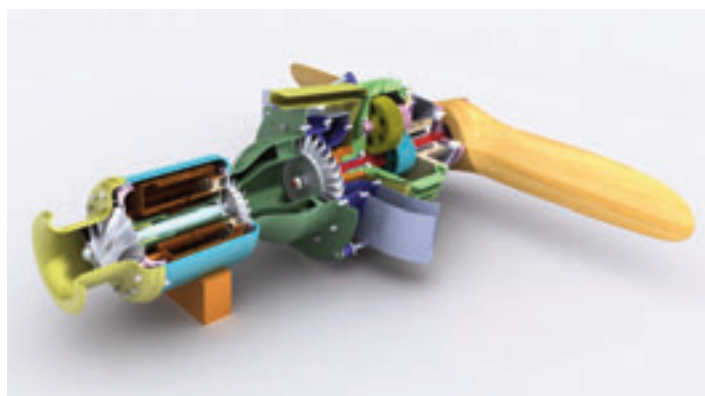


Le grandi sfide dei piccoli motori



L'analisi agli elementi finiti è stata utilizzata da TEI per lo sviluppo di un motore turbojet, nonché del motore turboprop avanzato.

La concezione di un velivolo senza equipaggio (Uav) risale al 1488 nei manoscritti di Leonardo Da Vinci, ma l'idea non ha trovato applicazione fino alla prima guerra mondiale quando furono disponibili i sistemi di controllo radio e le tecnologie di stabilizzazione giroscopica.

I velivoli Uav divennero più avanzati durante la seconda guerra mondiale, quando furono utilizzati nell'addestramento dei reparti anti-aerei e in alcune missioni d'attacco. Per la maggior parte si trattava di normali velivoli comandati a distanza. I recenti progressi tecnologici hanno portato allo sviluppo di Uav miniaturizzati, caratterizzati da minori costi, elevata funzionalità e dall'annullamento dei rischi per gli equipaggi, fattore questo particolarmente importante in missioni caratterizzate da elevata pericolosità.

Uno degli aspetti più impegnativi nello sviluppo di piccoli aerei Uav è la progettazione di sistemi di propulsione compatti e leggeri, e tuttavia in grado di fornire prestazioni elevate.

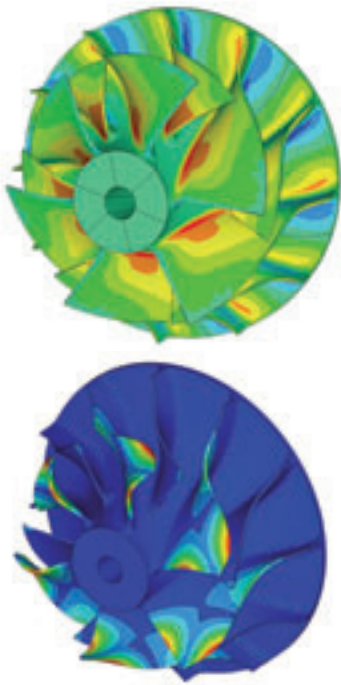
Il caso Tusas

In un recente progetto, Tusas Engine Industries, Inc (TEI), ha utilizzato l'analisi agli elementi finiti (Fea) tramite il software Ansys Mechanical per sviluppare la girante del compressore radiale di un motore a turbina microjet destinato a utilizzo in ambito militare, in particolare per droni Uav come bersagli telecomandati nei test di sistemi d'arma terra-aria e aria-aria.

Una delle parti più critiche del motore TEI-TJ-1X Microjet di Tusa, è la girante che comprime l'aria in ingresso al motore portandola ad alta pressione e indirizzandola alla camera di combustione. Per raggiungere l'alto livello di compressione necessario, la velocità di rotazione è nell'ordine dei 100.000 giri al minuto e questo pone difficoltà progettuali legate a problemi di vibrazioni e risonanze, flussi transonici e onde d'urto nei diffusori, e alti livelli di stress meccanico.

Gli studi eseguiti per il TEI-TJ-1X utilizzando il codice FEA Ansys Mechanical hanno incluso l'a-

Per la progettazione della girante di un motore a turbina microjet per un velivolo senza equipaggio, gli ingegneri hanno utilizzato il software di analisi agli elementi finiti (Fea) al fine di ridurre gli sforzi e prevenire le rotture a fatica delle parti rotanti ad alta velocità e studiare i fenomeni di risonanza dell'assemblaggio



La girante del compressore radiale è una delle parti più critiche del motore. Nella sua progettazione è stata utilizzata la tecnologia Ansys Mechanical per l'analisi strutturale al fine di determinare gli sforzi e le deformazioni (in alto) e per l'analisi modale delle deformazioni a varie frequenze armoniche (in basso).

analisi strutturale per determinare gli sforzi e le deformazioni della girante, l'analisi modale della girante, e l'analisi dinamica dell'intero assemblaggio per studiare la risposta dei componenti alla rotazione. Sono state considerate diverse combinazioni di sollecitazioni meccaniche, fluide e termiche, esaminando differenti tipologie geometriche e strutturali, col risultato di ottenere una riduzione del 20% degli sforzi nelle aree critiche della girante.

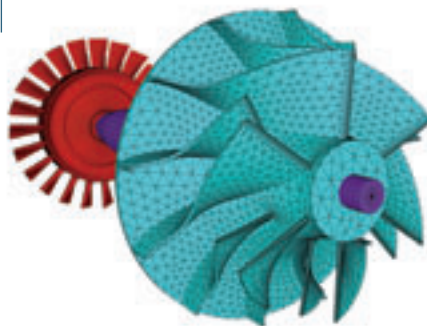
Uno strumento fondamentale

Gli ingegneri della TEI hanno utilizzato la tecnologia Ansys Mechanical per esaminare anche i carichi centrifughi e aerodinamici che possono indurre vibrazioni delle pale e le relative possibili deformazioni. Queste costituiscono una delle principali preoccupazioni riguardo alla conservazione di una corretta tip clearance - lo spazio tra l'estremo della pala e la struttura di alloggiamento del rotore - per tutta la gamma delle condizioni operative, in quanto una deformazione eccessiva può portare al contatto tra le pale e l'alloggiamento. A seguito della prima analisi strutturale che ha con-

sentito di minimizzare sforzi e deformazioni, gli ingegneri Tusas hanno eseguito analisi modali per determinare le caratteristiche dinamiche della girante. Le analisi hanno indicato che nessuna delle frequenze della girante coincide con le frequenze di risonanza per il motore nello spettro delle condizioni operative, cioè per velocità di rotazione da 100.000 a 120.000 giri al minuto. Inoltre, poiché la velocità di rotazione è molto elevata, le parti in rotazione (come girante e turbina) possono arrivare a coprire milioni di cicli in un tempo relativamente breve. Per questo motivo sono state analizzate in dettaglio le vibrazioni caratteristiche della girante, al fine di prevenire fenomeni di fatica (Hcf, High Cycle Fatigue), nonché la possibilità di contatto tra i blade tip della girante e la struttura di ingresso motore come effetto di vibrazioni eccessive. TEI ha eseguito anche l'analisi modale dell'assemblaggio completo, includendo la girante, l'albero e la turbina per determinare le frequenze di risonanza di ogni singolo componente. L'aspetto più impegnativo di questa analisi è stata la definizione di condizioni al contorno realistiche per i cuscinetti, la cui rigidità può incidere sostanzialmente sulla risposta modale.

Al fine di calcolare valori di rigidità accurati per le sedi dei cuscinetti è stato creato un modello per il motore completo usando la definizione Ansys degli elementi di contatto per unire le differenti griglie di calcolo dei singoli componenti. La simulazione FEA ha permesso di individuare tre frequenze critiche: una riguardava l'albero, mentre le altre due riguardavano rispettivamente la girante e la turbina, ed erano particolarmente critiche in quanto comprese nella gamma delle possibili condizioni o-

L'analisi dell'assemblaggio completo è stata eseguita per determinare le frequenze di risonanza di ogni singolo componente, girante, albero e turbina.



Al servizio dell'industria aerospaziale

Tusas Engine Industries (TEI), fondata nel 1985 e nata come azienda di assemblaggio motori, è progressivamente cresciuta nell'ambito della progettazione, sperimentazione e produzione di componenti per turbine a gas e macchine di precisione, fino a diventare un'azienda leader nello sviluppo e produzione di alta qualità di numerose parti di motori per aeromobili, servendo industrie aerospaziali in tutto il mondo.

L'azienda, con sede a Eskisehir in Turchia ha iniziato attività di ricerca e sviluppo avanzate nel 1996, partecipando a grandi progetti internazionali come il Joint Strike Fighter (JSF) e l'Airbus A400M per trasporto militare con l'avanzato motore turboprop TP400.

perative e nei cicli di avvio e arresto del motore. Per questa ragione, gli ingegneri TEI hanno apportato delle modifiche al progetto, tra cui l'incorporazione di pale integrate.

La frequenza critica dell'albero non pone invece problemi in quanto legata a una velocità superiore del 25% rispetto alla massima velocità di funzionamento. Test successivi hanno confermato che la frequenza critica dell'albero non rientra nello spettro delle condizioni operative e hanno accertato scostamenti inferiori al 10% tra i valori calcolati e i valori misurati per le frequenze critiche di girante e turbina. La simulazione nelle fasi iniziali del ciclo di sviluppo ha fornito informazioni preziose per identificare velocemente potenziali problemi e valutare soluzioni alternative, riducendo al minimo il numero di test sperimentali ed evitando di dover ricorrere a modifiche lunghe e costose in fase di progettazione avanzata. La simulazione è stata quindi uno strumento fondamentale per la buona riuscita dello sviluppo del motore TEI microjet TEI-TJ-1X che ha dato da subito buoni riscontri prestazionali e viene utilizzato come base per la progettazione di un avanzato motore turboprop TEI-TP-1X, attualmente in fase di sviluppo.

B. Acar, Tusas Engine Industries (TEI), Inc., Eskisehir, Turchia.

readerservice.it n. 57