, 30 A sono da preferire i regolatori definiti OPTO, questi regolatori si collegano alla ricevente tramite un isolatore optoelettronico, diodo-LED/fototransistor, che separa galvanicamente i circuiti della ricevente e del regolatore questo impedisce ai disturbi della commutazione di propagarsi lungo la massa comune. Una volta realizzati i corretti collegamenti ed accertate le corrette polarità. Si può provare il motore, senza elica, rispettando la sequenza suggerita:

- 1: collegare la batteria al regolatore**
- 2: accendere il trasmettitore col gas al minimo**
- 3: accendere la ricevente**

si nota un leggero movimento del motore, il microprocessore muove il motore per rilevare la fase, rotore/statore. Il regolatore emette un segnale acustico: un bip, il microprocessore ci informa che tutto è OK e il freno è inserito, due bip per segnalare freno disinserito. Se non viene emesso nessun bip c'è qualcosa che non va. Spegner la ricevente, staccare la batteria e controllare con cura. Se tutto funziona in modo corretto e la rotazione del motore è quella desiderata si può procedere al montaggio dell'elica. Per invertire il senso di rotazione nei regolatori basta scambiare tra loro due fasi. L'elica va scelta partendo dalle indicazioni del costruttore del motore, tabella dei dati: tipo motore, numero celle, assorbimento in A, elica; tenendo d'occhio la corrente assorbita. La corrente va misurata con una pinza amperometrica ad effetto Hall, non introdurre mai strumenti, shunt o amperometri, tra regolatore e motore e tra regolatore e batterie. La pinza va posizionata su uno dei fili della batteria. La corrente deve rimanere vicina a quella suggerita dalla tabella tenendo presente che a terra, per effetto del regresso dell'elica, la corrente risulterà più alta. In volo, se il modello è veloce, la corrente si abbassa fino al 20%. Un buon parametro per verificare la corrente in volo è la durata del tempo motore. L'elica va scelta anche in funzione del modello: modello piccolo e veloce, elica piccola con passo maggiore e più celle, modello con apertura alare grande e volo lento, meno celle elica di maggiore diametro e meno passo. Sempre tenendo presente di non superare la max corrente consigliata. Si può spremere il motore, aumentare la corrente, fornendo al motore una adeguata ventilazione e limitando il funzionamento a brevi intervalli al massimo di 20 secondi.