



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE

Deliverable 4.2

WP4: Esecuzione dei test e miglioramento dei protocolli

Nuovi protocolli di test

Edizione n. 1
Revisione n. 0

Preparato da
Ing. Matteo SCANAVINO
(Personale Tecnico)

Approvato da
Dott. Andrea VILARDI
(Responsabile Tecnico)

Data 12/02/2021

DronEx - FESR1048

terracube
eurac research

Deliverables di progetto

Ed. n. 1
Rev. n. 0

Pag.10

Stato di aggiornamento

Edizione / Revisione	Data	Note
Ed. 1/ Rev. 0	12/02/2021	

Numero di pagine valide

Questo documento è costituito complessivamente da **10** pagine.

Sommario

Stato di aggiornamento	2
Numero di pagine valide.....	2
Obiettivi del documento.....	4
Test ambientali sul sistema propulsivo.....	4
Test ambientali sul sistema UAV	4
Sensoristica necessaria	4
Preparazione della strumentazione in camera	5
Protocolli di test sistema propulsivo.....	6
Protocolli di test sistema UAV	8
Possibili problematiche in fase di test	10

Obiettivi del documento

Il documento presenta i protocolli di test per gli scenari di utilizzo relativi alle misure sul singolo rotore e sulla macchina completa a valle dei primi test sperimentali e delle criticità individuate. Attraverso i nuovi protocolli di test è possibile perfezionare il setup sperimentale e garantire una maggior efficacia del servizio in fase di sviluppo.

Test ambientali sul sistema propulsivo

Obiettivo di questo scenario è la caratterizzazione della spinta, della coppia e dei consumi del singolo rotore indipendentemente dall'architettura specifica della macchina. Il test mira a descrivere l'effetto delle variazioni ambientali sull'efficienza del sottosistema propulsivo nella sua forma più semplice e composto da:

- Elica
- Motore brushless
- Regolatori di velocità (*Electronic Speed Controller*)

Il test è applicabile sia per configurazioni ad ala fissa sia per sistemi ad ala rotante (multirotori). Il disaccoppiamento del propulsore dal sistema di alimentazione specifico permette lo studio dei parametri ambientali soffermandosi sull'aerodinamica dell'elica influenzata dalla densità dell'ambiente climatico artificialmente generato.

#	Atmosfera di riferimento	Note
1	Variazione di temperatura a pressione costante	Range temperatura: da +40 °C a -40 °C con intervalli di 20 °C. Pressione di riferimento 1013 mbar (quota Bolzano)
2	Variazione di pressione a temperatura costante	Range di quota: da atmosfera di riferimento (quota Bolzano) a 9000 m con intervalli di 1500 m
3	Effetto combinato di temperatura e pressione	<i>Matrice</i> ambientale: per ogni temperatura individuata al punto 1, vengono settate le pressioni indicate nel punto 2. In totale vengono replicate 35 diverse atmosfere date dalla combinazione delle condizioni climatiche sopraindicate

Test ambientali sul sistema UAV

In questo scenario di utilizzo si pone l'attenzione sull'intero sistema UAV. È possibile caratterizzare le prestazioni della macchina specifica in relazione alla sua architettura. Il test è volto a quantificare la spinta totale e gli assorbimenti di potenza di piattaforme ad ala fissa o ad ala rotante. Come per UC1, lo studio permette la valutazione del ruolo dei parametri ambientali sull'aerodinamica dell'intera piattaforma di volo. Con riferimento ai multirotori, verranno evidenziati sul coefficiente di spinta e potenza di numeri di Reynolds ridotti (inferiori a 100,000). Il test sul sistema UAV al banco prevede le medesime atmosfere impostate in UC1 per il rotore isolato.

Sensoristica necessaria

Spinta e coppia: cella di carico JR3 30E15. Sensore in camera di prova, elettronica in control room. Acquisizione digitale tramite software JR3. Settaggio del modulo DSP in modalità digitale; alimentazione del

modulo DSP e della cella di carico tramite connessione alla scheda PCI installata nel computer in control room. Acquisizione digitale con tempo di campionamento di 100 ms e filtro di ordine.

Corrente elettrica: resistore shunt installato in serie tra il regolatore di velocità e la power distribution unit. Il segnale di tensione in uscita dallo shunt è acquisito attraverso il modulo MSENS2 Ipetronik.

Tensione di alimentazione: segnale di tensione acquisito dal modulo MSENS2 Ipetronik. Questo collegamento è possibile solamente per tensioni di alimentazione inferiori a 30V DC.

Velocità angolare motore: sensore fotoelettrico SICK WLA16P. Acquisizione del segnale tramite modulo COUNTER Ipetronik. I sensori fotoelettrici devono essere installati nella parte inferiore del banco di misura. Inoltre, è necessario predisporre un marker riflettente al di sopra dell'elemento da testare (macchina/rotore). Il pannello ad alta visibilità è indispensabile per la riflessione del fascio laser in corrispondenza dei sensori. Il sensore fotoelettrico chiude un circuito opportunamente alimentato ogni volta che il passaggio della pala interrompe il fascio luminoso. Il modulo del sistema di acquisizione permette la conversione automatica in RPM.

Preparazione della strumentazione in camera

1. Sistemazione del banco prova all'interno del simulatore. Posizionamento del banco in corrispondenza della mezzeria e installazione dei tiranti vincolati al banco e ai supporti dedicati nella pavimentazione.
2. Installazione della macchina / del rotore da testare su cella di carico tramite opportune piastre di interfaccia.
3. Posizionamento del pannello riflettente sopra il banco di misura tramite ancoraggio alle parete laterali della camera.
4. Posizionamento dell'alimentatore in control room e passaggio del cavo di alimentazione nella sezione di test.
5. Sistemazione dei moduli MSENS2 e COUNTER nella sezione di test e collegamento della sensoristica (sensori fotoelettrici e resistenze shunt).
6. Passaggio del cavo CAN per collegamento dei moduli di acquisizione al computer per il logger. Passaggio del cavo di trasmissione dati trasduttore di forza / momento: collegamento della cella di carico con relativa elettronica di controllo (in control room)

DronEx - FESR1048



Deliverables di progetto

Ed. n. 1
Rev. n. 0

Pag.10

Protocolli di test sistema propulsivo

Test	Elementi testati	Elementi NON testati	Approccio di test		
Rotore isolato	ESC Motore Elica Radiocomando e ricetrasmittente	Batteria Autopilota	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installazione del setup sperimentale in terraXcube 2. Verifica del funzionamento del setup in condizioni nominali (temperatura e pressione ambiente) 3. Settaggio delle condizioni climatiche di interesse e stabilizzazione della camera 		
			<p>Test Temperatura</p> <p>Rateo massimo di raffreddamento paria 30°C/h</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Attesa di 15/20 minuti dal raggiungimento delle condizioni di setpoint per permettere la climatizzazione della cella di carico all'ambiente termico impostato. 5. Esecuzione del test (settaggio dei livelli di manetta da control room) e acquisizione dei segnali di interesse. 	<p>Test Pressione</p> <p>Rateo massimo di salita pari a 5 m/s</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Esecuzione del test (settaggio dei livelli di manetta da control room) e acquisizione dei segnali di interesse. 5. Attesa di 5 / 10 minuti e ripetizione della misura (verifica di ripetibilità – effetti termici su sensoristica). 6. Ripresa dal punto 3 fino a conclusione del test (9000 m, temperatura ambiente) 	<p>Test Temperatura – Pressione</p> <p>Rateo massimo di salita pari a 5 m/s Rateo massimo di raffreddamento paria 30°C/h</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Attesa di 15/20 minuti dal raggiungimento delle condizioni di setpoint di temperatura per permettere la climatizzazione della cella di carico all'ambiente termico impostato. 5. Impostazione della quota di setpoint. 6. Esecuzione del test

DronEx - FESR1048

terracube
eurac research

Deliverables di progetto

Ed. n. 1
Rev. n. 0

Pag.10

			<p>6. Attesa di 5 / 10 minuti e ripetizione della misura (verifica di ripetibilità – effetti termici su sensoristica).</p> <p>7. Ripresa dal punto 3 fino a conclusione del test (-40°C, pressione ambiente)</p> <p>A conclusione del test la camera è riportata a temperatura ambiente con un rateo di riscaldamento ridotto.</p>	<p>A conclusione del test la camera è riportata a quota Bolzano con un rateo massimo di discesa pari a 5 m/s.</p>	<p>7. Attesa di 5 / 10 minuti e ripetizione della misura (verifica di ripetibilità – effetti termici su sensoristica).</p> <p>8. Ripresa dal punto 5 fino a completamento delle quote di setpoint previste. Terminate le quote previste, ripresa dal punto 4 fino a conclusione del test (9000 m, -40°C)</p> <p>A conclusione del test la camera è riportata a quota Bolzano con un rateo massimo di discesa pari a 5 m/s. Inoltre si riporta la camera a temperatura ambiente con un rateo di riscaldamento ridotto.</p>
--	--	--	---	--	--

DronEx - FESR1048



Deliverables di progetto

Ed. n. 1
Rev. n. 0

Pag.10

Protocolli di test sistema UAV

Test	Elementi testati	Elementi NON testati	Approccio di test		
Macchina completa	ESC e sistema elettrico Motori Eliche Radiocomando e ricetrasmittente	Batteria Autopilota	<ol style="list-style-type: none"> 1. Installazione del setup sperimentale in terraXcube 2. Bypass dell'autopilota e collegamento diretto dei canali PWM alla ricetrasmittente 3. Verifica del funzionamento del setup in condizioni nominali (temperatura e pressione ambiente) 4. Settaggio delle condizioni climatiche di interesse e stabilizzazione della camera 		
			<p>Test Temperatura</p> <p>Rateo massimo di raffreddamento pari a 30°C/h</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Attesa di 15/20 minuti dal raggiungimento delle condizioni di setpoint per permettere la climatizzazione della cella di carico all'ambiente termico impostato. 6. Esecuzione del test (settaggio dei livelli di manetta da control room) e acquisizione dei segnali di interesse. 	<p>Test Pressione</p> <p>Rateo massimo di salita pari a 5m/s</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Attesa di 15/20 minuti dal raggiungimento delle condizioni di setpoint per permettere la climatizzazione della cella di carico all'ambiente termico impostato. 6. Esecuzione del test (settaggio dei livelli di manetta da control room) e acquisizione dei segnali di interesse. 	<p>Test Temperatura -Pressione</p> <p>Rateo massimo di salita pari a 5m/s Rateo massimo di raffreddamento pari a 30°C/h</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Attesa di 15/20 minuti dal raggiungimento delle condizioni di setpoint per permettere la climatizzazione della cella di carico all'ambiente termico impostato. 6. Esecuzione del test (settaggio dei livelli di manetta da control room) e acquisizione dei segnali di interesse.

DronEx - FESR1048



Deliverables di progetto

Ed. n. 1
Rev. n. 0

Pag.10

			<p>7. Attesa di 5 / 10 minuti e ripetizione della misura (verifica di ripetibilità – effetti termici su sensoristica).</p> <p>8. Ripresa dal punto 3 fino a conclusione del test (-40°C, pressione ambiente)</p> <p>A conclusione del test la camera è riportata a temperatura ambiente con un rateo di riscaldamento ridotto.</p>	<p>7. Attesa di 5 / 10 minuti e ripetizione della misura (verifica di ripetibilità – effetti termici su sensoristica).</p> <p>8. Ripresa dal punto 3 fino a conclusione del test (-40°C, pressione ambiente)</p> <p>A conclusione del test la camera è riportata a quota Bolzano con un rateo massimo di discesa pari a 5 m/s.</p>	<p>7. Attesa di 5 / 10 minuti e ripetizione della misura (verifica di ripetibilità – effetti termici su sensoristica).</p> <p>8. Ripresa dal punto 3 fino a conclusione del test (-40°C, pressione ambiente)</p> <p>A conclusione del test la camera è riportata a quota Bolzano con un rateo massimo di discesa pari a 5 m/s. Inoltre si riporta la camera a temperatura ambiente con un rateo di riscaldamento ridotto.</p>
--	--	--	---	---	--

Possibili problematiche in fase di test

PROBLEMATICA	POSSIBILE CAUSA	AZIONI DA INTRAPRENDERE
Le velocità angolari dei motori non sono sincronizzate	Scalibrazione dei regolatori di velocità	Ricalibrazione dei regolatori come da manuale ESC
Uno o più motori non rispondono al comando di manetta	Scalibrazione dei regolatori di velocità	Ricalibrazione dei regolatori come da manuale ESC
	Dissaldamento delle fasi motori	Interruzione dei test e riparazione della saldatura
	Danneggiamento del regolatore (danneggiamento del condensatore)	Interruzione del test e sostituzione dell'ESC
	Danneggiamento del motore	Interruzione del teste e sostituzione del motore