

## Strumenti di navigazione radio-goniometrica (strumenti di bordo per la navigazione VFR; le Radiali VOR)

Il sistema di Radionavigazione richiede l'installazione, sia a terra che a bordo, di dispositivi per la trasmissione di onde elettromagnetiche (ad es. la stazione a terra) e di sistemi per la Ricezione di tali onde (ad es. l'apparato di bordo). Tra i radio aiuti alla navigazione più diffusi vi sono: il VOR (VHF Omnidirectional Range); il DME (Distance Measuring Equipment); il TACAN (TACTical Air Navigation), diffuso prevalentemente in ambito militare; l'ILS (Instrumental Landing System); il MLS (Microwave Landing System); l'NDB (Non Directional Beacon). La precisione ottenibile è generalmente buona e varia a seconda del tipo di radio aiuto considerato e dalla distanza che c'è tra l'aeromobile e le stazioni terrestri.



VOR



VOR-ILS

Uno degli strumenti radio-goniometrici più importanti è l'Omnidirectional Bearing Indicator, che fornisce al pilota, tramite un'indicazione grafica, la posizione in cui si trova la radiale V.O.R. (VHF Omnidirectional Range) che si sta intercettando. Lo strumento dialoga con la stazione a terra, la quale emette 360 radiali nello spazio circostante. Dallo strumento il pilota può selezionare una di queste radiali tramite l'OBS e portare l'aereo a volare seguendo la traccia della radiale. Lo strumento fornisce inoltre le informazioni del TO (verso la stazione) e del FROM (dalla stazione). Viene di solito associato a un DME in modo da conoscere anche la distanza dalla stazione.

Quando è del tipo ILS, mostra i segnali ricevuti dall'Instrument Landing System (ILS): un apparato, costituito da un complesso sistema di antenne, che trasmettono un segnale da terra al sistema ricevente di bordo. Ciò consente un atterraggio sicuro anche in condizioni di scarsa visibilità (solo pochi metri). Visto la sua elevata precisione e la sua alta affidabilità, l'ILS rappresenta il sistema fondamentale da utilizzare nelle fasi di atterraggio dei voli IFR, compresi quelli di linea. È formato da due sottosistemi: il Localizer (LLZ), che fornisce al pilota le indicazioni rispetto all'allineamento dell'aereo con l'asse pista tramite asta verticale; il Glide Path (GP), che fornisce informazioni sulla posizione del velivolo rispetto al corretto sentiero di discesa (che generalmente ha un'inclinazione di 3° rispetto alla superficie terrestre) tramite asta orizzontale. Per essere perfettamente allineati, è necessario che anche le due aste lo siano, come nell'esempio in figura.



ADF

L'Automatic Direction Finder (ADF) è un apparato utilissimo in numerose operazioni di volo, anche se è ormai quasi ovunque in disuso per l'introduzione di nuovi sistemi (es. GPS). L'ADF rimane comunque un ausilio preziosissimo in molti tipi di avvicinamento strumentale e anche durante la navigazione a vista su zone con pochi riferimenti al suolo e/o in condizioni di scarsa visibilità. L'indicatore dell'ADF è formato da una rosa graduata in 360°, che è possibile ruotare tramite apposita rotella, al centro della quale è inserito un indice girevole. Sul vetro o sul quadrante dell'indicatore si trova di solito una sagoma stilizzata di un aereo, che aiuta a visualizzare meglio la posizione dell'NDB rispetto al velivolo.

L'indice dello strumento, una volta sintonizzato il ricevitore sulla frequenza di un NDB e selezionata la funzione ADF, rimane costantemente puntato verso la stazione emittente posta a terra, indicando sulla rosa graduata il valore dell'angolo sotto cui la stazione stessa viene rilevata rispetto all'asse longitudinale dell'aereo. Tale valore angolare prende il nome di Rilpo (RB), ossia rilevamento polare, che rappresenta l'angolo misurato a partire dalla posizione della prua dell'Aereo. Il suo valore varia in base alla variazione della posizione reciproca aereo/NDB durante la navigazione – in questo caso la velocità di variazione dipende dalla velocità al suolo dell'aereo (GS) e dalla distanza dall'NDB – oppure a seguito della rotazione impressa all'asse longitudinale dell'aereo durante le virate – in questo caso l'indice dell'ADF ruota di un numero di gradi pari alla variazione di prua dell'aereo – rispettivamente in senso antiorario durante le virate a destra e in senso orario durante le virate a sinistra. Infine, l'indicazione dell'ADF cambia di 180° quando l'aereo sorvola la stazione a terra.

### Strumenti di navigazione dell'apparato radio rice-trasmittente



In realtà, l'**apparato radio rice-trasmittente** rappresenta l'insieme di tutta la strumentazione che funziona con le onde radio. L'elemento più importante permette di selezionare la frequenza radio con la quale il pilota comunica con gli enti preposti al controllo e all'assistenza del volo. La frequenza radio aeronautica (generalmente indicata con la scritta COM) è in modulazione di frequenza (FM), occupa la banda VHF da 118 a 137 MHz, con spaziatura tra un canale e l'altro di 25 kHz (anche se in alcune aree è già stata introdotta, per scarsità di canali liberi disponibili, la spaziatura a 8.33 kHz). Un'altra parte importante è quella che permette al pilota di selezionare la frequenza della stazione ILS che intende utilizzare per l'atterraggio; l'ILS opera in banda VHF da 108 a 112 MHz, con spaziatura di 50 kHz. Inoltre, vi è la parte adibita al funzionamento del VOR, che permette al pilota di selezionare la frequenza della stazione VOR (generalmente indicata con NAV) che si utilizza per la navigazione; il VOR opera in banda VHF da 108 a 118 MHz, con spaziatura tra un canale e l'altro di 50 kHz.

Tra gli altri elementi che trovano posto nell'apparato radio vi è il DME (Distance Measuring Equipment), che è una radioassistenza normalmente coadiuvata da un VOR o da un ILS. Il DME opera in banda UHF da 960 a 1215 MHz e, mediante apparati a terra e di bordo, indica al pilota la distanza in miglia nautiche e la velocità al suolo in nodi (GS - Ground Speed) dell'aeromobile rispetto alla stazione DME stessa. Infine, vi è la parte dedicata al funzionamento dell'ADF, dove i ricevitori sono predisposti per essere sintonizzati su una gamma di frequenze che va da un minimo di 190 KHz fino a un massimo di 1699 – 1999 KHz, variabile da modello a modello. La gamma di ricezione viene ampliata rispetto alla gamma di trasmissione degli NDB, al fine di permettere agli ADF di ricevere anche emittenti non aeronautiche, quali le stazioni radio commerciali che trasmettono in onde medie. La selezione della frequenza avviene su canali quarzati con intervalli di 1 KHz.

**Il Transponder:** è uno strumento che si utilizza soprattutto in spazi aerei intensamente trafficati. Come la radio, il trasmettitore di bordo sta diventando sempre più importante, perché permette all'aeromobile, tramite l'inserimento di uno specifico codice assegnato da un ente del controllo del traffico aereo che si avvale del Radar, di essere facilmente ed univocamente identificato dal controllore Radar. Il codice del transponder si compone di quattro cifre, il cui valore va da 0 a 7, e può essere in modo "A" (indicazione della sola posizione dell'aeromobile sullo schermo Radar) o in modo "C" (indicazione della posizione e della quota sullo schermo Radar). Nella parte destra dello strumento vi è il tasto "REPLY" (in altri modelli indicato con "IDENT"), la cui pressione provoca una modifica codificata della traccia sullo schermo Radar per una sua migliore identificazione. Alcuni tra i codici standard più utilizzati sono:

- 2000 - codice generico per i voli IFR;
- 7000 - codice generico per i voli VFR;
- 7500 - dirottamento a bordo;
- 7600 - avaria radio;
- 7700 - emergenza.

## Comandi di bordo

Si possono raggruppare in tre grandi famiglie: **il volantino; la pedaliera; le manette; le utenze.**

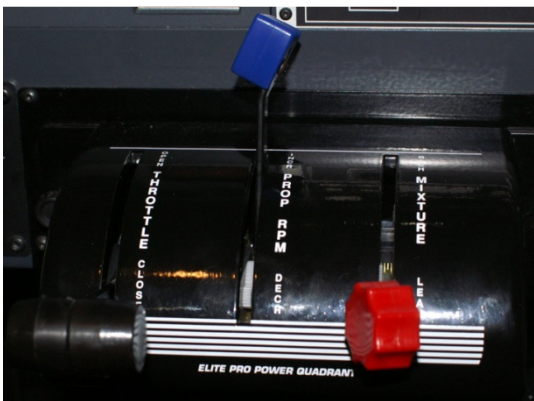


Il volantino, che in alcuni modelli di aerei assume la forma di una barra di comando denominata "cloche", è uno dei più importanti organi di governo dell'aeromobile. Esso, infatti, permette al pilota di governare il velivolo azionando le superfici orizzontali dell'aeromobile, come gli alettoni e gli equilibratori. Se il volantino viene tirato o spinto, si interviene sugli equilibratori, che inclinano l'asse longitudinale dell'aereo

con un angolo che prende il nome di "beccheggio". Infatti, se il pilota tira verso di sé il volantino, effettuando una cabrata, fa puntare verso l'alto la prua del velivolo, facendogli compiere una salita; invece, se il pilota spinge il volantino, realizzando una picchiata, il muso dell'aeromobile punterà verso il basso, effettuando una discesa; infine, se il pilota ruota il volantino verso destra o verso sinistra, interviene sugli alettoni del velivolo, che lo fanno inclinare lateralmente con un angolo che prende il nome di "rollio", riuscendo a far compiere al mezzo una virata verso destra o verso sinistra, a seconda del lato in cui viene ruotato il volantino. Bisogna ricordare che, a differenza del volante delle automobili, quello degli aerei ha un effetto continuativo sui comandi: non è necessario tenere il volantino nella posizione voluta fino alla conclusione della manovra, ma bisogna controbilanciarla quando si vuole ritornare con l'assetto perfettamente orizzontale.



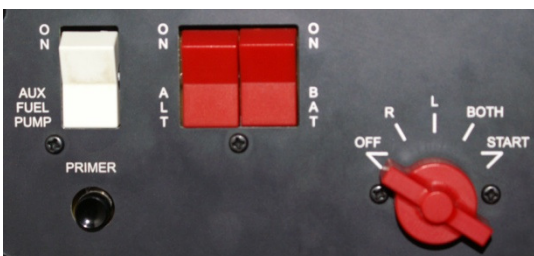
La pedaliera, formata da due soli pedali che agiscono insieme (se uno viene spinto, l'altro torna indietro), permette al pilota di comandare il timone di coda, il quale consente all'aeromobile di compiere delle rotazioni laterali con un angolo che prende il nome di "imbardata". La pedaliera si usa principalmente durante la corsa al decollo, in modo da far rimanere l'aereo allineato alla pista, contrastando la spinta del vento, ma anche durante le virate, per contrastare eventuali derapate o scivolate. Per capire quale pedale spingere, il pilota deve fare ricorso al virosbandometro. Infatti, se la pallina non è centrata, vuol dire che l'aereo sta subendo una rotazione laterale, che il pilota deve correggere spingendo il pedale che si trova dal lato verso cui si è spostata la pallina.



Le manette servono al pilota per definire la potenza di spinta e quindi la velocità dell'aeromobile. Il numero delle manette e la forma variano da modello a modello, perché dipendono dal numero di motori e dal tipo di elica, che può essere a passo variabile o a passo fisso. In generale, la manetta di colore nero serve a definire la quantità di carburante che viene inviata ai motori, mentre quella di colore rosso serve a definire il tipo di miscela aria-carburante che viene inserita nei motori. La manetta di colore blu, invece, serve a cambiare il passo dell'elica e quindi è presente solo se il velivolo ha eliche a passo variabile.



Con il termine *utenze* si intendono tutte le manopole e i pulsanti, presenti nella cabina di pilotaggio, che servono ad attivare uno o più dispositivi utili nelle varie fasi di volo. La quantità, la disposizione e la forma delle utenze variano da modello a modello di velivolo. Tra le più importanti vi sono: la levetta per estendere o ritrarre i flap; il pulsante per attivare la pompa del carburante; l'interruttore che attiva l'alternatore; il pulsante per la batteria; la manopola per attivare i magneti e far partire l'aeromobile; la manopola con cui scegliere da quale serbatoio prelevare il carburante; i pulsanti con i quali attivare le luci per le varie fasi di volo (taxi; rullaggio; navigazione); la leva con la quale inserire/disinserire i freni; la leva per ritrarre o estendere il carrello.



## **La Checklist**

Le fasi di volo comprendono tutte quelle procedure, raggruppabili per blocchi logici, che compongono l'intera attività di volo, da quando si prende in consegna un aeromobile parcheggiato in piazzola a quando lo si lascia nella stessa, o in un'altra, dopo aver effettuato il volo.

Con la Checklist, che è un elenco cronologico delle operazioni da eseguire durante le varie fasi di volo (controlli esterni; controlli pre-accensione in cabina; accensione; rullaggio; prova motore; allineamento e decollo; salita; crociera; discesa; atterraggio; rullaggio parcheggio; spegnimento), si intende evitare che il pilota commetta errori tali da condizionare la buona riuscita del volo. Infatti, questi ha il dovere di eseguire tutti i controlli e le procedure con l'ordine con cui sono elencati nell'apposita Checklist del velivolo, la quale, per ragioni di sicurezza, varia da aeromobile a aeromobile.