

CORSO VATSIM

P2 (Ver 1.4) al 20-09-2014

Principi del volo

Le 4 forze : portanza, resistenza, peso e potenza.

Centro di gravità strutturale con distribuzione del carico, passeggeri e carburante.

Beccheggio, rollio ed imbardata.

Gli effetti dello stallo.

Sistemi e strumenti di bordo principali

L'allievo sa descrivere flaps, slats e spoiler, aerofreni, trim meccanici o elettrici.

L'allievo sa descrivere la estensione normale o in modalità emergenza dei carrelli.

L'allievo sa descrivere le parti mobili di governo.

L'allievo sa descrivere il funzionamento dell'orizzonte artificiale

L'allievo sa descrivere il funzionamento dell'altimetro

Strumenti di navigazione

L'allievo sa descrivere il funzionamento della bussola magnetica.

L'allievo sa descrivere il funzionamento dell'anemometro.

L'allievo sa descrivere l'indicatore di velocità verticale.

L'allievo sa descrivere il funzionamento del girodirezionale.

L'allievo sa descrivere il funzionamento del virabandometro.

Prestazioni e limitazioni

L'allievo conosce le distanze di decollo e di atterraggio.

L'allievo conosce i settaggi di crociera.

L'allievo conosce i parametri di salita e discesa.

L'allievo conosce la Density Altitude.

L'allievo conosce la Pressure Altitude.

Esercizi pratici

- Mantenere +/-100 ft di quota, +/-10 gradi in rotta e +/- 10 nodi di indicata senza autopilota.
- Effettuare virate coordinate con appropriato controllo del timone.
- Intercettare radiali, QDM e QDR.
- L'allievo completa un volo VFR partendo ed arrivando sullo stesso aeroporto.

FORZE:

Il principio per il quale un aereo riesce a volare e' che vince il suo peso. Di fatto le forze dinamiche in gioco sono **PORTANZA** che vince il **PESO** e la **POTENZA** che vince la **RESISTENZA**.

La portanza e' una forza che spinge l'aeromobile verso l'alto ed e' sempre perpendicolare alla direzione del moto ed all'asse trasversale del velivolo. La portanza viene generata per la differenza di pressione che si genera tra il dorso ed il ventre dell'ala. Le molecole d'aria che percorrono il dorso devono percorrerlo piu' velocemente di quelle del ventre. Sul dorso, quindi, viene generata una bassa pressione mentre sul ventre un'alta pressione. La differenza tra le due pressioni crea la **portanza**. La portanza varia al variare dell'angolo di incidenza dell'ala. Questo vale fino a circa 15° di angolo oltre il quale si raggiunge velocemente lo stallo.

Il peso e' la forza generata dal peso stesso del velivolo e la sua componente viene sempre applicata al baricentro dell'aeromobile.

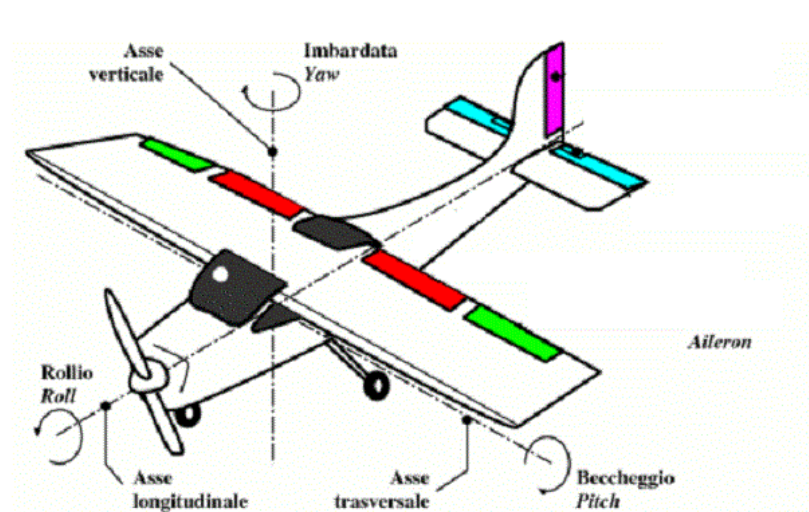
La potenza e' la forza generata dalla spinta dell'apparato propulsivo e dall'elica. Se si osserva il profilo dell'elica si notera' che e' molto simile a quello di un'ala. Infatti, l'elica, la si puo' definire come un "ala rotante" che, come tale, genera portanza perpendicolarmente al suo asse.

La resistenza totale e' la somma di 3 tipi di resistenze:

La resistenza di forma dettata dal profilo stesso delle superfici a contatto con l'aria

La resistenza d'attrito dettata dallo "sfregamento" dell'aria sulle superfici a contatto con l'aria

La resistenza indotta e' dettata da quelle particelle d'aria che a causa della differenza di pressione tra ventre e dorso dell'ala generano dei vortici. La dimensione di tali vortici dipende dalle dimensioni dell'ala.



La velocita' di stallo e' la velocita' in cui la portanza diventa inferiore del peso. In tale condizione l'aereo non riesce piu' a sostenersi in volo e precipita. I **flaps** (nel disegno sopra sono quelli rossi) sono installati nella porzione del bordo di uscita dell'ala lasciata libera dagli **alettoni**. La loro estensione viene comandata dal pilota mediante un comando elettrico e puo' essere interrotta dal pannello principale alle posizioni intermedie per gli aumenti del C_p (Coefficiente di portanza) o del C_r (Coefficiente di resistenza). Infatti nella prima meta' della corsa aumenta solo C_p mentre nella seconda interviene anche la resistenza. Quello che piu' conta e che i **flaps riducono la velocita' di stallo** permettendo avvicinamenti e decolli piu' lenti e ripidi sulle piste corte. Esempio di una pista corta dove non devo estendere tutti i flaps per non introdurre resistenza e poter arrivare quindi prima alla velocita' di rotazione.

I **trim (o stabilizzatori)** e gli **equilibratori** sono posti sul piano di coda orizzontale.

L'Equilibratore:

Il piano di coda orizzontale è, generalmente, composto da due superfici, una fissa alla quale ne viene incernierata una mobile. Il piano stabilizzatore è estremamente importante poiché il baricentro e il punto di applicazione della portanza non sono nello stesso punto e senza lo stabilizzatore si creerebbe un momento picchiante che farebbe alzare continuamente la coda. Esso crea perciò una deportanza che “tiene giù” la coda e permette all'aereo di rimanere stabile. Il piano equilibratore invece fa aumentare o diminuire la deportanza presente sul piano Stabilizzatore. Spingendo il volantino in avanti l'equilibratore ruota verso il basso, aumentando la portanza presente sul piano di coda quindi la coda si alza; analogamente tirando sul volantino l'equilibratore ruota verso l'alto facendo diminuire la deportanza che fa abbassare il piano di coda.

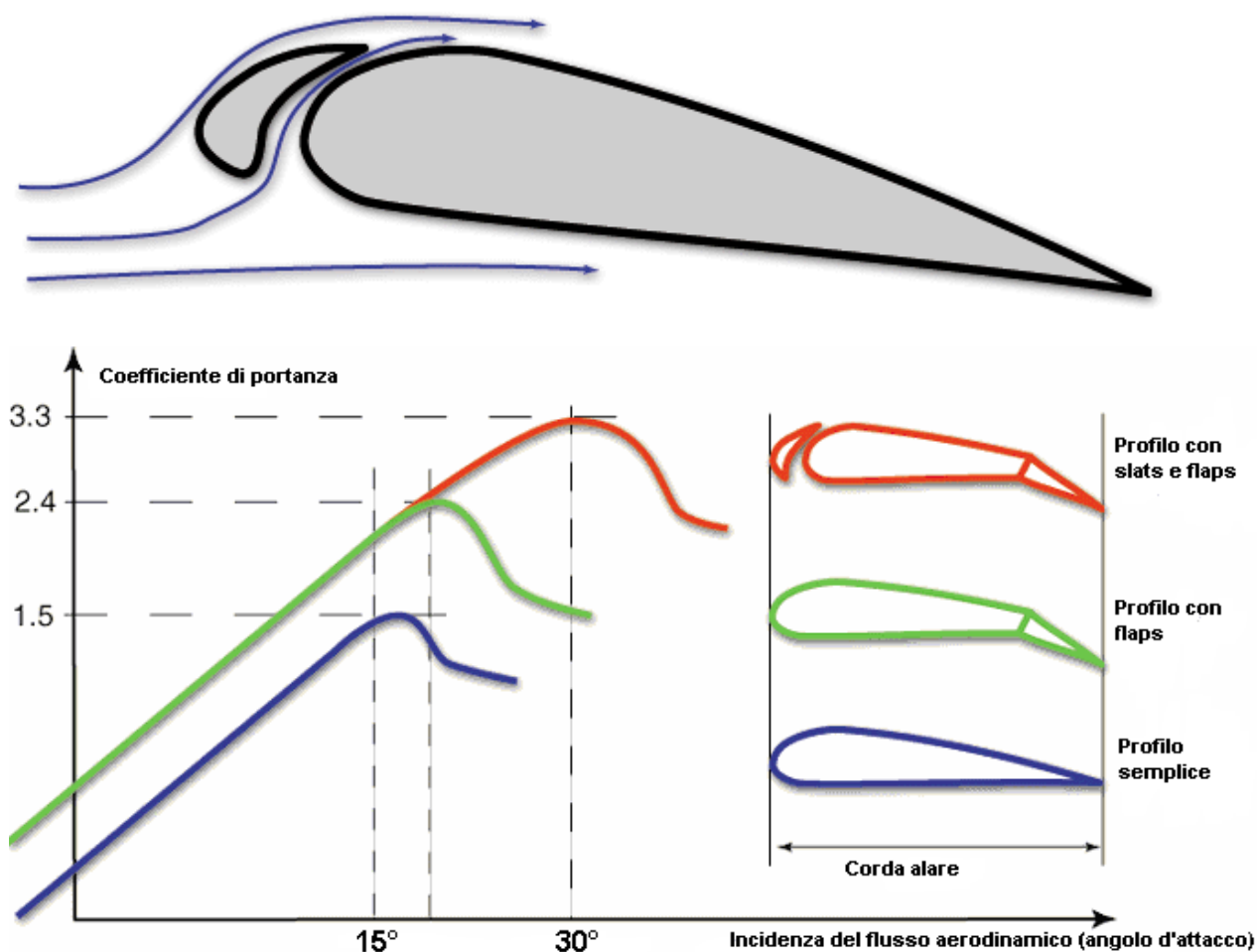
Il Trim (o stabilizzatore):

Il trim è un'aletta mobile applicata alla parte posteriore dell'equilibratore.

La sua funzione è quella di stabilizzare l'assetto (qualsiasi esso sia) dell'aeromobile in modo tale da eliminare inutili sforzi sul volantino da parte del pilota. Durante la fase di decollo è particolarmente importante controllare che il Trim sia settato sulla posizione di “Takeoff” altrimenti l'aeromobile decollerà con fatica. In volo il trim è importantissimo, se impostiamo un assetto dovremo sempre ricordarci questa semplice regola “Potenza – Assetto - Trim” infatti prima imposteremo la potenza per la manovra che andiamo ad effettuare, poi l'assetto ed infine “trimmiamo” per fare in modo che l'aeroplano mantenga l'assetto impostato.

Gli Slats:

Sono delle alette installate sul bordo di entrata del profilo alare. Queste fanno in modo che il filo d'aria stia più “attaccato” al profilo riducendo la velocità di stallo del 30%. In alcuni aeromobili quando si raggiunge incidenza elevata si aprono automaticamente, mentre in altri serve un consenso del pilota.



Spoiler (o aerofreni):

In un aereo, lo **spoiler** è una superficie mobile posta sulla parte superiore dell'ala, incernierata nella parte anteriore, la cui estrazione è comandata dal pilota allo scopo di "rovinare" il profilo dell'ala stessa, in modo da ridurre la portanza. In atterraggio, la fuoriuscita degli **spoiler** causa una brusca diminuzione della portanza che "schiaccia" dell'aereo sulla pista, aumentando quindi l'aderenza delle ruote, e per conseguenza l'efficacia dei freni. Effetto secondario, ma non trascurabile, è l'aumento di resistenza aerodinamica, che contribuisce ad accorciare ulteriormente la distanza totale di arresto. In volo, l'azionamento degli spoiler provoca effetti analoghi, sebbene meno pronunciati, che vengono utilizzati soprattutto per permettere al pilota di intervenire drasticamente sulla velocità (orizzontale o verticale) dell'aeromobile.



Il baricentro è il punto in cui convergono i 3 assi di rollio, beccheggio e imbardata e dove le forze agenti su tali assi si equivalgono.

RESTAZIONI ED IMPOSTAZIONI DI CORCIERA:

Una regolazione importante che bisogna sempre tenere presente e' la regolazione aria-benzina che mandiamo nel carburatore. Questa operazione viene normalmente svolta tramite un comando a leva (tipicamente rosso o arancione).

Volando normalmente a quote basse, non si presenta la necessita' di intervenire su tale comando, ma se iniziamo a volare verso i 4000ft si rende necessario "smagrire" la miscela che entra nei carburatori. Perche' ?

Aumentando la quota, sappiamo che l'aria diventa sempre meno densa. Questo significa che se non "smagristimo" la miscela, nei pistoni entrerebbe una quantita' eccessiva di benzina rispetto all'aria. Questo perche' quest'ultima, salendo di quota, si e' rarefatta. Tramite il comando di cui sopra, "smagrendo" la miscela andiamo a ridurre la quantita' di benzina che si miscchia all'aria per entrare nei pistoni. In questo modo si cerca di mantenere sempre un rapporto aria/benzina ottimale. Questo rapporto prende il nome di "rapporto stechiometrico". Indicativamente il rapporto ideale prevede 1 parte di benzina e 14 parti d'aria. Cosa succede se non dovessimo intervenire su tale rapporto ? Semplicemente salendo di quota, il motore perderebbe potenza e diminuirebbero i giri motore. Ovviamente questa operazione vale anche al contrario. Se scendiamo di quota, tipicamente scendendo sotto i 4000ft, si torna ad arricchire la miscela cioe' si aumenta la quantita' di benzina che si miscelera' con l'aria nel carburatore.

Sistema antighiaccio:

La vaporizzazione del carburante e l'espansione dell'aria nel tratto Venturi del carburatore causano un improvviso raffreddamento della miscela aria-carburante. La temperatura può scendere anche di 15 °C in una frazione di secondo. Tale raffreddamento causa la condensazione del vapore acqueo presente nell'aria.

Se la temperatura nel carburatore raggiunge gli 0 °C l'acqua congela all'interno dei condotti del carburatore. Anche una piccola formazione di tale deposito può restringere l'afflusso dell'aria nel carburatore e ridurre la potenza.

Per prevenire la formazione di ghiaccio o eliminare il ghiaccio già formato, i carburatori sono dotati di riscaldatori. Il riscaldatore del carburatore preriscalda l'aria prima di inviarla al carburatore stesso. Tale preriscaldamento scioglie il ghiaccio o la neve entrati nella presa d'aria, fonde il ghiaccio che si è formato nei condotti del carburatore se il deposito non è eccessivo e mantiene la miscela aria-carburante al di sopra del punto di congelamento per evitare formazioni di ghiaccio nel carburatore. Quando si inserisce il riscaldamento per il carburatore in aeromobili con eliche a passo fisso si verifica inizialmente una diminuzione del numero di giri del motore. Se nel carburatore vi sono formazioni di ghiaccio, dopo la diminuzione iniziale si verificherà una risalita del numero di giri o della pressione d'alimentazione, spesso accompagnata da irregolarità intermittenti nel funzionamento del motore. Quando il riscaldamento viene disinserito il numero di giri o la pressione di alimentazione aumentano sino a superare il valore precedente all'attivazione del riscaldamento. Inoltre, dopo l'eliminazione del ghiaccio, il motore funzionerà più regolarmente.

Di seguito le tipiche impostazioni di crociera:

Per le salite, manetta a fondo corsa con un assetto che sviluppi + 500 Ft./Min.

Per le discese, 2100 giri e max -500 Ft./Min.

Per il volo a quota costante sono sufficienti 2450 giri con una tolleranza di +/- 100 Ft.

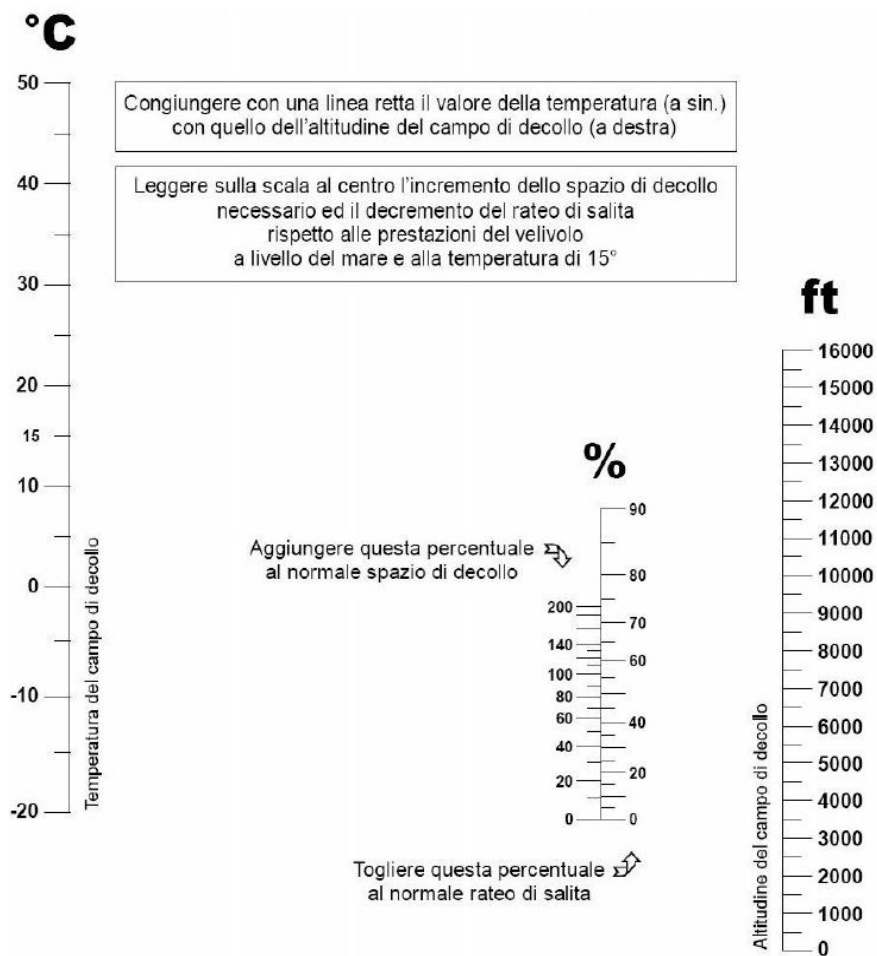
La corsa di decollo è la lunghezza di pista necessaria per raggiungere la velocità di distacco a pieno carico e con piena potenza applicata.

La "Density altitude" (o altitudine di densità) è l'altitudine teorica in cui la densità dell'aria sarebbe uguale a quella presente nel punto di rilevamento, dove tale densità è ridotta a causa principalmente dell'alta temperatura e in secondo luogo dell'elevata umidità ambientale. Perche' e' cosi' importante ?

Perche' da tale valore dipendono le prestazioni del nostro motore. Diciamo che:

- minore e' la pressione atmosferica e minore sara' la densita' dell'aria
- maggiore e' l'altitudine e minore sara' la densita' dell'aria.
- maggiore e' la temperatura e minore sara' la densita' dell'aria.

L'aria meno densa provoca un degrado importante nelle prestazioni degli aeromobili e questo si traduce in corsa di decollo piu' lunga e ratei di salita minori. I dati certificati di ogni velivolo sono riferiti al livello del mare con temperatura di 15°. Per calcolare la variazione da tale situazione "tipo" rispetto a quella nella quale ci troviamo e il conseguente calo di prestazioni, si utilizza il "nomogramma di Koch".



La “Pressure altitude” (o altitudine di pressione) e’ l’altitudine alla quale mi troverei se fossi in aria standard. Praticamente per ricavarla basta che al suolo inserisca nell’altimetro il valore del QNE e leggo la quota riportata.

MOTORE CESSNA 172, CONSUMI, STRUTTURA:



- Di solito i motori che equipaggiano i CESSNA 172 sono i Lycoming a 4 cilindri sovrapposti aspirato alimentato con benzina avio. Per l'accensione delle candele sono previsti 2 circuiti di magneti sinistro e destro che in caso di parziale avaria a massa garantiscono la potenza necessaria per raggiungere l'aeroporto più vicino.
- I serbatoi sono contenuti nelle ali e la benzina raggiunge il motore grazie alla forza di gravità.
- Sulle ali sono presenti anche degli spurghi che servono a far uscire l'eventuale presenza di condensa (acqua) che si può generare durante la notte.
- La fusoliera e le ali sono realizzate con strutture portanti, reticolari, leggere, rivestite con tele, legna o alluminio. Nei tipi più recenti si ricorre a fusioni monolitiche di materiale composito
- Consumo orario e' di circa **8 gal/h**
- Consumo al minuto = Consumo orario/60 = **0,13 gal/min.**

Consumo orario Cessna = circa 8 Gal/h = 0.13 Gal/min.

Calcolo del carburante = **consumo al minuto** * **min per la tratta** +
min per alternato +
20 min per eventuali orbite +
45 min per contingenza +
20 min per park decollo, salita in quota, discesa, pista park +
5% come ulteriore margine di sicurezza sul totale ottenuto

Quindi = $[(0.13 * (\text{min per tratta} + \text{minuti per alternato} + 85 \text{ min})) + 5\%]$

Esempio:

Tratta: 120 Nm

Velocità: 120 Knots

Alternato a 40 Min.

Min per tratta = $\text{Tratta} / \text{Velocità} = 120 \text{ Nm} / 120 \text{ Knots} = 1 \text{ h} = 60 \text{ min}$

Carburante necessario = $[(0.13 * (60 + 125)) + 5\%] = [(0.13 * (185)) + 5\%] = (24.05) + 5\% = 25.25 \text{ arrotondato a } 26 \text{ Gal.}$

Da questo rapido calcolo si può vedere che per un volo di un'ora dobbiamo avere carburante per più di 3 ore (26 Gal / 8Gal/ora).

PESI E CENTRAGGI:

MTOW (Max Take Off Weight) E' il peso massimo al decollo da non superare mai.

Per il Cessna e' di 2550 lb (circa 1156 Kg).

Peso a vuoto del Cessna 1665 lb (circa 755 Kg)

Peso del carburante 52 gal e' di 380 lb (circa 172Kg)

Autonomia circa 6h. Ovviamente da tale valore bisogna escludere l'eventuale "contingenza" che non deve essere mai intaccata altrimenti bisogna dichiarare "emergenza carburante"

CONVERSIONI:

1 lb = 0.45 kg

1 kg = 2.2 lb

1°C = 33.8°F

1°F = -17.20°C

1 lt = 0.26 gal/usa

1 gal/usa= 3.7 lt

PRINCIPALI STRUMENTI DI BORDO:

Il **Trasponder** e' un dispositivo che permette l'identificazione del velivolo da parte dei controllori.

E' dotato di 4 selettori numerici per formare diversi codici chiamati "Squawk code"

Alcuni sono codici standard altri sono codici che inseriremo su indicazione dei controllori.

Alcuni modelli possono inviare al controllore anche la direzione del velivolo oltre che l'altitudine e posizione.

I principali codici standard sono:



Cod. 7000 per volo VFR

Cod. 1200 per volo VFR ma solo negli stati uniti

Cod. 7500 per segnalare atti di pirateria-terrorismo in corso

Cod. 7600 per segnalare avaria radio

Cod. 7700 per segnalare emergenza generica grave

In fase di rullaggio per un decollo bisogna lasciare il dispositivo in standby fino al punto d'attesa. Entrando in pista, poi lo si posiziona su "on" (modalita' charlie).

In fase di atterraggio lo si riporterà in standby liberando la pista uscendo dal punto d'attesa.

In volo il controllore può chiederci di fare un "ident" per meglio identificarci.

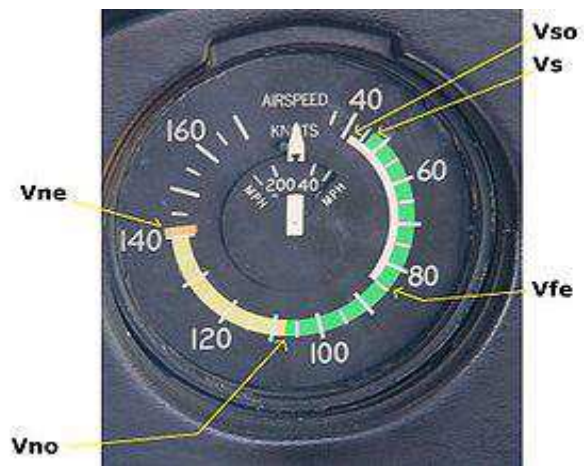
L'orizzonte artificiale, detto anche indicatore di assetto, è uno strumento **giroscopico** che permette di conoscere l'assetto di un aeroplano anche in condizioni di bassa visibilità e di notte. È quindi indispensabile per il volo strumentale come indicazione per il beccheggio e per il rollio. Sull'arco superiore azzurro normalmente sono presenti delle "tacche" piccole poste ogni 10°. Quelle più grosse sono posizionate a 30°, 60° e 90°.



L'altimetro e' uno strumento **a capsula aneroide**. Mostra l'altitudine del velivolo confrontando la pressione all'interno di una capsula aneroide contenuta nell'altimetro con la pressione atmosferica ottenuta dall'impianto delle prese statiche. Quando l'aereo sale, la capsula aneroide si espande, dal momento che diminuisce la pressione statica. Al contrario, durante la discesa, la pressione statica aumenta e la capsula si ricomprime. Tramite un nottolino (manopola) posso impostare la pressione di riferimento tarandolo così sul QNH (mare), QNE (standard 1013 Hpa-millibar/29.92 pollici di mercurio) o QFE (aeroporto).



In aeronautica, l'**anemometro** è uno dei tre strumenti a **capsula aneroide** (insieme ad **altimetro** e **variometro**). Calcola la differenza della pressione statica con quella di impatto catturata dal tubo di Pitot. L'anemometro rileva la velocità della massa d'aria. Lo strumento presenta 3 archi di vari colori: l'arco bianco (velocità di utilizzo con flaps estesi), arco verde (velocità di crociera operativa dell'aeromobile), arco giallo (velocità dell'aeromobile in area calma). All'estremità dell'arco giallo è indicata una linea rossa (Vne) che indica la velocità massima strutturale dell'aeromobile da non superare mai. Nello specifico della foto, l'inizio dell'arco bianco (circa 40kts) rappresenta la velocità di stallo con i flaps estesi (**Vs0**). L'inizio dell'arco verde (circa 45Kts) corrisponde alla velocità di stallo senza flaps (**Vs**). La fine dell'arco bianco (circa 95Kts) e' la velocità massima con flaps estesi (**Vfe**). La velocità indicata dall'anemometro (**IAS** o **Indicated Air Speed**).



Di seguito un riepilogo delle principali velocità di riferimento:

- VS0** Velocità di stallo o velocità minima in configurazione di atterraggio, flap estesi e peso massimo all'atterraggio.
- VS** Velocità di stallo in configurazione "pulita" (senza estensione dei flaps).
- VFE** Velocità massima con flap estesi
- VNO** Velocità massima per normali operazioni
- VNE** Velocità massima strutturale
- VREF** Velocità di riferimento per l'atterraggio, di solito si calcola moltiplicando la VS0 x 1,3
- Va** Design maneuvering speed nota anche come Speed for maximum control deflection - Velocità di manovra: è la velocità al di sopra della quale non è si deve fare utilizzo dei controlli di volo alla massima escursione (o pull to the stops - "tirare i comandi fino ai fermi") in quanto l'azione può generare fattori di carico eccedenti quelli massimi tollerabili dalle strutture.
- Vx** Velocità di salita ripida consigliata per raggiungere la quota, per superare ostacoli naturali o costruzioni in asse pista. Consente il massimo angolo di salita.
- Vy** Velocità di salita rapida che permette una performance meno impegnativa al motore per raggiungere il punto di uscita dalla ATZ. Consente la massima velocità ascensionale
- Vle** Maximum landing gear extended speed - Velocità massima con il carrello esteso: Velocità massima alla quale è possibile volare in sicurezza con un aeromobile dotato di carrello retrattile nella configurazione con il carrello estratto.
- Vr** Velocità di rotazione

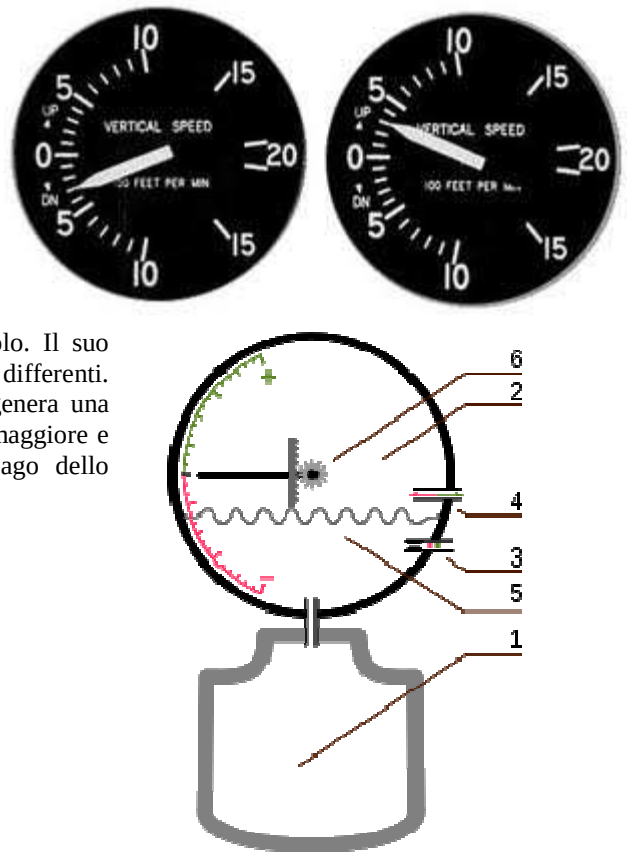
Il valore IAS non tiene conto degli errori dovuti al posizionamento della sonda sul velivolo, degli effetti dell'assetto di volo, delle condizioni atmosferiche di umidità e temperatura.. La **TAS** (true airspeed), invece, differisce dalla IAS per il fatto che considera l'assetto dell'aeromobile e della variazione della densità e della temperatura dell'aria con la quota. Trascurando gli errori strumentali, per le quote e velocità raggiunte da piccoli aerei da turismo si può calcolare che la TAS sia superiore alla IAS del 5% circa ogni 1000 m, o del 2% ogni 1000 ft, di quota. Tuttavia le velocità caratteristiche dell'aereo (velocità massima, velocità di stallo,...) sono sempre riferite alla velocità indicata. Ovviamente l'anemometro non può misurare la velocità al suolo (GS o Ground Speed), che dipende dalla velocità e dalla direzione del vento e può essere ricavata con un regolo aeronautico o con un ricevitore GPS.

Esempio di calcolo della TAS:

Stiamo volando a 100 Kts (IAS) a 3000ft. Qual'è la TAS ?

$100\text{Kts} + 6\% = 106\text{ Kts}$.

In aeronautica, il **variometro** è uno strumento di volo a **capsula** (come l'altimetro e l'anemometro) installato a bordo degli aeromobili. Il variometro indica la componente verticale della velocità dell'aeromobile (velocità ascensionale/discensionale, velocità di salita/discesa) espressa in centinaia o migliaia di piedi al minuto, ft/min (o in metri al secondo sugli alianti, fornendo quindi al pilota informazioni sul moto verticale (variazione di quota nel tempo) del velivolo. Il suo funzionamento si basa sulla presenza di due fori di dimensioni differenti. Salendo o scendendo di quota all'interno dello strumento si genera una differenza di pressione tra quella dovuta al foro con diametro maggiore e quello con diametro minore. Tale differenza fa muovere l'ago dello strumento.



La **bussola magnetica** è costruita con una sfera di metallo magnetizzato annegato nel kerosene, liquido inerte ad alta trasparenza e viscosità in grado di garantire un buon funzionamento meccanico all'interno di un involucro a vuoto d'aria e stagno. Ecco perché nella realtà è buona norma durante i controlli di terra garantirsi che non ci siano perdite dovute al cedimento della sua struttura. Purtroppo questo strumento non è in grado di fornire indicazioni di massima precisione perché viene interferito dai campi elettromagnetici generati durante i temporali estivi e bisogna tener conto della declinazione magnetica, la differenza non costante fra polo magnetico e quello geografico che varia nello spazio e nel tempo. Esiste poi un cartellino di certificazione dove sono riportati anche i parametri di deviazione residua generati dagli apparati radio e dai ferri dolci presenti in prossimità dello strumento sul pannello comandi.



La **girobussola** (anche nota come girodirezionale o semplicemente direzionale) è uno strumento giroscopico. Mostra la prua del velivolo. È insensibile ai disturbi prodotti da campi magnetici perturbanti o forze d'inerzia, mentre come svantaggio richiede la presenza di un motore per mettere e mantenere in rotazione un rotore ed è soggetta ad un effetto chiamato precessione e deve essere periodicamente riallineata usando una bussola magnetica. Va' sempre allineato prima del decollo e successivamente ogni 20/30 minuti alla bussola magnetica sempre e solo in volo rettilineo orizzontale.



Il **virosbandometro** e' uno strumento **giroscopico**. Congloba due strumenti: il Viometro e lo Sbandometro. Tale strumento server a mantenere durante le virate l'asse longitudinale del velivolo al centro del flusso dell'aria. Per ottenere un cambio di direzione coordinato, oltre che agire sugli alettoni e' necessario mantenere le ali della sagoma bianca in corrispondenza delle tacche laterali L & R e contrastare l'effetto secondario di imbardata con il timone, pigando sul pedale dalla parte dove tende a "scappare" la pallina. Un modo di dire comune per definire tale operazione e': "piede schiaccia pallina". In regime di virata coordinata, un Giro di 360° verra' effettuato in 2 minuti (3° ogni secondo).



Quindi riassumendo gli strumenti a capsula sono:

Altimetro – Anemometro – Variometro

Gli strumenti giroscopici sono:

Orizzonte artificiale – Girobussola – Virosbandometro

Altimetro e Variometro sono collegati alla presa statica.

L'anemometro anche alla presa dinamica.

I 4 strumenti principali sono ANEMOMETRO – ORIZZONTE ARTIFICIALE – ALTIMETRO - GIRODIREZIONALE

Nella figura 3 sono presenti in alto a sinistra gli strumenti del carburante mentre a destra l'**EGT** che misura la temperatura dei gas di scarico ed il **Fuel Flow** ovvero l'indicatore di consumo e. In basso a sinistra la Temperatura e la Pressione dell'olio motore e a destra Voltmetro & Amperometro. Nella figura 4 si trovano il Contagiri in RPM e lo strumento **ADF** (Automatic Directional Finder) che rileva il segnale omnidirezionale di una stazione NDB (Not Directional Beacon)



Fig. 3



Fig. 4

RADIOASSISTENZE:

Il **Very High Frequency Omnidirectional Radio Range**, più comunemente conosciuto come **VOR**, è un sistema di radionavigazione per aeromobili. I VOR operano su radiofrequenze assegnate tra i 108.0 megahertz (MHz) e i 117.95 MHz, che sono compresi nella banda riservata ai segnali VHF. E' definito come standard per le navigazioni a corto e medio raggio. Una stazione di terra VOR, chiamata anche radiofaro, trasmette onde radio in VHF che vengono captate da un ricevitore a bordo che le elabora e fornisce informazioni utili al pilota per capire la sua posizione rispetto al radiofaro. Il segnale inviato indica sia il nome della stazione (in codice Morse) sia la posizione dell'aereo relativa a quest'ultima in riferimento al Nord magnetico, indicando quindi al pilota il suo rilevamento rispetto alla stazione emittente. Utilizzando il sistema radiale + distanza, si può ottenere la posizione sulla radiale rispetto al VOR del velivolo. Molte stazioni di terra sono anche dotate anche del DME (Distance Measuring Equipment) che misura la distanza tra l'emittente e il ricevitore. I VOR forniscono indicazioni molto più accurate e sono più affidabili degli NDB grazie ai componenti con cui sono costruiti, ma queste stesse componenti rendono sia le stazioni di terra sia i ricevitori a bordo più costosi nella manutenzione e nell'installazione. Inoltre possono funzionare entro un raggio massimo che va dai 46 ai 240 chilometri: questo comporta la costruzione di una grande rete di stazioni per coprire le principali rotte aeree.



Il **Non Directional Beacons**, conosciuto anche con l'acronimo **NDB**, è un radiofaro non direzionale molto diffuso, assieme al VOR, e usato per la navigazione aerea strumentale. L'NDB lavora su frequenze comprese tra 200 e 1750 KHz. La stazione NDB comunica il suo identificativo in codice Morse e fornisce all'aeroplano riferimenti che consentono al pilota, tramite lo strumento **ADF (Automatic Direction Finder)**, di risalire alla direzione di volo riferita al Nord magnetico. Vista la banda in cui opera, le onde radio emesse da un NDB seguono la curvatura terrestre (essendo riflesse dalla ionosfera) e pertanto il segnale può essere ricevuto, anche a basse quote, a grande distanza.

D'altra parte l'NDB è soggetto ad alcuni errori:

- effetto terreno: la presenza di rilievi (montagne/colline) riflette il segnale modificando i rilevamenti sull'ADF;
- effetto notte: le fluttuazioni notturne della ionosfera possono modificare i rilevamenti, soprattutto per frequenze superiori ai 350 KHz;
- effetto costa: le linee di costa hanno la proprietà di rifrangere le onde a bassa frequenza. Procedendo parallelamente alla costa l'ADF può presentare valori errati;
- effetto temporale: dato che i fulmini emettono onde radio su tutte le basse e medie frequenze, l'indicatore dell'ADF può essere deviato verso il temporale;
- effetto virata: virando si inclina il piano orizzontale dell'antenna, modificando il rilevamento.



Il **DME o Distance Measuring Equipment** fornisce una lettura costante in miglia nautiche della distanza obliqua chiamata **Slant Range**, (e non una distanza orizzontale) dell'aeromobile rispetto alla stazione di terra DME. La differenza tra la distanza obliqua e quella orizzontale è maggiore più l'aereo si avvicina alla stazione di terra. Normalmente la stazione DME e' coesistente con una stazione VOR. In tal caso si parla di stazione VOR-DME.

