

Studio delle instabilità aeroelastiche di un velivolo non pilotato in configurazione non convenzionale (Joined Wing).

In questo lavoro si presenta l'iter di calcolo delle instabilità aeroelastiche di un velivolo unmanned in configurazione Joined Wing. Il velivolo, denominato HAPD, è il dimostratore volante in scala 1:5 del velivolo LVR-HALE (Laboratorio Volante di Ricerca High Altitude Long Endurance) propulso ad energia solare in progetto presso il CIRA (fig. 1).

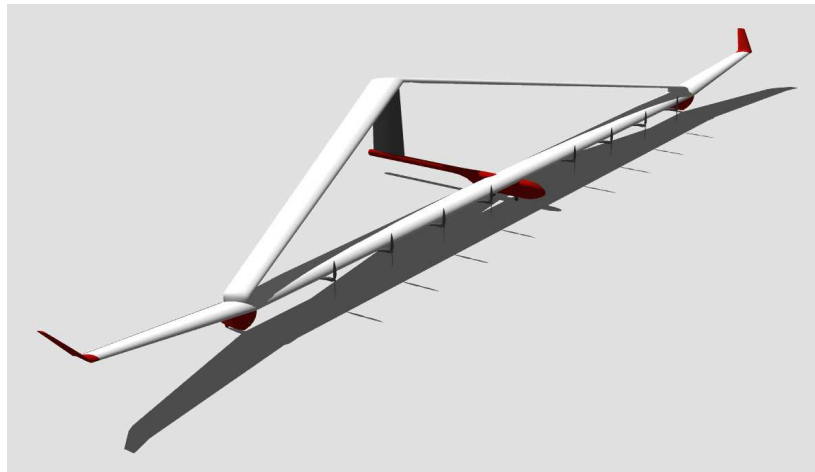


Figura 1 – LVR-HALE

Dopo una descrizione dei progetti internazionali sui velivoli unmanned di alta quota si introducono il velivolo in oggetto, i motivi della scelta della configurazione Joined Wing e della necessità di sperimentazione su dimostratori in scala ridotta.

Dato il carattere non convenzionale della configurazione e la natura iperstatica della struttura del dimostratore volante HAPD, per la valutazione delle caratteristiche della sollecitazione esterna è necessario risolvere il problema statico sull'intero velivolo. Pertanto è di notevole importanza riuscire ad avere un modello strutturale che simuli distribuzioni di rigidezze quanto più dettagliate possibili. Avendo a disposizione i modelli ad elementi finiti delle sottoparti, sviluppati per le analisi di stress e la verifica strutturale ad un ragionevole livello di dettaglio, si è costruito il modello strutturale dell'intero velivolo integrando opportunamente i diversi modelli FE delle sottoparti. In tal modo si ha il vantaggio di costruire un unico modello, valido sia per le analisi delle instabilità aeroelastiche che per l'analisi degli stress negli elementi che compongono la struttura. Si ha inoltre il notevole vantaggio di risolvere una sola volta, per ogni condizione di carico, il problema statico sull'intero velivolo senza passare per la sottomodellazione. I risultati globali vengono poi importati per le verifiche strutturali di dettaglio delle singole sottoparti.

Si descrivono le tipologie ed i modelli FE strutturali dei diversi moduli ed il modello inerziale la cui integrazione costituisce il modello dinamico globale (fig. 2).



Essendo il velivolo perfettamente simmetrico, si costruiscono i diversi modelli (dinamico, aerodinamico e di matching) di semivelivolo, riducendo in tal modo l'onere computazionale nelle analisi.

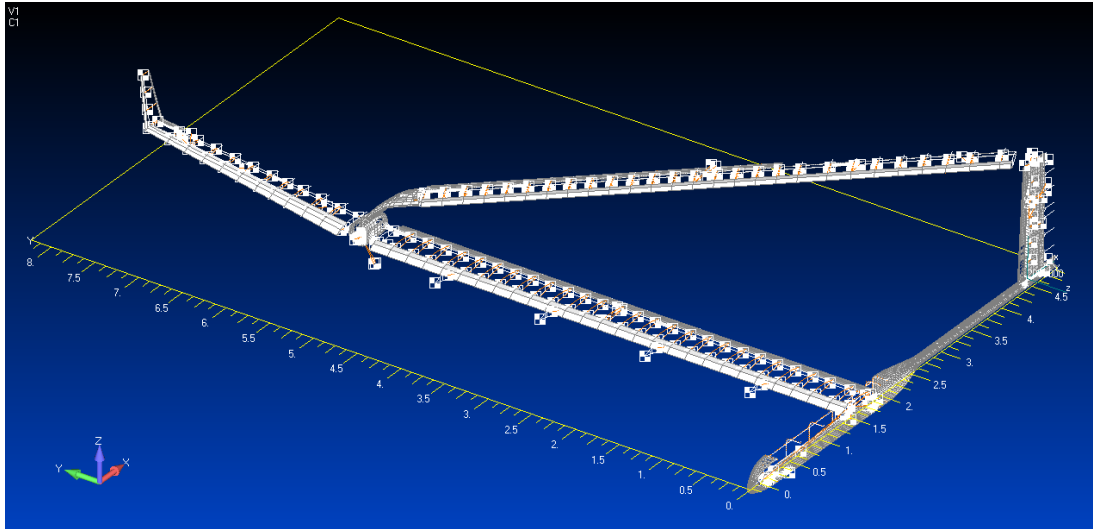


Figura 2 – Vista assonometrica del modello dinamico del dimostratore HAPD

Si illustra successivamente il modello aerodinamico. Si realizza un modello pannellare e si utilizza un'aerodinamica potenziale, comprimibile, instazionaria, basata sul metodo delle doppiette pulsanti (Doublet Lattice Method) e corretta con gli effetti viscosi.

I modelli dinamico e aerodinamico sono interfacciati mediante un modello di matching. Si utilizzano interpolazioni superficiali basate sulla formulazione Infinite Plate Spline.

L'insieme dei modelli dinamico, aerodinamico e di matching costituiscono il modello aeroelastico del dimostratore volante HAPD.

Si descrivono poi il modello matematico ed i metodi per l'analisi delle instabilità aeroelastiche di divergenza e flutter. Infine si presentano i risultati del calcolo delle instabilità aeroelastiche.

Si calcola la velocità di flutter in associazione modale simmetrica ed antisimmetrica, a diverse quote e considerando le superfici mobili prima bloccate (rigidezza di cerniera infinita) e successivamente con rigidezza di cerniera finita, essendo le superfici mobili non bilanciate. Inoltre si studiano i meccanismi di flutter mediante la valutazione della partecipazione modale di accoppiamento al modo instabile alla velocità di flutter.

Si utilizza l'ambiente di calcolo integrato SANDY (Structural ANalysis and Dynamics) e strumenti di post-processing scritti in ambiente Matlab per la presentazione dei risultati in forma grafica.

RELATORE

Prof. Ing. Francesco Marulo

CANDIDATO

Giancarlo Ingenito
matr. 335/63

CORRELATORI

Ing. Nicola Paletta
(Centro Italiano Ricerche Aerospaziali)