

I riduttori

Tutto quello che avreste sempre voluto sapere sulle peculiarità e sui criteri per la scelta di queste quasi indispensabili appendici dei motori per volo elettrico.

A cura di Cesare de Robertis

Negli ultimi anni, con l'enorme diffusione del volo elettrico, è sempre più facile sentir parlare di riduttori di giri. Se il loro uso pratico è molto semplice, non altrettanto si può dire dei criteri per la selezione del complesso motore-riduttore-elica-batterie più indicato per un determinato modello. Vediamo quindi di fare un po' di chiarezza con pochi consigli derivanti più dall'esperienza di un "praticone" quale io sono, piuttosto che da una raffinata esposizione teorica che potrebbe rischiare di annebbiare ulteriormente le idee sbiadite che molti già hanno in materia di volo elettrico.

□ Una domanda oziosa

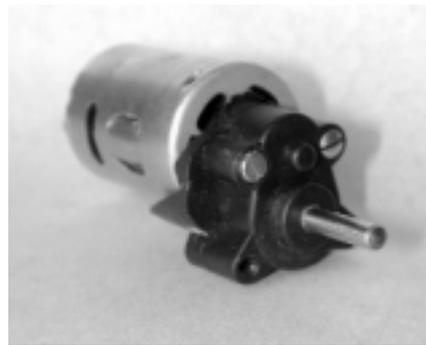
Innanzitutto: a che serve il riduttore? A ridurre il numero di giri all'uscita di un motore, risponderebbe Monsieur de La Palice! E poiché esiste un rapporto di proporzionalità fra coppia e numero di giri, se calano questi ultimi, la coppia aumenta, mantenendo quindi costante la potenza in uscita; naturalmente fatte salve le perdite d'efficienza, introdotte dalla presenza del riduttore (nell'ordine del 5-10% circa). Qualcuno potrebbe a questo punto chiedersi perché non limitarsi a montare un'elica più grande in diretta. I giri diminuirebbero e la coppia aumenterebbe in proporzione, no? Certamente, ma in questo caso aumenterebbe anche l'assorbimento di corrente, con un enorme spreco d'energia sotto forma di calore! Se l'elica adottata fosse solo un po' più grande, assisteremmo ad un calo sia dell'autonomia che delle prestazioni, ma se fosse troppo grande, l'assorbimento raggiungerebbe livelli tali da mettere fuori gioco il motore nel giro di pochi minuti o, addirittura, secondi! Tanto per fare un esempio pratico, uno Speed 600 da 8,4 V, alimentato con sette celle, può tirare una 8x4,5 a circa 20 A o una 9x5 a circa 25 A, con

un'efficienza intorno al 60%. A parità di condizioni, montando una 12x8, l'assorbimento salirebbe ad oltre 40 A con un enorme sviluppo di calore (circa 200 W sprecati...) ed un rendimento intorno al 30%. Per non parlare della vita del motore, che nel giro di pochi istanti diventerebbe un ottimo ferma-carte! Lo stesso discorso vale per l'ancor più popolare Speed 400 6V. Con sette celle, potete fargli tirare una 6x3 a circa 16000 giri, con un assor-

bimento di 13 A a terra, ma provate a montare una 12x10 in diretta e poi ne riparlamo... Usando invece un riduttore, potete far girare un'elica grande più lentamente, mentre il motore continuerà a girare ad elevato regime, con buona efficienza complessiva.

□ Quale elica per il mio riduttore?

Vi hanno venduto uno Speed 400 6V con un riduttore 4:1, ma non hanno saputo dirvi quale elica montare.



Qui sopra, due riduttori monostadio. A sinistra, un Graupner 1,85:1 al quale sono state asportate le alette di montaggio per ridurre l'ingombro. A destra un G&G 2:1 montato su uno Speed 280. Qui sotto, un riduttore a due stadi della Jastron (Rep. Ceca). Il forte rapporto di riduzione (6:1), ha costretto ad aumentarne il diametro rispetto a quello del motore in modo da poter alloggiare l'ingranaggio principale.



Bene, per scoprirlo con un sufficiente grado di approssimazione, basterà applicare una semplicissima formuletta: $D_r = D_d \times \sqrt{R}$, ovvero: il diametro dell'elica ridotta è pari a quello dell'elica in diretta, per la radice quadrata del rapporto di riduzione. Non ditemi che è complicato, perché ci arrivo anch'io, che con la matematica ho sempre avuto un rapporto conflittuale!

In pratica: se il vostro Speed 400 con sette celle in diretta ha un buon rendimento con una 6x3, una volta ridotto 4:1 potrà tirare una: $6 \times \sqrt{4} = 12$ pollici. E per il passo, come ci comportiamo? Montiamo una 12x3? Direi proprio di no. A parte il fatto che avreste qualche difficoltà a trovarla, sarebbe assai meno efficiente di un ventaglio!

Un accettabile principio empirico è quello di adottare un passo pari a quello dell'elica in diretta, moltiplicato per il 70% circa del rapporto di riduzione.

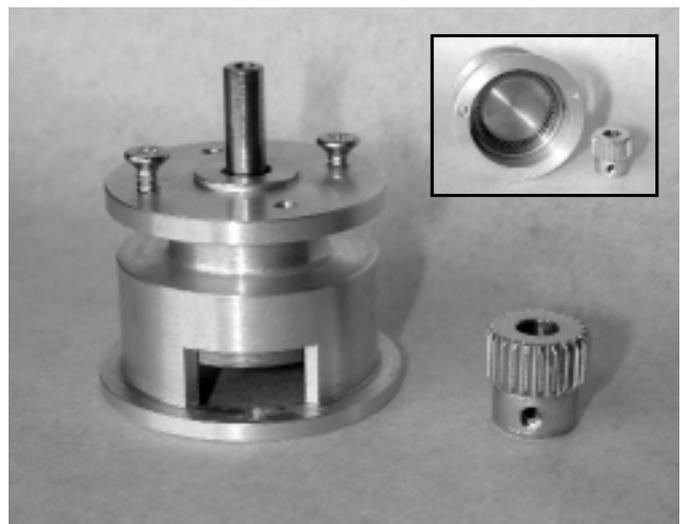
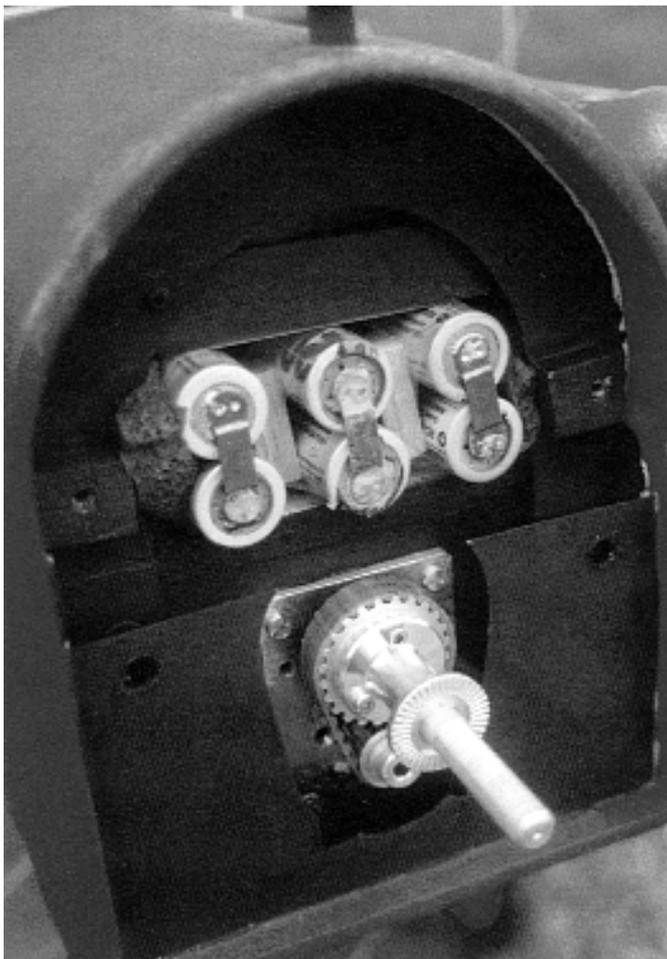
Nel nostro caso, dato che il 70% di 4 è 2,8, avremo: $3 \times 2,8 = 8,4$. Quindi, l'elica ideale sarà una 12x8,4, che non esiste. Una 12x8 andrà bene, ma ancor meglio andrà una 12x10 che farà 4000 giri' con un assorbimento di poco più di 13 A, analogo a quello del motore in diretta, che però tira un'elica (la 6x3) molto meno efficiente. Se poi, invece di sette celle ne volete usare 8, allora potrete montare una 11x8 o una 11,5x7. Ricordate sempre che, aumentando il numero di celle, per mantenere un analogo assorbimento, dovrete diminuire diametro e/o passo dell'elica. So perfettamente che questi consigli "da campo" stanno facendo inorridire i puristi, ma se vogliamo vedere una reale diffusione del volo elettrico a tutti i livelli, dobbiamo assolutamente lasciarci andare a qualche ragionamento terra-terra, condito col buon senso derivante dall'esperienza. Fra l'altro, così facendo non riuscirete ad ottimizzare il

gruppo motopropulsore per vincere un campionato del mondo, ma avrete la certezza di veder volare bene il vostro modello senza rischiare di fare un arrostito! Un altro esempio? Avete comprato uno Speed 600 8,4 V che con sette celle monta un'elica 8x4,5, ma avete deciso di usarlo con un riduttore Graupner 2,8:1. In questo caso, applicando le "ricette" di cui sopra, potreste usare una 13x9, ma anche una 13x8 o una 12x10 andranno benissimo.

Alla fine, cosa avrete ottenuto? Beh, che il vostro Speed 600, che in diretta con la 8x4,5 fornisce circa 480 g di trazione statica a 10.000 giri', ora farà girare la sua 13x9 a circa 4.000 giri', ma con più di 750 grammi di trazione statica!

□ Che tipo di riduttore?

In commercio esistono vari tipi riduttori: ad ingranaggi, a cinghia, monostadio, bistadio ed epicicloidali.



A sinistra: per questo grosso SE5a (203 cm di ap. alare per 8 kg di peso) è stato usato un riduttore a cinghia Kruse Synchro Gear 2500 con rapporto 2,4:1. Con 30 celle, il motore Hp 370/30/A3, tira nientemeno che una 24x10 a 3980 giri', con un assorbimento di 41 A. (Foto: Elektro Modell). A destra, due riduttori a campana: sopra vediamo il Kruse Pico Gear 2,75:1. Da notare il ridotto disassamento dell'albero, rispetto ai monostadio classici. Sotto un Velkom 2:1, specifico per i motori della casa ceca.



Un riduttore epicicloidale Cosmotech 4,5:1 ed una macro dello stesso, con gli elementi descritti nel testo. I Riduttori Cosmotech ed i Kruse sono reperibili da Schaller (055/284994), i G&G li ha Franco Garagnani (059/690250) mentre i riduttori Graupner li trovate nei migliori negozi.

Vediamo un po' di analizzarli uno ad uno, cominciando dai riduttori a cinghia che sono sempre di tipo monostadio, composti cioè da un pignone, montato sull'albero del motore, e da un solo ingranaggio principale al quale è collegato l'albero dell'elica.

La trasmissione fra pignone ed ingranaggio avviene con una cinghia dentata. Il grande pregio di questo tipo di riduttore è la sua silenziosità, mentre un aspetto negativo è costituito dal notevole disassamento fra motore ed elica. L'impiego ideale dei riduttori a cinghia è nei modelli riproduzione, che non pongono grandi problemi di alloggiamento. Il Synchro Gear Kruse che vedete in fotografia rappresenta quanto di meglio si possa reperire sul mercato. I riduttori monostadio ad ingranaggi sono invece i più popolari, diffusi ed economici. Sono notissimi i Graupner, ma anche la produzione artigianale di Garagnani e Guzzetti (G&G) è ormai molto popolare. In questo caso il disassamento è minore (pari alla somma dei raggi del pignone e dell'ingranaggio principale) e la rumorosità è maggiore, ma questo è sicuramente il tipo di riduttore più semplice ed economico in commercio e, se ben realizzato, di buona efficienza. Un aspetto da non dimenticare è che, con riduttori di questo tipo, il senso di rotazione dell'elica risulta invertito rispetto a quello dell'albero motore. Sui motori Speed, bisogna quindi ricordarsi di collegare il cavo "-" proveniente dal regolatore, al contatto contrassegnato da un punto rosso sul motore.

Un'osservazione apparentemente banale: all'uscita del regolatore, potete invertire tutto quello che vi pare, ma all'ingresso NO! State dunque attenti a non invertire mai il collegamento alla batteria perché, se lo fate, non c'è garanzia che tenga! Un'interessante variazione sul tema dei riduttori monostadio ad ingranaggi, è rappresentata dai riduttori con ingranaggio a campana, dei quali l'Intro Gear di Kruse è sicuramente il più noto. In questo caso, l'ingranaggio principale è costituito da una corona dentata, periferica rispetto al pignone. Questo tipo di riduttore offre due significativi vantaggi: 1) il disassamento rispetto all'albero motore è minimo (non più di 2-3 mm); 2) il senso di rotazione dell'elica rispetto all'albero motore non subisce alcuna inversione. Per quel che riguarda i riduttori bi-stadio (i più noti sono gli Speed Gear Graupner), il discorso è solo leggermente più complesso perché il pignone fa girare un ingranaggio secondario, collegato a sua volta ad un secondo pignone che ingrana con l'ingranaggio principale. In questo caso abbiamo quindi una serie di rapporti di riduzione a cascata, con inversione del senso di rotazione ad ogni stadio, quindi l'elica lavora nello stesso senso dell'albero motore. Questa lieve complicazione progettuale permette inoltre di avere un riduttore perfettamente coassiale al motore. Infine, l'ultimo e più complesso tipo di riduttore è quello ad ingranaggi planetari, detto anche epicicloidale. Qui la faccenda è più complessa e sarà bene aiutarsi con la foto qui sopra.

Il complesso è formato da un pignone centrale (1) circondato da tre ingranaggi periferici (planetari: 2). Questi tre ingranaggi sono montati, a 120° fra loro, su un supporto comune (3) e ciascuno di essi ingrana su un ingranaggio anulare fisso (4). Quando il pignone montato sull'asse del motore gira, anche i planetari girano ciascuno intorno al proprio asse, nonché intorno all'ingranaggio centrale. L'albero dell'elica è solidale al supporto dei planetari (3) e ruota nello stesso senso del pignone centrale. I riduttori planetari accoppiano una minima sezione frontale con la capacità di gestire grandi potenze e non è un caso che ormai siano universalmente adottati sui modelli da F5B. Ricapitolando dunque, per quel che riguarda la scelta del riduttore sarà bene orientarsi sul tipo a cinghia nel caso di modelli riproduzione di taglia medio-grande, nei quali non vi siano problemi per l'alloggiamento del motore. Per i modelli "della domenica", siano essi motoalianti o altro, ma che abbiano una buona sezione frontale, un riduttore monostadio andrà benissimo e non vi costringerà a svenarvi per acquistarlo. Infine, per i modelli con sezione frontale ridotta sarà giocoforza orientarsi su di un riduttore a due stadi tipo Speed Gear, su uno a campana (Intro Gear) o, nel caso si cerchi il massimo delle prestazioni e dell'affidabilità, su un riduttore di tipo planetario. Quale che sia la vostra scelta, a questo punto eliche, pignoni ed ingranaggi non dovrebbero avere quasi più misteri per voi. O no? ✈