

Propulsori aeronautici

Quando si sfogliano i manuali di tecnica aeronautica o anche le tavole sinottiche di classificazione si incontrano i motori per aviazione di tipo più disparato. Nello spirito dei nostri articoli tecnici, però, preferiamo insistere sugli aspetti più... quotidiani della tecnica, per cui premetteremo che circa il 99% degli aeromobili costruiti, tra quelli dotati di propulsione (escludendo, quindi, gli alianti) ha un impianto propulsivo basato su uno o più motori a scoppio (quelli, per intenderci, di impiego automobilistico) o su una o più turbine a gas. Esistono anche altre soluzioni ma sono stata relegate alla storia dell'aeronautica o comunque ad un passato ormai lontano. Ad esempio, circa 60 anni fa è stato prodotto in grande serie un intercettore, il Messerschmitt Me.163 "Komet", propulsore da un razzo a propellente liquido ma oggi questo tipo di propulsione riguarda soltanto il volo spaziale.

Solo per chi è interessato a questi aspetti "da quiz", ricordiamo che l'aeroplano è nato senza motore ed ha poi sperimentato ogni tipo di soluzione motrice: motori a vapore, elettrici, a scoppio, razzi a propellente solido o liquido, motoreattori (cioè turbine azionate da un motore a scoppio) e persino la forza muscolare del pilota, con ali battenti o eliche mosse da pedali, ma praticamente nulla di ciò ha avuto una reale affermazione.

I fratelli Wright, ideatori dell'aeroplano in senso moderno, optarono per un classico motore a scoppio (detto anche a pistoni, a combustione interna, alternativo e in molti altri modi tra cui, un pò impropriamente, "ad elica"): in ogni caso, quando si usa uno di questi termini tutti sappiamo che ci si intende riferire ad un motore che funziona su principi non diversi da quelli dei motori di automobile. Questi propulsori hanno dominato il mercato ininterrottamente dal 1903 al 1945, quando hanno cominciato ad essere progressivamente messi in ombra dalla diffusione delle turbine a gas, più note come turbogetti, turboreattori o motori a reazione (in realtà a reazione sono anche quelli ad elica, ma fingiamo di dimenticarcene per non complicare troppo le cose). Motori alternativi o a pistoni, nel corso degli anni, sono stati oggetto di un certo progresso, non proprio rivoluzionario, ma quelli impiegati ormai da più di 70 anni sostanzialmente sono di due tipi: radiali o stellari e in linea.

Nei primi i cilindri (sempre in numero dispari) sono disposti a formare una stella; le stelle, però, possono essere accoppiate in tandem e possono essere anche più di due, per cui il numero totale dei cilindri può risultare sia pari che dispari. Il motore radiale è raffreddato ad aria e ciò comporta una certa semplificazione, con risparmio di peso e minore vulnerabilità ai danni del combattimento; questi vantaggi si pagano con la resistenza aerodinamica causata dalla maggiore sezione frontale.

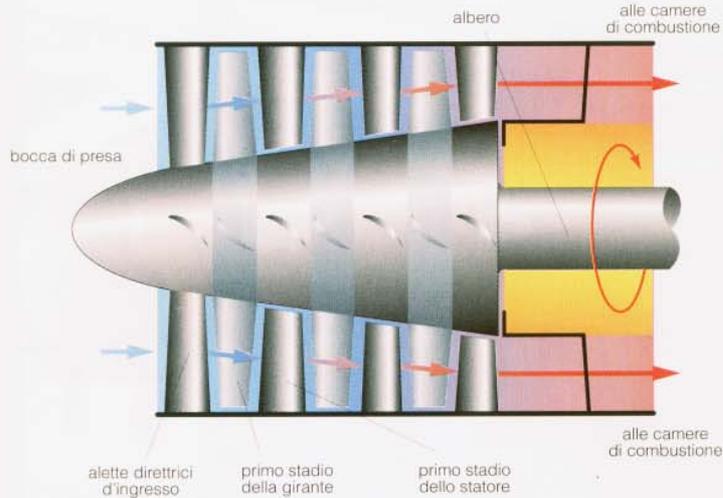
La seconda soluzione è quella di porre i cilindri in linea, proprio come nei motori delle automobili. Nelle unità di piccola potenza i pistoni sono in genere due, quattro o sei, a coppie contrapposte, ed il raffreddamento è ad aria.

Nei motori più grandi sono possibili anche altre architetture, in genere ad "U" (diritta o rovesciata), con raffreddamento a liquido; in questi propulsori, a parità di potenza, si ha una sezione frontale più ridotta e, quindi minore resistenza aerodinamica.

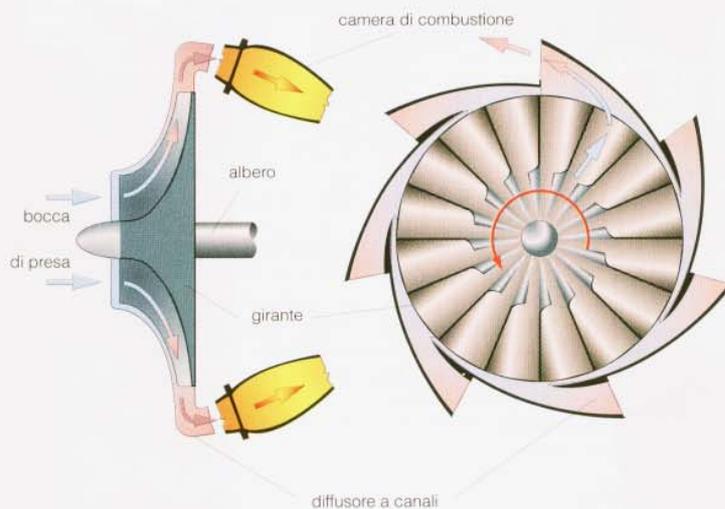
In aeronautica si è fatto un uso di motori Diesel con un successo nettamente inferiore a quello nel campo dell'autotrazione, mentre grosso modo equivalente è stato l'insuccesso dei motori a pistoni rotanti sistema Wankel.

Il gruppo motore-elica può essere interamente contenuto all'interno della cellula dell'aeromobile e, in tal caso, si parla di elica incubata, ma anche queste applicazioni sono praticamente irrilevanti.

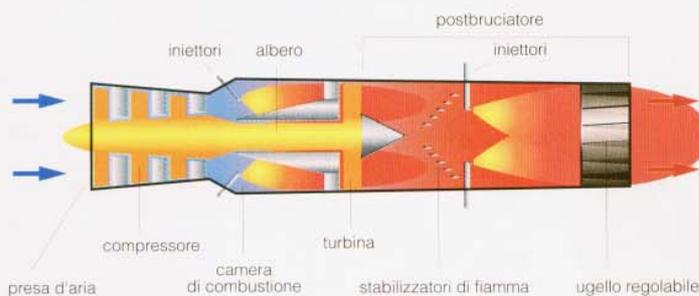
Il compressore assiale



Il compressore centrifugo



Il postbruciatore

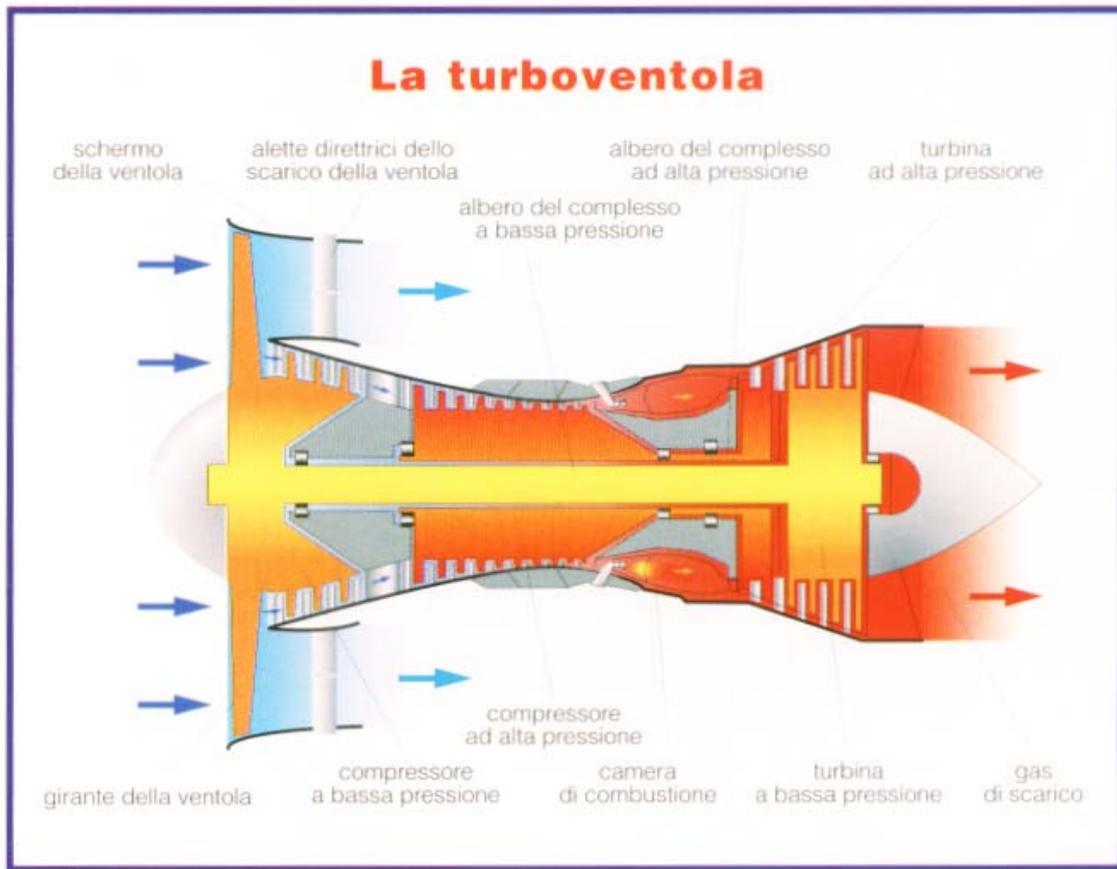


Nel corso degli anni Trenta furono sviluppati i primi turboreattori o turbogetti che trovarono applicazione pratica durante la 2^a Guerra Mondiale sui caccia Messerschmitt Me.262 e Gloster "Meteor" e sui bombardieri Arado Ar.234 "Blitz", per citare solo i tipi più importanti.

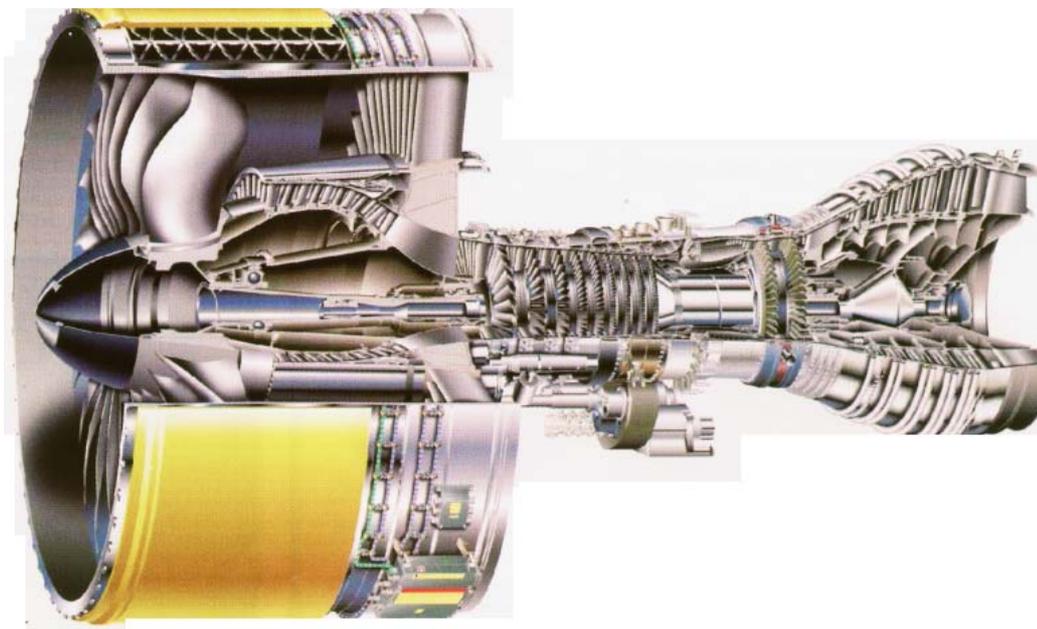
Fin dall'inizio furono progettati compressori e camere di combustione con diverse architetture che si possono riassumere in due classi differenti: turbogetti con compressore a flusso assiale ed a flusso centrifugo; come per i motori a pistoni raffreddati a liquido o ad aria, vantaggi e svantaggi più o meno erano equivalenti.

La scuola tedesca preferì i turboreattori assiali, con sezione più ridotta, mentre l'industria motoristica inglese produsse inizialmente motori a flusso centrifugo; nel corso degli anni, però, prevarrà la prima soluzione.

Per ottenere un supplemento di spinta, particolarmente desiderabile sugli aerei da combattimento, soprattutto per raggiungere delle velocità maggiori di quella del suono, si fa normalmente ricorso alla postcombustione, che si ottiene mediante un dispositivo chiamato postbruciatore. Il postbruciatore è un sistema relativamente semplice, costituito essenzialmente da iniettori che immettono combustibile nel condotto di scarico: il petrolio si incendia ed innalza temperatura e velocità dei gas di scarico, con conseguente aumento della spinta. Il postbruciatore aumenta quindi in maniera considerevole il consumo.



Già verso la fine della Seconda Guerra Mondiale i progettisti tedeschi ed inglesi idearono il turboreattore a doppio flusso o a diluizione (in inglese "by-pass"). In questi motori l'aria captata dalla presa anteriore, dopo essere passata attraverso i primi stadi del compressore, si suddivide in due flussi (primario e secondario). Il flusso primario segue il percorso tipico, mentre quello secondario (detto anche flusso freddo) dopo essere passato nei primi stadi viene convogliato attraverso un'intercapedine dell'involucro esterno per poi finire (più freddo e più lento) nel condotto di scarico "comune".



Indicativamente, il flusso secondario è più freddo del 50% e più lento del 20% rispetto al flusso primario e ciò comporta un buon risparmio di combustibile senza che la spinta sia troppo penalizzata, minore rumorosità ed uno scarico più... ecologico (cioè più freddo e meno violento, quindi con meno erosione del suolo) e, nel caso degli aeromobili militari, più "stealth" in quanto meno visibile nello spettro infrarosso.

Dopo la prima generazione di aviogetti da trasporto passeggeri, più o meno con problemi di autonomia, il turboreattore a doppio flusso si è imposto quale motore commerciale per eccellenza, con un flusso freddo proporzionalmente crescente rispetto a quello caldo. Benché spesso tutti i motori a doppio flusso siano chiamati "turbofans", questa denominazione (in italiano turboventola) si adatta meglio ai grandi propulsori commerciali nei quali la prima parte mobile incontrata dal flusso d'aria e una grande ventola (fan).

Qualche anno fa si era tentato di aumentare a dismisura il rapporto di diluizione, creando dei "turbofans" nei quali la ventola era scoperta e, in pratica, diventava un'elica: vi furono molti progetti, poche realizzazioni e nessun successo. Per questi motori ad altissimo rapporto di diluizione furono conati diversi nomi: quelli più fortunati sono stati "propfan" (letteralmente elico-ventola) e "contrapropfan", quando le pale erano controrotanti.

Negli anni Quaranta alcuni ricercatori, tra i quali l'italiano Secondo Campini, ma in particolare progettisti tedeschi, inglesi e ungheresi concepirono l'idea di unire elica e turbina, dando origine alla turboelica (in inglese "turboprop"). Da un punto di vista teorico, ci si può chiedere che senso abbia avuto tornare all'elica, mezzo di trazione abbandonato in favore del getto per la sua grande resistenza aerodinamica e per il rapido diminuire dell'efficienza al di sopra dei 700 km/h. La risposta sta nel basso consumo in rapporto alla potenza erogata (consumo specifico) e in una vita utile maggiore, per citare solo alcuni dei vantaggi più vistosi.

Dopo diversi tentativi di generalizzare l'impiego della turboelica su tutti gli aeroplani subsonici, in pratica oggi la vediamo confinata al campo degli aerei da trasporto, nel quale è insidiata sempre più da vicino dal "turbofan" (pur con eccezioni di rilievo come il Lockheed C-130J "Hercules" II, l'Antonov An-70, e l'Airbus A-400M, fedeli alle turboeliche).

In ritardo rispetto all'aeroplano ad ala fissa, la turbina ha raggiunto anche l'elicottero, nel quale si impiega un motore analogo alla turboelica che, per comodità, chiamiamo semplicemente turbina. La letteratura inglese parla di "free turbine" (turbina libera) e "turboshaft" (turboalbero) ma questa distinzione non riveste particolare interesse per il pubblico.

Tutte le varianti dei motori a turbina sono propulsori atmosferici, che devono "respirare" aria per poter funzionare. Gli endoreattori, invece, sono i razzi, che hanno l'ossigeno nella composizione chimica del loro propellente, per cui possono funzionare anche sott'acqua o nello spazio ma interessano la propulsione aeronautica soltanto in modo marginale.

