



Introduzione

Si parla spesso di motori elettrici di nuova generazione, in particolare di quelli ormai onnipresenti in tutte le salse e chiamati comunemente Brushless. Si tratta di prodotti facili da usarsi anche se alla base c'è una grande complessità progettuale. Eppure un prodotto divenuto così comune e ormai utilizzato da tutti gli aeromodellisti (o quasi) può non essere capito e utilizzato in modo corretto. Chi si sta approntando a leggere questo scritto ha sicuramente la voglia di conoscere meglio questi prodotti, io sono convinto che molti vogliono incrementare le loro conoscenze e non fermarsi alla sola esperienza di volare nei fine settimana ma avere un atteggiamento incline ad aumentare sempre i propri orizzonti anche se si è limite della propria cultura. Quanti sono i modellisti esperti di motori a scoppio? Tanti, eppure non fanno come mestiere i preparatori di motori da corsa, sono semplicemente degli appassionati che hanno studiato e sperimentato sul campo e sanno tutto sulla carburazione, sulle candele, sugli scarichi accordati, ecc. Ecco è anche a queste persone che mi rivolgo, gente che ha voglia di imparare e di conoscere bene quello che usa, senza spaventarsi di termini fino ad oggi sconosciuti. Dopo alcuni anni passati a sperimentare e ad incrementare le mie conoscenze mi sento di affrontare e descrivere un argomento così complesso senza avere particolari pretese ma avendo, nel mio piccolo, l'auspicio di poter aiutare qualcuno a capire come fare certe scelte. Abbiamo detto che questi prodotti sono banali però dietro si nasconde un'alta tecnologia, pensate che il

regolatore usato per i Brushless è la cosa tecnologicamente più avanzata che abbiamo a bordo del nostro modello, superato solo dai moderni radiocomandi ma questi non sono a bordo del modello.... (forse qualche ricevitore di ultima generazione ndr). Scegliere il motore adatto al proprie esigenze in effetti non è facile, oggi disponiamo di un numero incredibilmente elevato di case produttrici, ogni produttore ha cataloghi al cui interno troviamo un altrettanto elevato numero di modelli, molti dei quali apparentemente uguali, alla fine il modellista si orienta in base al proprio portafoglio o in base al consiglio di un amico. Tutti questi modi di scegliere sono leciti e perfettamente compatibili con le nostre esigenze, ma volete mettere il gusto di decidere da soli senza fare errori, di scoprire un nuovo prodotto e proporlo agli amici, capire come distinguere un prodotto mediocre da uno di alto livello, saper leggere ed interpretare i data-sheet delle case produttrici, capire i parametri essenziali, rapportare il motore all'elica, al regolatore e alla capacità delle batterie e perché no provare in modo cosciente a fare delle misure e delle sperimentazioni al banco.

Per ottenere tutto questo ho realizzato un percorso informativo basato su capitoli dedicati nei quali vengono trattati argomenti specifici. Questi capitoli non sono contenitori stagni ma all'interno potete trovare richiami agli altri capitoli. In pratica ogni capitolo può "quasi" essere letto in modo indipendente senza seguire il percorso logico di progressione. Ho concepito la lettura con il presupposto di non appesantire troppo l'intero argomento anche se, alla fine, troverete delle ripetizioni all'interno di ciascun capitolo, ma tutto sommato, ripetere le informazioni è sicuramente meglio che tralasciarle. Alcuni argomenti sono molto complessi se trattati dal solo punto di vista matematico, ho quindi cercato di semplificare le letture con esempi e con spiegazioni fisico-logiche leggibili da tutti, senza trascurare gli aspetti di completezza e correttezza. Con l'aiuto di foto e immagini e di brevi didascalie avremo la possibilità di capire immediatamente l'argomento, queste brevi indicazioni hanno anche lo scopo di stimolare la curiosità dell'argomento trattato. Alcuni argomenti sono illustrati con l'ausilio di inserti tecnici aventi lo scopo di approfondire ulteriormente i concetti o, dove possibile, di semplificarli.

Quali sono i capitoli e cosa verrà illustrato?

Durante la scrittura dei vari capitoli mi sono trovato più volte in crisi nel decidere la migliore sequenza degli argomenti, il detto è nato prima l'uovo o la gallina è stato un tormentone continuo. Più volte ho cambiato la sequenza logica de-

gli argomenti, in effetti alcuni temi possono occupare una posizione diversa nell'indice senza creare troppi problemi alla lettura. Alla fine ho immaginato il percorso in questo modo; inizieremo con una lunga illustrazione che ci porterà all'interno dei Motori Brushless per capire come sono fatti, qui troveremo molte informazioni circa le tecniche, i materiali e alcune curiosità. Il capitolo successivo, fortemente legato al primo, ci illustra come un Brushless viene alimentato, come fa a partire e come la tecnologia elettronica abbia reso possibile il funzionamento di un BL Sensorless. Ho poi voluto dedicare un capitolo alla tecnologia degli statori e alla complessa scienza degli avvolgimenti, illustrando il mondo degli schemi di collegamento e come questi influenzano la funzionalità dei propulsori. Prima di proseguire avremo la possibilità di capire meglio la potenza e la coppia di un motore elettrico, un argomento questo sicuramente tecnico nel quale potrete trovare spunti per ragionare e comprendere questi due simili ma diversi concetti. Proseguiremo poi nella complessità funzionale di un regolatore di velocità, quello che viene chiamato ESC, è uno strumento elettronico molto complesso e troppo spesso trascurato ma dal quale dipende buona parte dell'efficienza del nostro propulsore. A seguire tratteremo separatamente il BEC, una sezione dell'ESC, ma anche un prodotto di grande tecnologia oggi proposto in stand-alone cioè esterno all'ESC. Poi per meglio comprendere tutti i concetti finora esposti entreremo in un capitolo di analisi, oserei dire il fulcro di tutta la lettura, qui potremo imparare a leggere e capire i vari coefficienti legati al funzionamento di un Brushless, tra questi rivestono particolare importanza il coefficiente di tensione K_v , il coefficiente di coppia K_t , la corrente di No-Load, la corrente Max, la resistenza interna, la max eff, ecc. Attraverso lo studio di questi parametri impareremo poi a fare dei calcoli matematici che ci aiuteranno a comprendere come i vari parametri si influenzano tra loro e come influenzano il rendimento del nostro propulsore. Durante lo studio potremo imparare a comprendere la differenza tra la potenza elettrica assorbita e la potenza erogata per poi poter calcolare l'efficienza. L'efficienza è forse uno dei parametri più importanti quindi impareremo a relazionarla in funzione dell'elica usata. Alcuni di questi concetti saranno comunque trattati e anticipati anche negli altri capitoli, quando arriveremo nel capitolo analisi saremo già pronti per affrontare l'argomento, attraverso questa sezione saremo in grado di farci i nostri conti prima di acquistare un motore e/o verificare quello che abbiamo già in casa. Alcuni esempi pratici ci aiuteranno a capire meglio. Per poter valutare con correttezza le prestazioni e le caratteristiche di nostri BL impareremo a fare delle misure elettriche, attraverso l'uso di strumenti standard e di nuova generazione

come i nuovi data-logger. Come capitolo conclusivo potremo analizzare il funzionamento di un moderno programma di simulazione. Useremo come esempio un prodotto gratuito e facilmente utilizzabile Drive Calculator 3.4. E' proprio attraverso l'utilizzo di questi programmi che il modellista può esprimere al meglio le proprie conoscenze. Infatti per poter utilizzare in modo consapevole un simulatore computerizzato occorre aver compreso come i vari coefficienti sono in relazione tra loro. Quindi la lettura dei capitoli precedenti è fondamentale per utilizzare con criterio certi programmi.

Tutti i concetti espressi ci porteranno a delle conclusioni che potrebbero indurci a pensare seriamente all'autocostruzione. Le conoscenze acquisite saranno sufficienti per portarci nel mondo del "fai da te" anche per i motori elettrici. Autocostruire e/o sperimentare spero sia uno degli obiettivi di chi si appresta a leggere questo manuale. Il modellista spesso si costruisce tutto perché non farsi anche il propulsore?

I capitoli sono conditi con dei piccoli "foglietti" che ci ricordano le cose più importanti che stiamo leggendo, aiutandoci a non perdere il filo del discorso.

Gli inserti tecnici sono delle pagine che trattano argomenti di approfondimento o di semplificazione. Hanno lo scopo di consentire a chi vuole di poter approfondire certi argomenti e di semplificare la lettura dove questa è maggiormente ostica. Ci sono argomenti importanti per la completezza dell'informazione.

Le appendici sono delle aggiunte simpatiche che completano la lettura, la prima appendice ci racconta in modo semplice le basi di un motore elettrico. La seconda appendice ci propone un esperimento di didattica semplicissimo ma che ha nel funzionamento un fascino tutto particolare; costruire il motore elettrico più semplice del mondo. La terza appendice ci mostra un elenco delle foto e delle immagini inserite nei diversi capitoli con le informazioni di provenienza, mentre la quarta appendice raccoglie i termini e le formule utilizzate. Conclude la Bibliografica nella quale si potranno trovare spunti interessanti per ulteriori letture.

Mi scuso comunque fin d'ora per qualche inevitabile imprecisione e per una mancanza di purezza nei concetti logici-matematici ma non è mai facile trovare un giusto compromesso tra semplicità e completezza, io, nel mio piccolo, spero di esserci riuscito.

*Ringrazio tutti coloro che direttamente o indirettamente hanno contribuito a fornirmi informazioni utili, tra questi vorrei pubblicamente ringraziare gli autori del sito **www.powercroco.de** che, attraverso le loro sperimentazioni, sono stati una fonte importante e insostituibile di informazioni.*

Buona lettura a tutti.

Questo libro è dedicato a tutti coloro che credono nella cultura e che attraverso l'aeromodellismo vogliono e sperano di incrementare ulteriormente le proprie conoscenze. Come diceva una frase celebre "non è mai troppo tardi" per iniziare ad apprendere e sviluppare la propria cultura.

Carlo Salvaterra