

4. LE AERODINE: CARATTERISTICHE FUNZIONALI E STRUTTURALI

L'aerodina è un particolare aeromobile, più pesante dell'aria, che, per sostentarsi, sfrutta determinate superfici, le quali, muovendosi a una certa velocità rispetto all'aria, producono la forza necessaria alla sostentazione del mezzo. L'aerodina si caratterizza, quindi, per la presenza di un "organo sostentante", capace di muovere o deviare una certa massa d'aria verso il basso in maniera da sostenere il volo. Questo organo sostentante può essere un'ala, nel caso dei velivoli, una pala, negli elicotteri, o un ugello, nei razzi. In base al tipo di organo sostentante, le aerodine possono essere distinte in tre diverse classi: aerodine a sostentazione aerodinamica; aerodine a sostentazione per reazione diretta; aerodine a sostentazione mista.

4.1 AERODINE A SOSTENTAZIONE AERODINAMICA

Nella sostentazione aerodinamica, l'elemento essenziale è l'ala, che viene investita da una certa massa d'aria, in funzione del moto relativo che è in grado di deviare questa massa verso il basso, in modo da generare una forza, detta portanza, verso l'alto. In funzione del tipo di ala montata nell'aeromobile, possiamo distinguere i seguenti mezzi: Aerodine ad ala fissa (a propulsione e non); Aerodine ad ala battente (ortottero); Aerodine con ali rotanti azionate da motori (elicottero); Aerodine con ali auto rotanti (autogiro).

4.2 AERODINE AD ALA FISSA

L'elemento caratterizzante questi mezzi è l'ala, ossia quella superficie orizzontale del velivolo in grado di generare la portanza tramite le forze aerodinamiche che agiscono su di essa. Può essere realizzata con un solo elemento oppure suddivisa in due parti, dette semiali, ognuna delle quali collegate alla fusoliera del mezzo. La maggior parte dei velivoli viene realizzata con una sola ala (o coppia di semiali), ma se ne possono realizzare anche con più ali come: il biplano, che ha due ali sovrapposte eventualmente sfalsate; il triplano, che ha tre ali sovrapposte e leggermente sfalsate; il sesquiplano, che ha due ali - come il biplano - di cui una è di dimensioni notevolmente più grandi.

Un'ala viene definita a profilo costante quando la sua forma è la stessa in ogni sezione, mentre si dice a profilo variabile quando a varie sezioni differenti corrispondono profili diversi che, generalmente, tendono ad assottigliarsi mano a mano che ci si allontana dalla radice dell'ala.

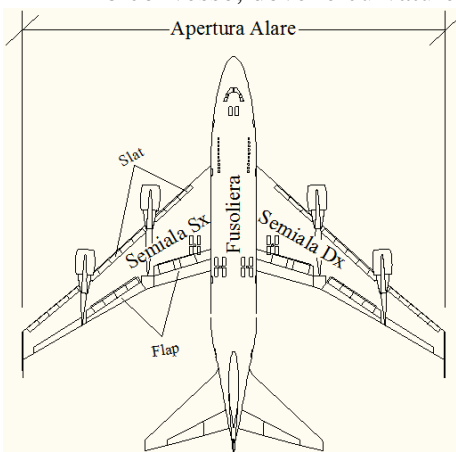
È possibile distinguere i profili alari in tante categorie, a seconda della curvatura che hanno il ventre e il dorso:

- concavo-convesso, dove sia l'intradosso che l'estradosso hanno la parte centrale più in alto rispetto ai punti di ingresso e di uscita (l'estradosso appare convesso mentre l'intradosso appare concavo);
- piano-convesso, dove l'estradosso è convesso mentre l'intradosso è piatto;
- biconvesso, dove le curvature dell'intradosso e dell'estradosso sono opposte. Se i profili, pur curvati

in senso opposto, sono differenti, allora si parla di profili biconvessi asimmetrici, mentre, se hanno la stessa forma, si parla di profili simmetrici;

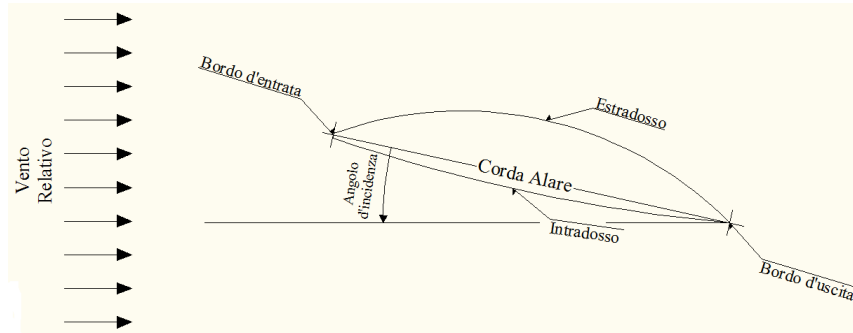
- laminare. Sono i profili che, indipendentemente dal loro spessore, riescono a mantenere un flusso non turbolento su una parte rilevante della propria corda, offrendo così una resistenza minore all'avanzamento, ma solo entro determinati valori angolari di incidenza rispetto al flusso. Questa caratteristica si ottiene attraverso lo spostamento del massimo spessore del profilo più verso il bordo di uscita.

Le caratteristiche fondamentali di un profilo alare sono: l'apertura alare; la superficie proiettata; la corda alare; il dorso o estradosso; il



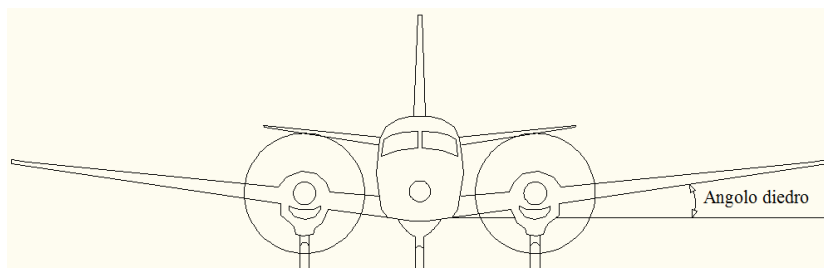
ventre o intradosso; il piano di sezione.

La **corda alare** è la distanza tra il bordo d'entrata, che è il primo punto in cui il flusso d'aria investe l'ala e quindi il punto più avanzato del profilo alare, e il bordo di uscita, che invece è il punto più arretrato del profilo. In alcuni casi i bordi d'attacco e di uscita sono mobili, in modo da far variare in volo le caratteristiche aerodinamiche dell'ala. Gli ipersostentatori del bordo d'attacco si chiamano di solito "slat", mentre "flap" sono detti gli ipersostentatori del bordo d'uscita.



La corda alare è utilizzata per calcolare l'angolo di calettamento, che è l'angolo che si forma tra la corda e l'asse longitudinale del velivolo. Vi sono casi in cui, procedendo dalla fusoliera verso le ali, la corda alare varia non soltanto in lunghezza, ma anche come inclinazione: questo significa che anche l'angolo di incidenza, che è l'angolo compreso tra la corda alare e la direzione del vento relativo, non è costante lungo tutta l'ala e, di conseguenza, differisce anche la quantità di portanza sviluppata lungo l'ala medesima. Tale caratteristica prende il nome di svergolamento ed è tipica di alianti e deltaplani.

Un altro valore angolare importante, che le semiali possono formare con il piano orizzontale, è quello che prende il nome di angolo di diedro e la sua presenza ha una notevole importanza nel rendere un velivolo autostabile.



Dopo aver esaminato nel dettaglio l'elemento caratterizzante le aerodine ad ala fissa, è opportuno considerare gli elementi specifici di ogni singolo mezzo.

4.3 ALIANTE



L'aliante, il cui volo libero non dipende da un motore, si sostiene in volo grazie alla reazione dinamica dell'aria contro le superfici alari. Alcuni alianti, noti come motoalianti, hanno dei motori che, in alcuni casi, possono essere utilizzati per il decollo o per estendere il volo. Gli alianti vengono usati principalmente a scopo sportivo e sono progettati per avere la minore resistenza aerodinamica possibile; ciò viene ottenuto con ali ad alto valore di allungamento e cabine di pilotaggio strette e completamente carenate. Questi accorgimenti progettuali consentono di ottenere i più alti valori di efficienza aerodinamica e di veleggiare per lunghe distanze raggiungendo alte velocità. Gli alianti si distinguono in veleggiatori e libratori: questi ultimi hanno

una modesta efficienza aerodinamica, perché sono costituiti da una struttura più robusta che è in grado solo di planare e non è capace di sfruttare le correnti ascensionali per guadagnare quota.

L'organo di atterraggio è costituito principalmente da un carrello monotraccia, che in alcuni modelli può essere retratto in modo da ridurre il valore di attrito all'aria. Nella cabina di pilotaggio trovano posto gli strumenti principali per la navigazione e il comando quali: la bussola; l'altimetro, che serve a misurare la distanza dell'aliante dal suolo; il GPS, nei modelli di nuova generazione; la radio, che consente di effettuare le comunicazioni con la torre di controllo; la barra di comando, che consente di governare il mezzo azionando le superfici orizzontali quali alettoni ed equilibratori.

L'aliante richiede, per la sua particolarità, un tipo di licenza differente rispetto a quella per il pilotaggio degli aeromobili a motore.

Si possono distinguere due procedure diverse per il decollo di un aliante. Il primo metodo prevede che l'aliante venga trainato da un aereo tramite un cavo lungo dai 30 ai 60 m. Al raggiungimento della quota desiderata, in genere tra i 400 e i 1000 m, l'aliante si sgancia dal cavo e comincia la lenta discesa in planata verso un aeroporto oppure, sfruttando le correnti ascensionali, cerca di rimanere in volo. Durante il traino aereo è necessario che il pilota manovri l'aliante con particolare attenzione, in special modo durante le virate. Il secondo metodo prevede l'utilizzo di un verricello, azionato da un potente motore, che avvolge un cavo metallico, lungo anche 1,5 Km, col quale l'aliante viene trainato lungo la pista fino a raggiungere la velocità di decollo con la quale comincia la salita. Raggiunta la quota massima, all'incirca la metà della lunghezza del cavo, l'aliante si sgancia per proseguire il volo in planata o alla ricerca di correnti ascensionali. Questo metodo consente di raggiungere quote minori e richiede maggiore attenzione rispetto al traino aereo sia da parte degli assistenti a terra che da parte del pilota. Il rischio maggiore è rappresentato dalla rottura del cavo durante le prime fasi di traino.

4.4 AEREO O VELIVOLO



I velivoli sono delle aerodine ad ala fissa, o quasi, dotate di motori di propulsione che consentono al mezzo di raggiungere la velocità necessaria per decollare e rispondere ai comandi impartiti dal pilota. Differiscono dagli alianti in quanto dotati di uno o più motori e per questo motivo rientrano nella più grande categoria delle aerodine a motore, a cui appartengono anche gli elicotteri e altri aeromobili, che però non hanno ali fisse. Gli aerei si suddividono in due grandi categorie: militari e civili. Quelli militari, a loro volta, si dividono in: aerei da caccia; bombardieri; aerei da attacco al suolo; aerei da addestramento; aerei da ricognizione; aerei da trasporto; droni. Quelli civili si dividono in: aerei di linea; aerei per trasporto merci (detti cargo); jet executive; aerei da turismo. Infine, si citano gli aerei acrobatici, ottenuti modificando gli aerei da caccia, da addestramento o da turismo, in modo da adeguare il velivolo alle particolari sollecitazioni del volo acrobatico.

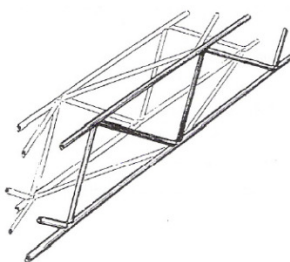
Per quanto riguarda gli aspetti tecnici dell'aereo, si possono distinguere diverse parti fondamentali quali: la fusoliera; l'organo di atterraggio; l'ala; il piano di coda; l'apparato propulsore.

La fusoliera rappresenta il corpo principale del velivolo sul quale trovano posto: le altre componenti fondamentali; la cabina di pilotaggio; eventualmente le merci e i passeggeri. La sua forma e la sua dimensione, che variano notevolmente in funzione dell'utilizzo cui la fusoliera è destinata, influenzano

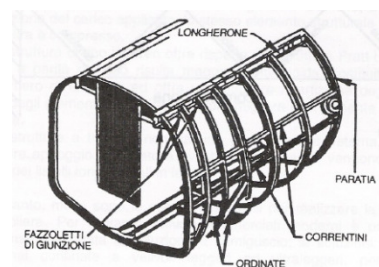
sensibilmente le prestazioni dell'aereo, perché rappresentano l'elemento responsabile della maggior parte della resistenza totale del velivolo. Nella parte frontale trova posto la cabina di pilotaggio, la cui forma e dimensione dipende dal numero di membri dell'equipaggio, dalla strumentazione inserita all'interno del cockpit e, inoltre, dal fatto che deve garantire la visione completa della pista durante tutte le fasi di volo. Nel caso in cui il mezzo sia utilizzato per il trasporto di persone e/o cose, allora la sua struttura centrale può essere suddivisa in due aree: una, detta stiva, adibita al trasporto di merci; l'altra, detta cabina passeggeri, destinata al trasporto di persone e quindi munita di servizi, posti a sedere e corridoi opportunamente dimensionati in modo da garantire un adeguato confort dei passeggeri. In quest'ultimo caso, le sezioni trasversali più utilizzate sono: a forma ovalizzata, destinata alla realizzazione di piccoli velivoli; a forma circolare, che consente di avere molto più spazio adibito alla funzione di stiva e garantisce un'ottimale pressurizzazione, perché fa lavorare il fasciame a trazione e non a flessione, permettendo così di assorbire la pressurizzazione nel modo meno gravoso; a forma di lobi circolari, utilizzata nei grossi aerei da trasporto, che consente di ridurre le resistenze aerodinamiche della struttura.

Dal punto di vista costruttivo, le fusoliere, si possono distinguere in :

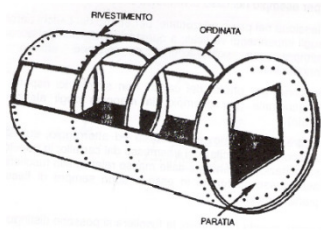
- Fusoliera a struttura reticolare o a traliccio, utilizzate negli aerei leggeri e ultraleggeri. La fusoliera è costituita da una serie di elementi longitudinali, verticali e trasversali, detti "aste", le quali si intersecano in punti detti "nodi", che devono assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi aerodinamici agenti sulle superfici del rivestimento. Il rivestimento delle strutture reticolari è di solito effettuato con una sottile lamiera di Avional 1014, una lega leggera a base di alluminio, rame e magnesio;
- Fusoliera a semiguscio, attualmente impiegate nei moderni velivoli. La fusoliera è costituita da elementi longitudinali detti *correnti*, da elementi trasversali detti *ordinate*, sulle quali poggiano i correnti, e dal rivestimento. In particolare nelle strutture a semiguscio, il rivestimento, irrigidito da correntini più piccoli, è destinato solo a sopportare gli sforzi di torsione, le ordinate hanno compiti di forma e raccolta dei carichi concentrati, mentre la resistenza alla flessione è affidata a tre o quattro robusti correnti (tipo longherone);
- Fusoliera a guscio, utilizzate solo in casi particolari (es. alianti), perché la resistenza alla flessione è affidata tutta al rivestimento, solidale con numerosi correntini equidistanti o infittiti in prossimità delle zone critiche. Queste fusoliere sono prive dei longheroni (correnti di maggiori dimensioni), in quanto il fasciame (rivestimento) è dimensionato in modo da sopportare tutti i carichi;
- Fusoliera miste o a falso guscio, impiegate per la realizzazione di velivoli da turismo di piccole dimensioni. La struttura della parte anteriore della fusoliera è reticolare, mentre nella parte posteriore vi è una struttura a guscio. Le fusoliere a falso guscio posseggono una struttura reticolare interna che resiste alle sollecitazioni di flessione e di taglio, mentre il rivestimento esterno, attaccato a mezzo di viti all'ossatura reticolare e irrigidito da ordinate e correnti o da una lamiera ondulata, reagisce alla torsione.



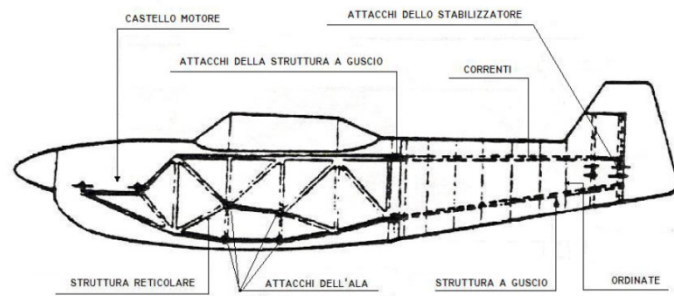
Fusoliera reticolare



Fusoliera a semiguscio



Fusoliera a guscio



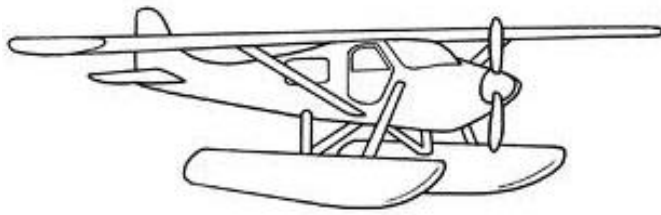
Fusoliera mista

Nella parte inferiore della fusoliera trova posto l'organo di atterraggio, il quale consente al velivolo di spostarsi sulla superficie adibita alle fasi di atterraggio e di decollo. Questa superficie può essere solida (asfalto, terra battuta, cemento), nel caso di piste di aeroporti, oppure liquida (mare, laghi, fiumi). Naturalmente, il diverso tipo di superficie di atterraggio comporta una grossa differenza nel tipo di organo di atterraggio utilizzato. Infatti, nel caso di superfici solide, l'aereo monterà il carrello, ossia delle ruote, applicate sulla fusoliera e sulle ali, che possono essere retrattili e non, agganciate a degli ammortizzatori in grado di sopportare i carichi derivanti dal contatto con la pista. Generalmente la ruota sotto la prua è di dimensioni più piccole rispetto alle altre e svolge la funzione di guida, in quanto, grazie ai comandi inviati dal pilota, è in grado di sterzare, garantendo la governabilità del mezzo. Per quanto riguarda i sistemi che consentono al velivolo di muoversi sulle superfici liquide, aspetto tipico degli idrovolanti, possiamo distinguere due differenti tipologie: i sistemi a galleggianti, in cui il velivolo presenta, al posto del carrello, dei pattini galleggianti detti scarponi; i sistemi a scafo centrale, in cui la fusoliera è realizzata in modo stagno, così da garantire il galleggiamento e il flottaggio dell'aeromobile. In quest'ultimo caso, è possibile inserire dei carrelli retrattili, in modo da consentire all'aeromobile di atterrare su qualsiasi superficie, trasformando il velivolo in anfibia.



Esempi di idrovolanti

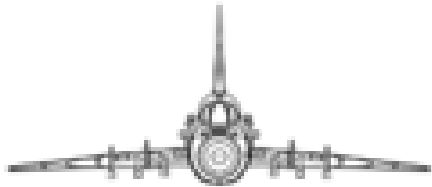
L'ala, come già visto, è la parte fondamentale del velivolo, perché svolge la funzione di creare la portanza che permette all'aeromobile di volare. Generalmente al suo interno trovano posto i serbatoi del carburante, mentre in sommità possono essere inseriti: degli alettoni mobili, in modo da contrastare il rollio dell'aeromobile; i flap e gli slat, che servono a migliorare la portanza dell'ala; gli spoilers o aerofreni, che servono ad aumentare la resistenza del velivolo, in modo da farlo decelerare. Inoltre, l'ala può supportare gli organi di atterraggio e gli apparati di propulsione. Tale elemento fondamentale, oltre a rispettare le regole e le forme viste in precedenza, nel caso degli aeromobili può essere collocato in più punti rispetto alla fusoliera: in posizione alta a parasole, in cui l'ala è costituita da un unico elemento posto sulla sommità della fusoliera; in posizione alta, quando l'ala, suddivisa in due semiali, è agganciata al disopra del punto di mezzeria della fusoliera; in posizione mediana, quando è collocata esattamente a metà lunghezza della fusoliera; in posizione bassa, quando l'ala è agganciata al disotto della mezzeria della fusoliera.



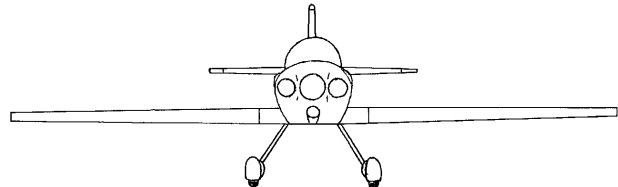
Ala a parasole



Ala alta

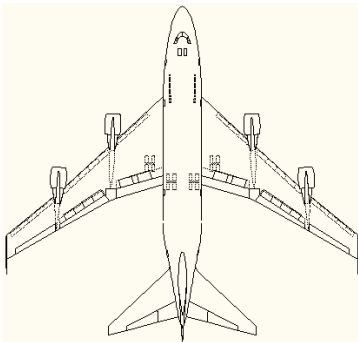


Ala media

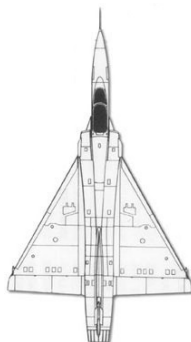


Ala bassa

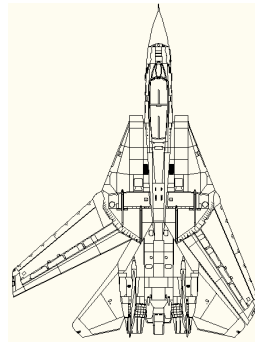
L'ala, sul piano orizzontale, può assumere molte differenti conformazioni, ovvero diverse geometrie alari, alcune delle quali sono: rettilinea o rettangolare, quando tra le due semiali non vi è un angolo di freccia; a freccia positiva, quando l'angolo di freccia tra le due semiali è positivo; a freccia negativa, quando l'angolo di freccia tra le due semiali è negativo; a delta, di forma pressoché triangolare, che richiama quella della lettera maiuscola greca delta (Δ); a geometria variabile, quando l'aeromobile è in grado di variare l'angolo di freccia durante il volo in modo da adattarsi alle varie esigenze aerodinamiche del volo; ellittica, che è quella che presenta la minore resistenza indotta ma è anche la più difficile da realizzare.



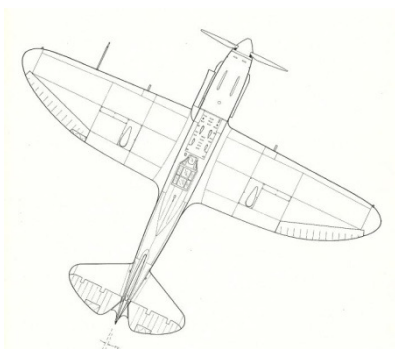
Ala a freccia positiva



Ala a delta



**Ala a geometria
variabile**



Ala ellittica

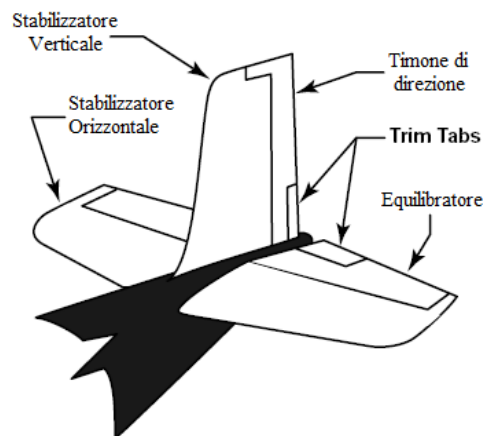
Un altro aspetto importante dell'ala è la sua struttura, che viene realizzata con elementi longitudinali, detti longheroni, che svolgono la funzione portante e sono collegati tra loro dagli elementi trasversali, detti centine, sui quali vengono posti i pannelli di rivestimento in lega di alluminio. Questo tipo di struttura è simile a quella della fusoliera. Infine, per migliorare le prestazioni dei velivoli, si stanno diffondendo sempre

più alcuni elementi particolari, detti wingtip, che vengono posti sull'estremità dell'ala in modo da ridurre la resistenza prodotta dall'ala stessa.



Esempi di wingtip

Il piano di coda, che si suddivide in orizzontale e verticale, è posto all'estremità posteriore della fusoliera. È costituito da elementi fissi, come gli stabilizzatori e la deriva, ed elementi mobili, come il timone di direzione, i trims e l'equilibratore. Tutti gli elementi, sia fissi che mobili, svolgono la funzione di stabilizzare il velivolo e renderlo manovrabile. Generalmente il piano di coda presenta un solo piano orizzontale, mentre, per quanto riguarda quello verticale, a volte può essere doppio o triplo, in modo da rendere manovrabile l'aeromobile alle alte velocità. Nella maggior parte dei casi, i trims, ossia le alette compensatrici, sono montati sul bordo di uscita sia dell'equilibratore che del timone. Possono essere settati dal pilota in modo da diminuire la forza necessaria sui comandi di controllo e consentono di stabilizzare il velivolo, così che il pilota non sia costretto a intervenire costantemente sui comandi.

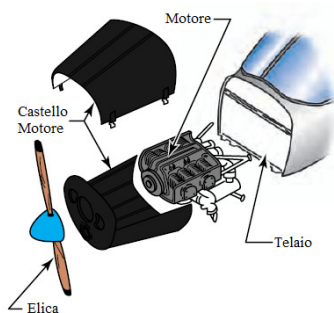


L'apparato di propulsione ha il compito di far raggiungere al velivolo la velocità necessaria a garantire la sustentazione del velivolo stesso e viene comandato dal pilota tramite l'utilizzo di apposite leve, dette manette. Può essere formato da uno o più propulsori, che possono essere inseriti in apposite gondole, posizionati sulle ali, sulla coda o sulla prua del velivolo. Tra i possibili metodi di propulsione, quelli più utilizzati sono:

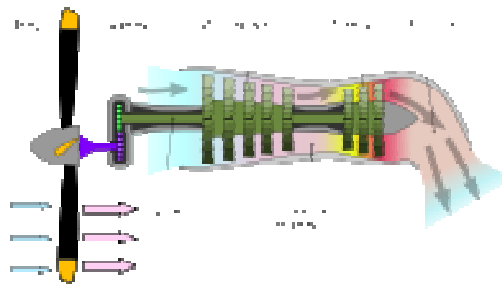
- Il motoelica - particolarmente utilizzato nei velivoli da turismo - è un propulsore aeronautico alimentato a benzina, che mette in rotazione un'elica calettata sull'albero motore. L'elica sfrutta le sue caratteristiche aerodinamiche, in modo da imprimere a una quantità di aria un moto opposto alla direzione di avanzamento del velivolo, provocando la trazione per reazione. Generalmente l'elica,

formata da due o più pale, può essere destrorsa, se, vista dalla postazione di volo, gira verso destra, oppure sinistrorsa, se gira dal lato opposto;

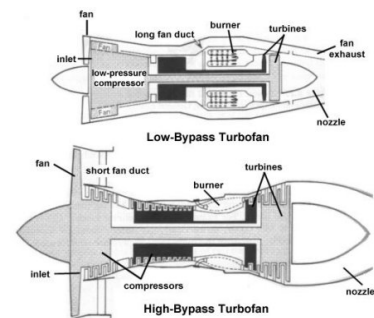
- Il turboelica è costituito da una presa d'aria, un compressore, una camera di combustione, da una turbina a gas e un'elica. Il compressore aspira e comprime l'aria attraverso una presa d'aria; questa viene immessa nella camera di combustione in una quantità tale da permettere una corretta combustione della miscela aria-combustibile; la miscela, una volta bruciata, esce sotto forma di fumi di scarico ad alta velocità e temperatura, mettendo in rotazione la turbina, che è collegata all'elica attraverso un albero con l'inserimento di un riduttore di giri;
- Il turbogetto (turbofan), o turboreattore, è una particolare macchina costituita da un involucro che racchiude al suo interno una presa d'aria, un compressore, le camere di combustione, la turbina e l'ugello di scarico. La presa d'aria, sagomata secondo le esigenze del motore e del velivolo, convoglia l'aria al compressore. Quest'ultimo, messo in funzione dalla turbina, comprime l'aria e la manda nelle camere di combustione, dove viene iniettato il combustibile per mezzo di pompe. Qui, con un sistema di accensione, inattivo durante il funzionamento a regime del turboreattore, si innesca la fiamma, e i gas derivanti dalla combustione, miscelati con l'aria per abbassarne la temperatura, si espandono parzialmente nella turbina prima di uscire dall'ugello, continuandosi ad espandere. In pratica, la spinta viene generata scaricando all'indietro una massa elevata di gas ad alta velocità che innesca il movimento dell'aeromobile.



Motoelica



Turboelica



Turbogetto

4.4 L'ORTOTTERO



Riproduzione dell'ortottero di Leonardo da Vinci



Progetto Snowbird di Reichert

L'ortottero è un'aerodina ad ala battente, ma, a causa del forte momento di inerzia delle ali, sono veramente pochi i modelli realizzati e, soprattutto, quelli concretizzati sono rimasti solo nel campo sperimentale. Il primo disegno di un ortottero, detto anche ornitottero, risale a Leonardo da Vinci e rappresenta, probabilmente, il più antico tentativo di progettare un oggetto volante più pesante dell'aria. Da Vinci aveva capito che gli uomini sono troppo pesanti e non abbastanza forti per volare usando semplicemente delle ali attaccate alle braccia. Quindi ideò un mezzo in cui l'aviatore, disteso su di una tavola, potesse manovrare due

grandi ali membranose usando dei pedali e delle leve. Il complesso meccanismo cercava di riprodurre le ali di un uccello.

Solo nel 2010, grazie a Todd Reichert, dottorando all'Università di Toronto, si è riusciti nella storica impresa di volare a bordo di un ornitottero. Il volo durò 19,3 secondi, coprendo una distanza di 145,3 metri alla velocità di 25,6 km/h, utilizzando come mezzo di propulsione la sola forza dei muscoli delle gambe, che facevano battere le ali lunghe 32 metri. Per riuscire nell'impresa, l'ornitottero era stato costruito in fibra di carbonio, legno di balsa e schiuma espansa, in modo da pesare solo 42 chilogrammi. Il volo, eseguito alla presenza della Federation Aeronautique Internationale, è stato confermato ufficialmente come il primo effettuato su un ornitottero.

4.5 L'ELICOTTERO



L'elicottero è un'aerodina con ali rotanti azionate da motori, adibita al trasporto di persone e cose per usi civili e militari. L'elicottero è generalmente dotato di uno o più motori a pistoni o a turbina che, azionando un complesso di pale, gli permettono di sollevarsi verticalmente, librarsi fermo in volo, ovvero di effettuare il volo a punto fisso –sostentato a velocità nulla e quota costante– di spostarsi lateralmente, all'indietro o in avanti e di compiere lunghi voli, similmente a quanto fa un aeroplano.

L'elicottero è caratterizzato da una o più ali rotanti, denominate rotori, che consentono il decollo e l'atterraggio verticali. Questi rotori, formati da una serie di pale, muovono l'aria in modo da creare un flusso orientato di origine meccanica, detto spinta, che fa spostare l'aeromobile per reazione. Le pale, in realtà, non sono orizzontali ma hanno un'inclinazione rispetto al piano orizzontale, detta "angolo d'attacco". In questo modo, quando le pale ruotano, possono fendere l'aria e sospingerla verso il basso con maggiore o minore spinta in funzione dell'inclinazione delle stesse, che possono essere regolate, secondo le necessità d'impiego, con un controllo detto "collettivo".

Un aspetto importante da non trascurare è che il moto circolare del rotore crea una forte coppia rotazionale che, se non viene compensata, non consente all'aeromobile di mantenere una direzione definita. Infatti, al moto delle pale che girano in un senso, si andrebbe ad aggiungere, per compensazione, un corrispondente moto del corpo dell'aeromobile in senso inverso. Per evitare questo moto indesiderato, nella coda degli elicotteri è installato un secondo piccolo rotore, detto rotore di coda, le cui pale girano sul piano verticale, per bilanciare la rotazione orizzontale di quelle del rotore principale. In alcuni modelli, che presentano due rotori principali controrotanti, questo accorgimento non è necessario, poiché le pale di ciascun rotore generano delle coppie che si controbilanciano tra loro, senza imprimere alcuna rotazione al corpo. L'inclinazione delle pale del rotore consente un flusso sia verso destra che verso sinistra; in questo modo, oltre che compensare la coppia, si permette all'elicottero di ruotare nella direzione desiderata.

La conduzione di un elicottero è completamente differente da quella di un aereo. Infatti, mentre nell'aereo si usa sostanzialmente una mano per l'assetto sia orizzontale che laterale e i piedi per la direzione, nell'elicottero occorre coordinare cinque movimenti, invece di tre. Ancora, a differenza dell'aereo, non si possono mai abbandonare i comandi, perché il mezzo tenderebbe ad inclinarsi o ad alterare la sua posizione. I comandi, insieme agli strumenti per la navigazione, sono situati nella cabina di pilotaggio, che è la parte anteriore della fusoliera, la cui struttura è realizzata con un sistema a tralicci, mentre la parte che collega la cabina alla trave di coda è realizzata con una struttura a semiguscio. La cabina, oltre a contenere la

postazione di pilotaggio, è adibita al trasporto di eventuali altri carichi quali passeggeri, merci e/o equipaggiamenti. Inoltre, anche l'organo di atterraggio, il cui tipo (pattini, ruote retrattili o galleggianti) dipende dalla superficie da cui decollare e sulla quale atterrare, e l'apparato motopropulsore sono agganciati alla cabina di pilotaggio.

I comandi che consentono di pilotare l'elicottero sono: la **leva del passo collettivo**, posizionata sulla sinistra del pilota, che consente di controllare la salita e la discesa del mezzo, intervenendo sull'angolo di incidenza delle pale e causando così un aumento o una diminuzione della spinta; la **manetta**, che permette di controllare la quantità di carburante inviata al motore; la **barra del passo ciclico**, situata frontalmente al pilota, che consente di orientare il disco del rotore principale, permettendo gli spostamenti laterali e le variazioni di velocità; la **pedaliera**, che consente di regolare il passo del rotore di coda, permettendo al mezzo di compiere delle rotazioni controllate su se stesso, a destra o a sinistra, oppure di restare fermo, contrastando del tutto la coppia di rotazione generata dal rotore principale.

L'elicottero, data la sua elevata versatilità, rappresenta, oggi, la categoria di aeromobili più diffusa dopo l'aeroplano.

4.6 AUTOGIRO



L'autogyro, chiamato anche girocottero, è un'aerodina ad ala auto rotante in cui, a differenza dell'elicottero, il motore non aziona il rotore principale, ma genera una spinta in avanti, come per l'aeroplano. Il rotore principale, quindi, non è messo in moto dal motore, che rimane in folle, ma gira in condizioni di autorotazione. Soltanto al decollo, una presa di forza con meccanismo a frizione aziona il rotore principale per dargli un certo numero di giri, dipendenti dal peso dell'autogyro e dalle specifiche tecniche di potenza del motore, che generano portanza aerodinamica nelle pale dei due rotori, portanza necessaria per il decollo. In seguito, la presa di forza viene disattivata e il rotore principale gira libero, grazie alla corrente d'aria che lo investe. Questo tipo di sistema non permette all'autogyro di effettuare un decollo verticale o di volare a punto fisso, rendendolo, quindi, meno utile e versatile dell'elicottero. Nella normativa italiana, l'autogyro è un attrezzo sportivo che ha i limiti di peso dell'ultraleggero motorizzato.

4.7I MISSILI

I missili sono aerodine a sustentazione per reazione diretta, in quanto gli organi di sustentazione sono costituiti da acceleratori di aria e gas (gettosostentatori), il cui getto può essere diretto o deviato verso il basso da una o più alette orientabili. In questo caso, a differenza delle aerodine a velatura fissa (aeromobili), vengono impresse, a piccole masse d'aria, notevoli accelerazioni.

4.8 AERODINE A SOSTENTAZIONE MISTA



Short Take OFF Landing



Vertical Take OFF Landing

I missili impiegano indipendentemente e/o contemporaneamente la sustentazione aerodinamica e la sustentazione per reazione diretta. Appartengono a questa categoria i velivoli STOL (Short Take OFF Landing), ovvero gli aeroplani in grado di decollare e atterrare utilizzando piste corte, grazie a diversi accorgimenti tecnici e aerodinamici, e i velivoli VTOL (Vertical Take OFF Landing), la cui differenza principale consiste nella distanza necessaria al velivolo per raggiungere la quota di 50 ft, che, nel caso dei VTOL, è inferiore ai 500 ft. Di solito gli aerei STOL e VTOL sono dotati di ali molto grandi, a causa del loro peso, sulle quali spesso vengono montati anche degli accorgimenti aeronautici come flap, slat e generatori di vortici.

Verifica delle conoscenze:

	V	F
1) I mezzi di trasporto si dividono in cinque categorie: mezzi aerei; mezzi acquatici; mezzi spaziali; mezzi militari; mezzi terrestri.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) Gli aeromobili si possono suddividere in due grandi categorie: aerodine e aerostati.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) Le mongolfiere possono essere guidate verso una direzione prestabilita.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) Il principio di funzionamento dei palloni a gas è lo stesso di quello dei dirigibili.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) Le aerodine si suddividono in: a sustentazione aerodinamica; a sustentazione per reazione diretta; a sustentazione mista.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) L'ala è l'elemento fondamentale per l'aerodina ad ala fissa, perché da sola è in grado di generare la portanza necessaria alla sustentazione.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) Gli aeromobili, senza la spinta dei motori, non sono in grado di sustentarsi in volo, perché sono dei mezzi più pesanti dell'aria.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) Nelle fusoliere a guscio si hanno una serie di elementi longitudinali, verticali e trasversali, detti "aste", che si intersecano in punti detti "nodi".	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9) Tra i possibili metodi di propulsione dei velivoli si hanno: il motoelica; il turbofan; il turboelica.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10) L'elicottero è un'aerodina con ala auto rotante.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Soluzioni quesiti vero/falso: 1) F; 2) V; 3) F; 4) F; 5) V; 6) F; 7) V; 8) F; 9) V; 10) F.