

Motori 'verdi' per l'aereo



Il trasporto aereo nel suo secolo di storia ha permesso di collegare persone, culture ed economie. È un importante motore di ricchezza e di posti di lavoro, contribuendo nella sola Europa a circa il 2,5% del prodotto interno lordo e a tre milioni di posti di lavoro in una filiera ad alta tecnologia.

Pur essendo responsabile di meno del 3% delle emissioni antropiche annuali di CO₂, il settore ha una crescita media del traffico del 5% all'anno e rischia, su lunghi periodi, di contribuire in modo inaccettabile ai cambiamenti climatici e di divenire non sostenibile.

Le industrie aeronautiche, riconoscendo l'impatto sull'ambiente, si sono lanciate in una sfida poderosa in termini di ricerca ed innovazione verso nuovi aerei maggiormente eco-compatibili.

Nel 2002 l'organizzazione Acare (Advisor council for aeronautics in Europe), su mandato della Commissione europea della ricerca, ha emesso un documento di riferimento con la propria 'vision' per l'aeronautica europea del 2020 (figura 1), affinché fosse in grado di rispondere alle future necessità della società. Inoltre, il documento ha stabilito dei chiari e sfidanti requisiti ambientali da soddisfare per i futuri aerei. In particolare è stata chiesta la riduzione del: 50% del consumo di combustibile; 50% delle emissioni di CO₂; 50% del rumore percepito; 80% delle emissioni di NOx. Numeri che tutto il settore ha fatto propri con l'impegno di ridurre al minimo la propria 'footprint', allocandoli sui vari sistemi: il velivolo, il motore e la gestione del traffico aereo (figura 2).

I costruttori di motori aeronautici si sono posti un obiettivo ambizioso: ridurre drasticamente le emissioni di CO₂, rumore e NOx nei moderni propulsori aeronautici. Le tecnologie a basso impatto ambientale entrano in questo comparto industriale, cambiando radicalmente la struttura dei motori. Vediamo come

I. Estratto da 'European aeronautics: a vision for 2020'.

Rispondere alle esigenze della società. Il trasporto aereo non si svilupperà senza precisi obiettivi: la sua dimensione, la forma e il successo sarà determinato dalla società nel suo complesso. L'industria aeronautica dovrà soddisfare le richieste, in costante aumento, per la riduzione dei costi, migliorare la qualità del servizio, il più alto livello di sicurezza e un minor impatto ambientale. Inoltre, il moderno trasporto aereo dovrà essere perfettamente integrato con altre reti di trasporto e logistiche.



Motori 'verdi' e tendenze costruttive

Si pensa al motore come il principale responsabile delle emissioni, acustiche e chimiche, e infatti i motoristi da sempre puntano ad un loro miglioramento tanto che negli ultimi 40 anni hanno ottenuto significativi e continui miglioramenti (figura 3). Tuttavia la comunità motoristica mondiale ritiene molto difficile raggiungere gli obiettivi Aca-re senza ricorrere a cambiamenti radicali nella struttura del motore. Avio, il Gruppo italiano player mondiale nel campo della propulsione aerospaziale, è fortemente impegnato in tutti i programmi di ricerca europei sulle configurazioni dei nuovi motori eco-compatibili. Infatti sono partite ricerche

2. Allocazione degli obiettivi per il 'Green Engine'.



non solo su varie tecnologie, ma anche su innovative configurazioni motore (Green engine), tra le quali due, la Geared Turbofan e l'Open Rotor, appaiono estremamente promettenti. La chiave è aumentare il 'rapporto di bypass', la quantità di aria spinta dal fan rispetto a quella che passa dentro la parte calda del motore. Per far questo è necessario che il fan giri più lento rispetto alla turbina che gli fornisce energia e questo è possibile realizzando turbine contro-rotanti o riduttori meccanici di potenza tra fan e turbina. Ogni soluzione ha vantaggi e svantaggi: la Geared Turbofan raggiunge facilmente i requisiti di abbattimento acustico, ma non la riduzione dei consumi, mentre l'Open Rotor è molto attraente per i bassi consumi, ma risulta più rumoroso a causa delle pale contro-rotanti non intubate (figura 4).

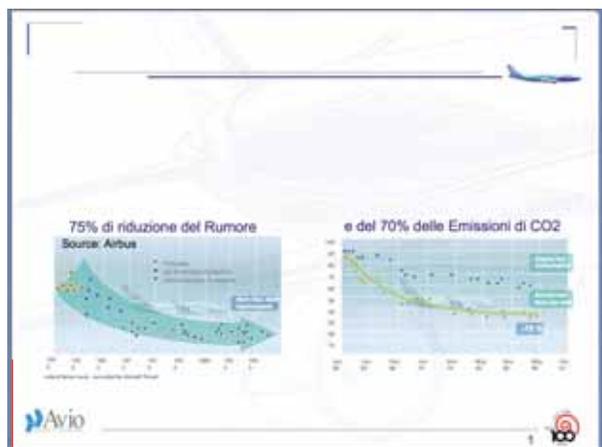
Attorno alle due soluzioni si sono aggregati i motoristi dando vita a due scuole di pensiero: Pratt & Whitney e Mtu difendono la configurazione Geared Turbofan, General Electric e Rolls Royce puntano all'Open Rotor. Tuttavia

tutti, parallelamente, proseguono studi su tecnologie per ridurre peso e consumi e migliorare le configurazioni attuali, magari per introdurre a breve sul mercato una generazione di propulsori intermedia.

Innovazioni e programmi

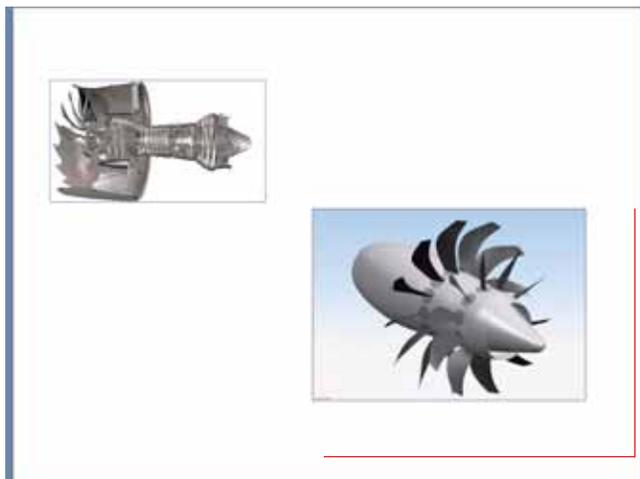
Nell'aeronautica le innovazioni devono avere un adeguato tempo di maturazione tecnologica e tutti gli aspetti - ambientali, costi, prestazioni- devono quadrare tra di loro. La sfida è tecnicamente molto complessa e dipende anche dalle scelte dei velivolisti, i cui aerei devono cambiare per alloggiare questi nuovi propulsori e, non ultimo, dal come e quando il mercato del trasporto aereo uscirà dalla crisi.

Dunque una sfida impegnativa ma anche grandi opportunità: infatti un cambio di configurazione motore ad alto contenuto tecnologico può per-

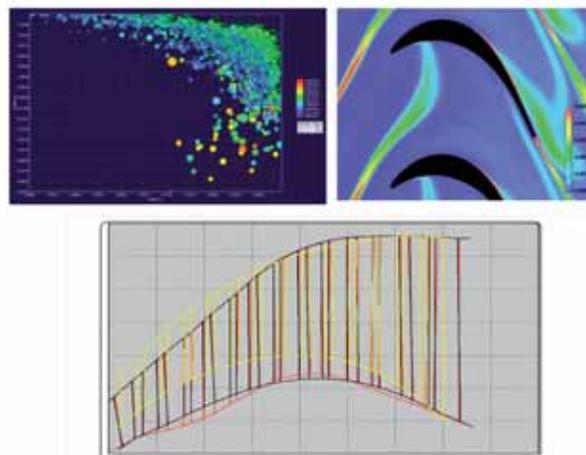


3. Miglioramenti nelle emissioni negli ultimi 40 anni del rumore e del consumo specifico.

mettere ai più bravi una espansione del proprio business. Avio partecipa a vari programmi di ricerca europei sul Green Engine ed in particolare a due dimostratori della 'Clean Sky Joint Technological Initiative', forse il programma più importante pubblico-privato sulle tecnologie innovative per ridurre l'impatto ambientale del trasporto aereo. I suoi prodotti core - combustori, trasmissioni di potenza e turbine- sono un elemento importante per le nuove architetture motore (Geared Turbofan e Open Rotor). In particolare il modulo di trasmissione di potenza è necessario in entrambe le nuove configurazioni ed è un modulo oggi non esistente nei motori tradizionali. Avio è leader mon-



4. Configurazione
Geared Turbofan e Open Rotor.



5. Ottimizzatori
multidisciplinari per avan-progetto turbina.

diale riconosciuto nelle trasmissioni, e se da un lato questo rappresenta un'opportunità di business, dall'altra sono necessari grossi investimenti di ricerca in tecnologie avanzate e competenze.

Le trasmissioni di potenza, modulo decisivo per entrambe le configurazioni motore, devono essere leggere, compatte, capaci di trasferire potenze dell'ordine di 15-20 MW ad alta efficienza e avere un'affidabilità molto elevata (oltre 30.0000 ore).

Le aree di ricerca in questo campo includono: metodi innovativi di progetto di ingranaggi che permettano il completo utilizzo delle capacità dei materiali per aumentare la densità di potenza, l'efficienza e l'affidabilità. Inoltre, cuscinetti ad alta capacità di carico: tecnologie per cuscinetti (per esempio Journal Bearings, Integral Bearing Race), resistenti ad alti carichi e materiali ad alta durezza. Tool per la dinamica di sistema per permettere la simulazione di dinamica dell'intero sistema di trasmissione. Infine, diagnostica avanzata e prognostica: sistemi per rilevare guasti incipienti di ingranaggi e cuscinetti.

Per quanto riguarda le turbine di bassa pressione le attività di ricerca Avio puntano su leggerezza, efficienza, basso costo, riduzione del rumore emesso attraverso: tecniche di progettazione multidisciplinare che permettano di progettare la turbina ottimizzando vari aspetti quali aerodinamica, acustica, meccanica (statica e dinamica dei profili, forma ottimizzata per i dischi, contenimento, ecc.) e peso; codici aerodinamici per esasperare le prestazioni aerodinamiche (per esempio, profili ottimizzati 3D, dispositivi di controllo dello strato limite,

ottimizzazione clearance) con soluzioni a minimo numero di componenti (pale e statori) per ridurre peso e costo; strumenti numerici e sperimentali ad hoc per il progetto acustico della turbina nel rispetto dei livelli richiesti; tecniche di integrità strutturale e di scambio termico; materiali leggeri e resistenti alle alte temperature.

Su questo aspetto Avio sta mettendo a punto un sistema di fabbricazione basato sull'Electron beam melting (Ebm). Questa tecnica costruisce l'oggetto fondendo, strato dopo strato, polvere metallica con una fonte di energia concentrata (fascio elettronico o laser). Questo approccio permette grande libertà geometrica, tempi ridottissimi nel passare dall'idea al prototipo e si rivela molto competitiva rispetto a tecniche convenzionali (casting e forgiatura) nel produrre pale in leghe intermetalliche (titanio-alluminio), figura 5. Per i combustori l'obiettivo è ottenere livelli di emissione di NOx molto bassi, sviluppando nuove configurazioni che lavorino con rapporto di carburante-aria magro. Le aree di ricerca riguardano: il sistema di iniezione basso NOx Ultra (Uln) che permettano una buona evaporazione e miscelazione del carburante con l'aria. Vengono presi in considerazione i sistemi di raffreddamento del combustore a minimo consumo di aria con geometrie di raffreddamento innovative (fori con geometrie particolari, superfici micro-forate, tecniche di protezione con film di aria fredda). Per quanto riguarda i codici per la simulazione termo-acustica con la valutazione della stabilità di fiamma nelle varie condizioni di funzionamento ed anche validi per combustibili alterna-

tivi (sintetici o bio combustibili). Infine, l'utilizzo di tecnologie di Additive Layer Manufacturing (Laser Sintering ed Ebm) per la realizzazione di elementi del sistema di combustione a minor numero di componenti e di costi contenuti.

Cosa dire

Avio, pur avvalendosi da decenni di una rete di collaborazioni con Università e centri di ricerca nazionali e internazionali, ha ritenuto che, per questa sfida e per posizionarsi in modo autorevole in ambito internazionale, fosse necessaria una filiera nazionale eccellente e ben focalizzata sulle tematiche per il motore verde. Ha così lanciato una partnership innovativa tra Università e piccole medie imprese (pmi) nell'ambito del Distretto aerospaziale piemontese.

Il programma, Great2020 (GReen Engine for Air Transportation 2020), coinvolge a 'rete' e in modo paritario i tre attori (1/3 Avio, 1/3 Politecnico, 1/3 pmi).

Ha inoltre rafforzato la collaborazione tra Avio e Politecnico di Torino con un accordo di collaborazione strategica a lungo termine. Inoltre, è nato, presso il Politecnico, un laboratorio integrato misto (GreatLab) con una 'knowledge community' di giovani ricercatori proiettati verso idee, studi di fattibilità, aspetti multidisciplinari nell'ambito del futuro motore verde.

F. Tortarolo - responsabile della ricerca e sviluppo tecnologico in Avio.

readerservice@fieramilanoeditore.it n.51