

# I motori Brushless e i regolatori della JETI

## 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.

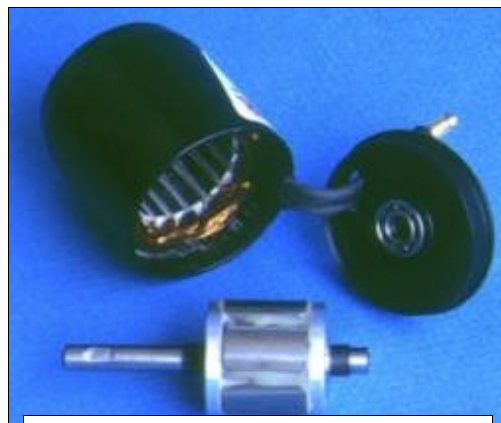
Tutto questo aumenta molto l'efficienza e diminuisce in modo considerevole il peso.

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



La semplicità della struttura dei brushless



Il rotore di un Jeti Brushless

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 20 cm tra batteria e regolatore e se possibile attorcigliare i fili. Consigliati non più di 10 cm. 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 disposizione ideale dei collegamenti



Notate la disposizione della ricevente

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:

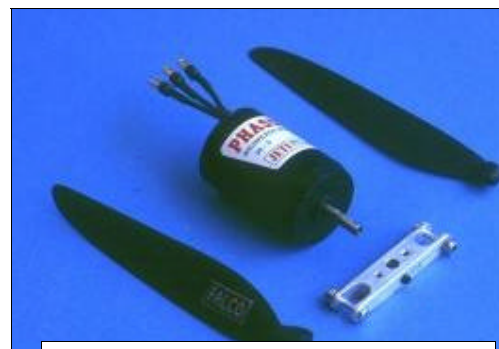
- 1: collegare la batteria al regolatore,
- 2: accendere il trasmettitore col gas al minimo,
- 3: accendere la ricevente,

si nota un leggero movimento del motore, il microprocessore muove il motore per rilevare la fase, rotore/statore. Il regolatore Jeti 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 Jeti 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,



Elica e portaelica sono da scegliere con cura. L'eliche devono essere bilanciate meglio in fibra di carbonio

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.



Tirando il collo al proprio motore è meglio provvedere ad una adeguata ventilazione. L'immagine mostra una soluzione adeguata Ottenuta tornendo l'ogiva metallica.

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.

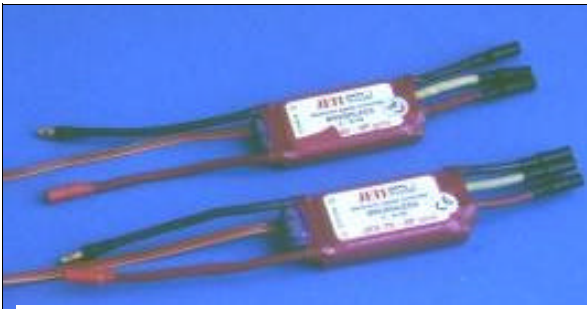
### I regolatori Jeti

Fino a poco tempo fa l'acquisto di un motore brushless era abbastanza oneroso e un peso consistente era dovuto al regolatore,

oggi grazie al grosso lavoro di ricerca la Jeti propone una serie di regolatori sensorless e di motori brushless in grado di coprire una ampia gamma di utilizzo, con un rapporto qualità

prezzo molto interessante.

I regolatori Jeti sono di 6 tipi differenti e coprono un range di corrente da 6 a 70 A, con tensione da 6 a 16 celle, per il dettaglio vedere la tabella <http://www.safalero.it/Jeti/index.html>, la scelta andrà fatta in funzione del motore e della corrente che si intende applicare al motore. Questi regolatori sono del tipo senza sensore e quindi compatibili con motori trifase di qualsiasi marca anche se con sensori, che nel caso non andranno collegati.



Due dei regolatori Jeti specifici per Brushless

I due regolatori da 40 e 70 A sono disponibili sia con circuito bec, in grado di alimentare 4 o 5 servi, sia con isolatore ottico, cioè con alimentazione della ricevente separata.

Molto leggeri e compatti dispongono di freno disinseribile e partenza a rampa.

### I motori Jeti

I tipi di motore proposti da Jeti sono 4, vedi link <http://www.safalero.it/Jeti/index.html>, e la sigla identifica nome, lunghezza in mm del rotore/ numero spire. Le dimensioni del rotore identificano "la cilindrata", le spire la tensione di utilizzo: più spire, più alta la tensione.

Il Phasor 15/ 3 o /4 da 6 o 7 celle, con assorbimento consigliato 20-30 A e' molto indicato per piccoli aerei, piccoli veleggiatori e Pylon.

Il Phasor 30/3 per 8- 10 celle, con assorbimento consigliato 25-35 A, risulta molto interessante per una ampia gamma di impiego, se usato nelle caratteristiche di tabella, fino a spingerlo al massimo delle prestazioni, ponendo molta cura alla ventilazione, fino a 45 A. Ad esempio su un modello come il P13 sport, aliante della Reichard, il 30/3 può essere alimentato con 10 celle da 2000 e far girare un'elica 12\*6,5 con assorbimento a terra di 50 A, permettendo belle risalite, con un autonomia di 2 minuti e 30 sec.

Il Phasor 45/3 per 12-16 celle con assorbimenti fino a 35 A e' il motore più potente della Jeti adatto a motorizzare modelli importanti, a tensione bassa può tirare eliche piuttosto grandi, un utilizzo interessante e' con 10 celle da 2000 e un elica 14,5 \*10 della Falco con un autonomia di 150 sec. Con questa motorizzazione un veleggiatore tipo il Mefisto esprime il massimo delle prestazioni con veloci risalite da vero hot liner.



Un banco di prova autocostruito dotato di contagiri, amperometro, voltmetro e dinamometro permette di rilevare e memorizzare in un attimo i vari parametri in gioco, permettendo una accurata scelta dei componenti. Le misure effettuate con motore fermo sono comunque affette dal regresso dell'elica, dando indicazioni molto aderenti al momento del lancio e se il modello sale lentamente, se il modello



risulta veloce la situazione assorbimento e giri in volo migliora, avremo al momento del volo correnti più basse e maggiore trazione cioè maggiore efficienza.