

Assegno di ricerca

Sviluppo di modelli per l'ottimizzazione delle performance di motori Aerospike

Progetto di ricerca

Il progetto si inserisce nell'ambito della propulsione a liquido e si propone lo studio fluidodinamico del comportamento delle motorizzazioni denominate aerospike, caratterizzate da una espansione libera in ambiente e dalla presenza di uno spike centrale, in grado di raccogliere l'azione della pressione generata dal flusso in espansione e raccogliere in questo modo la spinta che caratterizza il propulsore. Tale tipologia di motorizzazione si pone in alternativa a quelle attualmente utilizzate per la propulsione spaziale, costituite dai classici bell-nozzle, ed offre, a pari prestazione nominale, una migliore adattabilità alle condizioni ambientali, potendo quindi garantire lungo la fase di spinta un impulso totale complessivamente più elevato. Le motivazioni che hanno impedito la diffusione di tale motorizzazione sono principalmente legate alla difficoltà di raffreddamento dello spike centrale, normalmente costruito a partire da un plug-nozzle al quale viene troncata la parte terminale (più difficile da raffreddare e che contribuisce in misura minore alla spinta).

L'utilizzo di tecniche di additive manufacturing su dimensioni più elevate e su materiali di tipo metallico, ha aperto recentemente nuovi scenari di utilizzo di queste motorizzazioni, potendo realizzare, con questa tecnologia produttiva, geometrie estremamente complesse e raffinate, con dimensionamento efficace dei condotti di raffreddamento anche nelle zone più difficili da raffreddare. Recentemente molte aziende ed enti di ricerca hanno sviluppato dimostratori e prototipi di motorizzazioni aerospike completamente realizzate in additive manufacturing, dimostrando la capacità di realizzazione di circuiti di raffreddamento in grado di mantenere il metallo in condizioni di esercizio compatibili con i carichi a cui il materiale stesso viene sottoposto.

Con la presente proposta di progetto di ricerca, ci si propone lo sviluppo di una numerical suite adatta alla simulazione delle prestazioni di un motore aerospike, alla valutazione delle proprietà del flusso attorno ad esso, caratterizzato da velocità supersoniche, e attraversato, a seconda delle condizioni operative di utilizzo, da shock di espansione e di ricomprensione. La piattaforma di simulazione che si intende sviluppare avrà lo scopo di confrontare le prestazioni ottenute dalle diverse geometrie investigate, e guidare in questo modo la progettazione della motorizzazione più adatta allo svolgimento del profilo di missione assegnato. La numerica suite dovrà essere sviluppata in ambiente openFOAM, in modo da poter effettuare le modifiche al codice che si dovessero rendere necessarie per la simulazione del motore, e al tempo stesso non essere vincolati ad un codice commerciale caratterizzato da tempi e costi di sviluppo inevitabilmente più consistenti.

Piano delle attività

Le attività oggetto dell'incarico sono le seguenti:

- a. Valutazione e comparazione dei solver presenti in letteratura in grado di simulare motorizzazioni di tipo aerospike.
- b. Applicazione del/dei solver maggiormente rappresentativo a geometrie descritte in letteratura di cui siano disponibili dati sperimentali, in modo da ottenere una prima validazione della numerical suite in sviluppo.
- c. Applicazione di diverse metodologie di design per motori aerospike, caratterizzati da diversi livelli di espansione interna/esterna e diversi livelli/filosofie di troncamento.
- d. Applicazione del modello sviluppato per il confronto delle prestazioni delle diverse geometrie realizzate.
- e. Valutazione delle prestazioni in diverse condizioni di pressione ambiente e di velocità del flusso attorno alla motorizzazione.
- f. Confronto delle prestazioni delle diverse geometrie realizzate.