

DronesBench Index come riferimento per l'efficienza elettro-meccanica del sistema complessivo drone

Mauro Pompetti*, Luca Pompetti & Giuseppe Cornacchia
DPM Elettronica S.r.l.

*email: pompetti@dpmelettronica.it

KEY POINTS

La nuova normativa europea sull'aviazione civile sarà approvata e ratificata entro la fine del 2018.

Tale normativa prevederà requisiti tecnici ed elettro-meccanici anche per i droni fra 250g e 25kg.

DronesBench è una linea di banchi di prova per la misura dei parametri di funzionamento dei droni.

DronesBench Index è un indice originale di efficienza elettro-meccanica dell'intero sistema drone.

Misure del DronesBench Index durante la vita operativa del drone garantiscono la sicurezza del volo.

1. Introduzione

A seguito delle risultanze di una vasta fase di consultazione pubblica e privata con i numerosi portatori di interesse nel settore [1], l'Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea ha passato la sua proposta di normativa comunitaria sulla sicurezza dell'aviazione civile [2], che include regole per i droni, al Parlamento Europeo per approvazione, alla quale seguiranno ratifica del Consiglio Europeo ed atti implementativi specifici entro fine 2018. La normativa introduce regole secondo il principio generale di proporzionalità rispetto al rischio connesso alle attività di volo e, per i droni, riguardo a sicurezza, privacy e protezione dei dati personali. Droni a rischio elevato richiederanno certificazione, mentre droni a rischio più basso dovranno conformarsi ai normali meccanismi di sorveglianza del mercato europeo. In questo contesto, il banco di prova ed analisi DronesBench [3] di DPM Elettronica S.r.l., nato nel 2015 come progetto didattico in un istituto professionale di Foggia, validato accademicamente fra 2016 e 2017 ed arrivato alla fase commerciale internazionale ad inizio 2018, si inserisce nel settore delle misure elettro-meccaniche sui droni civili tra 250g e 25kg, dall'Agenzia classificati come "open" category e soggetti almeno a marcatura CE. In particolare, il progetto DronesBench ha generato un indice originale e precursore, una Figura di Merito definita DronesBench Index [4-6], per la valutazione elettro-meccanica del drone come sistema complessivo, invece che per singoli componenti o sottosistemi. Misurato alla fabbrica, il DronesBench Index potrebbe essere indicato sulla targa del drone e periodicamente verificato durante la vita operativa: notevoli scostamenti rispetto alla misura iniziale, indicherebbero infatti difetti elettro-meccanici nascosti e quindi rischio per il volo. Un caso di studio [7] e numeri comparativi con altri droni testati nello stesso segmento "open" illustrano il concetto e la sua possibile utilità come parametro di riferimento per l'efficienza elettro-meccanica del sistema complessivo drone.

2. METODOLOGIA

DronesBench è capace di misurare contemporaneamente e senza smontare il drone: (i) la spinta fornita dal drone, (ii) la potenza istantanea consumata dal drone, e (iii) gli angoli istantanei di beccheggio, imbardata e rollio durante il test. Le misure sulla forza possono essere usate per scoprire difetti nel sottosistema controllo

elettronico di velocità - motore - elica. I valori di forza e potenza istantanea possono essere usati assieme per quantificare l'efficienza di potenza. Le misure istantanee di beccheggio, imbardata e rollio sono utili ad analizzare la stabilità del sistema. L'architettura generale del DronesBench è illustrata in Fig. 1.a). Essa consiste di: (i) un alimentatore per il banco di prova ed il drone; (ii) il banco di prova; and (iii) il telaio. Il banco di prova è illustrato in Fig. 1.b). Esso consiste di (i) un alloggiamento per il drone, a forma di anello dove il drone sotto test è posto ed assicurato tramite lacci, (ii) un piano di riferimento usato per misurazioni di distanza, e (iii) una centralina di misura. Il banco di prova è equipaggiato con tre celle di carico usate per valutare le forze esercitate dai droni. La centralina di misura acquisisce le quantità fornite dai sensori sul banco di prova e le passa ad un personal computer tramite un'interfaccia USB. Da queste misurazioni, si stima l'equazione del piano che rapporta l'alloggiamento del drone al piano di riferimento. In questo modo si stimano le componenti verticali delle forze, come misurate dalle celle di forza e riferite al piano di riferimento.

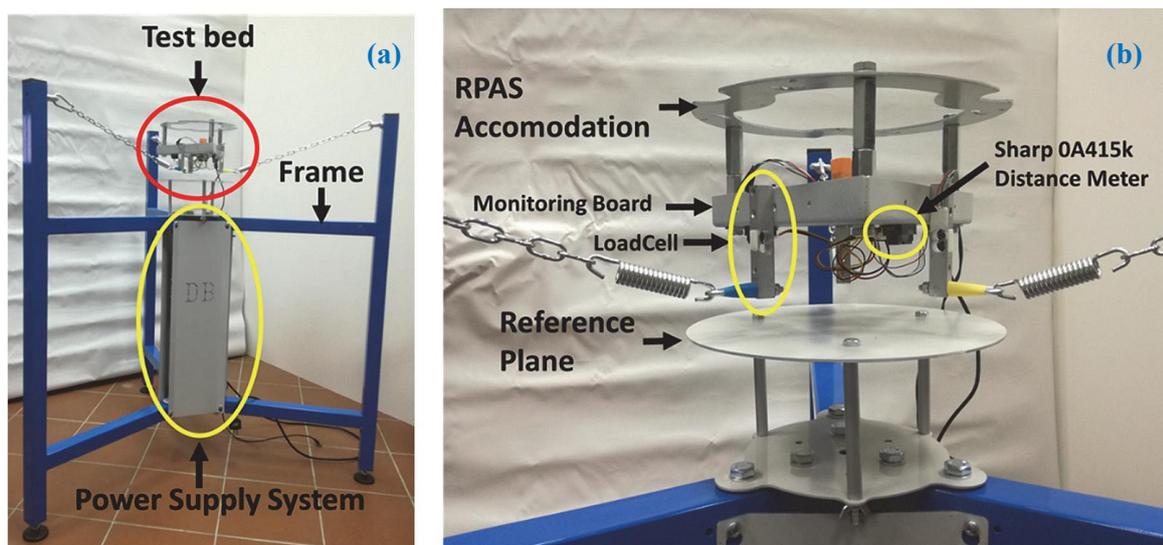


Figura 1. Architettura generale del DronesBench (a) e dettaglio del banco di prova (b)

Il DronesBench Index dipende da accelerazione imposta e velocità delle eliche, quindi va valutato al tempo t_0 , quando cioè la spinta verticale è uguale al peso del drone senza carico. Per valutare t_0 , si misura prima la forza verticale imposta dal solo banco di prova (F_1); quindi, la forza verticale imposta dal banco di prova e dal drone ($F_2(t)$) durante il decollo viene misurata in modo continuo. t_0 è l'istante temporale in cui F_1 è uguale ad $F_2(t_0)$. All'istante t_0 , la potenza assorbita dalla batteria è valutata misurando il voltaggio lungo la batteria $V_d(t_0)$ e la corrente assorbita $I_d(t_0)$. Il DronesBench Index DBI è valutato come segue:

$$DBI = \frac{F_2(t_0)}{V_d(t_0) * I_d(t_0)} \quad (1)$$

Per rendere più semplice la determinazione di t_0 , vanno seguite le seguenti regole:

1. la batteria deve essere a carica piena,
2. l'accelerazione deve essere data lentamente, un tipico tempo di decollo è 10 secondi. Questo consente di ridurre l'influenza delle forze dinamiche.

DronesBench è stato adoperato per valutare un drone quadrirotore commerciale Tali H500 della casa costruttrice Walkera, avente lunghezza di passo e peso uguali rispettivamente a 490 mm e 2.42 kg. L'alloggiamento del drone sul DronesBench e l'inizio del test sono illustrati in Fig. 2 a) e 2b).

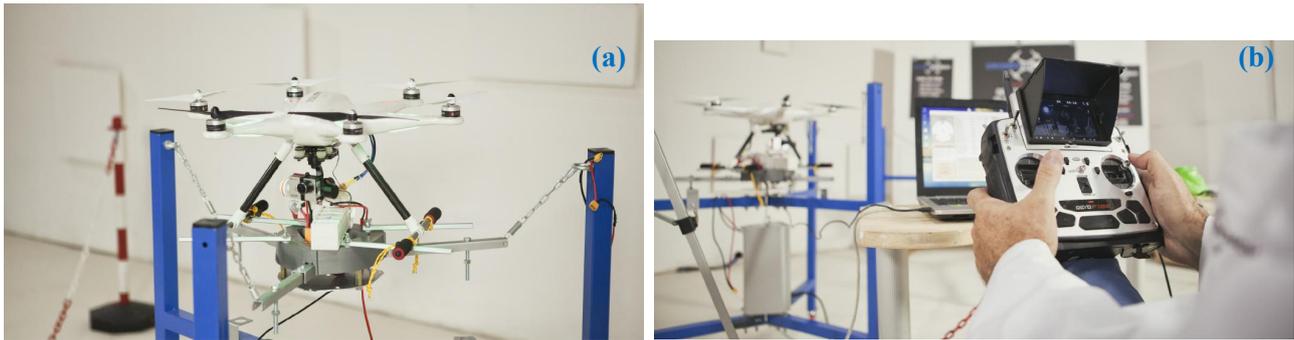


Figura 2. Drone Tali H500 fissato sulla testa del DronesBench (a) e pronto per essere testato (b)

3. RISULTATI e DISCUSSIONE

Il test è stato eseguito in 77 secondi con due variazioni di accelerazione dal valore minimo a quello massimo consentiti dal drone.

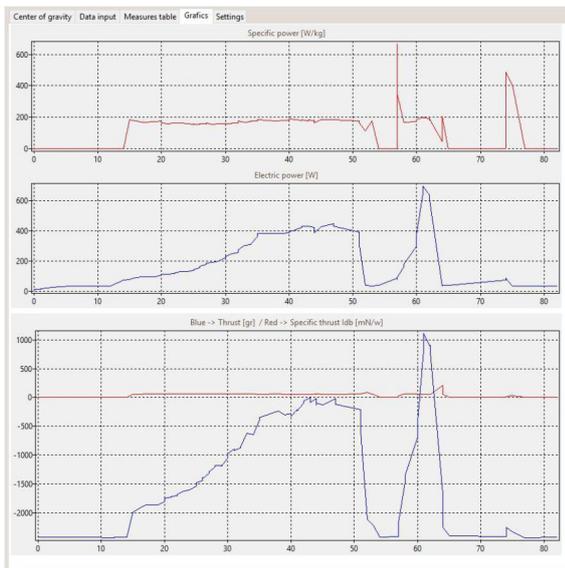


Figura 3. Grafici dal test drone Tali H500

L'andamento temporale di potenza specifica [W/kgf], potenza elettrica[W] e spinta [grammi] con DronesBench Index [mN/W] sono riportati in Fig. 3. Tramite questi grafici è possibile dare una valutazione sintetica ma dettagliata ed approfondita della funzionalità del drone, nonché delle eventuali relative mancanze.

Il DronesBench Index è risultato pari a 53 mN/W al decollo e a 50 mN/W alla potenza massima, valori bassi in questo segmento di mercato. I valori medi da altri test su altri droni comparabili sono infatti di circa 70 mN/W.

La Tabella 1 riporta i valori caratteristici primari del drone allo stato di motori fermi, al decollo ed alla massima potenza. Si notino gli 1.1 volt di differenza fra motori fermi e massima potenza, attribuibili alla scarsa qualità della batteria o alla sua difettosità.

Parametro	Motori fermi	Decollo	Massima Potenza
Voltaggio [volt]	23.9	23.2	22.8
Corrente [ampere]	1..1.5	19.2	30.4
Potenza [watt]	28 medio	445	694
Spinta [grammi]	0	2420	3530
DronesBench Index [milli newton / watt]		53	50
Potenza specifica [watt / kgf]		185	196

Tabella 1. Parametri principali misurati sul drone Tali H500.

Il test dimostra che ci sono margini per migliorare l'efficienza di questo drone. Post test, si suggerisce di usare una batteria con C maggiore (oltre 6) ed eliche con beccheggio e diametro maggiori. La casa costruttrice Walkera, contattata per un commento, ha riferito che il drone Tali H500 è ora fuori produzione.

4. CONCLUSIONI

Questo articolo dimostra come si possano espandere i confini tecnici della nostra conoscenza sui droni. Il vantaggio non è solo per la sicurezza delle persone e delle cose, obiettivo della regolamentazione europea a venire, ma anche per i costruttori e per gli utenti. I costruttori potranno lavorare in qualità, classificando i propri prodotti sulla base di peso, potenza ed efficienza secondo la ratio correntemente usata per le auto. Le informazioni aggiuntive permetteranno agli utenti di acquistare i propri droni consapevolmente, badando sia all'aspetto estetico-funzionale che ai limiti dei loro possibili utilizzi.

La disseminazione di un possibile parametro di riferimento per l'efficienza elettro-meccanica del drone come sistema complessivo, parametro da noi definito DronesBench Index, è in corso d'opera presso l'Agenzia Europea per la Sicurezza Aerea e l'Istituto internazionale degli Ingegneri Elettrici ed Elettronici. Il DronesBench Index potrebbe comparire sulla targa del drone come in Fig. 4, misurato alla fabbrica, e quindi periodicamente valutato durante la vita operativa del drone da organizzazioni indipendenti di verifica e certificazione.



	Builder: Flytop, Roma	Model: Flysmart 2.0
Date check: 26 giu 2016	Weight: 2400 g	Battery: Lipo 4s 6c 10 Ah
DBI (DronesBench Index): 75,41 mN/W	Minimum DBI at take-off: 60,31 mN/W	Max power: 722 W

Figura 4. Esempio di targa del drone col DronesBench Index espressamente riportato

La DPM Elettronica S.r.l. di Foggia, titolare del marchio DronesBench, si è attrezzata ed è disponibile per lo studio e la certificazione dei droni. Il reparto ricerca e sviluppo è inoltre in grado di sviluppare banchi di misura speciali quando i droni dei clienti non rientrano in un certo ambito di caratteristiche standard. Attenzione particolare viene prestata agli aspetti didattici e pedagogici delle misure, come testimoniato da numerosi contributi in audio e video a livello nazionale ed alle fiere non solo settoriali a cui il progetto DronesBench è stato invitato a partecipare negli ultimi tre anni. Dettagli e filmati sono disponibili sul sito aziendale [3].

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] European Aviation Safety Agency: Opinion No 01 /2018 - Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft systems in the 'open' and 'specific' categories, 2018
- [2] European Aviation Safety Agency: Opinion No 01 /2018 - Draft Commission Regulation (EU), 2018
- [3] Tabella tecnica del progetto DronesBench disponibile online su <http://www.dronesbench.com>
- [4] P.Daponte, F.Lamonaca, F.Picariello, M.Riccio, L.Pompetti, M.Pompetti: A measurement system for testing light remotely piloted aircraft, Proc. of IEEE International Workshop on Metrology for AeroSpace (MetroAeroSpace), Padua, Italy, 21- 23 May 2017, pp. 397-402.
- [5] P.Daponte, L.De Vito, F.Lamonaca, F.Picariello, S.Rapuano, M.Riccio, L.Pompetti, M.Pompetti: DronesBench: a tool for the diagnosis of drones, Proc. of IEEE International Conference on Instrumentation and Measurement (I2MTC), Turin, Italy 22-25 June 2017, pp.1-6
- [6] P.Daponte, L.De Vito, F.Lamonaca, F.Picariello, M.Riccio, S.Rapuano, L.Pompetti, M.Pompetti: DronesBench an innovative bench to test Drones, Instrumentation and Measurement Magazine, Volume 20, Issue 6, pp.8-15.
- [7] M.Pompetti, DronesBench calibration example, sUAS News - the business of drones, comunicato stampa online dal 6 Nov 2017 su <https://www.suasnews.com/2017/11/dronesbench-calibration-example/>