

Multirotori - Una guida per principianti

<inserire autori qui>

25 giugno 2015

©2015 <editore>

Soggetto alla licenza Creative Commons
Finito di stampare il 25 giugno 2015.

Questa guida è orientata per coloro che vogliono introdursi al mondo dei multirotori (o multicotteri) ed è basata sull'esperienza di alcuni degli autori. Questa guida si prefigge l'obiettivo di mostrare in ordine i processi che si susseguono per la progettazione e la realizzazione di un multirottore in maniera molto semplice e ma relativamente completa, senza divagare eccessivamente nei dettagli tecnici. L'introduzione farà da pilota per l'intera guida, spiegando prima di tutto che cosa è un multirottore poi elencando i principali termini tecnici e le principali componenti. Quindi, pur non costituendo un completo ausilio alla realizzazione di velivoli professionali offrono però una valida preparazione per chi non si è mai addentrato in questo campo ma desidera avere un solido punto di partenza. Si vuole sottolineare e ripetere che, in base alla particolare natura di questa guida, alcuni dettagli sono volutamente tralasciati sia perché ci si rivolge a lettori che non possiedono una base degli argomenti e sia perché si vuole di evitare di confondere e spaventare il neofita. Successivamente si farà un esempio di progetto di quadricottero elencando le componenti necessarie per realizzarlo e le varie fasi di realizzazione.

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Cos'è un multirottore	1
1.1.1	Varie tipologie di multirottore	1
1.2	La terminologia	1
1.2.1	Velivoli	1
1.2.2	Componenti	2
1.2.3	Strumentario	4
2	Una breve panoramica	5
3	La progettazione	7
3.1	Fase 1 - Pensare a cosa si vuole realizzare	7
3.1.1	Purposes	7
3.1.2	Realizzazioni per droni ad uso privato	7
3.1.3	Realizzazioni per droni ad uso professionale	7
3.1.4	La normativa ENAC	7
3.2	Fase 2 - Pensare a come realizzare	7
3.2.1	Configurazioni	7
3.2.2	Soluzioni ready-to-fly	7
3.3	Fase	7
4	La realizzazione	9
4.1	Fase 1	9
4.2	Fase 2	9
4.3	Fase	9
5	Conclusioni	11
6	Esempi di progetto	13

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Cos'è un multirottore

Per prima cosa è bene spiegare che cos'è un multicottero (chiamato anche *multicottero*). Si tratta di un velivolo a pilotaggio remoto. Secondo la definizione in uso, è un particolare tipo di drone, può essere telecomandato a distanza (da un navigatore o pilota) oppure può volare in modo autonomo, ciò dipende dal tipo di scheda di controllo utilizzata ed è capace di sorvolare su una superficie più o meno distante dal suo navigatore. Il suo impiego ha origini militari, ma negli ultimi anni è stato sfruttato anche in ambito civile per ricerche e ispezioni o per pura passione. I multirotori di certe dimensioni possono volare solo con l'idoneo permesso che viene rilasciato solo a chi ha effettuato una certa formazione (più informazioni sul sito ENAC). Fatte alcune eccezioni, come i multirotori classificati come *indoor*. Tuttavia, si tratta di un campo relativamente recente per cui la normativa vigente non è del tutto matura ed è in continua evoluzione.

1.1.1 Varie tipologie di multirottore

1.2 La terminologia

1.2.1 Velivoli

- **drone** = Un aeromobile a pilotaggio remoto o APR, comunemente noto come drone, è un velivolo caratterizzato dall'assenza del pilota umano a bordo. Il suo volo è controllato dal computer a bordo del velivolo, sotto il controllo remoto di un navigatore o pilota, sul terreno o in un altro veicolo (da [Wikipedia](#)). Quindi, stando a questa definizione, nulla si dice sulla tipologia, forma, numero di rotori,
- **multirottore** = Si tratta di un *drone* per il quale si hanno almeno due di rotori, ma il numero può aumentare. Le configurazioni variano in base a come vengono disposti i motori ed è importante il verso cui girano le eliche. Sono molto comuni i multirotori a quattro eliche.
- **tricottero** =

- **quadricottero** = Un quadricottero è un drone multirottore con quattro rotori. Le configurazioni possibili sono tre: I4, X4 e H4. [link](#) a esempio di drone *homemade* e [link](#) al famoso AR.Drone 2.0 della Parrot.
- **pentacottero** =
- **esacottero** =
- **eptacottero** =
- **octocottero** =
- **convertiplano** =

1.2.2 Componenti

- **batteria LiPo a celle** = tecnicamente: *accumulatore Litio-Polimero*, è un tipo di batteria ricaricabile, ampiamente utilizzata in ambito del modellismo RC, grazie alla sua leggerezza, capacità e affidabilità. Non richiede l'uso di contenitori in metallo. Uno dei principali difetti della tecnologia è la necessità di usare caricabatterie specifici, per evitare incendi ed esplosioni. La batteria può esplodere se corto-circuitata, a causa della bassissima resistenza interna e della conseguente tremenda corrente impulsiva che attraversa la cella. Si parla di celle LiPo, nel senso che una cella fornisce 3,7V. La sigla "S" sta per "*Serie*" e la sigla "P" sta per "*Parallelo*". Queste due sigle indicano semplicemente come sono disposte le celle nella batteria. Se si legge "3S" significa che la batteria ha 3 celle LiPo disposte in serie, quindi, in questo caso la tensione fornita è di $3,7V \times 3 = 11,1V$. Se si leggesse "4P" significa che la batteria possiede celle LiPo disposte in parallelo e quindi fornisce 3,7V di tensione ma fornisce una carica (Amper) quattro volte maggiore, in altre parole, a parità di carico, una batteria 4P ha una durata 4 volte di più rispetto ad una con una sola cella LiPo.
- **burst (ESC)** = Si intende il valore di picco di corrente che può essere erogato dall'ESC verso il motore per un breve periodo.
- **eliche** = Le eliche sono quelle che trasmettono l'energia della rotazione del motore sull'aria, generando quindi la spinta necessaria per librare il velivolo. Esistono eliche di varie dimensioni e di varie forme, Per quanto riguarda il rapporto tra velocità massima e accelerazione, possiamo riassumere (in maniera scorretta) che sono inversamente proporzionali (migliori l'uno a scapito dell'altro). Più nei dettagli la velocità massima non dipende molto dal peso del velivolo quanto invece dal valore di pitch di un'elica (più correttamente dal valore di *angolo di calettamento della pala di un'elica*), ovvero: pale più "orizzontali" permettono una maggiore velocità massima e minore accelerazione mentre pale "più verticali" permettono invece una maggiore accelerazione e meno velocità massima; viene intuitivo pensare che esistono configurazioni intermedie (*eliche a passo variabile*), ma questo esula dagli scopi di questa guida. Il fattore più importante da tenere in considerazione è la superficie di un'elica. Superfici più larghe sono più efficienti e generano più portanza ma pesano di più.

- **ESC** = Un ESC (*Electronic Speed Control*) è un circuito dedicato al controllo della velocità di un motore elettrico. Può funzionare anche come freno dinamico. I più comuni ESC sono ormai dotati di BEC (*Battery Eliminator Circuit*) o di UBEC (*Universal Battery Eliminator Circuit*) che abbassano la tensione dell'alimentazione portandola ad un'alimentazione compatibile con la scheda di controllo (solitamente 5V). L'ESC ha solitamente un connettore per il *throttle* (ovvero il segnale di controllo sull'accelerazione, proveniente dalla scheda di controllo) e gli altri connettori per l'alimentazione e per il motore brushless trifase. Le specifiche presenti su un ESC fanno riferimento alla capacità di assorbimento di corrente del motore, ad esempio un ESC da 30A con un *burst* di 40A è l'ideale per un motore che assorbe a regime 30A. Sostanzialmente, l'ESC converte la corrente DC (corrente continua) della batteria LiPo in corrente AC (corrente alternata) utilizzabile dai motori trifase.
- **FPV** = Acronimo di *First Person View*, è semplicemente un sistema di pilotaggio che consiste nella trasmissione video in real time dal velivolo ad un display a terra. In questo modo l'operatore si comporta come se si trovasse realmente sul velivolo. Un sistema di questo tipo necessita di antenne TX sul velivolo e RX sul display dedicate e caratterizzate da elevate prestazioni e consumi, per cui i costi sono relativamente alti.
- **IMU** = Acronimo di (*Inertial Measurement Unit*) è la componente elettronica di misura inerziale basata su sensori inerziali, come accelerometri e giroscopi. Tecnicamente è un sensore, fornisce quindi solamente dati ormai perlopiù digitali che vengono poi elaborati da un controllore. Su un multiroto, per esempio, permette di controllare e correggere le tre accelerazioni angolari di beccheggio, rollio e imbardata. Solitamente è già installata (integrata) sulle schede di controllo FC di tipo dedicato. Se si utilizzassero altri sistemi di controllo (e.g. Arduino, Kingduino, ...) sarà necessario comprare a parte il sensore IMU e provvedere all'interfacciamento manuale. L'utilizzo dei sensori IMU non è previsto in questa guida.
- **motore** = Nell'ambito di droni multirotori, si utilizzano ormai **motori trifase**. Sono rare o non più usate le altre tipologie. Il motore trifase è una tipologia di motore elettrico, che per funzionare richiede l'utilizzo di sistema trifase di correnti. Il sistema di corrente trifase non è fornito dalla batteria LiPo perché questa fornisce corrente continua DC, è quindi necessario convertire la corrente DC in corrente alternata AC. Questo è uno dei compiti dell'ESC.
- **scheda di controllo** =
- **telaio** = I telai dei multirotori sono la base strutturale dell'intero velivolo sulla quale si installano e si applicano tutte le componenti elettromeccaniche. In commercio esistono già telai pre-costruiti. Possono essere in diversi materiali. Uno dei più gettonati è quello in fibra di carbonio, poiché risulta estremamente leggero e ha una buona resistenza meccanica. Altri materiali comunemente usati sono l'alluminio, il legno e alcuni materiali plastici. La forma del telaio dipende principalmente dal numero di motori che si intende utilizzare e le dimensioni sono in funzione del peso

e di altri fattori. Configurazioni a Y sono per i tricotteri, configurazioni I, H e X per i quadricotteri e via dicendo. Telai leggeri permettono di realizzare velivoli reattivi (nel senso che hanno buone accelerazioni) e agili, ma instabili e sensibili agli effetti del vento, al contrario telai pesanti permettono di avere un drone di tipo *"hover"*, ovvero lento nelle risposte ai comandi, ma preciso e stabile, l'aumento di massa contrasta gli effetti del vento, i multirotori pesanti sono indicati per le riprese aeree. Vedere la voce *eliche* per quanto riguarda la velocità massima.

1.2.3 Strumentario

- amperometro =
- radiocomando =

Capitolo 2

Una breve panoramica

La realizzazione di un drone *homemade* è un percorso lungo e non facile per i neofiti e irto di insidie. Come fanno dicono i militari: "*Fare un passo alla volta.*" è sempre un buon modo per iniziare qualcosa di nuovo. Innanzitutto, si può schematizzare il processo di realizzazione seguendo il flow-chart 2.1 a pagina 6, il lettore perdoni l'impressionante ovvietà.

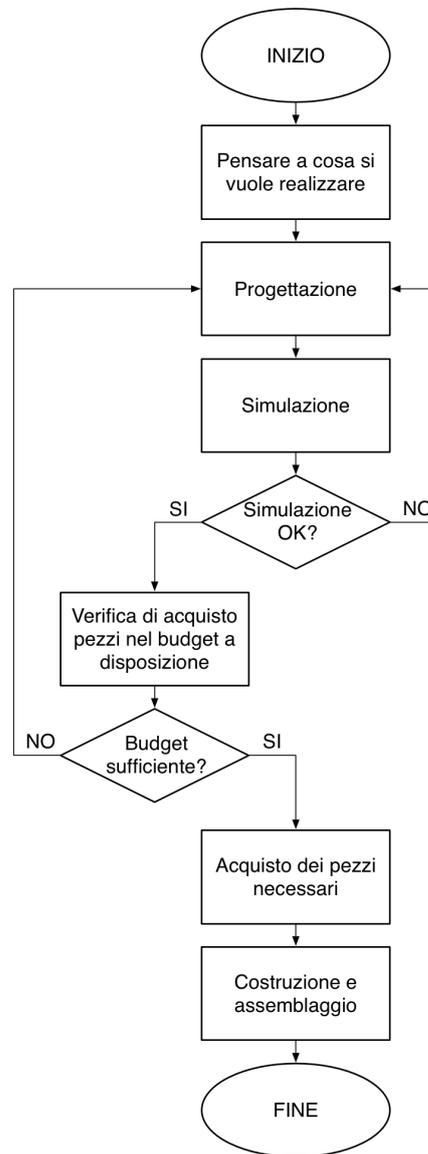


Figura 2.1: Le prime fasi della progettazione: idee chiare.

Capitolo 3

La progettazione

3.1 Fase 1 - Pensare a cosa si vuole realizzare

3.1.1 Purposes

3.1.2 Realizzazioni per droni ad uso privato

3.1.3 Realizzazioni per droni ad uso professionale

3.1.4 La normativa ENAC

3.2 Fase 2 - Pensare a come realizzare

3.2.1 Configurazioni

3.2.2 Soluzioni ready-to-fly

3.3 Fase ...

Capitolo 4

La realizzazione

4.1 Fase 1

4.2 Fase 2

4.3 Fase ...

Capitolo 5

Conclusioni

Capitolo 6

Esempi di progetto